

# ATLANTE

## DEI DATI AMBIENTALI

### EDIZIONE 2023

# ATLANTE

## DEI DATI AMBIENTALI

### EDIZIONE 2023

A cura di  
S. De Corso, A.A. De Benedetti,  
M. Di Leginio, M. Munafò

L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), insieme alle 21 Agenzie delle Regioni (ARPA) e delle Province autonome (APPA) per la protezione dell'ambiente, a partire dal 14 gennaio 2017 fa parte del Sistema Nazionale a rete per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), istituito con la Legge 28 giugno 2016, n. 132.

Le persone che agiscono per conto dell'Istituto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in questa pubblicazione.

Coordinamento: Servizio per il Sistema Informativo Nazionale Ambientale, Servizio Informazione, statistiche e reporting sullo stato dell'ambiente e Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA

Curatori dell'Atlante: Stefano De Corso, Arnaldo Angelo De Benedetti, Marco Di Leginio, Michele Munafò

Referenti per il Servizio per il Sistema Informativo Nazionale Ambientale: Adriana Angelini, Lorenza Babbini, Alessandra Casali, Francesca Catini, Angela Cimini, Carlo Cipolloni, Luca Congedo, Marco d'Antona, Arnaldo Angelo De Benedetti, Stefano De Corso, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Marco Di Leginio, Anna Di Noi, Cristian Di Stefano, Valentina Falanga, Elio Giulianelli, Davide Licheri, Alessandro Lotti, Lorella Mariani, Ines Marinosci, Céline Ndong, Arthur Pasquale, Maria Chiara Sole, Luisa Vaccaro

Referenti per il Servizio Informazione, statistiche e reporting sullo stato dell'ambiente: Simona Buscemi, Giovanni Finocchiaro, Cristina Frizza, Alessandra Galosi, Mariaconcetta Giunta, Silvia Iaccarino, Renato Marra Campanale, Raffele Morelli, Francesca Palomba, Matteo Salomone, Luca Segazzi

Referenti per il Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia: Valentina Campo, Maria Pia Congi, Marco Pantaloni

Referente per l'Ufficio stampa: Alessandra Lasco

Gli autori delle singole schede sono riportati all'inizio delle sezioni

Progetto grafico: Silvia Sbordoni e Stefano De Corso con il contributo di Giorgia Ghergo ISPRA DG-SINA

Copertina: Antonella Monterisi ISPRA Ufficio grafico

Immagini satellitari: Pasquale Dichicco ISPRA DG-SINA

Coordinamento tipografico: Daria Mazzella ISPRA Area Comunicazione

Coordinamento amministrativo: Olimpia Girolamo ISPRA Area Comunicazione

Citare questo documento come segue:

De Corso S., De Benedetti A.A., Di Leginio M., Munafò, M. (a cura di), 2023.  
Atlante dei dati ambientali. Edizione 2023. ISPRA

ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale  
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma  
[www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it)

Aprile 2023  
ISPRA  
ISBN 978-88-448-1154-9

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Immagine di copertina: Contains modified Copernicus Sentinel data (2017),  
processed by Sinergise/ESA



# PRESENTAZIONE

L'ambiente è una risorsa preziosa e fragile, che richiede una conoscenza approfondita e aggiornata per essere tutelato e governato. L'Atlante dei dati ambientali, un volume che l'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) pubblica quest'anno per la prima volta, offre una panoramica e una prima selezione dei principali dati ambientali in Italia. Fornisce rappresentazioni cartografiche che mostrano la distribuzione spaziale delle principali informazioni ambientali che, insieme a grafici, tabelle e testi, illustrano lo stato dell'intero territorio nazionale. L'obiettivo è quello di fornire informazioni scientifiche, accurate e aggiornate su temi quali il suolo, l'acqua, la biodiversità, l'aria, il clima, i rifiuti, l'energia e gli impatti ambientali delle attività umane e, allo stesso tempo, di aiutare a prendere coscienza delle sfide ambientali che ci attendono e contribuire al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile.

Il volume si articola in cinque sezioni - geosfera, idrosfera, biosfera, atmosfera e antroposfera - e si basa sui dati raccolti e certificati nel Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) dall'ISPRA e dalle Agenzie delle Regioni e delle Province autonome per la protezione dell'ambiente (ARPA/APPA), che costituiscono il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). I dati derivano dall'azione continua di monitoraggio che si avvale sempre più degli strumenti di analisi territoriale e di osservazione della Terra come, ad esempio, quelli del programma europeo Copernicus.

È uno strumento che vuole essere utile e accessibile per tutti coloro - cittadini, studenti, ricercatori, professionisti, decisori politici - che vogliono migliorare la propria conoscenza dell'ambiente italiano, sia a livello nazionale che locale, anche al fine di favorire una maggiore sensibilizzazione e partecipazione alla sua salvaguardia e a supportare la pianificazione e il governo del territorio.

L'Atlante dei dati ambientali affianca e integra l'EcoAtlante, il portale sviluppato dall'ISPRA che offre una serie di percorsi cartografici interattivi utili a esplorare i dati ambientali raccolti e catalogati nel SINA, in coerenza con la banca dati dell'Annuario dei dati ambientali, che in linea con i principali core set intertematici nazionali e internazionali, rende disponibili oltre 300 indicatori statistici sullo stato dell'ambiente in Italia.

I dati e le cartografie dell'Atlante sono disponibili anche in formato digitale, liberamente accessibili e raggiungibili attraverso l'EcoAtlante e le diverse banche dati disponibili sui siti dell'ISPRA e del SNPA, offrendo la possibilità di interagire con le mappe e con i grafici, di accedere ai dati sottostanti e alle fonti originali, di scaricare i contenuti in diversi formati e di condividerli sui social media. Una serie di strumenti a disposizione dell'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale e una base di conoscenza a supporto di scelte consapevoli e informate sulle questioni ambientali a livello nazionale e locale e delle decisioni politiche necessarie a garantire la necessaria e sempre più urgente transizione ecologica del nostro Paese.

**Stefano Laporta**  
Presidente ISPRA

**Maria Siclari**  
Direttore Generale ISPRA

Una versione classica, ma allo stesso tempo moderna e accattivante, realizzata per diffondere e promuovere la conoscenza dell'ambiente in Italia. Nasce così la prima edizione dell'Atlante dei dati ambientali di ISPRA, che descrive lo stato dell'ambiente nazionale fotografato attraverso l'analisi di una selezione dei dati raccolti dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) all'interno del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA).

A differenza del classico atlante geografico, questa versione è dedicata all'ambiente e affronta i temi principali unendo alle mappe ambientali, immagini, tabelle, schemi e infografiche che riassumono le informazioni più importanti e rendono accessibili quelle più complesse.

Le carte tematiche forniscono una rappresentazione dell'intero territorio nazionale e sono dotate di un QR code che rende possibile il collegamento alla corrispondente mappa del SINA, all'Annuario dei dati ambientali e all'EcoAtlante, lo strumento digitale disponibile online, che permette di proseguire il "viaggio" nell'ambiente italiano attraverso la consultazione di dati e informazioni sempre nuovi e aggiornati, indispensabili per guidare il nostro Paese nell'arduo percorso verso la transizione ecologica.

# INDICE

<b>PRESENTAZIONE</b>	3		
<b>GEOSFERA</b>	6	<b>BIOSFERA</b>	58
La conoscenza geologica di base	8	Il Sistema delle Aree di tutela ambientale	60
La permeabilità delle rocce	10	Carta della Natura	64
Le faglie capaci e il progetto ITHACA - ITaly HAzard from CApable faults	12	La copertura arborea	70
Contaminazione: Siti di Interesse Nazionale	14	Ecosistemi d'Italia e Lista Rossa degli ecosistemi	72
Patrimonio geologico: i geositi italiani	16	Uccelli svernanti acquatici – Progetto IWC	76
Le frane	18		
Consumo di suolo	20	<b>ATMOSFERA</b>	78
Copertura del suolo	22	Il clima e gli impatti dei cambiamenti climatici	80
Il monitoraggio del territorio di Copernicus	24	L'inquinamento atmosferico in Italia	82
Degrado del suolo	26		
Rete Nazionale dei Musei e Parchi Minerari - ReMi	28	<b>ANTROPOSFERA</b>	90
Miniere in Italia	30	Aree urbane	92
Geotermia	32	Economia circolare	94
		Le emissioni industriali: il registro PRTR	96
<b>IDROSFERA</b>	34	I grandi impianti a combustione LCP	98
Linea di costa	36	Sorgenti elettromagnetiche	100
Aree marine vocate per l'acquacoltura	38	Rumore e ambiente	102
Rifiuti marini	42	Impatto dei trasporti sul clima e sull'inquinamento atmosferico	104
Balneazione	46		
I pesticidi nelle acque continentali	48		
Qualità delle acque interne	52		
Pericolosità idraulica	56		

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

ARS Toscana (2022), Geotermia e salute in Toscana - Rapporto 2021

Boni, C.F. & Bono, P. 1982. Prima valutazione quantitativa dell'infiltrazione efficace nei sistemi carsici della piattaforma carbonatica laziale-abruzzese e nei sistemi di facies pelagica umbro-marchigiano-sabina (Italia Centrale). *Geol. Appl. e Idrogeol.*, 17, 427-436.

Carta R., Dacquino C., Di Leginio M., Fumanti F., Lettieri M.T., Lucarini M., Patanè A., Serra M., Vittori E. (2018). La banca dati Nazionale Geologico, Mineraria, Museale, Ambientale – GeMMA. *Patrimonio Industriale*, 17/18, 44-57.

CE (2020). Resilienza delle materie prime critiche: tracciare un percorso verso una maggiore sicurezza e sostenibilità.

Celico, P.B. 1988. *Prospezioni Idrogeologiche*. Liguori (Ed.) 1, 2 Napoli.

COM(2020)474 final, Bruxelles 3.9.2020

Copernicus products (<https://land.copernicus.eu>)

De Fioravante, P., Luti, T., Cavalli, A., Giuliani, C., Dichicco, P., Marchetti, M., Chirici, G., Congedo, L., Munafò, M., 2021. Multispectral Sentinel-2 and SAR Sentinel-1 Integration for Automatic Land Cover Classification. *Land* 2021, 10(6), 611; <https://doi.org/10.3390/land10060611>

Della Vedova B., Bottio I., Cei M., Conti P., Giudetti G., Gola G., Spadoni L., Vaccaro M., Xodo, L. (2022), *Geothermal Energy Use, Country Update for Italy*. Proceedings of the European Geothermal Congress 2022.

GSE (2022), *Energia da fonti rinnovabili in Italia - Rapporto Statistico 2020*

IPCC (2011), *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation, Ch.4 Geothermal energy*. <https://www.ipcc.ch/report/renewable-energy-sources-and-climate-change-mitigation/geothermal-energy/>

IRENA (2022), *Renewable Energy Statistics 2022*, The International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi

ISPRA – *Annuario dei dati ambientali 2021* <https://annuario.isprambiente.it/content/annuario-dei-dati-ambientali-2021>

ISPRA - *EcoAtlante* <https://ecoatlante.isprambiente.it/>

ISPRA - *Progetto ReMi - Rete Nazionale dei Parchi e Musei Minerari Italiani* - <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/soolo-e-territorio-1/miniere-e-cave/progetto-remi-rete-nazionale-dei-parchi-e-musei-minerari-italiani>

ISPRA -*Carta Geologica 1:100.000* [http://catalogosgi.isprambiente.it/geoportalAdm2/catalog/search/resource/details.page?uuid=ispra\\_rm%3AGeo100k\\_DT](http://catalogosgi.isprambiente.it/geoportalAdm2/catalog/search/resource/details.page?uuid=ispra_rm%3AGeo100k_DT).

ISPRA – *Inventario Nazionale dei Geositi* <http://sgi.isprambiente.it/GeositiWeb/default.aspx?ReturnUrl=%2fgeositiweb%2f>

ISPRA-SNPA ReMi *Viaggio nell'Italia Mineraria* [https://www.isprambiente.gov.it/public\\_files/REMI/Viaggionellitaliamineraria/](https://www.isprambiente.gov.it/public_files/REMI/Viaggionellitaliamineraria/)

Ithaca, *Catalogo delle faglie capaci*. ISPRA, Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia <http://sgi2.isprambiente.it/ithacaweb/viewer/index.html>

Luti, T., De Fioravante, P., Marinosci, I., Strollo, A., Riitano, N., Falanga, V., Mariani, L., Congedo, L., Munafò, M., 2021. Land Consumption Monitoring with SAR Data and Multispectral Indices. *Remote Sens.* 2021, 13(8), 1586; <https://doi.org/10.3390/rs13081586>

Manzella A., Ungarelli C. (2011), *La geotermia*. Il Mulino Bologna, 127 pp.

MiTe (2021) *Stato delle procedure per la bonifica dei SIN - Giugno 2021* (<https://bonifichesiticontaminati.mite.gov.it/sin/stato-delle-bonifiche/>)

Munafò, M., 2018. *Territorio, processi e trasformazioni in Italia*. Edizione 2018. Report SNPA 296/2018. ISPRA, Roma.

Munafò, M., 2021. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2021. Report SNPA 22/21

Munafò, M., 2022. *Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici*. Edizione 2022. Report SNPA 32/22

Proposta di Legge «*Tutela e Valorizzazione dei siti minerari dismessi e del loro patrimonio storico, archeologico, paesaggistico, ambientale*», <http://documenti.camera.it/leg18/pdl/pdf/leg.18.pdl.camera.1274.18PDL0032690.pdf>

Regione autonoma della Sardegna (2016) - *Piano Energetico Ambientale Regionale – Allegato “L’energia geotermica” approvato con D.G.R. N. 45/40 del 02/08/2016*

TERNA (2022), *Dati statistici sull’energia elettrica in Italia 2021*

Trigila A., Iadanza C., Lastoria B., Bussetini M., Barbano A. (2021) *Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2021*. Rapporti ISPRA 356/2021. ISPRA

UGI (2017), *Stime di crescita della geotermia in Italia 2016 – 2030, con proiezioni al 2050*

# GEOSFERA

## AUTORI

### La conoscenza geologica di base

Valentina Campo, Roberta Carta, Maria Pia Congi, Matteo Conti, Arnaldo Angelo De Benedetti, Andrea Fiorentino, Simone Orefice, Marco Pantaloni, Alessandra Pensa, Paolo Primerano

### La permeabilità delle rocce

Rossella Maria Gafà, Lucio Martarelli, Gennaro Maria Monti, Angelantonio Silvi, Francesco La Vigna, Ines Marinosci, Marco d'Antona, Marco Di Leginio

### Le faglie capaci e il progetto ITHACA

Pio Di Manna, Anna Maria Blumetti, Livio Bonadeo, Valerio Comerci, Maria Pia Congi, Renato Ventura

### Contaminazione: Siti di Interesse Nazionale

Federico Araneo, Eugenia Bartolucci, Maria Pia Congi

### Patrimonio geologico: i geositi italiani

Elisa Brustia, Cristina Giovagnoli, Roberto Pompili, Giovanni Finocchiaro

### Le frane

Alessandro Trigila, Carla Iadanza

### Consumo di suolo

Alberto Albanese, Francesca Assennato, Diana Bianchini, Annagrazia Calò, Stefano Carpenito, Alice Cavalli, Giulia Cecili, Angela Cimini, Luca Congedo, Alessia D'agata, Marco d'Antona, Paolo De Fioravante, Marco Di Leginio, Pasquale Dichicco, Valentina Falanga, Chiara Giuliani, Lorella Mariani, Ines Marinosci, Marco Montella, Michele Munafò, Nicola Riitano, Andrea Strollo

### Copertura del suolo

Alberto Albanese, Alice Cavalli, Giulia Cecili, Angela Cimini, Luca Congedo, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Chiara Giuliani, Ines Marinosci, Michele Munafò

### Il monitoraggio del territorio di Copernicus

Angela Cimini, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Lorella Mariani, Ines Marinosci, Michele Munafò

### Il degrado del suolo e del territorio

Francesca Assennato, Annagrazia Calò, Angela Cimini, Marco d'Antona, Paolo De Fioravante, Marco Di Leginio, Anna Luise, Ines Marinosci, Michele Munafò, Nicola Riitano

### Rete nazionale dei musei e parchi minerari - ReMi

Agata Patanè, Andrea Stellato

### Miniere in Italia

Fiorenzo Fumanti, Monica Serra, Gabriella Andrisani, Mauro Lucarini, Carlo Dacquino, Agata Patanè, Stefano De Corso

### Geotermia

Fiorenzo Fumanti, Stefano De Corso, Arnaldo Angelo De Benedetti, Maurizio Guerra, Pio Di Manna, Luca Maria Puzilli

## RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

Maria Pia Congi, Valentina Campo, Marco Pantaloni, Paolo Primerano, Renato Ventura

Maria Pia Congi, Valentina Campo

Maria Pia Congi, Valentina Campo

Maria Pia Congi, Eugenia Bartolucci, Paolo Moretti

Maria Pia Congi, Valentina Campo

Alessandro Trigila, Carla Iadanza

Pasquale Dichicco, Angela Cimini, Paolo De Fioravante

Pasquale Dichicco, Angela Cimini, Paolo De Fioravante, Stefano De Corso

Angela Cimini, Paolo De Fioravante

Marco Di Leginio, Paolo De Fioravante, Stefano De Corso, Angela Cimini, Arnaldo Angelo De Benedetti

Maria Pia Congi, Andrea Stellato

Maria Pia Congi, Fiorenzo Fumanti, Stefano De Corso

Maria Pia Congi, Fiorenzo Fumanti, Stefano De Corso

**RIASSUNTO** - La conoscenza geologica di base è l'elemento fondamentale per qualsiasi studio di natura territoriale, sia per quanto riguarda gli aspetti superficiali che quelli di sottosuolo. Le informazioni di natura fisico-chimica e il carattere strutturale dei corpi rocciosi sono indispensabili per la comprensione dell'evoluzione del territorio e delle sue modificazioni ambientali, sia in ambito continentale che marino.

**ABSTRACT** - Basic geological knowledge is the fundamental requirement for any study of a regional nature, in terms of both surface and sub-surface aspects. Information regarding the physical and chemical nature and the structural features of the rocky bodies is indispensable for understanding the evolution of the territory and its environmental modifications, both in the continental and marine environments.

## La conoscenza geologica di base

La conoscenza geologica del territorio rappresenta l'elemento fondamentale per la definizione dei caratteri geomorfologici e ambientali della regione italiana. La finalità delle ricerche in ambito geologico è mirata alla caratterizzazione della composizione, della struttura e della configurazione della superficie terrestre e dei processi endogeni ed esogeni che vi operano, per definirne l'evoluzione passata e recente.

Gli studi geologici vengono sviluppati attraverso indagini dirette sulla superficie terrestre e indirette per il sottosuolo, con metodologie geofisiche, per ricostruire la paleogeografia, l'evoluzione geodinamica del territorio e le mutazioni climatiche e ambientali occorse nel passato.

Le informazioni relative alla composizione litologica, all'assetto strutturale e alle caratteristiche geotecniche delle rocce sono gli elementi fondamentali per la gran parte dei temi sviluppati in questo atlante che riguardano l'analisi del territorio.

Gli studi geologici applicati all'ambiente consistono nella valutazione dell'impatto che le opere possono avere sul suolo e sul sottosuolo. Inoltre, questi studi sono fondamentali per valutare l'esposizione degli insediamenti antropici in relazione ai rischi geologici quali fenomeni franosi, alluvioni, vulcanismo, terremoti, eustatismo e subsidenza. La geologia ambientale sfrutta poi la conoscenza geologica al fine di valutare le cause e gli effetti dei mutamenti climatici, le cui tracce sono registrate in dettaglio nei sedimenti glaciali e nei depositi marini.

Grazie a specifici studi vengono approfonditi i caratteri litologici, il contenuto paleontologico e mineralogico, lo spessore e le geometrie dei corpi rocciosi e dei rapporti che intercorrono tra di loro.

La conoscenza geologica del territorio viene rappresentata in modo sintetico attraverso la realizzazione di carte geologiche che, per mezzo di specifica simbologia, colori e schemi rappresentano le caratteristiche geologiche del territorio e dei fondali marini.



Nella carta geologica vengono inoltre rappresentate le forme del terreno, le frane, le sorgenti, le grotte, l'ubicazione dei siti di interesse minerario ed estrattivo.

Inoltre, la cartografia geologica costituisce la base informativa per la realizzazione di cartografia geotematica, attraverso la quale vengono approfonditi specifici argomenti, quali la geomorfologia, l'idrogeologia, la geofisica, la pericolosità geologica, la stabilità dei versanti, la neotettonica. Questi temi sono di ausilio per la previsione e prevenzione dei rischi naturali.

La conoscenza geologica del territorio, a una adeguata scala di dettaglio, è poi indispensabile per gli studi di microzonazione sismica e per la pianificazione urbanistica del territorio, al fine di ridurre l'erosione e il consumo del suolo.

Dalle indagini geofisiche di sottosuolo, effettuate attraverso sondaggi geognostici e sismica di esplorazione, è possibile costruire modelli geologici tridimensionali che consentono di effettuare valutazioni qualitative e quantitative delle riserve idrogeologiche, delle risorse energetiche, delle potenzialità di stoccaggio dell'anidride carbonica o delle scorie radioattive.

Le scienze geologiche permettono poi di ricavare gran parte delle informazioni indispensabili alla definizione integrata del rapporto tra l'uomo e l'ambiente, puntando alla loro compatibilità. Il difficile equilibrio tra queste due componenti deve essere quanto più possibile bilanciato al fine di evitare alterazioni che possano condurre a processi irreversibili. Nel prossimo futuro non sarà più possibile lo sfruttamento indiscriminato delle risorse e solo una approfondita conoscenza geologica può fornire gli strumenti idonei ad un preciso bilanciamento nel rapporto uomo/ambiente.

## Armonizzazione e condivisione

La necessità di rendere disponibili dati e informazioni a livello europeo ha richiesto l'adeguamento agli standard vigenti per la condivisione dell'informazione geospaziale. Seguendo le regole di armonizzazione previste per l'Europa dalla Direttiva INSPIRE, si è realizzata, prima di tutto, l'armonizzazione semantica dei contenuti utilizzando vocabolari condivisi. Ogni termine fa riferimento a un URL mantenuto nel Registro INSPIRE che spiega in dettaglio il termine associato. Un altro importante passaggio ha riguardato l'applicazione del modello dati INSPIRE in modo che, anche nella sua struttura, il dato fosse commensurabile con quello degli stati confinanti.

Queste procedure hanno interessato 277 fogli in scala 1:100.000. Il database risultante contiene tutte le informazioni derivate dalla descrizione dei corpi rocciosi, come appaiono nelle unità di legenda rielaborate, secondo lo standard, in *CollectionType*, *MappedFeatures*, *GeologicUnit*, *CompositionPart*, *GeologicEvent*. Il modello di dati elaborato ha permesso di definire i seguenti attributi: *LithologyValue1*, *CompositionPartRole*, *LithologyValue2*, *LithologyValue3*, *GeochronologicEra*, *EventEnvironment*, *EventProcess*, *Foliation*, *ConsolidationDegree*.

È possibile scaricare i dati armonizzati in diversi formati dal catalogo di metadati al seguente link

[http://catalogosgi.isprambiente.it/geoportalAdm2/catalog/search/resource/details.page?uui d=ispra\\_rm%3AGeo100k\\_DT](http://catalogosgi.isprambiente.it/geoportalAdm2/catalog/search/resource/details.page?uui d=ispra_rm%3AGeo100k_DT).



## Cartografia geologica delle aree sommerse

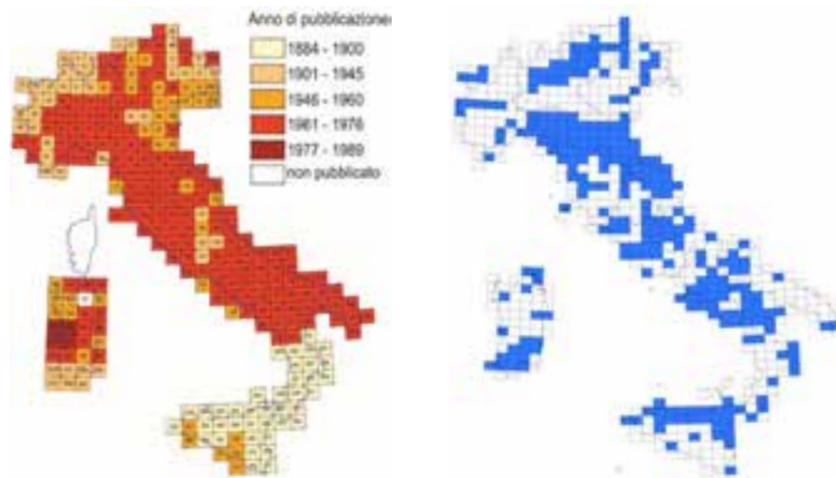
Particolare interesse riveste la geologia marina il cui ruolo è quello di caratterizzare la morfologia del fondo marino attraverso sistemi di rilevamento acustico, la composizione e la distribuzione dei sedimenti presenti sui fondali attraverso campionamenti specifici, al fine di definire la struttura e caratterizzare il substrato dei fondi oceanici. L'evoluzione tecnologica delle metodologie di acquisizione da remoto, in particolare di dati geofisici collegati alla propagazione di onde elastiche nei depositi, consente di completare la cartografia geologica con la rappresentazione delle unità presenti nelle aree sommerse.

La linea di costa non rappresenta un limite per le strutture geologiche, ma solo il cambio del mezzo nel quale avvengono i processi (dall'aria all'acqua). In ambiente subaereo prevalgono i processi erosivi mentre in ambiente subacqueo prevalgono i processi sedimentari.

I dati ad alta risoluzione acquisiti con ecoscandaglio multifascio permettono di ottenere una morfobatimetria di grande dettaglio nella quale possono essere evidenziati diversi tipi di strutture (ad esempio rilievi sottomarini) che, in presenza di indagini dirette (campionamenti), possono essere caratterizzati con maggiore precisione (ad esempio vulcani sottomarini).

La risposta al sonar a scansione laterale consente di interpretare le facies acustiche per avere informazioni sulla costituzione dei fondali (sempre a seguito di verifica diretta con campionamenti o indagini visive con telecamera filoguidata).

Le sezioni sismiche forniscono informazioni sulle strutture sepolte, completando la ricostruzione delle unità, le loro geometrie ed eventuali lineamenti tettonici.



## La conoscenza geologica del territorio italiano

Il progetto di realizzazione della Carta Geologica d'Italia nasce con la fondazione del Regno d'Italia e si è protratto, tra alterne vicende, fino alla seconda metà del 1900, quando viene completata la copertura cartografica del territorio italiano, costituita da 277 fogli in scala 1:100.000 (sopra a sinistra), alcuni dei quali realizzati anche in seconda edizione.

Nel 1988 viene avviata la nuova serie di cartografia geologica in scala 1:50.000 (sopra a destra) che prevede, con i finanziamenti stanziati finora, una copertura cartografica complessiva pari al 51% del territorio nazionale.

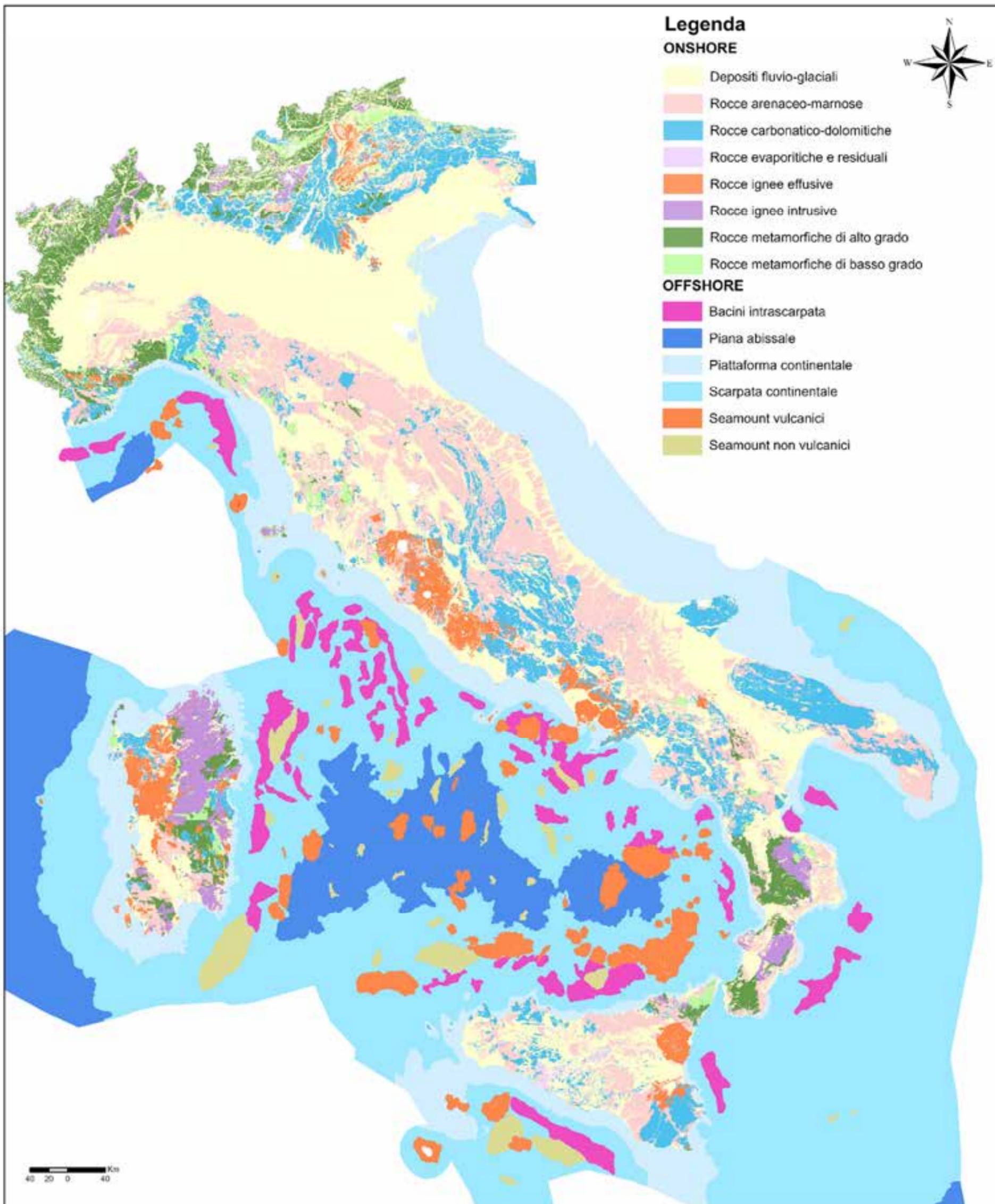


Rapporto litologia/superficie per l'onshore



- 45,99% Depositi fluvio-glaciali
- 17,5% Rocce arenaceo-marnose
- 15,21% Rocce carbonatico-dolomitiche
- 0,5% Rocce evaporitiche e residuali
- 5,24% Rocce ignee effusive
- 3,75% Rocce ignee intrusive
- 7,3% Rocce metamorfiche di alto grado
- 1,7% Rocce metamorfiche di basso grado
- 3,26% Altro

La carta riproduce le informazioni geologiche fondamentali rappresentate, nella parte a terra, dalle diverse tipologie di rocce mentre, nella parte a mare, dai diversi ambiti fisiografici



# LA PERMEABILITÀ DELLE ROCCE

**RIASSUNTO** - Da un punto di vista idrogeologico, ciascun corpo roccioso presenta caratteristiche peculiari sia riguardo il ruscellamento che l'infiltrazione delle acque superficiali. La permeabilità è il parametro che consente di valutare la capacità di una formazione rocciosa di essere attraversata dall'acqua. In particolare si distinguono rocce porose dotate di una rete di pori, la cui connessione reciproca e le dimensioni sono la condizione indispensabile per essere considerate permeabili, e rocce fessurate caratterizzate da discontinuità strutturali originatesi ad opera di processi tettonici e in parte anche chimici (carsismo). In questo caso, la permeabilità è determinata dalla presenza di fratture beanti e diversamente connesse. La permeabilità si misura attraverso il coefficiente di permeabilità  $K$ , che si esprime con le dimensioni di una velocità (m/s).

Vengono quindi distinte rocce impermeabili, sulle quali l'acqua piovana ruscella e/o evapora, e rocce permeabili, attraverso le quali le precipitazioni meteoriche penetrano nel sottosuolo; queste alimentano gli acquiferi sotterranei i quali, oltre a costituire la riserva di acqua dolce, alimentano il flusso di base per i sistemi idrici superficiali, quali fiumi e laghi, e per le sorgenti.

**ABSTRACT** - From a hydrogeological point of view, each rock has unique characteristics both in terms of runoff and infiltration of surface water. Permeability is the parameter that allows the evaluation of the capability of a rock formation to be got through by water. Porous rocks, featured by a network of pores showing void interconnection and dimensions as necessary conditions for being considered permeable, and fractured rocks, characterized by structural discontinuities of tectonic and partly chemical origin (karst), may be distinguished. In the last class, the permeability is due to the presence of open and differently connected fractures. Permeability is expressed by the permeability coefficient  $K$ , having the dimensions of a speed (m/s). Consequently, impermeable rocks, which allows that rainwater streams or evaporates over them, and permeable rocks, through which rain infiltrates into the subsoil, are therefore distinguished. Thus, infiltration waters feed the underground aquifers and, besides constituting the reserve of fresh water, they determine the base flow for surface water systems such as rivers, lakes and springs.



La carta della Permeabilità delle rocce è stata redatta a partire dalla Carta Litologica d'Italia, a sua volta derivata dalla Carta Geologica d'Italia a scala 1:100.000. La permeabilità riportata nella carta non rappresenta il valore assoluto (coefficiente di permeabilità) di ciascuna formazione rocciosa ma quello «relativo» cioè viene espressa in modo qualitativo tramite classi di permeabilità.

Gli affioramenti rocciosi raggruppati per affinità litologica sono stati suddivisi in quattro classi di permeabilità: BP, Bassissima Permeabilità, SP, Scarsa Permeabilità, MP, Media Permeabilità, e AP Alta Permeabilità.

	Permeabilità relativa		C.I.P.	
	max	min	max	min
P1	1.00E+00	1.00E-02	100	85
P2	1.00E-03	1.00E-06	85	50
P3	1.00E-07	1.00E-09	50	10
P4	1.00E-10	1.00E-13	10	0
F1	1.00E+00	1.00E-02	100	85
F2	1.00E-02	1.00E-04	85	60
F3	1.00E-05	1.00E-08	60	15
F4	1.00E-09	1.00E-11	15	0
M1	1.00E+00	1.00E-02	100	85
M2	1.00E-03	1.00E-05	85	55
M3	1.00E-06	1.00E-09	55	10
M4	1.00E-10	1.00E-12	10	0

All'interno di ciascuna classe, sono state distinte inoltre le 3 tipologie di permeabilità: P, per porosità, F, per fessurazione e/o carsismo, e M, mista, quando non esiste prevalenza tra i due suddetti tipi di permeabilità. Sono state così ottenute 12 classi di permeabilità, riportate in tabella, insieme ai relativi range di riferimento in termini di permeabilità assoluta (conducibilità idraulica).

Ai valori di conducibilità idraulica sono stati associati anche i Coefficienti di Infiltrazione Potenziale CIP (e.g. Boni et al., 1982; Celico, 1988). Gli intervalli dei valori di corrispondenza di questo parametro rispetto alle classi di permeabilità definite sono stati attribuiti in base alle tipologie litologiche rappresentate in carta ed al loro grado di permeabilità relativa, coefficiente di permeabilità e ruolo nella circolazione idrica sotterranea.

La penisola è stata suddivisa in aree di lavoro in base ai domini geografico-strutturali; è infatti necessario poter evidenziare le differenze determinate su uguali litologie dalla morfologia, dal clima e dalla diversa storia tettonica. La configurazione morfologica e la collocazione climatica determinano processi di alterazione e smantellamento, meccanismi di trasporto e deposizioni che agiscono in modo diverso sulle stesse litologie e quindi sul grado di permeabilità; allo stesso modo l'azione tettonica subita ha determinato livelli di fratturazione e fessurazione variegati.

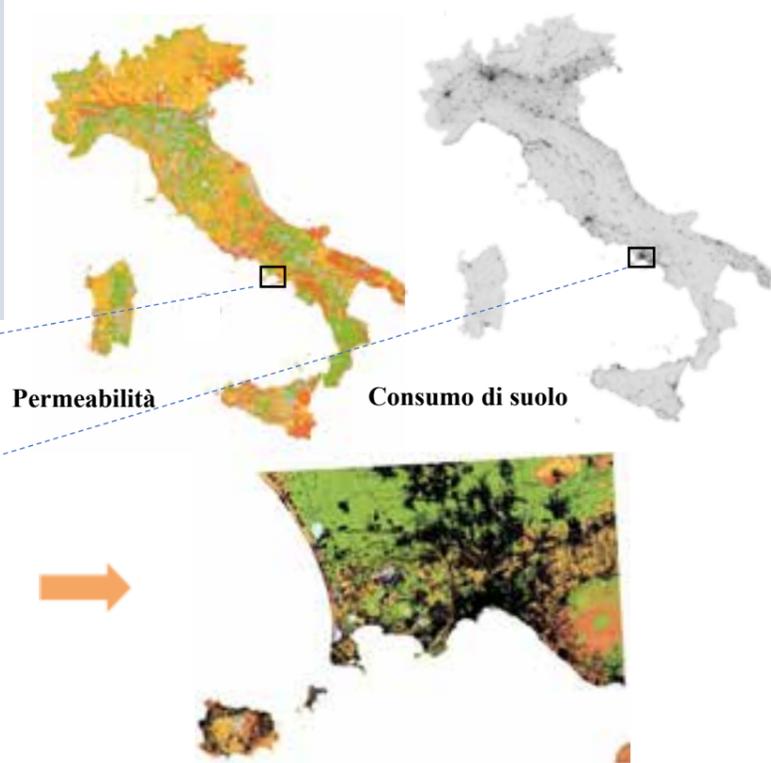


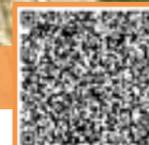
**Classi di permeabilità relativa (P=porosità, F=fessurazione/carsismo, M=misto fessurazione e porosità) con i relativi range di riferimento espressi in permeabilità assoluta e Coefficienti di Infiltrazione Potenziale CIP**

Una volta individuate le classi di permeabilità e le aree strutturalmente omogenee, la base di partenza per l'elaborazione della Carta della Permeabilità è costituita dalla Carta Litologica con le relative classi litologiche (es. dolomie, argilliti, arenarie, ecc.). A ciascun litotipo sono state attribuite una o due classi di permeabilità (es. Calcari: classe di permeabilità: F1 o F2). Per i poligoni della medesima litologia alle quali sono state attribuite due possibili classi di permeabilità, è stato necessario risalire alla struttura delle rocce: sono state considerate quindi le caratteristiche fisico-meccaniche (es. roccia litoide, incoerente, coesiva etc.), strutturali (es. roccia massiva, stratificata, caotica etc.) e strutturali di dettaglio (es. fessurazione, fratturazione, fogliettatura, etc.). Oltre alla Carta Litologica, per attribuire la classe di permeabilità più adeguata, sono state consultate altre fonti di dati, ove possibile più recenti, quali ulteriori cartografie geologiche alla scala 1:100.000 o 1:50.000 (comprese quelle del Progetto CARG) ove disponibili, ovvero altre cartografie tematiche (Carte Idrogeologiche e Carte della Permeabilità) elaborate a livello regionale. La carta della permeabilità elaborata riproduce in parte anomalie e incongruenze derivate dalle carte di riferimento, ossia la Carta Litologica e la Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

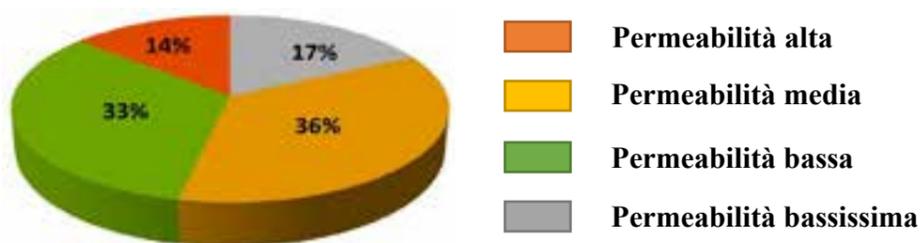
A queste si aggiunge il livello informativo rappresentato dalla Carta nazionale del consumo di suolo riferita al 2021 e realizzata dal Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente. La produzione della carta è basata su immagini satellitari e avviene attraverso un miglioramento della risoluzione geometrica e temporale dei servizi Copernicus di monitoraggio del territorio, con l'utilizzo di algoritmi di classificazione semiautomatica e di fotointerpretazione, alla fine dei quali vengono effettuate operazioni di verifica e validazione dei dati. La carta, in formato raster, ha una risoluzione di 10x10 metri, in linea con la risoluzione delle immagini Sentinel-2, e un sistema di classificazione organizzato su tre terzo livelli. A supporto della Carta della Permeabilità d'Italia, la Carta nazionale del consumo di suolo è stata riclassificata in un sistema binario indicando, laddove rappresenti la classe di suolo consumato, che l'intera superficie sia impermeabilizzata.

A titolo esemplificativo si riporta il Foglio 183-184 "Napoli" alla scala 1:100.000, sia senza, sia con la copertura impermeabile del suolo.

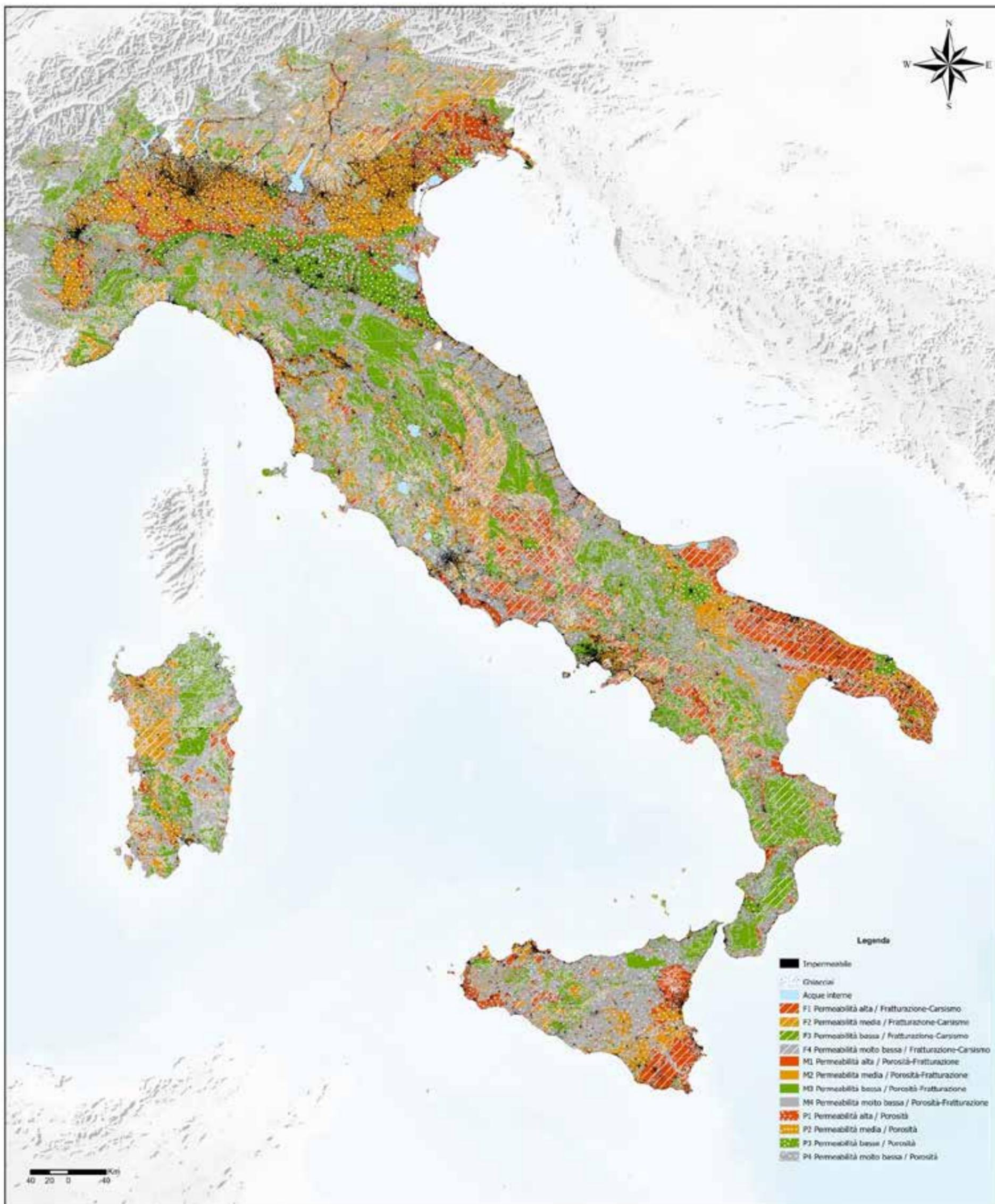




## Percentuale di superficie per le quattro fasce di permeabilità



## Carta della permeabilità del substrato



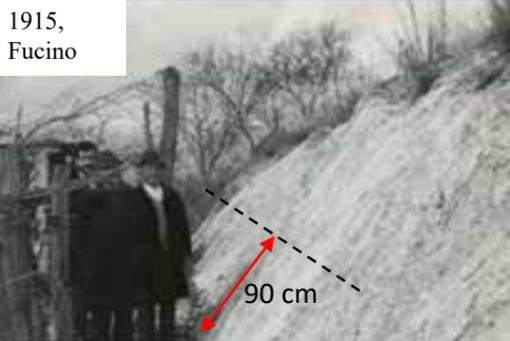


**RIASSUNTO** – Le **faglie capaci** sono faglie attive che hanno un significativo potenziale di dislocazione (e/o deformazione) in superficie o in prossimità di essa. La fagliazione superficiale costituisce una delle possibili deformazioni permanenti che i terremoti possono indurre. In ambiente crostale, generalmente, essa si manifesta a partire da eventi sismici di magnitudo Mw 5,5-6. L'estensione della zona di rottura (in lunghezza ed ampiezza) e l'entità dei rigetti in superficie aumentano in relazione diretta con l'aumentare della magnitudo. In aree vulcaniche, i processi di fagliazione si possono manifestare anche per terremoti meno energetici, in ragione di una minore profondità ipocentrale, come avviene ad esempio sul versante orientale dell'Etna. La fagliazione superficiale può rappresentare un fattore di incremento della pericolosità sismica e determinare condizioni di rischio elevato in presenza di elementi esposti. Infatti, può indurre danni, aggiuntivi rispetto a quelli dovuti alle accelerazioni sismiche, sia agli edifici sia alle infrastrutture, compromettendo la stabilità e la funzionalità. Condizioni particolarmente critiche possono realizzarsi dove le faglie capaci attraversano aree densamente urbanizzate e industrializzate, con presenza anche di infrastrutture e attività strategiche e/o a rischio di incidente rilevante. La precisa localizzazione spaziale delle faglie capaci, la loro caratterizzazione geometrica, cinematica e sismotettonica e la definizione del potenziale di fagliazione e della probabilità di attivazione costituiscono elementi fondamentali per la mitigazione del rischio. Per queste ragioni, il Servizio Geologico d'Italia - ISPRA ha sviluppato il progetto ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults), che raccoglie le informazioni disponibili sulle faglie capaci che interessano il territorio italiano.

**ABSTRACT** - Capable fault is an active fault that has a significant potential for displacement at or near the ground surface. Surface faulting is one of the permanent deformations that earthquakes can induce. For crustal events, it generally occurs starting from magnitude Mw 5.5-6. The extension of the rupture zone (in length and width) and the extent of surface throws increase with the magnitude. In volcanic areas, faulting processes can also occur for less energetic earthquakes, due to a lower hypocentral depth. (e.g. Etna). Surface faulting can increase seismic hazard and determine high risk conditions for exposed elements. In fact, it can induce damage, in addition to those due to seismic accelerations, to both buildings and infrastructures, compromising stability and functionality. Critical conditions can occur where capable faults cross densely urbanized and industrialized areas, with infrastructures and strategic activities at risk of a major accident. The precise spatial localization of capable faults, their geometric, kinematic and seismotectonic characterization and the definition of the faulting potential and the activation probability are fundamental elements for risk mitigation. For these reasons, the Geological Service of Italy - ISPRA has developed the ITHACA (ITaly HAZard from CAPable faults) project, which collects available information on capable faults affecting the Italian territory.

**Eventi di fagliazione superficiale in Italia**

In Italia sono noti vari eventi di fagliazione superficiale, associati a terremoti recenti e storici. I più vicini nel tempo (L'Aquila 2009; Centro Italia 2016-17) hanno avuto grande rilevanza e orientato lo sviluppo di normative di regolamentazione dell'uso del territorio. Altri casi di fagliazione sono avvenuti in passato e possono essere riconosciuti dall'analisi del paesaggio in chiave sismotettonica e investigati tramite studi paleosismologici, che consentono anche la stima delle deformazioni e la caratterizzazione dei sismi, oltre ad ampliare la finestra temporale di osservazione.



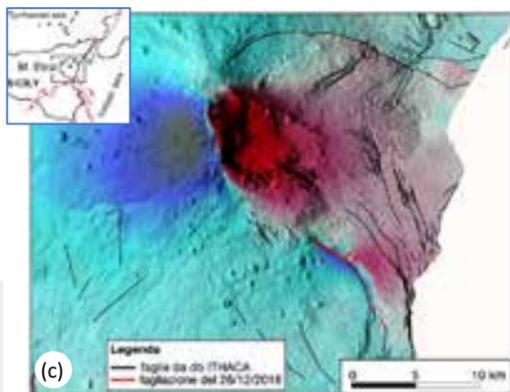
**Fagliazione superficiale, con rigetto di circa 90 cm, avvenuta in occasione del terremoto del Fucino del 1915, nei pressi di San Benedetto dei Marsi. La foto è del 1985 e ritrae due testimoni dell'evento di fagliazione, allora ragazzi, che accompagnano Leonello Serva sulla faglia interessata.**



**Fagliazione associata al terremoto di L'Aquila, Mw 6,1 del 2009 (a, b); nell'abitato di Paganica, la fagliazione ha prodotto un gradino di 12 cm e la rottura dell'acquedotto del Gran Sasso (b).**

Nelle aree vulcaniche, terremoti anche poco energetici, con ipocentri poco profondi (anche meno di 1 km), possono innescare rotture in superficie lungo faglie, arrecando danni agli edifici e alle infrastrutture che le attraversano.

Sul versante orientale dell'Etna, le rotture avvengono lungo faglie note, producendo ampie fasce di deformazione e danneggiamento. Alcune faglie (es. Faglia Pernicana) si possono muovere anche in condizioni asismiche, per creep.



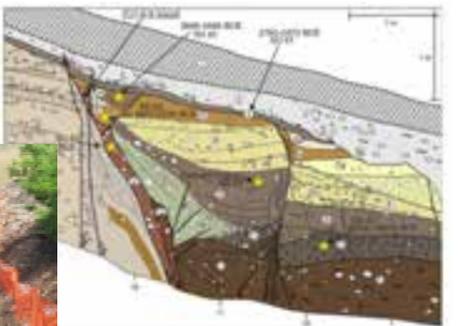
**Faglie capaci sul versante orientale dell'Etna (c). In rosso, la fagliazione del terremoto del 26/12/2018 (Mw 4,9), lungo la Faglia di Fiandaca, evidenze di rotture nelle foto (d, e).**



2016-2017, Centro Italia

**Riattivazione della Faglia del Monte Vettore durante la sequenza sismica del Centro Italia 2016-2017. Il nastrino bianco, alto circa 1,5-2 metri, indica il rigetto massimo cumulato degli eventi del 24 agosto e del 30 ottobre 2016.**

Le trincee, scavate attraverso le faglie, costituiscono l'atto finale di uno studio paleosismologico. Esse consentono di investigare la storia sismica delle strutture, di ricostruire la sequenza degli eventi di fagliazione ad esse associati e stimare il loro futuro potenziale di attivazione.



**Trincea paleosismologica attraverso la Faglia di San Demetrio ne' Vestini (AQ).**

Le rotture e deformazioni indotte lungo le faglie possono determinare forti danneggiamenti agli edifici e alle strutture che le attraversano, aggravando fortemente gli scenari di rischio. Interferendo con strutture ed impianti sensibili e/o a rischio di incidente rilevante possono innescare ulteriori condizioni di rischio, connesse al rilascio di inquinanti e o sostanze nocive.



**La fagliazione associata al terremoto del 30/10/2016 ha fortemente danneggiato la galleria San Benedetto, determinando la chiusura della strada di collegamento tra Norcia ed Arquata del Tronto, per lungo tempo.**



**Continue deformazioni della strada Milo-Linguaglossa causato dal creep lungo la faglia Pernicana (Etna).**

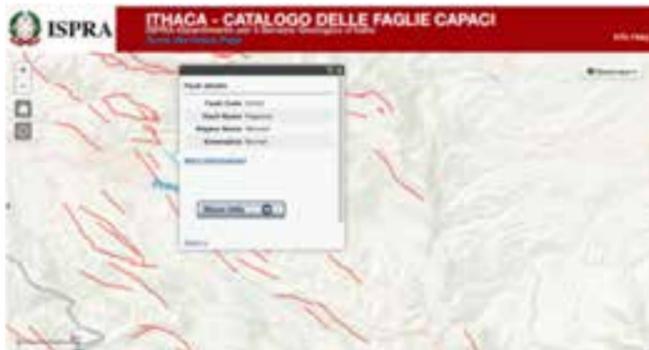
Conoscere con precisione la localizzazione delle faglie capaci, le loro caratteristiche geometriche e cinematiche e il potenziale di fagliazione può consentire di ridurre le condizioni di rischio, attraverso un'attenta pianificazione dell'utilizzo del territorio, la delocalizzazione delle opere strategiche e rilevanti e la realizzazione di specifici interventi di protezione per le reti di trasporto e distribuzione di energia sensibili già esistenti.



**Involucro di protezione della condotta di gas naturale ad alta pressione Megara - Corinto, finalizzato ad assorbire l'eventuale dislocazione cosismica.**

**Sistema di protezione della Trans-Alaska Pipeline, nel settore di attraversamento della Faglia di Denali; la condotta, posta su binari e dotata di svincoli, ha assorbito la deformazione senza subire danni, a seguito del terremoto Mw 7.9 del 2002 e del movimento orizzontale della faglia di oltre 4 m. Confronto, prima e dopo del terremoto.**

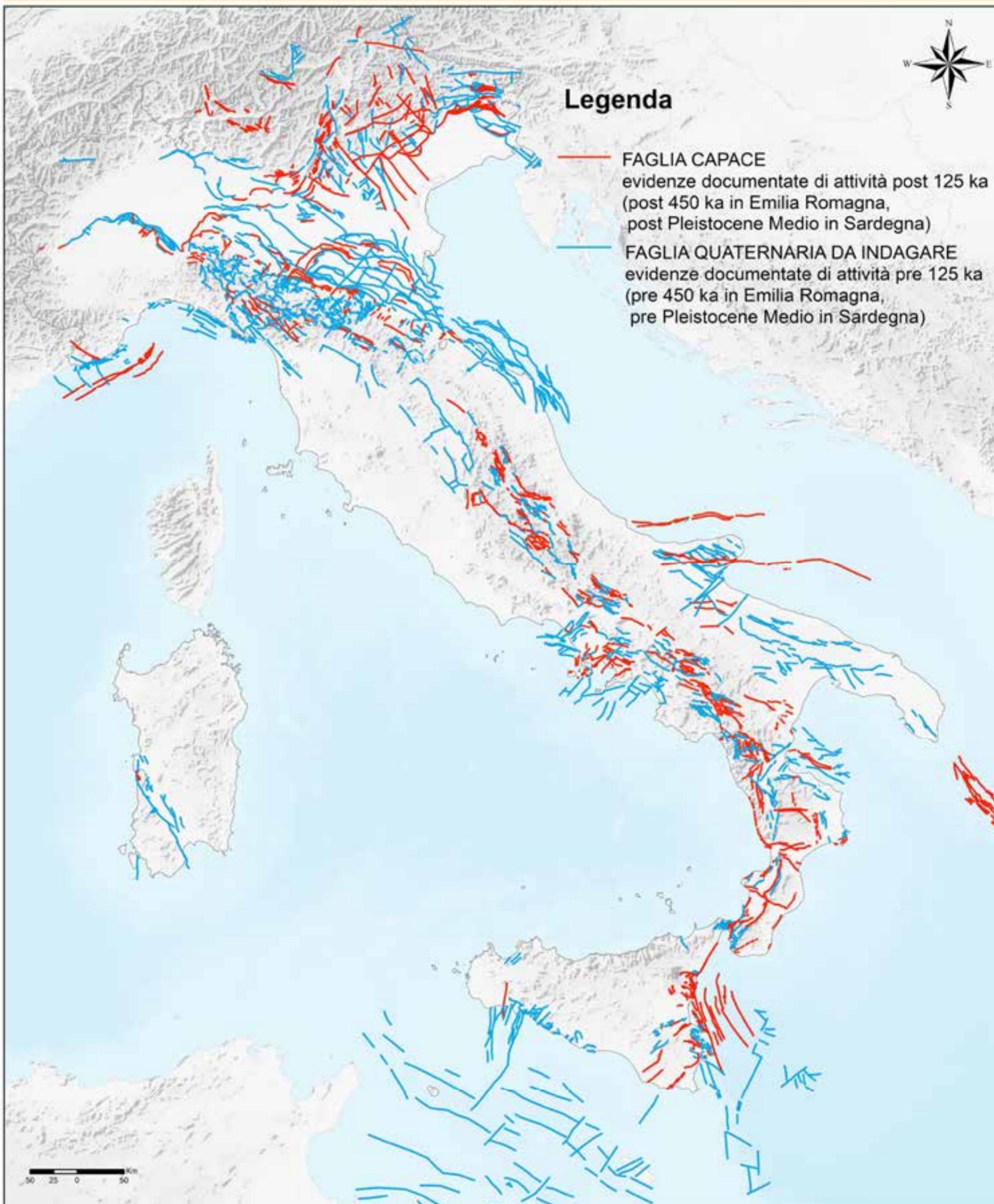




Esempio di scheda informativa relativa alla Faglia di Paganica (AQ)

Fault description		References	
<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	<p>Name: Paganica</p> <p>Region: Abruzzo</p> <p>Province: AQ</p> <p>Coordinates: 42° 15' N, 13° 15' E</p> <p>Length: 10 km</p> <p>Area: 100 km²</p>	<b>GENERAL IDENTIFICATION</b>	<p>Name: Paganica</p> <p>Region: Abruzzo</p> <p>Province: AQ</p> <p>Coordinates: 42° 15' N, 13° 15' E</p> <p>Length: 10 km</p> <p>Area: 100 km²</p>
<b>STRUCTURE AND MOVEMENTS</b>	<p>Structure: Normal</p> <p>Movement: Right-lateral</p> <p>Slip rate: 0.5 mm/yr</p> <p>Maximum slip: 10 m</p>	<b>STRUCTURE AND MOVEMENTS</b>	<p>Structure: Normal</p> <p>Movement: Right-lateral</p> <p>Slip rate: 0.5 mm/yr</p> <p>Maximum slip: 10 m</p>
<b>REFERENCES</b>	<p>Di Stefano, 1980</p> <p>Di Stefano et al., 1985</p> <p>Di Stefano et al., 1990</p> <p>Di Stefano et al., 1995</p> <p>Di Stefano et al., 2000</p> <p>Di Stefano et al., 2005</p> <p>Di Stefano et al., 2010</p> <p>Di Stefano et al., 2015</p>	<b>REFERENCES</b>	<p>Di Stefano, 1980</p> <p>Di Stefano et al., 1985</p> <p>Di Stefano et al., 1990</p> <p>Di Stefano et al., 1995</p> <p>Di Stefano et al., 2000</p> <p>Di Stefano et al., 2005</p> <p>Di Stefano et al., 2010</p> <p>Di Stefano et al., 2015</p>

Ad ogni faglia in ITHACA è associata una scheda con informazioni sul contesto geologico, la geometria e la cinematica, le evidenze e il potenziale di capacità della struttura e i relativi riferimenti bibliografici.





**RIASSUNTO** - Con il termine “sito contaminato” ci si riferisce a quelle aree nelle quali è stata accertata un’alterazione delle caratteristiche chimiche delle matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee tale da rappresentare un rischio per la salute umana e/o per l’ambiente. Ci sono alcune aree del territorio nazionale che sono peculiari per la quantità e pericolosità degli inquinanti presenti, l’impatto sull’ambiente circostante in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché di pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. Queste aree, attualmente in numero di 42, sono definite Siti di Interesse Nazionale (SIN).

**ABSTRACT** – The term “contaminated site” refers to those areas where an alteration of the chemical characteristics of the soil, subsoil and groundwater represents a risk for human health or the environment. Some areas have a concern for the quantity and hazard of the pollutants, the impact on the surrounding environment in terms of human health and ecological risk, as well as the prejudice for cultural and environmental heritage. These areas, currently 42 in number, are called Sites of National Interest (SIN).

I Siti di Interesse Nazionale, ai fini della bonifica, sono porzioni di territorio caratterizzate dalla presenza di inquinanti con un potenziale impatto sull’ambiente in termini di rischio sanitario ed ecologico, nonché pregiudizio per i beni culturali ed ambientali. Si tratta di aree interessate dalla presenza attuale o passata di raffinerie, impianti chimici o di acciaierie o dalla presenza nel passato di attività produttive ed estrattive di amianto, in territori di particolare pregio ambientale o in cui il rischio sanitario ed ambientale è elevato per la presenza di aree ad elevata densità o per l’estensione dell’area interessata o in cui l’impatto socio-economico causato dall’inquinamento è elevato. Talora le aree interessano il territorio di più regioni.

Per ciascun SIN individuato, viene definito un perimetro all’interno del quale ricadono in genere molteplici aree la cui proprietà o utilizzo è in capo a diversi soggetti pubblici e/o privati e nelle quali possono svolgersi o essersi svolte le più svariate attività ad esempio industriali, commerciali, residenziali, ricreative, naturalistiche ecc.



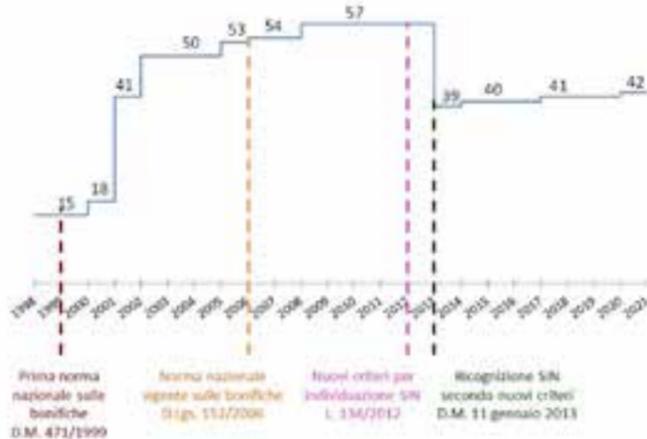
*Esempio di perimetrazione di un SIN: la linea rossa indica la perimetrazione all’interno della quale ricadono molteplici aree; alcune aree sono colorate in base allo stato di avanzamento del procedimento. SIN di Napoli Orientale estratto da “Stato delle procedure per la bonifica dei SIN - Giugno 2021” pubblicato dal MASE (<https://bonificesiticonaminati.mite.gov.it/sin/stato-delle-bonifiche/>)*



Panoramica di una parte del SIN di Napoli Bagnoli – Coroglio. (Foto ISPRA)

I primi 15 SIN sono stati individuati nel 1998, successivamente il numero dei SIN è cresciuto fino al 2008 quando è stato raggiunto il numero massimo di SIN (57). A seguito della modifica dei criteri per l’individuazione dei SIN e della conseguente ricognizione dei 57 SIN esistenti, il numero dei SIN è stato ridotto da 57 a 39.

I 18 ex SIN sono passati alle competenze delle Regioni per il completamento delle procedure di bonifica.



Ad oggi risultano individuati 42 SIN che interessano tutte le regioni italiane ad eccezione del Molise. Per alcuni SIN la perimetrazione interessa sia aree a terra che aree marine.

La superficie complessiva a terra dei SIN è pari a 149.052 ettari e rappresenta lo 0,49% della superficie del territorio italiano, l’estensione complessiva delle aree a mare ricomprese nei SIN è pari a 77.733 ettari (dati aggiornati al 30 giugno 2021). La perimetrazione all’interno di ciascun SIN può variare nel tempo incrementando o riducendo le superfici coinvolte. Ciò può avvenire sulla base di nuove informazioni sulla contaminazione potenziale e/o accertata di nuove aree o sulla base di una più accurata definizione delle zone interessate dalle potenziali sorgenti di contaminazione. 17 degli attuali 42 SIN sono stati oggetto di ripermetrazioni che hanno interessato sia le aree a terra che le aree a mare.

**L’avanzamento delle attività di caratterizzazione e messa in sicurezza/bonifica**, riferito alle sole aree a terra, è estremamente disomogeneo tra i vari SIN e dipende da molteplici fattori tra cui l’estensione delle aree, l’anno di istituzione del SIN. In tabella è riportato l’avanzamento delle attività per la matrice suolo/sottosuolo che, in alcuni SIN differisce da quella sulle acque di falda.

I dati sono aggiornati a giugno 2021

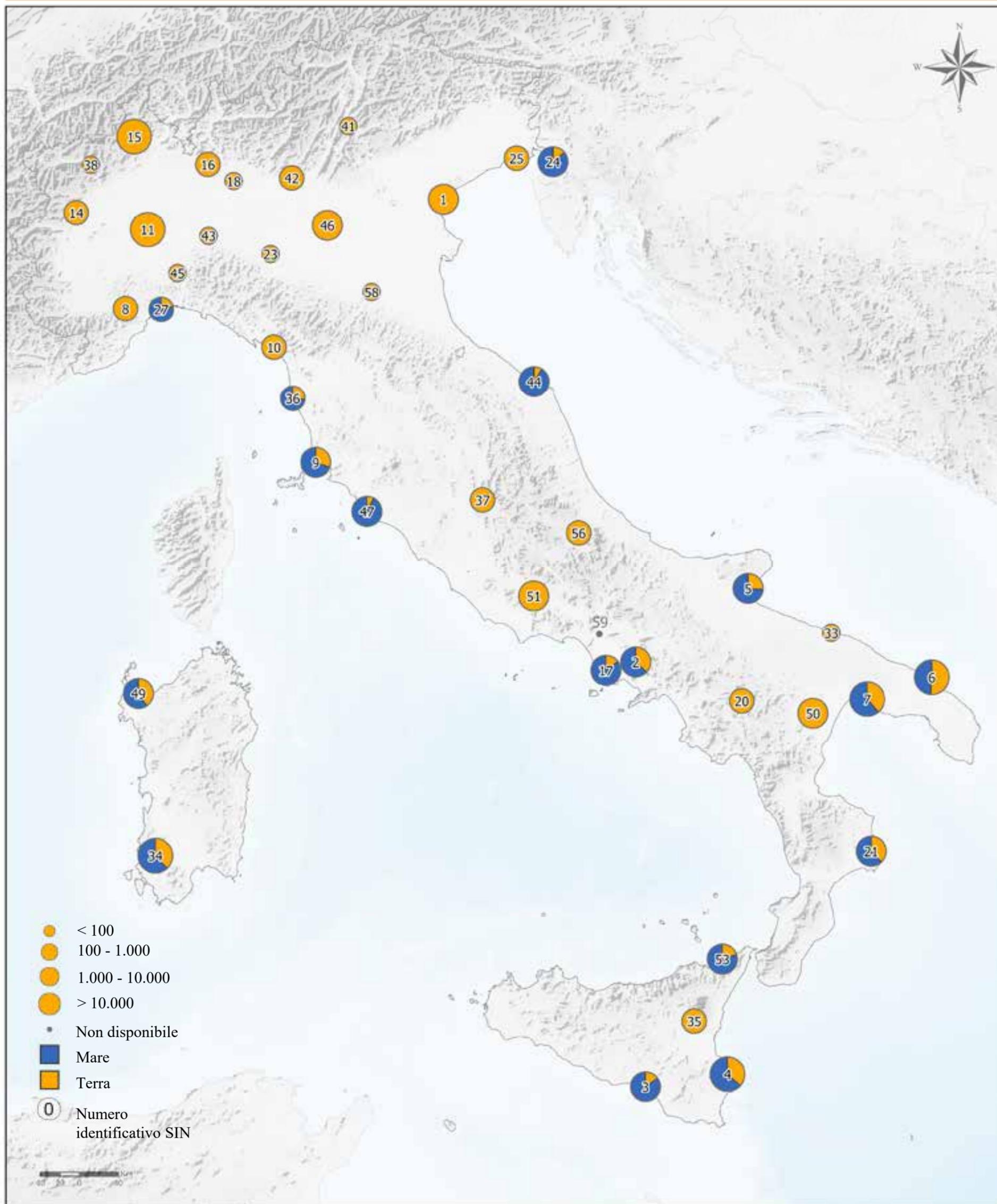
\*Elaborazione ISPRA su dati MASE

\*\*L’identificativo numerico utilizzato in tabella rappresenta l’ordine di individuazione dei SIN (Area vasta di Giugliano è quindi il 59mo SIN individuato ma i SIN ad oggi sono 42) e corrisponde a quello riportato in mappa

Stato di avanzamento delle attività di caratterizzazione e di messa in sicurezza/bonifica nei SIN* (ha)						
n.**	Denominazione Sito	Estensione		Piano di caratterizzazione eseguito	Progetto di bonifica/messa in sicurezza approvato	Procedimento concluso
		Mare	Terra			
1	Venezia (Porto Marghera)	-	1.618	1.537	1.149	275
2	Napoli Orientale	1.433	834	467	167	50
3	Gela	4.583	795	795	103	0
4	Priolo	10.129	5.814	2.791	756	407
5	Manfredonia	855	303	216	73	39
6	Brindisi	5.597	5.851	5.207	702	410
7	Taranto	7.006	4.383	2.016	351	351
8	Cengio e Saliceto	-	331	77	77	0
9	Piombino	2.117	931	931	121	456
10	Massa e Carrara	-	116	116	45	12
11	Casal Monferrato	-	73.895		Amianto	
14	Balangero	-	314		Amianto	
15	Pieve Vergonte	-	15.687	42	42	0
16	Sesto San Giovanni	-	255	255	112	84
17	Napoli Bagnoli – Coroglio	1.453	249	242	242	0
18	Pioltello – Rodano	-	85	83	28	11
20	Tito	-	315	44	25	13
21	Crotone – Cassano – Cerchiara	1.448	884	277	147	71
23	Fidenza	-	25	25	23	3
24	Trieste	1.196	190	188	101	6
25	Caffaro di Torviscosa (già Laguna di Grado e Marano)	-	201	201	10	2
27	Cogoleto - Stoppani	167	45	45	10	0
33	Bari - Fibronit	-	15	15	11	0
34	Sulcis – Iglesiente – Guspinese	32.416	19.751	5.320	958	958
35	Biancavilla	-	330		Amianto	
36	Livorno	577	206	206	10	0
37	Terni - Papigno	-	655	616	7	197
38	Emarese	-	23		Amianto	
41	Trento nord	-	24	22	11	0
42	Brescia – Caffaro	-	262	81	45	5
43	Broni	-	15	10	10	0
44	Falconara Marittima	1.165	108	97	3	0
45	Serravalle Scrivia	-	74	14	7	0
46	Laghi di Mantova e polo chimico	-	1.027	371	62	25
47	Orbetello Area ex-Sitoco	2.645	204	63	0	0
49	Aree industriali di Porto Torres	2.748	1.874	1.331	150	225
50	Aree industriali della Val Basento	-	3.330	3.330	33	2.930
51	Bacino del Fiume Sacco	-	7.235	n.d.	n.d.	n.d.
53	Milazzo	2.198	549	340	209	110
56	Bussi sul Tirino	-	236	142	0	2
58	Officina Grande Riparazione ETR	-	13	n.d.	n.d.	n.d.
59	Area vasta di Giugliano	-	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.



La mappa riporta l'ubicazione e le classi di superficie a terra e a mare dei 42 Siti di Interesse Nazionale al 30 giugno 2021





**RIASSUNTO** - I geositi rappresentano l'elemento fondamentale del patrimonio geologico. Si definiscono con questo nome quei siti, di interesse geologico, che sono di particolare importanza per la ricostruzione della storia geologica dell'area in cui si trovano, tanto da poter determinare un interesse alla loro conservazione.

I geositi rappresentano l'elemento fondamentale del patrimonio geologico. Si definiscono con questo nome quei siti, di interesse geologico, che sono di particolare importanza per la ricostruzione della storia geologica dell'area in cui si trovano, tanto da poter determinare un interesse alla loro conservazione.

Al 30 settembre 2022, nell'Inventario Nazionale dei Geositi dell'ISPRA, sono poco più di 2.100, un numero in continua evoluzione, a causa dell'accurata revisione del contenuto dell'Inventario.

**ABSTRACT** - Geoheritage encompasses those sites or areas, the geosites, that show characteristics of intrinsic and different geological interest: rock, fossil and mineral recording how life evolved or how the volcanism, sea level changes, erosion and other geomorphological processes, etc. have shaped the landscape and are continuing to shape it today. They are worth being preserved whether or not they are important from a scientific point of view. An inventory of the geosites in a country is a suitable tool for identifying appropriate strategies for a correct management of the geological heritage. Italy had already started a programme for geosites inventory at the beginning of 2000s. The inventory was intended to collect knowledge of Italian geoheritage and make it accessible.



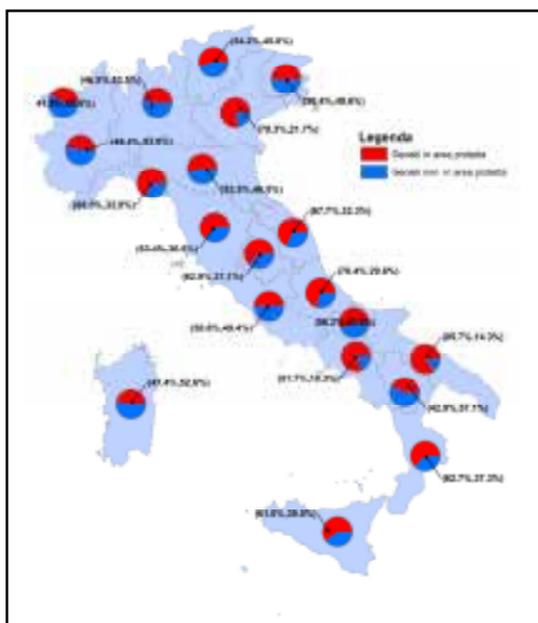
Calanchi

**Definizione di geosito**

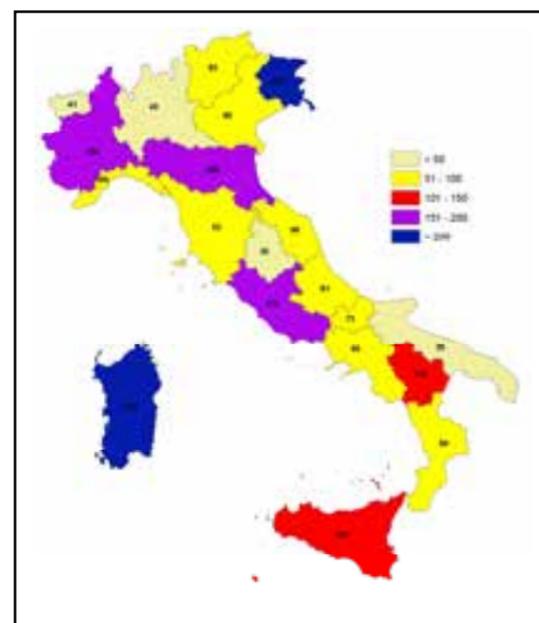
Luogo, epigeo, ipogeo o subacqueo, spazialmente limitato e chiaramente distinguibile dalle zone circostanti, con caratteristiche geologiche di intrinseco interesse scientifico che permettono di comprendere la storia o l'evoluzione geologica di un territorio; per questo luogo, è possibile individuare un interesse geologico per la conservazione. stratigrafia e così via, senza eccezioni. Per tutti i geositi: è opportuno tenere conto dell'integrità, rarità, rappresentatività e della conoscenza scientifica acquisita del geosito.

**Geodiversità e patrimonio geologico**

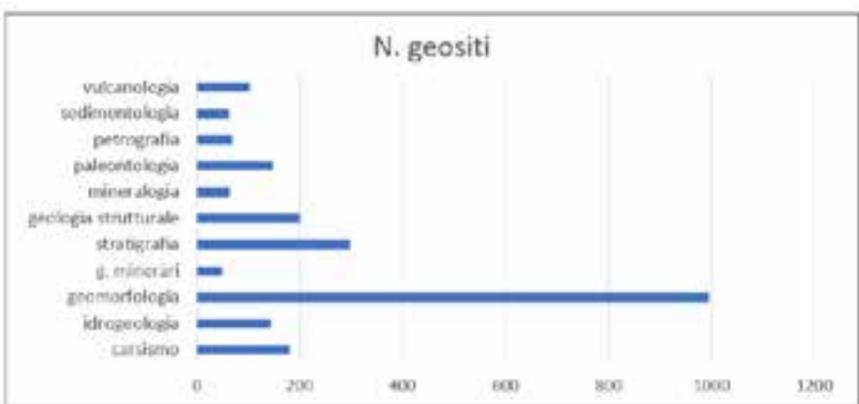
La superficie della Terra come oggi la vediamo, modellata in rilievi montuosi, pianure e colline, incisa da corsi d'acqua, coperta da mari e oceani, testimonia gli innumerevoli e complessi eventi che hanno animato la lunga storia della sua evoluzione geologica. In questo variegato insieme di diversità, alcuni luoghi presentano caratteri di rarità e unicità geologica che danno informazioni fondamentali per ricostruire la storia dell'evoluzione della terra. Più in piccolo, rivolgendo lo sguardo ai territori in cui viviamo, in quelli che più ci sono familiari, riconosciamo che alcuni di questi luoghi ci forniscono importanti informazioni sulla storia, sull'evoluzione geologica di questi territori. Questi siti, che hanno quindi un particolare interesse geologico, li chiamiamo geositi e il loro insieme costituisce il patrimonio geologico di un territorio ed è l'espressione della sua geodiversità.



Percentuale di geositi ricadenti in area protetta espressa per le singole regioni italiane (30 settembre 2022)



Mappa della frequenza dei geositi nelle regioni italiane



Geositi raggruppati sulla base dell'Interesse scientifico primario



Piegia

All'interno dell'Inventario Nazionale dei Geositi, i siti di interesse geologico, vengono classificati in base al loro interesse scientifico primario.

Sopra sono elencati i geositi secondo le principali categorie rappresentate, quelle rappresentate da meno di dieci geositi non sono state considerate.

Si osserva che i geositi di tipo geomorfologico sono quelli che predominano nettamente all'interno dell'Inventario. Questo dato potrebbe esprimere la tendenza ad utilizzare, erroneamente, il criterio paesaggistico più di quello scientifico, nell'individuazione dei geositi e il contenuto dell'Inventario viene attualmente revisionato anche sulla base di questa considerazione.



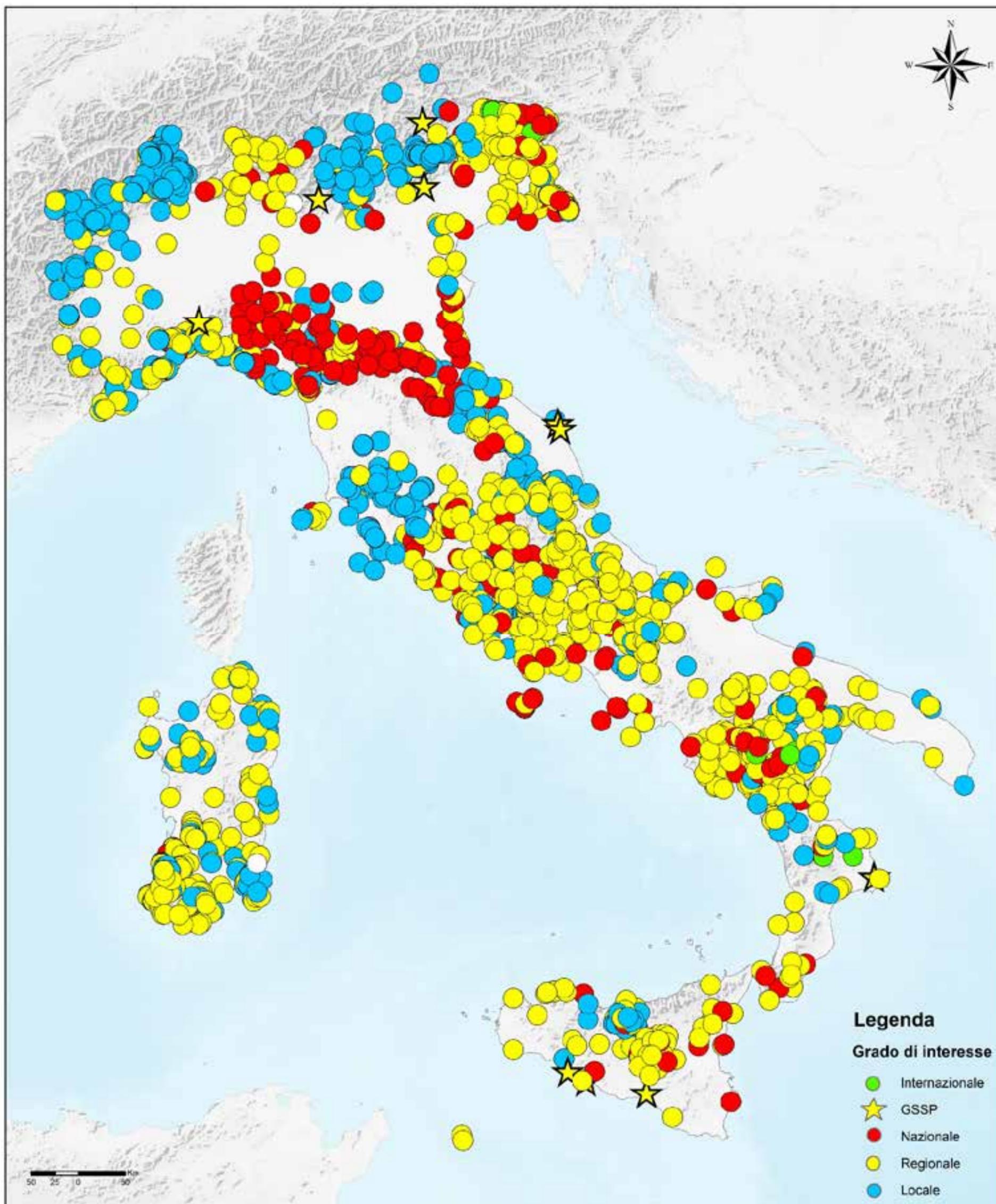
Cratere vulcanico e isola di Vulcano (Eolie)



Stalattiti in grotta



La mappa mostra la distribuzione dei geositi sul territorio italiano

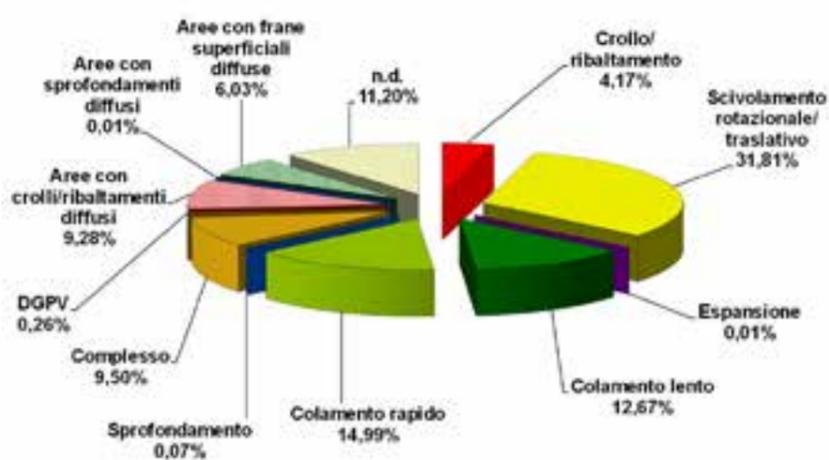




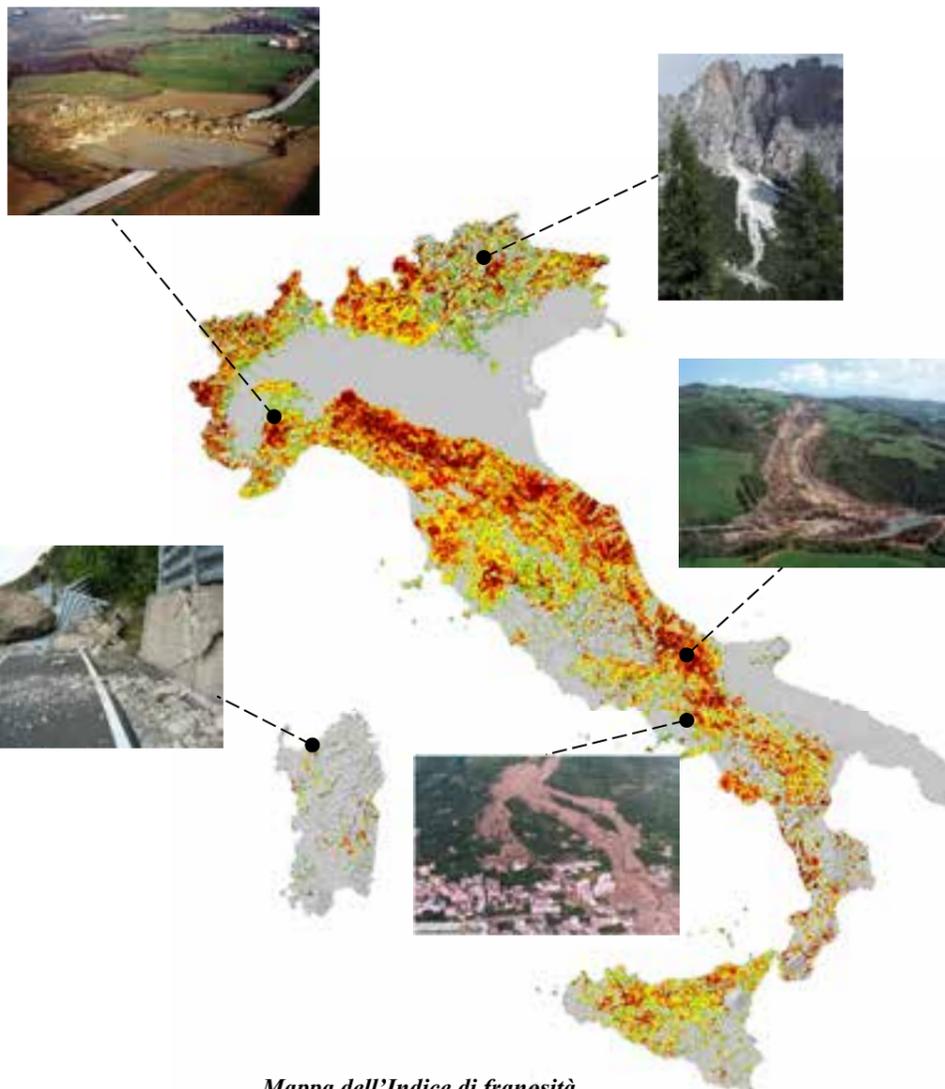
**RIASSUNTO** - In Italia sono oltre 620.000 le frane censite, il 28% delle quali sono fenomeni a cinematiso rapido (crolli, colate rapide di fango e detrito), caratterizzate da elevate velocità e distruttività. Ogni anno si verificano circa un migliaio di frane e qualche centinaio di eventi franosi principali che causano vittime, feriti, evacuati e danni a edifici, beni culturali e infrastrutture primarie di comunicazione.

**ABSTRACT** - Over 620,000 landslides are recorded in Italy, 28% of which are phenomena with rapid kinematics (rockfalls, extremely rapid mud and debris flows), characterized by high speed and destructiveness. About a thousand landslides and a few hundred major landslide events occur each year, causing victims, injuries, evacuees and damage to buildings, cultural heritage and primary communication infrastructures.

Le frane censite, ad oggi, in Italia sono oltre 620.000 (periodo di riferimento 1116-2022) e interessano un'area di quasi 24.700 km<sup>2</sup>, pari all'8,2% del territorio nazionale. Ogni anno si verificano circa un migliaio di frane e qualche centinaio di eventi principali di frana che causano morti, feriti, evacuati e danni a edifici, beni culturali, infrastrutture primarie di comunicazione e reti di servizi. Sono fenomeni estremamente diffusi nel nostro paese, tenuto anche conto che il 75% del territorio italiano è montano-collinare. Delle circa 900.000 frane censite nelle banche dati dei paesi europei, quasi i 2/3 sono contenute nell'Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia - IFFI, realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni e Province Autonome: l'ISPRA ha la funzione di indirizzo, coordinamento e controllo delle attività, gestione della banca dati, produzione di elaborazioni e statistiche nazionali, diffusione dei dati; le Regioni e Province autonome hanno il ruolo di raccolta, archiviazione, informatizzazione e validazione dei dati sulle frane.



Il 28% delle frane italiane sono fenomeni a cinematiso rapido (crolli, colate rapide di fango e detrito), caratterizzati da velocità elevate, fino ad alcuni metri al secondo, e da elevata distruttività, spesso con gravi conseguenze in termini di perdita di vite umane, come ad esempio in Versilia (1996), a Sarno e Quindici (1998), in Piemonte e Valle d'Aosta (2000), in Val Canale - Friuli Venezia Giulia (2003), a Messina (2009), a Borca di Cadore (2009), in Val di Vara, Cinque Terre e Lunigiana (2011), in Alta Val d'Isarco (2012) e a San Vito di Cadore (BL) (2015). Altre tipologie di movimento (es. colate lente, frane complesse), caratterizzate da velocità moderate o lente, possono causare ingenti danni a centri abitati e infrastrutture lineari di comunicazione, come ad esempio a Cavallerizzo di Cerzeto (CS) nel 2005, a San Fratello (ME) e a Montaguto (AV) nel 2010 e a Capriglio di Tizzano Val Parma (PR) nel marzo-aprile 2013.



Mappa dell'Indice di franosità

I fattori più importanti per l'innesco dei fenomeni franosi sono le precipitazioni brevi e intense, quelle persistenti e i terremoti. Relativamente a questi ultimi si ricordano le frane, prevalentemente di crollo, innescatesi con i terremoti della sequenza sismica che ha interessato l'Italia centrale a partire dall'agosto 2016. Negli ultimi decenni i fattori antropici, quali tagli stradali, scavi, sovraccarichi dovuti ad edifici o rilevati, hanno assunto un ruolo sempre più determinante tra le cause predisponenti delle frane. Gli effetti dei cambiamenti climatici, inoltre, con un aumento della frequenza degli eventi meteorologici estremi, determinano conseguentemente un incremento di fenomeni di colata rapida.



Eventi franosi principali (2021)



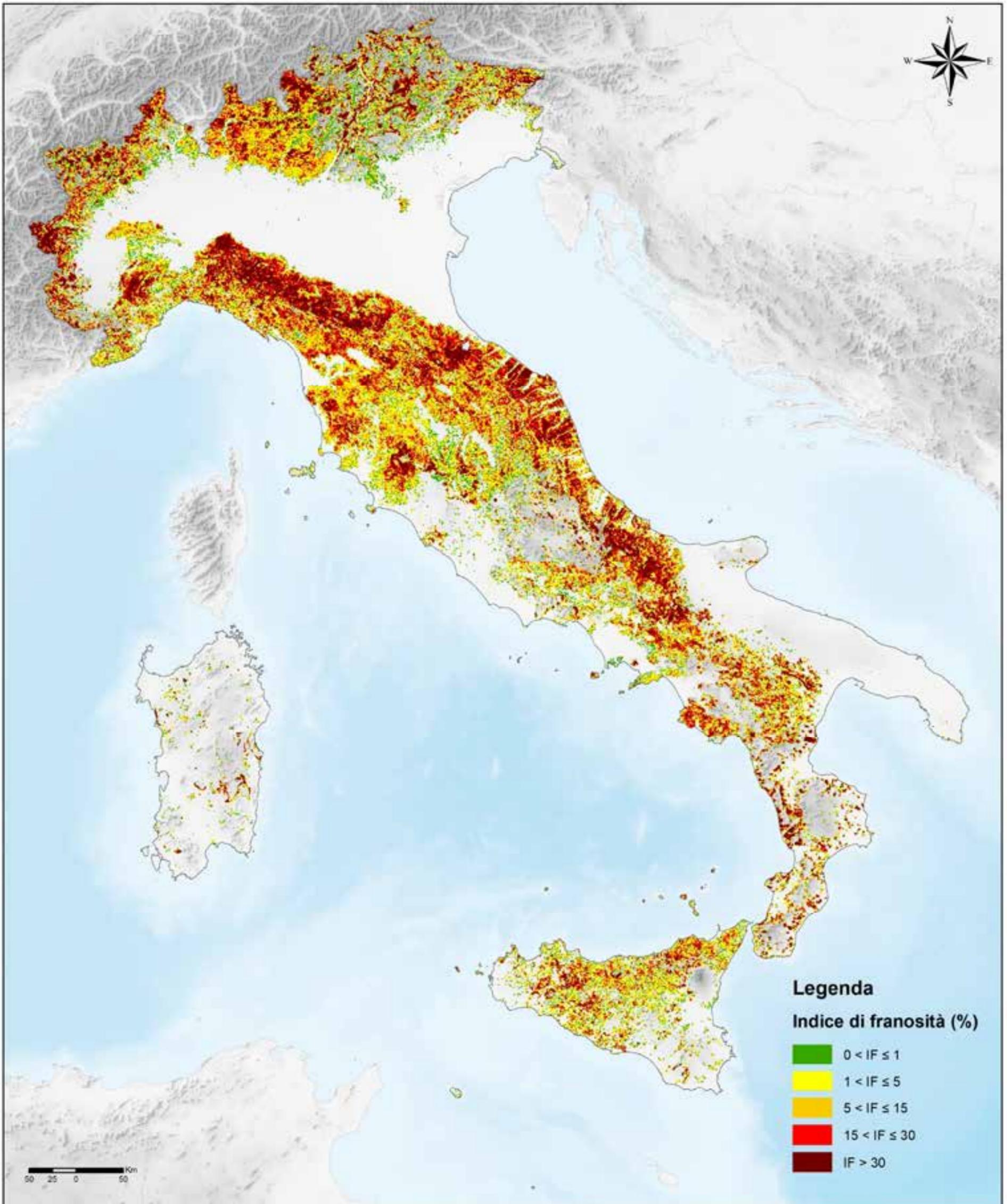
Archiviare le informazioni sui fenomeni franosi è un'attività strategica, tenuto conto che gran parte delle frane alternano periodi di quiescenza di durata anche pluriennale o plurisecolare, in cui i movimenti sono assenti o molto limitati, a periodi di attività in concomitanza di precipitazioni intense o abbondanti o della fusione della neve.



Una frana è un movimento di una massa di roccia, terra o detrito lungo un versante ed è pertanto rappresentativa di un fenomeno in una determinata porzione di territorio. Un evento franoso è invece rappresentativo di un fenomeno in un determinato istante temporale; a una frana possono essere quindi associati, nel tempo, più eventi franosi.



Mappa dell'indice di franosità (IF), pari al rapporto tra l'area in frana e l'area totale calcolato su una maglia di lato 1 km.





**RIASSUNTO** - Il consumo di suolo è un processo associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, limitata e non rinnovabile, dovuta all'occupazione di una superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale (suolo non consumato) con una copertura artificiale (suolo consumato). Il monitoraggio annuale, condotto dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), evidenzia che il consumo di suolo in Italia, nel 2021, ha continuato a trasformare il territorio con velocità elevate. Gli scenari futuri prospettati indicano valori molto lontani dagli obiettivi di sostenibilità indicati dall'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile.

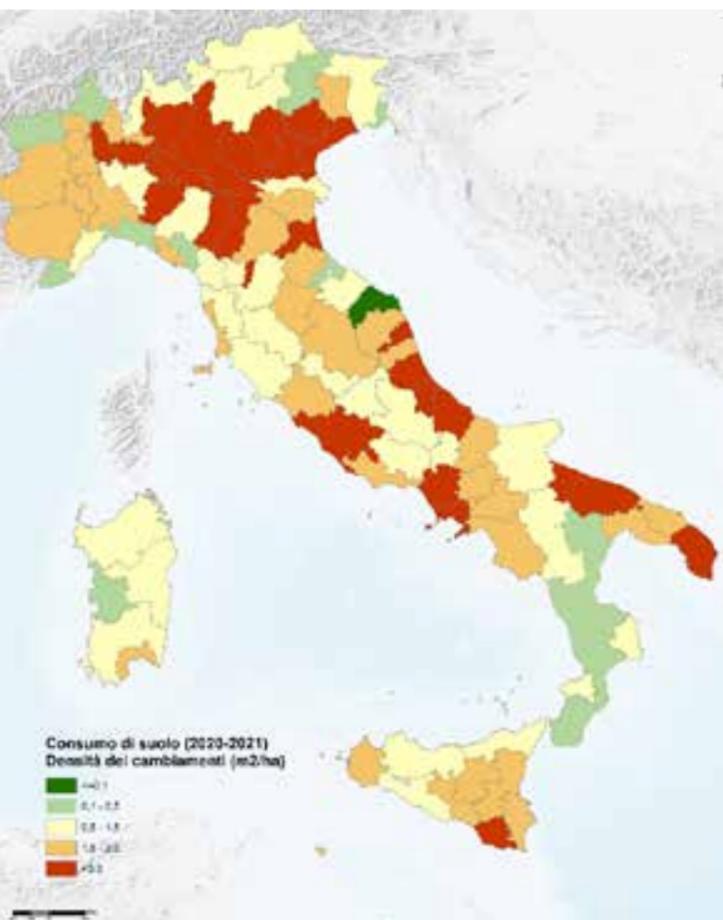
**ABSTRACT** - Land consumption is a process associated with the loss of a fundamental, limited and non-renewable environmental resource due to the conversion of an agricultural, natural or semi-natural surface (non-consumed land) to an artificial cover (consumed land). The annual monitoring, conducted by the National System for Environmental Protection (SNPA), shows that land consumption in Italy, in 2021, continues to transform the national territory at high rates. The future scenarios predict values that are very far from the sustainability goals of Agenda 2030 for Sustainable Development.



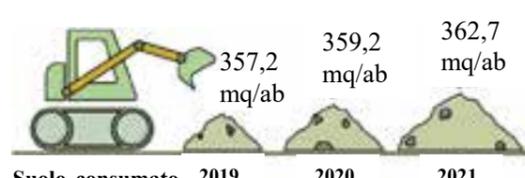
*Esempio di consumo di suolo a Novara per la realizzazione di un polo logistico di 23 ettari tra l'area di cantiere e quella edificata. Da sinistra verso destra le immagini satellitari della stessa area negli anni 2020, 2021 e 2022*

Il Consumo di suolo è definito come la variazione da una copertura non artificiale (suolo non consumato) a una copertura artificiale del suolo (suolo consumato), con la distinzione fra consumo di suolo permanente (dovuto a una copertura artificiale permanente) e consumo di suolo reversibile (dovuto a una copertura artificiale reversibile). È un fenomeno legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali ed è prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici, fabbricati e insediamenti, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio.

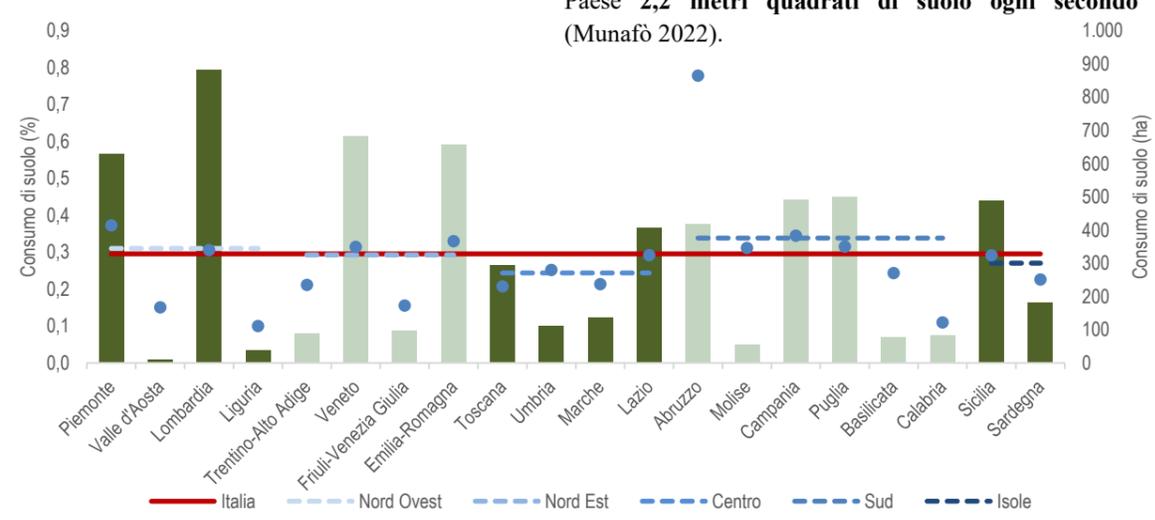
L'Agenzia Europea per l'Ambiente definisce le superfici a copertura artificiale come: "Tutte le superfici dove il paesaggio è stato modificato o è influenzato da attività di costruzione sostituendo le superfici naturali con strutture artificiali abiotiche 2D/3D o con materiali artificiali. Le aree verdi in ambiente urbano non sono considerate superfici artificiali".



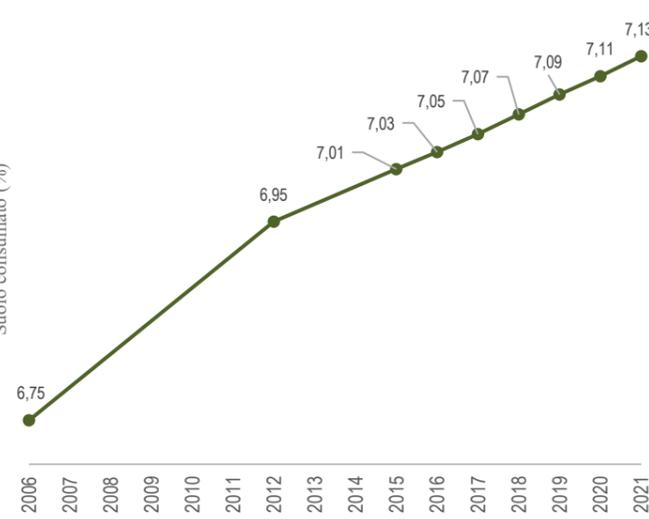
*Densità di consumo di suolo netto annuale alla scala provinciale*



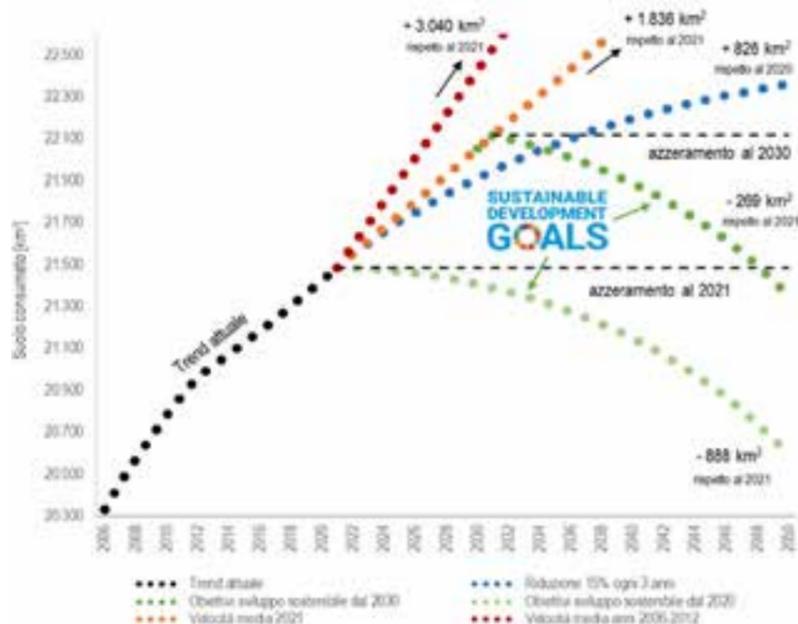
**Suolo consumato pro capite**



*Il grafico rappresenta il consumo di suolo netto a livello regionale. Incremento percentuale (in azzurro) e in ettari (verde) tra il 2020 e il 2021. È dato anche l'incremento percentuale nazionale (rosso) e per ripartizione geografica (in tratteggio)*



*Stima del suolo consumato (2006-2021) in percentuale rispetto alla superficie nazionale*



*Scenari di consumo di suolo (km² di suolo consumato in Italia al 2050)*

Il **monitoraggio del consumo di suolo** nel nostro Paese è condotto dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), coordinato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), che annualmente produce un rapporto che quantifica e studia il fenomeno del consumo di suolo. Nel 2021, le nuove coperture artificiali hanno riguardato **69,1 km²**, ovvero, in media, circa **19 ettari al giorno**, il valore più alto degli ultimi 10 anni. Un incremento che mostra un'evidente accelerazione rispetto ai dati rilevati nel recente passato, invertendo nettamente il trend di riduzione degli ultimi anni e facendo perdere al nostro Paese **2,2 metri quadrati di suolo ogni secondo** (Munafò 2022).

In futuro, se la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale, la stima del nuovo consumo di suolo, tra il 2021 e il 2050, supererebbe i 1.800 km². Nel caso invece, si tornasse alla velocità media registrata nel periodo 2006-2012, si sfiorerebbero i 3.000 km². Nonostante si attuasse una progressiva riduzione della velocità di trasformazione, ipotizzata nel 15% ogni triennio, si avrebbe un incremento delle aree artificiali di oltre 800 km², prima dell'azzeramento al 2050.

Gli scenari futuri indicano valori molto lontani dagli obiettivi di sostenibilità contenuti nell'Agenda 2030 che, sulla base delle attuali previsioni demografiche, imporrebbero addirittura un saldo negativo del consumo di suolo.



Il consumo di suolo è un processo associato alla perdita di una risorsa ambientale fondamentale, limitata e non rinnovabile, dovuta all'occupazione di una superficie originariamente agricola, naturale o seminaturale con una copertura artificiale. È un fenomeno legato alle dinamiche insediative e infrastrutturali ed è prevalentemente dovuto alla costruzione di nuovi edifici, fabbricati e insediamenti, all'espansione delle città, alla densificazione o alla conversione di terreno entro un'area urbana, all'infrastrutturazione del territorio.

## Localizzazione dei principali cambiamenti dovuti al consumo di suolo tra il 2020 e il 2021



**RIASSUNTO** - L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) ha sviluppato una metodologia per la mappatura della copertura del suolo e della sua evoluzione puntando alla creazione di prodotti con risoluzione spaziale di 10 metri per l'intero territorio nazionale, con la possibilità di aggiornamento annuale e un'accuratezza in linea con quella dei principali prodotti del Programma Copernicus (<https://land.copernicus.eu>). La metodologia segue un approccio modulare, con possibilità di implementare ulteriori classi, ed è strutturata in modo da mantenere la compatibilità con le principali iniziative nazionali ed europee, come il Corine Land Cover Plus e il programma "Mirror Copernicus" previsto dal piano nazionale per la "Space Economy".

**ABSTRACT** - The Italian National Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA) has developed a methodology for land cover and land cover change mapping aiming at the construction of cartographic data with a spatial resolution of 10 meters for the entire national territory. These products can be updated yearly and their accuracy is consistent with Copernicus products (<https://land.copernicus.eu>). The methodology follows a modular approach, with the possibility of implementing additional classes, and is structured to maintain compatibility with major national and European initiatives, such as the Corine Land Cover Plus and the "Mirror Copernicus" program under the national "Space Economy" plan.

Per **copertura del suolo (Land Cover)** si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, che comprende le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007/2/CE.

Uso e copertura hanno una stretta correlazione nella descrizione e nello studio di fenomeni che caratterizzano l'evoluzione del territorio. **I sistemi di classificazione esistenti comprendono molto spesso classi miste di uso e copertura**, ed è difficile separare le due informazioni.

L'**uso del suolo (Land Use)** è un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce quindi una descrizione di come il suolo venga impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio: residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo). Un cambio di uso del suolo (e ancora meno un cambio di destinazione d'uso del suolo previsto da uno strumento urbanistico) potrebbe non avere alcun effetto sullo stato reale del suolo, che potrebbe mantenere intatte le sue funzioni e le sue capacità di fornire servizi ecosistemici.

La **carta di copertura** del suolo sviluppata dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) adotta un sistema di classificazione che **mira a distinguere land cover e land use**, armonizzando le cartografie nazionali e subnazionali verso il modello europeo e seguendo il concetto **EAGLE**.

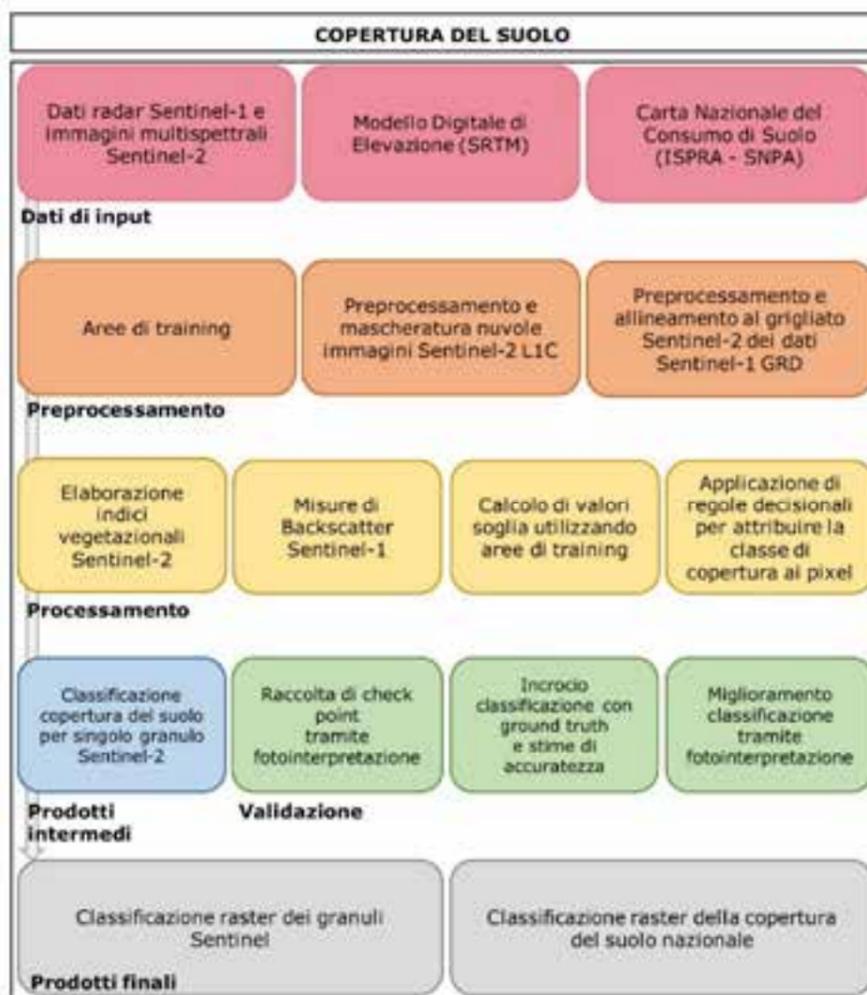
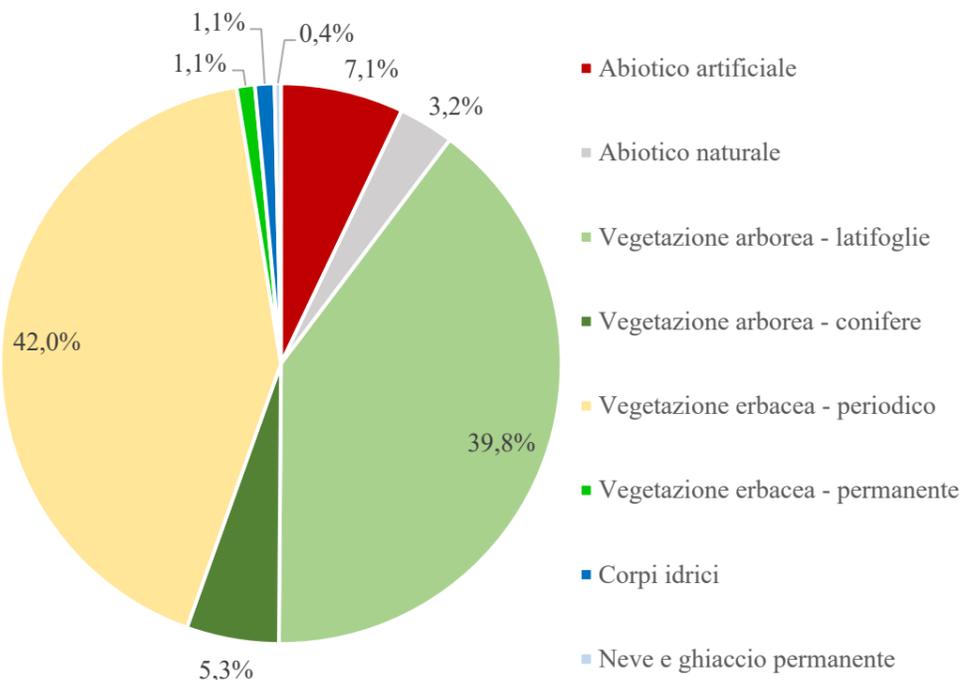


Copertura del suolo (LCC-EAGLE)		Caratteristiche (CH-EAGLE)
I Livello	II Livello	III Livello
Abiotico non vegetato	Superfici abiotiche artificiali	
	Superfici abiotiche naturali	
Biotico vegetato	Vegetazione arborea	Latifoglie
		Conifere
	Vegetazione erbacea	Periodico
		Permanente
Superfici d'acqua	Corpi idrici	
	Neve e ghiaccio permanente	

L'algoritmo di classificazione, è stato sviluppato sulla piattaforma Google Earth Engine, ma è stato testato anche all'interno del plugin "Semi-Automatic Classification" per QGIS e su DIAS ONDA di Copernicus. La metodologia sfrutta come dati di input i soli dati radar **Sentinel-1 (S1)** e le immagini multispettrali **Sentinel-2 (S2)** (De Fioravante et al. 2021; Luti et al, 2021), avvalendosi della **Carta Nazionale del Consumo di Suolo** quale unico dato ancillare (Munafò 2021). L'utilizzo di dati e di strumenti ad accesso gratuito contribuisce a rendere la metodologia economicamente sostenibile, consentendone l'applicazione in contesti nei quali la disponibilità di fondi per l'acquisizione di dati telerilevati risulta limitata.

La carta di copertura adotta un sistema di classificazione nel quale il primo e il secondo livello identificano classi riconducibili direttamente alle Land Cover Components (LCC) della matrice **EAGLE**, mentre il terzo livello distingue le superfici vegetate sulla base di "caratteristiche biofisiche" e "parametri temporali", relativi alla sezione di Caratteristiche (CH) di EAGLE

Il 7,1% della superficie nazionale è coperta da superfici abiotiche artificiali. La classe di copertura più estesa è quella con la vegetazione arborea (45,2%) seguita da quella con vegetazione erbacea (43,1%).



Descrizione sintetica della metodologia impiegata per la produzione della carta di copertura alla scala nazionale (SNPA)



Per copertura del suolo (*Land Cover*) si intende la copertura biofisica della superficie terrestre, che comprende le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici, come definita dalla direttiva 2007/2/CE. La metodologia sviluppata da ISPRA per la mappatura della copertura del suolo e della sua evoluzione punta alla creazione di prodotti con risoluzione spaziale di 10 metri per l'intero territorio nazionale, con la possibilità di aggiornamento annuale e un'accuratezza in linea con quella dei principali prodotti del Programma Copernicus. La metodologia segue un approccio modulare, con possibilità di implementare ulteriori classi, ed è strutturata in modo da mantenere la compatibilità con le principali iniziative nazionali ed europee, come il Corine Land Cover Plus.

Carta di copertura del suolo realizzata tramite classificazione di immagini del programma Copernicus Sentinel-1 e Sentinel-2 per il 2018, sfruttando come dato di supporto la Carta Nazionale del Consumo di Suolo 2018.

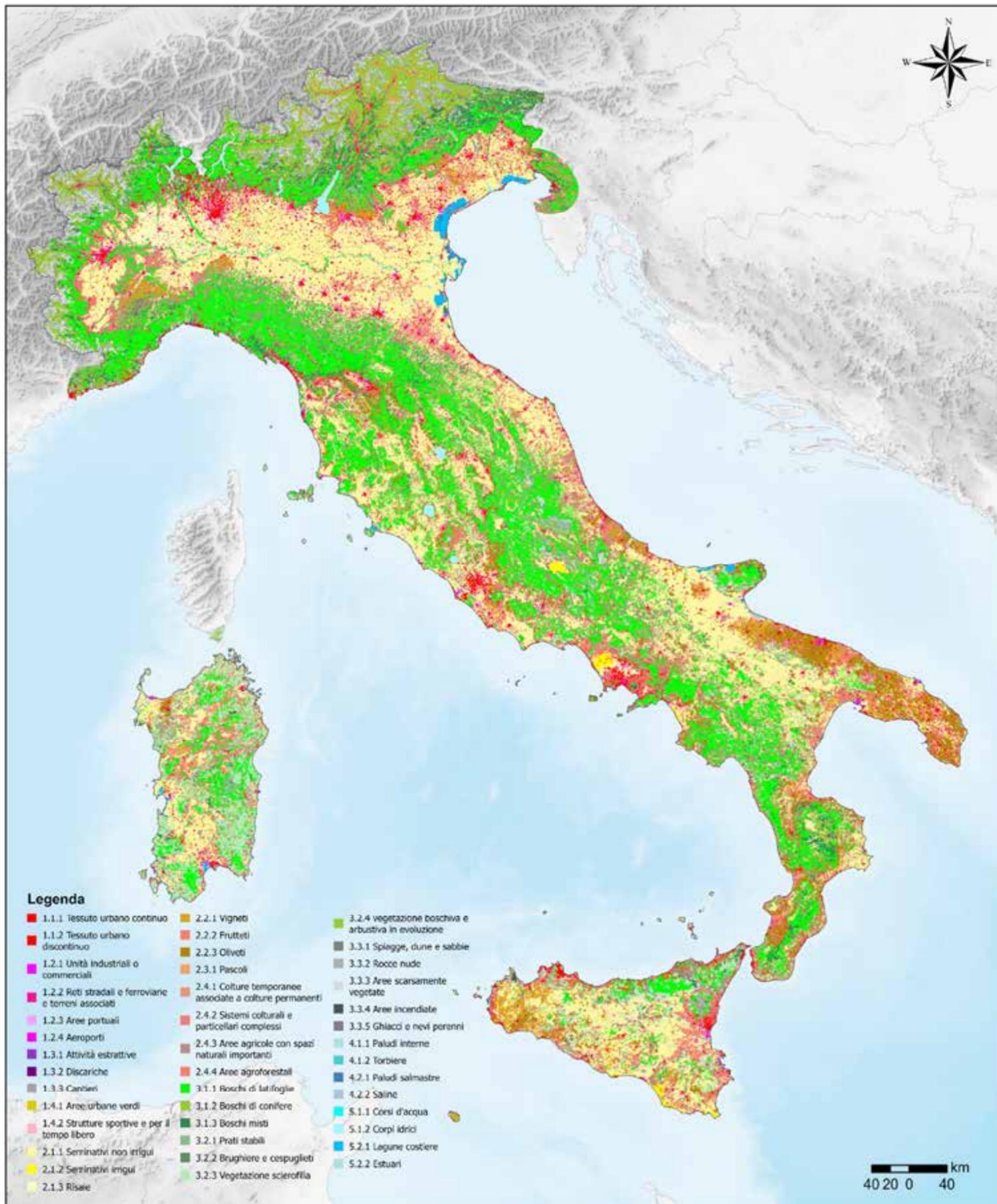




**RIASSUNTO** - Copernicus è il programma europeo di osservazione della Terra, coordinato dalla Commissione Europea. Il programma raccoglie informazioni da molteplici fonti, sia satellitari che da rilevazioni in situ, e li traduce in servizi operativi. I dati di Copernicus sono liberamente accessibili e organizzati in sei aree tematiche: atmosfera, territorio, ambiente marino, cambiamenti climatici, sicurezza e emergenze. Il servizio di monitoraggio del territorio fornisce dati biofisici a scala globale, mappature di uso e copertura del suolo a scala globale, paneuropea e locale. Inoltre vi afferiscono le immagini satellitari derivanti dalle costellazioni Sentinel e dalle missioni contributive.

**ABSTRACT** - Copernicus is the European Earth observation programme, coordinated by the European Commission. The program collects information from multiple sources, both satellite and in situ, and translates them into operational services. Copernicus data are free accessible and are organized into six thematic areas: atmosphere, land, marine, climate change, security and emergency. The land monitoring service provides biophysical global data and land cover and land use maps on a global, pan-European and local scale. The service also includes satellite images deriving from the Sentinel constellations and from the contributing missions.

La carta mostra il **CORINE Land Cover (CLC)**. I dati fanno parte della componente Pan-Europea del servizio di monitoraggio del territorio del Programma Copernicus e forniscono una mappatura di uso e copertura del suolo a 44 classi, con minima unità mappabile di 25 ettari. La carta è aggiornata ogni 6 anni per 39 paesi europei, con la versione più recente relativa al 2018 e realizzata, per l'Italia, dall'ISPRA (Munafò 2018).



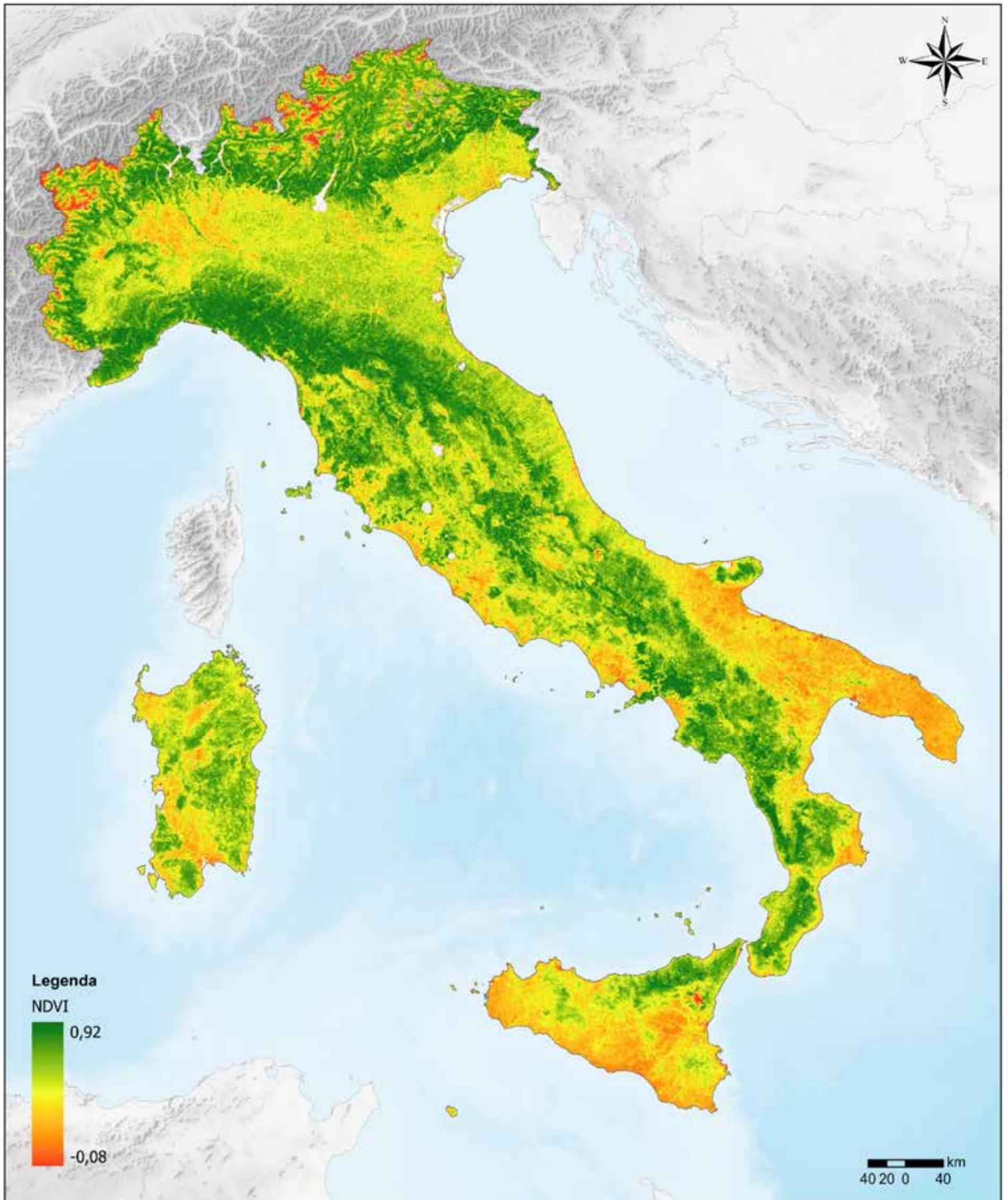


Il *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI) è un indice vegetazionale ottenuto combinando i valori di riflettanza relativi alle bande spettrali del rosso (Red) e del vicino infrarosso (NIR) secondo la relazione riportata nella formula a destra. L'NDVI è tra i principali parametri biofisici resi disponibili dalla componente Globale del servizio di Land Monitoring di Copernicus per il monitoraggio dello stato, delle dinamiche e dei disturbi che caratterizzano la vegetazione terrestre. Il dato è disponibile con una risoluzione di 300 metri e deriva dalle rilevazioni effettuate dal satellite Sentinel-3 di Copernicus, che a partire da luglio 2020 è subentrato al satellite PROBA-V, i cui dati garantiscono la continuità della serie storica fino al 2014.

$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$



La carta mostra i valori medi dell'indice di vegetazione NDVI nella prima decade di giugno 2022. Su gran parte del territorio nazionale, in tale periodo dell'anno, si ha il massimo vigore vegetativo. Valori più alti dell'indice sono associati alla presenza di vegetazione e di attività fotosintetica.





**RIASSUNTO** - Il degrado del suolo e del territorio è un fenomeno complesso su cui incidono molti fattori interdipendenti legati al loro uso, e dunque alle pressioni antropiche, nonché alle condizioni climatiche. Ancora manca un consenso scientifico uniforme riguardo alle sue modalità di valutazione, e si possono ottenere risultati molto diversi a seconda dei processi considerati. La percentuale di aree degradate è uno dei circa 240 indicatori utilizzati dalle Nazioni Unite per la misurazione a livello nazionale degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDGs 15.3.1). L'applicazione della metodologia proposta considera un periodo di baseline tra il 2000 e il 2015 e un reporting quadriennale. I dati italiani relativi al 2019 stimano una percentuale di territorio degradato, al netto dei corpi idrici, pari al 17,2%.

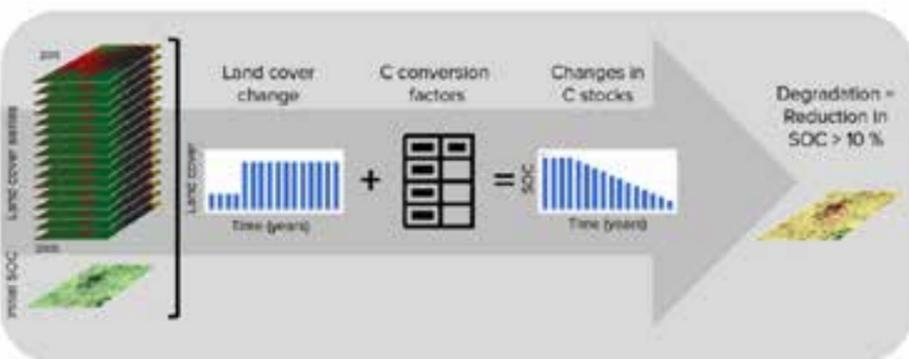
**ABSTRACT** - Soil and land degradation is a complex phenomenon on which many parameters play an important role linked to land use, human impact and climatic conditions. Currently there is not yet an uniform vision on the assessment of these factors leading to different results depending on the considered processes. The percentage of land degradation is one of the 240 indicators considered by United Nations to assess at national level Sustainable Development Goals (SDG.s 15.3.1). The application of the methodology proposed at international level, considers a baseline period from 2000 to 2015 and a further progress period until 2019, assessing an overall land degradation of 17,2%.



**METODOLOGIA**

La UNCCD (United Nations Convention to Combat Desertification) ha proposto una metodologia finalizzata alla valutazione qualitativa dello stato di degrado del suolo secondo un approccio che prevede l'utilizzo combinato di tre sub-indicatori (copertura del suolo, contenuto in carbonio organico e indice di produttività del suolo), per un periodo di baseline (2000-2015) e un successivo periodo di reporting (2016-2019), in modo da aggiornare la stima ogni quattro anni.

La stima delle aree degradate a causa di **cambiamenti di copertura del suolo** nel periodo di baseline e di reporting è basata sui dati dei cambiamenti Corine Land Cover 2000-2012 e 2012-2018, adeguando la legenda alle 7 classi adottate dall'UNCCD nei processi di reporting ambientale (foreste, prati e pascolo, aree agricole, aree artificiali, suolo nudo, corpi idrici e zone umide). Nei rispettivi periodi, tali informazioni sono state integrate con i dati del consumo di suolo a 10 metri elaborati annualmente dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). Per determinare i cambiamenti di copertura che potenzialmente contribuiscono al degrado, è stata utilizzata una matrice di transizione (si veda sotto), leggermente modificata rispetto alla versione pubblicata dall'UNCCD, in cui il cambiamento viene definito positivo, negativo o nullo tra il periodo iniziale e finale.



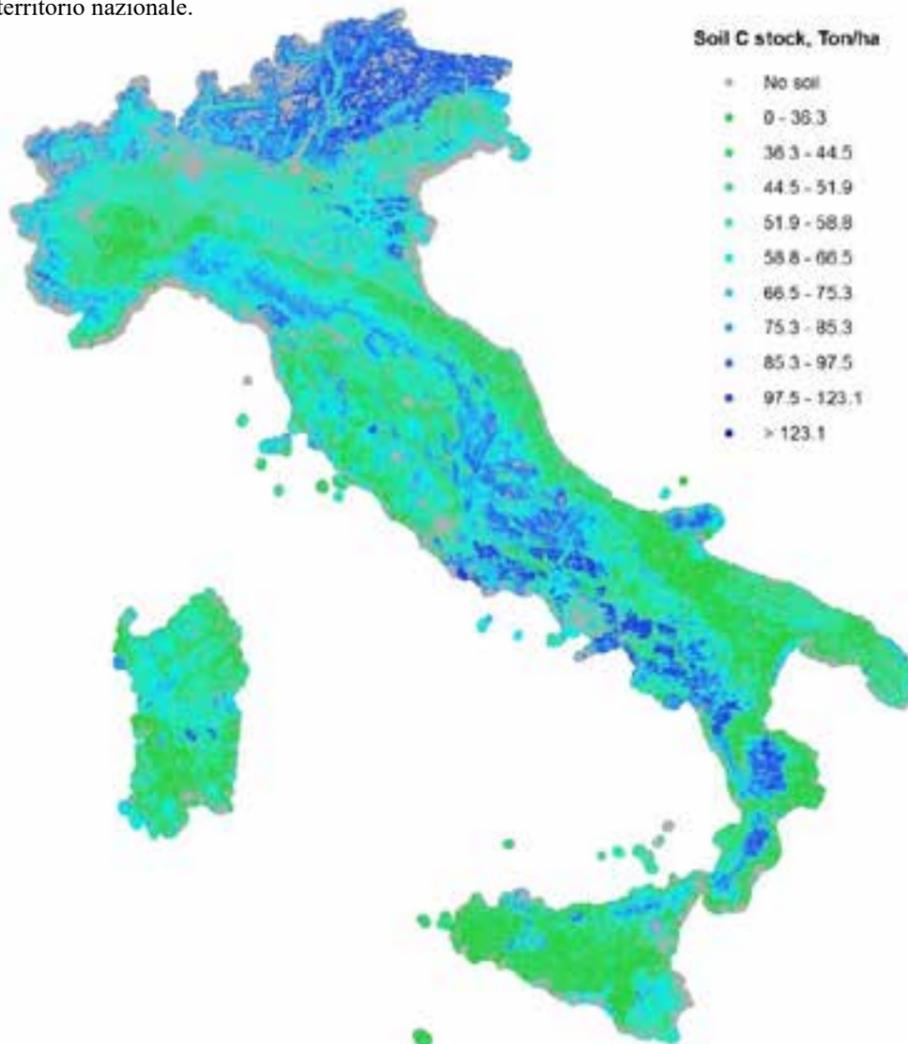
Secondo la metodologia UNCCD, un'area viene definita degradata se almeno uno degli indicatori assume un valore negativo nell'intervallo temporale considerato, seguendo il principio "One out, all out" descritto nel modello concettuale elaborato all'interno della Land Degradation Neutrality. Tutti gli indicatori considerati sono quindi complementari e il valore finale, al netto dei corpi idrici, viene espresso come superficie o percentuale di territorio degradato. In questo modo, le stime trasmesse alle Nazioni Unite risultano omogenee e confrontabili con quelle relative agli altri Paesi.

	Foreste	Prati e pascolo	Aree agricole	Aree artificiali	Suolo nudo	Zone umide	Corpi idrici
Foreste	0	-	-	-	-	-	0
Prati e pascolo	+	0	-	-	-	-	0
Aree agricole	+	+	0	-	-	-	0
Aree artificiali	+	+	+	0	+	+	0
Suolo nudo	+	+	+	-	0	+	0
Zone umide	-	-	-	-	-	0	0
Corpi idrici	0	0	0	0	0	0	0

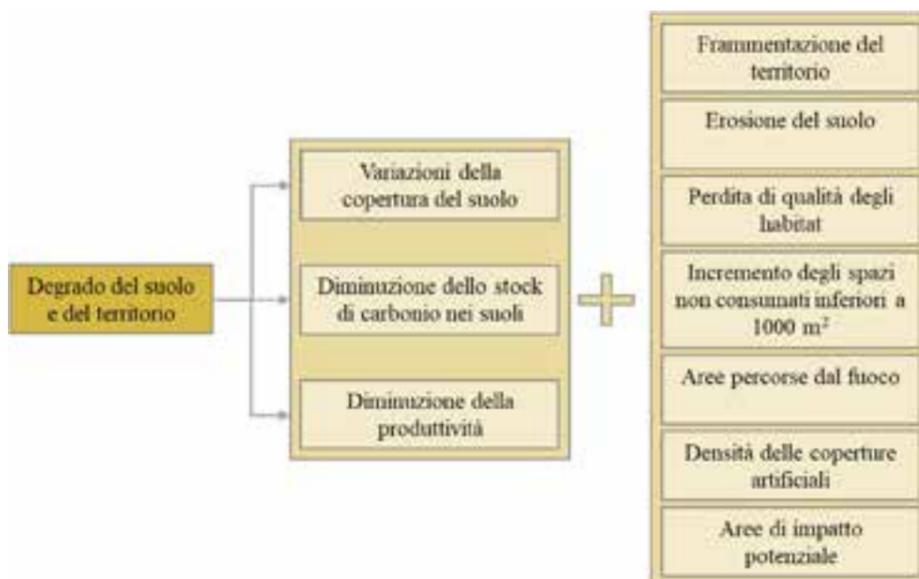
*Matrice di transizione che definisce, in termini di degrado, i cambiamenti di copertura del suolo tra un periodo iniziale e finale. Gli elementi indicati in rosso (-) sono identificati come elementi di degrado quelli in bianco (zero) sono identificati come stabili, e in verde (+) sono indicati come miglioramento*

La **produttività del suolo** è rappresentata dalla sua capacità produttiva e biologica, fonte di cibo, fibre e combustibile in grado di sostenere l'uomo. Allo scopo vengono utilizzati indici di vegetazione calcolati da immagini satellitari, tra i quali, il più noto NDVI (Indice di Vegetazione a Differenza Normalizzata) calcolato utilizzando le informazioni dalle bande del rosso e del vicino infrarosso dello spettro elettromagnetico. Ispra ha utilizzato un indicatore derivato dall'NDVI, la Water Use Efficiency, che prende in considerazione l'NDVI in rapporto con il contributo stimato da satellite sull'evapotraspirazione, in modo da stimare l'efficienza di uso dell'acqua da parte della vegetazione in relazione al bilancio idrico nella stessa area indagata. Per ottenere trend significativi di variazione dello stato di degrado del suolo sono necessari almeno 15 anni di analisi della serie storica. Tutto è reso possibile dalla possibilità di eseguire calcoli in cloud sui database MODIS.

Per il **carbonio organico superficiale** (Soil C stock, misurato in tonnellate per ettaro), sono stati utilizzati i dati di copertura del suolo e la carta nazionale del carbonio organico realizzata nell'ambito delle attività della Global Soil Partnership (Global Soil Organic Carbon Map - FAO and ITPS, 2018), ottenuta dall'analisi di più di 6700 profili stratigrafici rappresentativi, collezionati dal 1990 al 2013 e distribuiti sul territorio nazionale.

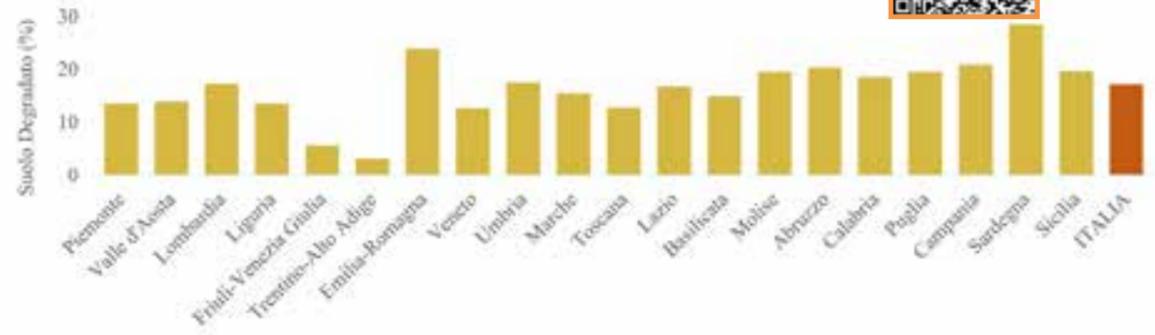


La stima del degrado secondo metodologia ufficiale UNCCD è stata poi integrata da ISPRA con stime di superficie degradata da ulteriori fattori di degrado, rappresentati nei box della figura sottostante, in modo da fornire ulteriore dettaglio tematico sulle cause di degrado del suolo. Le quote aggiuntive di degrado vengono espresse come superficie coinvolta da ogni causa e come numero di cause che si sovrappongono per unità di superficie indagata.

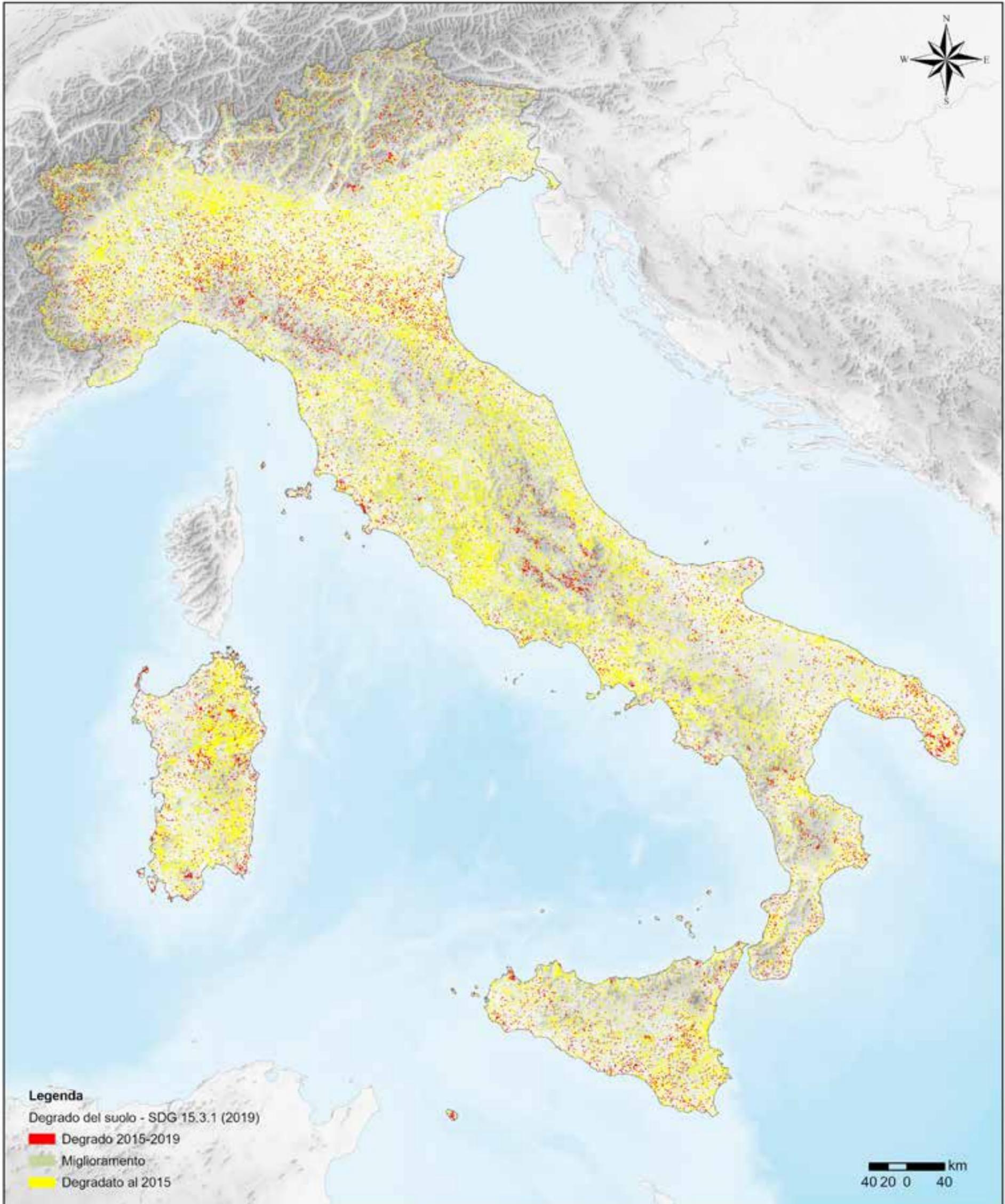




L'indicatore SDG 15.3.1 delle Nazioni Unite restituisce, al netto dei corpi idrici, le aree degradate dal 2000 al 2015 e quelle successivamente degradate fino al 2019 a causa di almeno di uno dei tre sub-indicatori. I risultati aggregati regionalmente mostrano i valori più alti per Sardegna, Emilia-Romagna e Campania.



La carta mostra lo stato e l'evoluzione del degrado del suolo in Italia secondo la metodologia UNCCD, indicatore SDG 15.3.1.

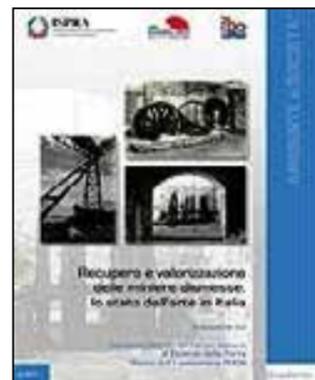
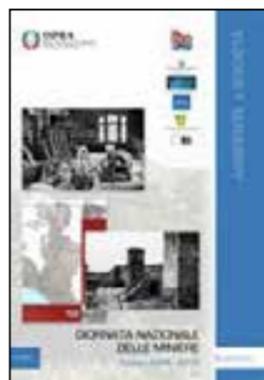


**RIASSUNTO** - L'Italia conserva un vasto e variegato patrimonio industriale dismesso legato all'estrazione e lavorazione dei minerali, nonché un notevole patrimonio geominerario. I resti e le testimonianze di oltre 2 millenni di attività estrattiva lungo la penisola, costituiscono un patrimonio di dati scientifici, antropologici e storico-culturali assai elevato, con significative potenzialità divulgative e turistiche non ancora apprezzate appieno. I siti minerari rappresentano la tipica sintesi di patrimonio industriale, archeologico, culturale, storico e paesaggistico intorno al quale si sono sviluppate aggregazioni sociali e comunità che hanno determinato le condizioni essenziali per la crescita economica e sociale del paese. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio attribuisce alle miniere italiane la valenza di *"bene culturale di interesse storico ed etnoantropologico"*, quale perfetto connubio fra scienza e natura, uomo e ambiente.

**ABSTRACT** - Italy has a vast and varied disused industrial heritage linked to the past excavation and processing of minerals, as well as a significant geo-mineral heritage. The remains and evidence of over 2 millennia of mining activity along Italy are a huge amount of scientific, anthropological and historical-cultural data. These data could lead to significant didactic tool and tourism potential, not yet fully appreciated. Mining sites represent the meeting point between industrial, archeological, cultural, historical and landscape heritage, through which societies and communities were developed over the time, determining important condition for economic and social growth of the country. The Cultural Heritage and Landscape Code (Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio) considers the Italian mine heritage "a cultural asset of historical ethno-anthropological interest" as perfect combination of science and nature, man and environment



Il patrimonio minerario dismesso, rimasto per anni abbandonato, è stato in alcuni casi riconvertito, bonificato e messo in sicurezza solo per rispondere alle varie emergenze ambientali. Le iniziative avviate in Sardegna, Toscana e Piemonte negli anni '90 e 2000, seppur importanti per il recupero del territorio, sono risultate spesso non omogenee e con investimenti non inseriti in un progetto economico e culturale di sviluppo complessivo. I primi interventi di tutela e valorizzazione del patrimonio minerario dismesso, nati da stimoli culturali spesso di valenza locale, hanno segnato un cambio di tendenza che ha visto in questi siti abbandonati un'opportunità economica e culturale, anche sulla scia dei vari processi attivati a scala europea.



### Contributo ISPRA per conoscere e valorizzare il patrimonio dismesso

- Censimento dei siti minerari abbandonati → 3016 siti dismessi
- Istituzione Giornata Nazionale delle Miniere (2009)
- Istituzione della **Rete Nazionale dei Musei e Parchi minerari - ReMi** (2015)

Dal 2015 il numero degli aderenti alla Rete è cresciuto con grande rapidità.

**2015** : 19 i soggetti sottoscrittori del Protocollo - 40 siti minerari aderenti alla ReMi

**2021** : 50 soggetti sottoscrittori del Protocollo - 67 siti minerari aderenti alla ReMi

**2022** : 55 soggetti sottoscrittori del Protocollo - 74 siti minerari aderenti alla ReMi

La distribuzione dei musei e parchi minerari per regione disegna una prima geografia della distribuzione di questa «offerta culturale» in Italia e nel contempo rappresenta la storia del lavoro e dell'imprenditoria legata alla estrazione dei minerali dal nostro sottosuolo. Quasi tutte le aree geografiche e 13 regioni sono rappresentate partendo dalle regioni a maggiore vocazione mineraria.



Tutti i dati, i risultati e le pubblicazioni sulle attività condotte fino ad oggi, sono scaricabili sul sito ISPRA/ReMi, tra cui il volume di pregio *"Viaggio nell'Italia mineraria"* l'unica guida nazionale dedicata alle miniere turistiche appartenenti alla rete nazionale.



Ai fini di dotare il Paese di una normativa nazionale di concerto con le Regioni ed gli Enti Locali, prioritariamente alla tutela e valorizzazione del patrimonio e del paesaggio minerario, la rete ReMi ha avanzato la prima proposta di legge nazionale su *"Tutela e Valorizzazione dei siti minerari dismessi e del loro patrimonio storico, archeologico, paesaggistico, ambientale"*, in fase di verifica ed in attesa di avvio dell'iter legislativo

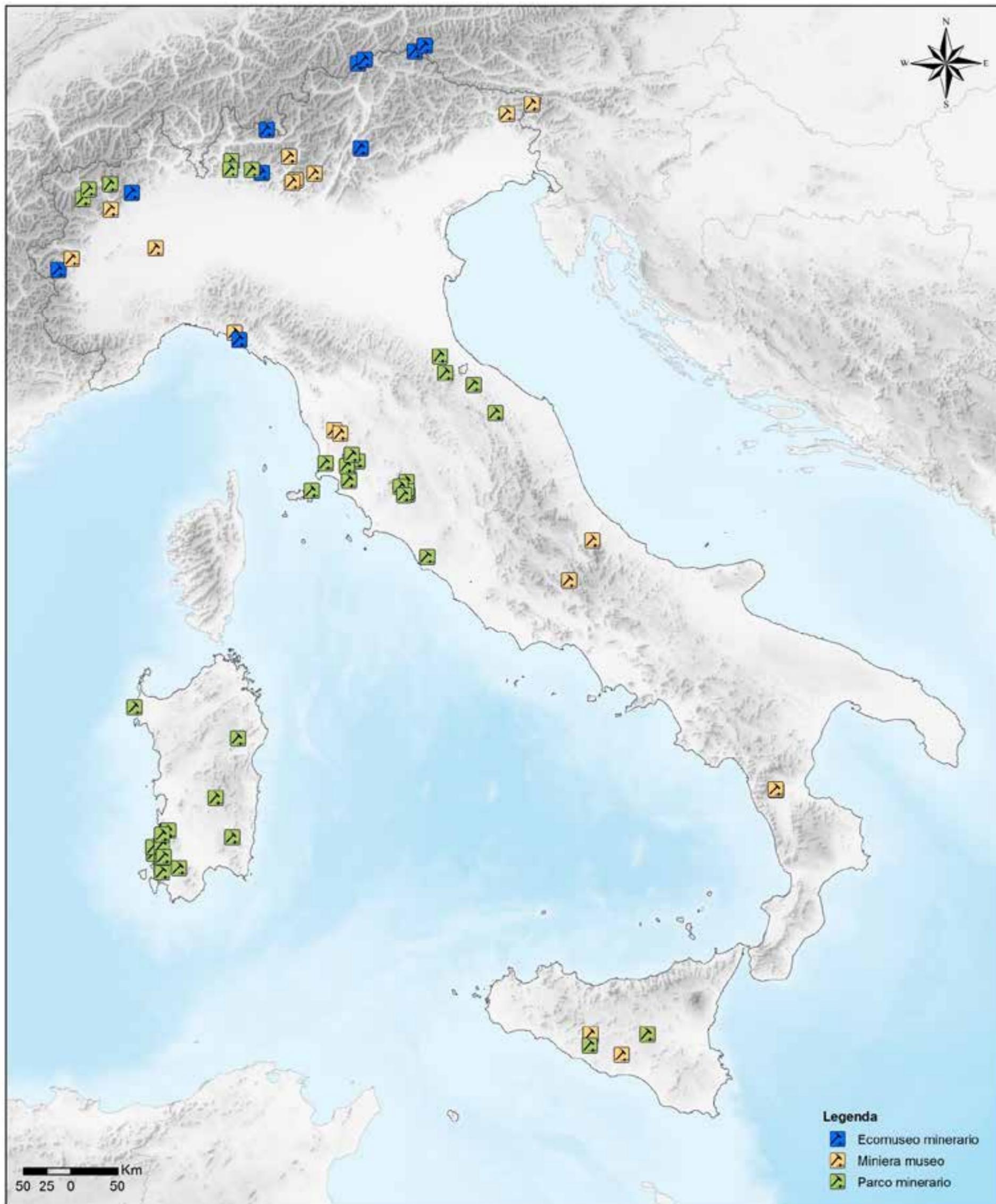


E' in corso di definizione una scheda di catalogazione sui «siti di archeologia industriale/siti produttivi dismessi», secondo i dettami del Sistema Informativo Generale del Catalogo (SIGECweb), in stretta collaborazione con l'ICCD-Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione, il Dipartimento di Scienze della Terra dell'Università degli Studi di Firenze, l'AIPAI-Associazione Italiana per il Patrimonio Archeologico industriale. in sperimentazione con l'Istituto di Scienze del Patrimonio Culturale del Consiglio Nazionale delle Ricerche, il Parco Nazionale delle Colline Metallifere, AIPSAM-Il Patrimonio Storico Ambientale. La scheda potrà svolgere un ruolo determinante come strumento nel processo di tutela, conservazione e valorizzazione delle realtà minerarie che, spesso, presentano anche un interesse culturale più ampio, essendo connotate da un sistema valoriale nel quale si ritrovano elementi di tipo scientifico, naturalistico, ambientale, paesaggistico, tecnologico, industriale, economico e patrimoniale.



La promozione della tutela, valorizzazione e riconversione di parte del copioso patrimonio minerario dismesso che supporta ISPRA, è in linea con gli obiettivi di sviluppo sostenibile sulle città e comunità sostenibili (Goal 11 dell'ONU – Agenda 2030). Il patrimonio culturale e naturale va tutelato e valorizzato in un'ottica di sviluppo economico sostenibile. La pianificazione della riconversione delle aree dismesse, a parte l'eventuale possibile rivalutazione ai fini produttivi legata alle Materie Prime Critiche necessarie alla transizione ecologica, va realizzata con approccio integrato ad altri ambiti territoriali quali i circuiti dei cammini e vie storiche, dei borghi italiani, delle ferrovie turistiche, della mobilità dolce a piedi ed in bicicletta, dei luoghi dell'enogastronomia di qualità, etc. La riqualificazione delle vaste aree di territorio dismesso rientra appieno negli obiettivi fissati dallo European Green Deal.

La mappa rappresenta la localizzazione dei musei e parchi minerari della rete ReMi



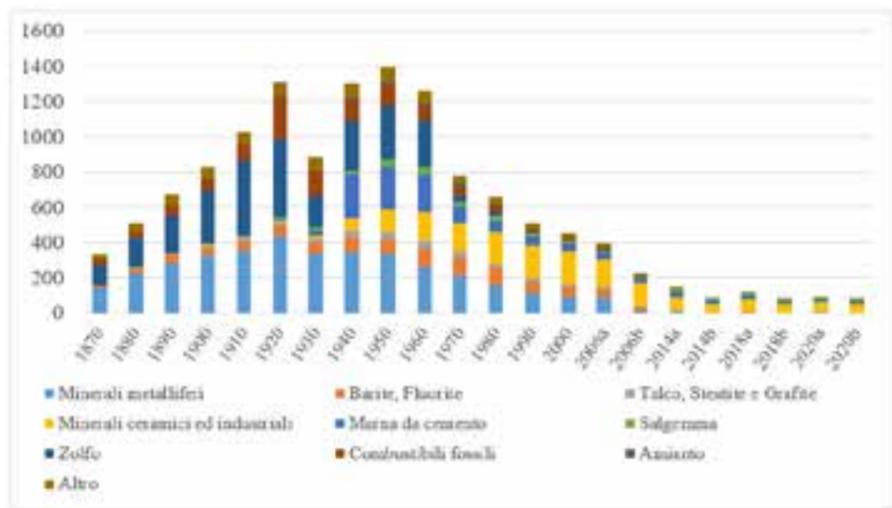


**RIASSUNTO** - Le materie prime minerarie sono alla base dello sviluppo di ogni civiltà e, direttamente o indirettamente, influenzano da sempre ogni tipo di attività umana. La loro importanza è cresciuta nel tempo sino a diventare indispensabili per tutte le tecnologie legate alla decarbonizzazione energetica e veicolare, alla robotica, all'elettronica di consumo, alla tecnologia dell'informazione, all'alta tecnologia civile e militare. Le risorse minerarie metallifere sono fondamentali per la realizzazione della transizione ecologica e per il raggiungimento di molti degli obiettivi di sviluppo sostenibile (SDG's) ma, attualmente, non sono coltivate in Italia.

**ABSTRACT** - Mineral raw materials are the basis of the development of every civilization and, directly or indirectly, have always influenced every type of human activity. Their importance has grown over time to become indispensable for all technologies related to energy and vehicular decarbonisation, robotics, consumer electronics, information technology, civil and military high technology. Metallic mineral resources are fundamental for the realization of the ecological transition and for the achievement of many of the Sustainable Development Goals (SDG's) but nowadays there aren't exploitation in Italy.

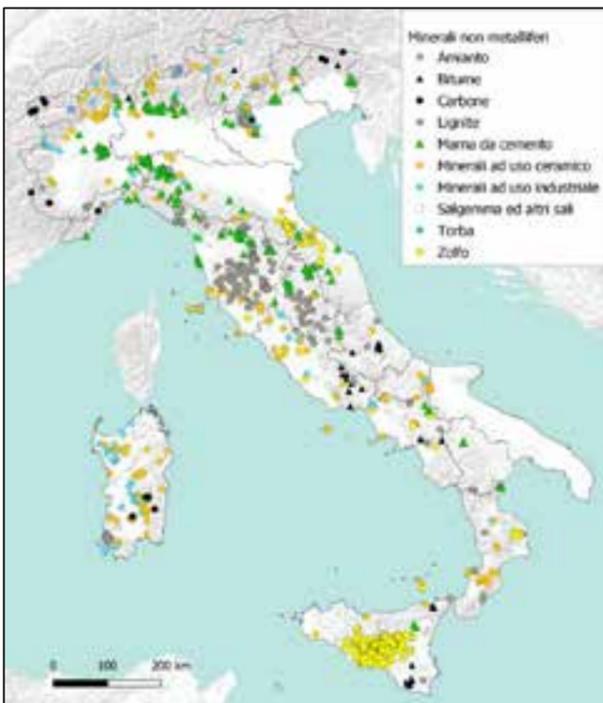
**La normativa nazionale è ferma al Regio Decreto n.1443**

La normativa quadro nazionale è il R.D. 1443/1927. Il DPR 128/59 detta le norme di Polizia Mineraria. Con D.Lgs 112/1998 e 83/2012 tutte le competenze, ad esclusione della ricerca nazionale, sono state trasferite alle Regioni. Il Dlgs 117/2008 disciplina la gestione dei rifiuti estrattivi.



*Siti minerari attivi sul territorio nazionale nel periodo 1870-2020*

Grazie alle sue caratteristiche geologiche nel territorio italiano sono presenti numerosi e diversificati giacimenti minerari, di cui molti metalliferi, sfruttati fin da tempi pre-romani. Dal 1870 ad oggi sono stati in attività 3016 siti minerari.



*Siti di estrazione di minerali non metalliferi e minerali ad uso energetico (1870-2020)*

L'attività di estrazione di minerali non metalliferi e energetici è stata diffusa in quasi tutta la penisola. L'estrazione dello zolfo ha caratterizzato la Sicilia centrale e l'Appennino esterno di Marche e Romagna fino alla metà del 1900. Diffusa, soprattutto nel centro Italia, la coltivazione della lignite, abbandonata così come quella dell'amianto. Ampia diffusione hanno avuto anche le coltivazioni di marne da cemento e minerali ad uso industriale, principalmente per gli utilizzi nell'industria ceramica.



*Inventario delle strutture di deposito dei rifiuti estrattivi con rischio ecologico-sanitario da medio ad alto (2022)*

Le attività minerarie chiuse o abbandonate prima dell'entrata del Dlgs 117/08 hanno lasciato grandi quantitativi di rifiuti estrattivi stoccati in strutture di deposito (cumuli e bacini) anche di notevoli dimensioni. Solo nel distretto minerario sardo ne esistono circa  $70 \times 10^6$  m<sup>3</sup>, con un elevato impatto ambientale ma anche con notevoli quantitativi di minerali recuperabili, tra cui anche diversi CRMs. I siti sono censiti nell'Inventario nazionale delle strutture di deposito con potenziali ripercussioni negative sull'ambiente nonché per la salute umana. Attualmente sono stati censiti 562 siti. Per recuperare materie prime seconde si devono superare gli attuali vincoli normativi.

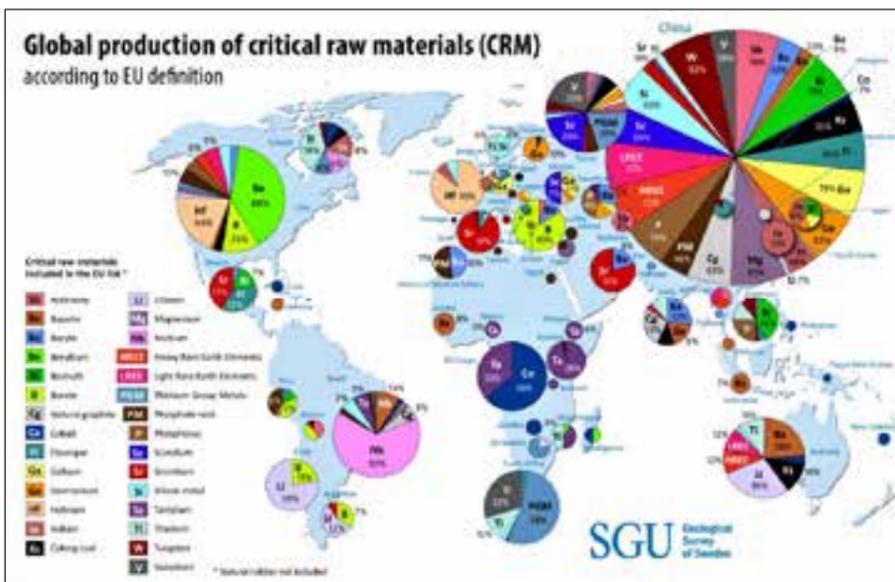


*Miniere in produzione per tipologia di materiale estratto (2020)*

Nel 2020, a fronte di sole 94 concessioni minerarie ancora in vigore, 76 risultano realmente in produzione soprattutto in Sardegna, Piemonte e Toscana. L'attività produttiva attuale è legata alla presenza di miniere di minerali ceramici ed industriali (feldspati, terre da sbianca, caolino, argille refrattarie, bentonite), localizzate soprattutto in Sardegna, Piemonte e Toscana, e di marna da cemento, diffuse lungo la dorsale appenninica e nelle Prealpi lombardo-venete. La fluorite è coltivata nel Lazio ed il talco in Piemonte e Sardegna. Il salgemma è estratto dalle miniere del volterrano e dell'agrigentino. Non sono operative miniere di minerali metalliferi.

**Le materie prime critiche**

I Critical Raw Materials (CRMs) sono elementi essenziali per l'industria europea e italiana che presentano problematiche di approvvigionamento dovute alla concentrazione geopolitica dei materiali. La recente lista elaborata dalla CE comprende 34 minerali tra i quali il feldspato, divenuto critico a seguito dell'invasione dell'Ucraina. Insieme al feldspato l'altro CRM che viene estratto in Italia è la fluorite, coltivata nella miniera di Bracciano (RM) e a breve dovrebbe ripartire l'attività a Silius (CA), dove sono presenti anche quantitativi interessanti di terre rare. Con Decreto MISE-MITE del 15 settembre 2022, è stato istituito il Tavolo Nazionale per le Materie Prime Critiche (MPC).



*Produzione globale di Critical Raw Materials (2020), nella lista 2023 sono stati aggiunti rame, nickel, elio, arsenico e feldspato.*

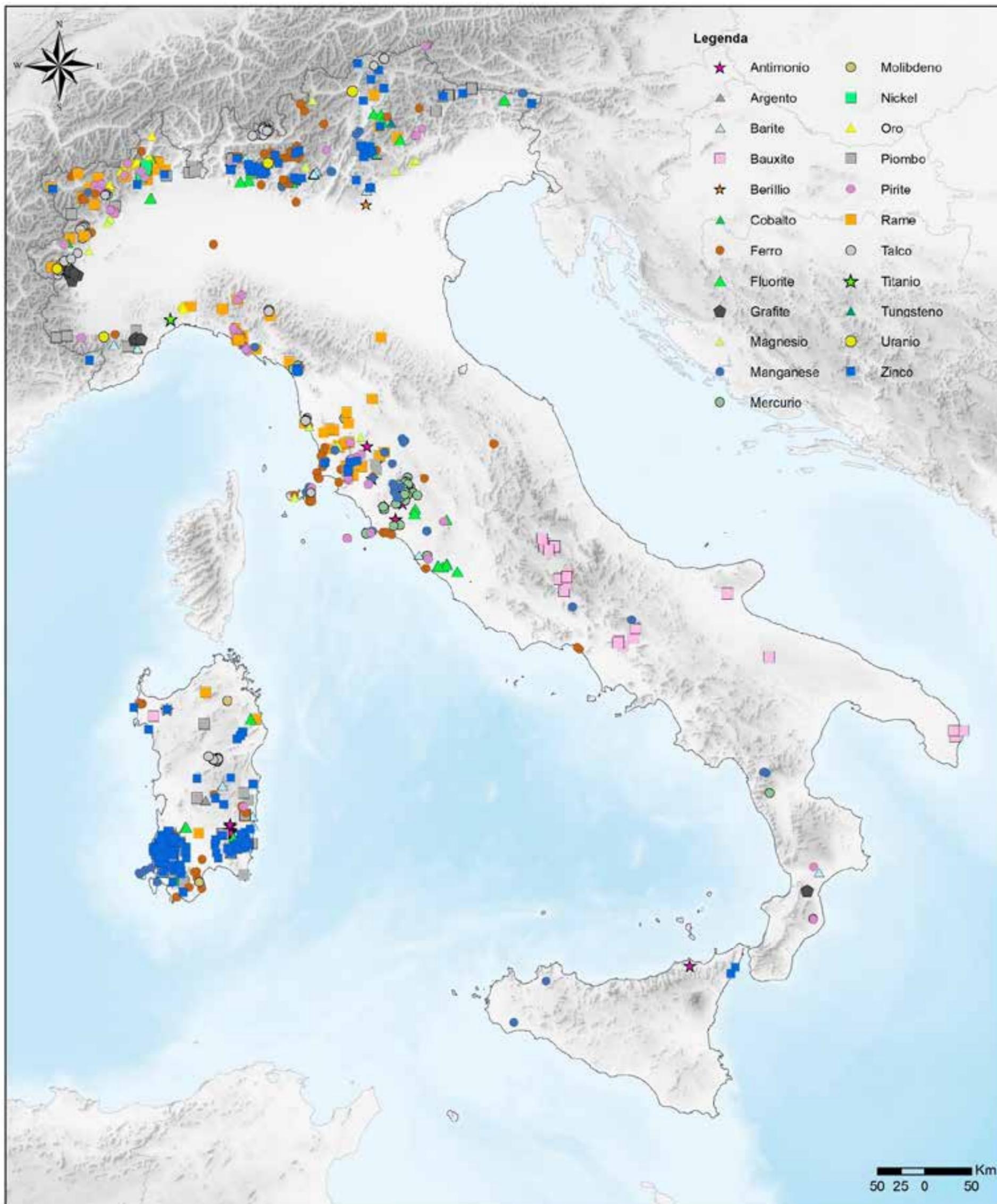


*Titoli minerari per CRMs ed altri minerali metalliferi, con stato d'avanzamento progettuale (Giugno 2021)*

Oltre alle miniere di fluorite e feldspati, sono attualmente vigenti vari permessi di ricerca per la valutazione della ripresa della coltivazione di vecchi giacimenti di CRMs, in gran parte metalli, soprattutto nell'arco alpino piemontese e lombardo. La regione Lazio ha rilasciato 3 permessi di ricerca per la valutazione delle coltivazione delle salamoie geotermiche nelle aree vulcaniche laziali, che presentano contenuti molto elevati in litio e altri elementi. Diversi permessi di ricerca e istanze di concessione per caolino, bentonite e feldspati sono attivi in Sardegna.

Per i CRMs metallici l'Italia è totalmente dipendente dai mercati esteri, ma diversi di loro sono stati sfruttati in passato sul territorio nazionale in circa 1000 siti localizzati nell'arco alpino ed in Liguria, nella fascia costiera tirrenica toscano-campana, in Calabria ed in Sardegna. La coltivazione di minerali metalliferi è stata progressivamente abbandonata a cavallo dei due secoli non per esaurimento delle risorse ma, nella quasi totalità, per le convenienti condizioni economiche dei mercati esteri delle materie prime e per la mancanza di lungimiranza della politica industriale mineraria. Gli esperti minerari, riuniti dal Servizio Geologico d'Italia e poi inseriti nel GdL Mining del Tavolo Nazionale Materie Prime Critiche, ritengono che, sulla base degli studi pregressi, delle nuove informazioni acquisite e dai confronti con analoghi internazionali, in Italia esistano diverse aree con buone/ottime potenzialità minerarie, anche in relazione ai CRMs, e meritevoli di essere indagate tramite i nuovi metodi e le moderne tecnologie d'indagine. E' però necessario far ripartire la ricerca e la formazione indirizzata verso la gestione sostenibile delle attività minerarie ed inquadrata all'interno di una strategia integrata di approvvigionamento che includa tutte le pratiche dell'economia circolare.

**Giacimenti italiani, coltivati in passato e da rivalutare, di risorse minerarie necessarie per la transizione ecologica e digitale. Sono inclusi i CRMs, i minerali di base (rame, nickel, zinco, piombo), i minerali preziosi ed alcuni non metalli. Per semplificare è stato riportato, per ogni giacimento, solo l'elemento predominante. (ISPRA-Servizio Geologico d'Italia, 2022)**



**RIASSUNTO** - La geotermia può fornire un contributo importante nella riduzione della dipendenza energetica da fonti fossili. L'Italia è un Paese ad elevata vocazione geotermica in cui l'utilizzo della fonte geotermica a fini elettrici e termici è però, con l'eccezione della Toscana, ancora poco considerato. La produzione geotermoelettrica è stabile da quasi 10 anni e limitata alla sola regione Toscana, dove rappresenta il 70% delle FER regionali e copre il 30% del fabbisogno energetico regionale. Più diffuse sul territorio sono le applicazioni ad uso diretto dei fluidi geotermici (climatizzazione, termalismo, agroalimentare, acquacoltura). In crescita le Reti di Teleriscaldamento e le pompe di calore geotermiche per la climatizzazione degli edifici, ma ancora ben lontane dai numeri dei paesi nordeuropei.

**ABSTRACT** – Geothermal energy can make an important contribution in reducing energy dependence from fossil fuels. Italy has a high geothermal vocation in which the use of geothermal sources for electrical and thermal purposes is still little considered. Geothermoelectric production has been stable for almost 10 years and is limited to the Tuscany region alone where it represents 70% of the regional RES (Renewable Energy Sources) and covers 30% of the regional energy needs. Applications for the direct use of geothermal fluids (air conditioning, thermalism, agri-food, aquaculture) are more widespread in the area. District heating networks and geothermal heat pumps for air conditioning in buildings are growing, but still far from the numbers of northern European countries.

La Terra rilascia ogni anno energia pari a circa 40TW, ma solo una piccola parte di essa viene sfruttata. Nella maggior parte dei casi l'energia geotermica coltivata è quella associata ai sistemi idrotermali (geotermia convenzionale) localizzati in zone con anomalie termiche positive, spesso corrispondenti ad aree vulcaniche. L'Italia ha inventato ad inizio '900 la geotermia ad usi elettrici e per decenni è stata leader mondiale. Nonostante il suo elevato potenziale geotermico, attualmente è al settimo posto nella produzione geotermoelettrica. Su un totale nazionale di 45 titoli minerari, 28 ricadono in Toscana e 9 nel Lazio.

La produzione elettrica è esclusiva di 9 concessioni localizzate nel territorio toscano (Larderello e Monte Amiata) al cui interno sono localizzati 34 impianti. Gli usi diretti sono legati alle fonti a media e bassa entalpia, come per le concessioni di Ferrara e Vicenza. In Italia i fluidi caldi sono utilizzati principalmente per termalismo e climatizzazione degli edifici anche tramite pompe di calore e reti di teleriscaldamento. Il riscaldamento urbano rappresenta il 50% dei consumi energetici europei ed è in gran parte alimentato da fonti fossili. La geotermia può ridurre notevolmente l'emissione di gas climalteranti.

### Normativa

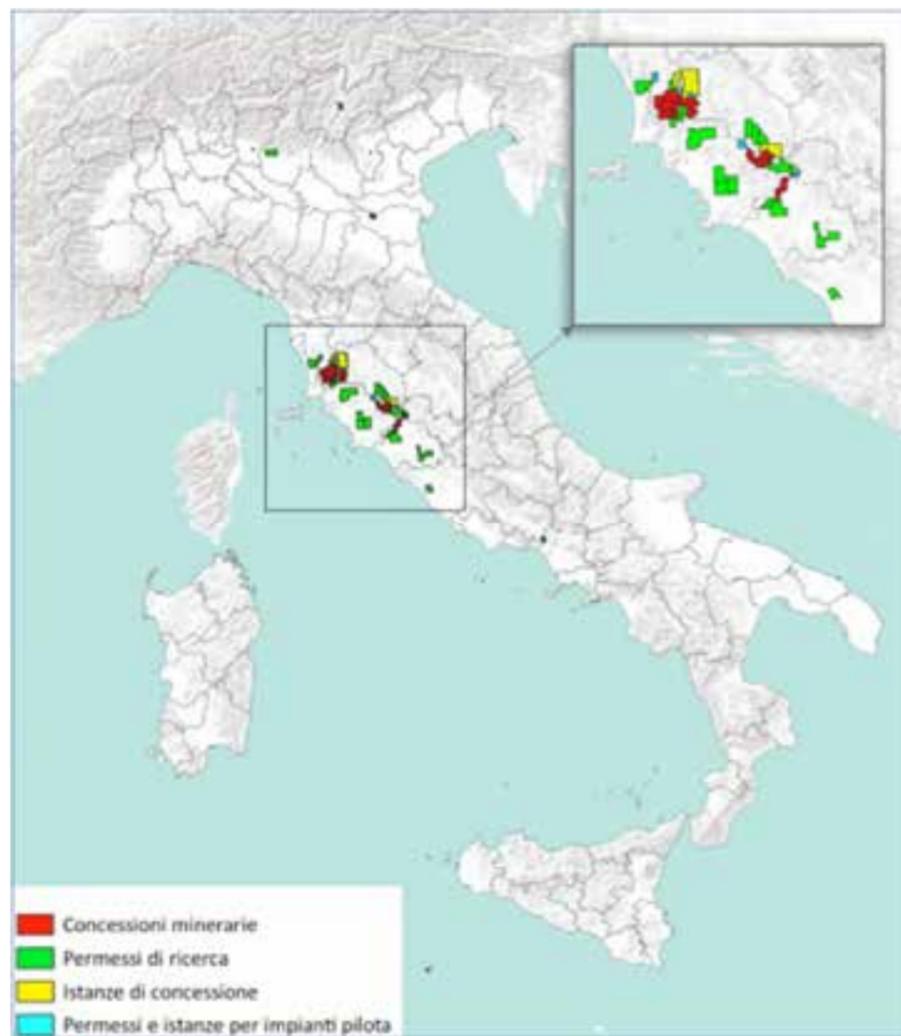
Le attività di ricerca, concessione e coltivazione delle risorse geotermiche sono disciplinate dal D.Lgs 22/2010, revisione della Legge 896/1986 (Disciplina della ricerca e della coltivazione delle risorse geotermiche). Le Regioni legiferano in materia e sono le Autorità competenti per il rilascio dei titoli minerari e la vigilanza sugli impianti. La L. 134/2012, dichiara la strategicità degli impianti geotermici. La L. 34/2022 prevede l'incentivazione di impianti geotermici a bassa entalpia.

### Risorse di interesse nazionale

risorse ad alta entalpia ( $T > 150^{\circ}\text{C}$ ) o utilizzabili per un progetto geotermico di almeno 20MWt

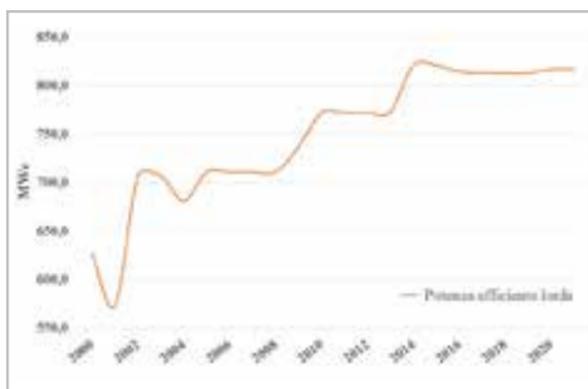
### Risorse di interesse locale

risorse a media entalpia ( $T = 90-150^{\circ}\text{C}$ )  
risorse a bassa entalpia ( $T < 90^{\circ}\text{C}$ )

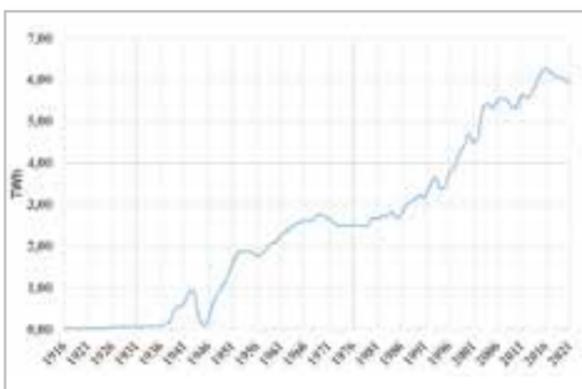


Distribuzione nazionale dei titoli minerari per risorse geotermiche

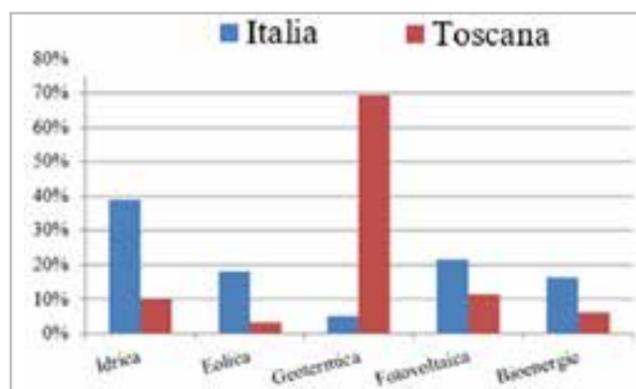
La potenza nominale installata in Italia è di 915,8 MW con una potenza efficiente lorda di 817,1 MW cui corrisponde una produzione, nel 2021, di 5.913,8 GWh. L'energia geotermica copre solo il 2,1% della produzione elettrica nazionale ma in Toscana rappresenta circa il 37% della produzione elettrica regionale (70% della produzione da rinnovabili) e riesce a soddisfare circa il 30% dei fabbisogni regionali



Potenza efficiente lorda degli impianti italiani



Produzione geotermoelettrica in Italia periodo 1916-2021

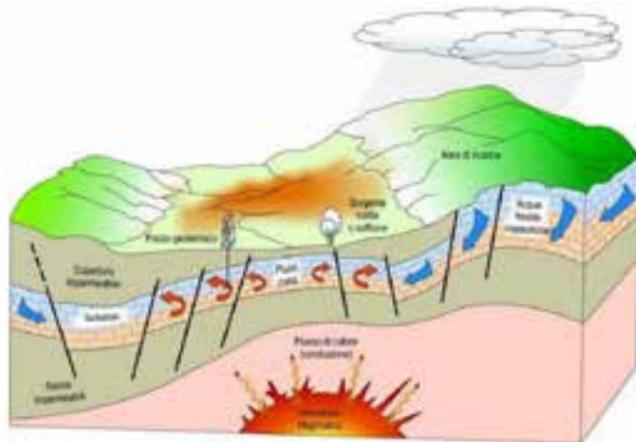


Ripartizione percentuale della produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili Italia e Toscana (2021)

I sistemi geotermici si possono classificare come

- acqua dominante;
- vapore dominante;
- rocce calde secche;
- geopressurizzati.

I sistemi geotermici toscani di Larderello sono classificati come Sistemi a vapore dominante e sono caratterizzati da: i) una sorgente di calore da associarsi al recente magmatismo peritirrenico che ha interessato il margine occidentale della penisola italiana; ii) una roccia serbatoio costituita dalle Formazioni carbonatiche e anidritiche della Falda Toscana; iii) una Copertura o Roccia Sigillo costituita dalle Unità Liguridi e dalle Formazioni del Neogene.



Rappresentazione schematica di un sistema geotermico (Regione Sardegna, 2016)

L'efficienza di un sistema geotermico è condizionata da molti fattori, tra i quali la qualità della sorgente, la capacità di ricarica della roccia serbatoio, l'efficienza di confinamento o impermeabilizzante della Copertura o Roccia Sigillo.

Come tutte le fonti energetiche, rinnovabili e non, anche la geotermia produce impatti sull'ambiente in dipendenza del suo tipo di utilizzo. Le applicazioni ad uso diretto e le pompe di calore geotermiche, se ben progettate ed eseguite, non hanno particolari effetti negativi sull'ambiente mentre hanno un sicuro effetto positivo nella riduzione dell'uso di fonti fossili. La coltivazione a fini energetici può avere un impatto ambientale e sanitario dipendente da condizioni geologiche, caratteristiche del fluido geotermico e tecnologie utilizzate. Gli impatti possono però essere fortemente mitigati/annullati tramite l'applicazione delle migliori tecniche disponibili, il costante monitoraggio e l'adozione delle corrette misure di gestione ambientale. La situazione ambientale dei campi toscani è monitorata dall'ARPAT che ha certificato, negli ultimi anni, il continuo rispetto dei valori emissivi imposti dalle normative vigenti. Le emissioni di gas climalteranti ( $\text{CO}_2$  e  $\text{CH}_4$ ) non sono generate dalle centrali che convogliano in singoli punti emissivi i gas presenti nei fluidi geotermici e che naturalmente sarebbero stati rilasciati diffusamente in atmosfera. Mancando la combustione non vengono emesse polveri sottili e  $\text{NO}_x$ . Le emissioni di acido solfidrico e mercurio sono mitigate da appositi sistemi di abbattimento (AMIS). La subsidenza provocata dall'estrazione dei fluidi è limitata dalla reiniezione delle acque mentre l'impatto paesaggistico può essere ridotto da specifiche misure di architettura del paesaggio. Il consumo di suolo è decisamente minore rispetto ad altre FER, in particolare al fotovoltaico. La sismicità indotta, legata all'iniezione ad alta pressione di acqua per fratturare la roccia, è prerogativa dei sistemi geotermici migliorati (EGS-Enhanced Geothermal Systems) non in funzione in Italia.



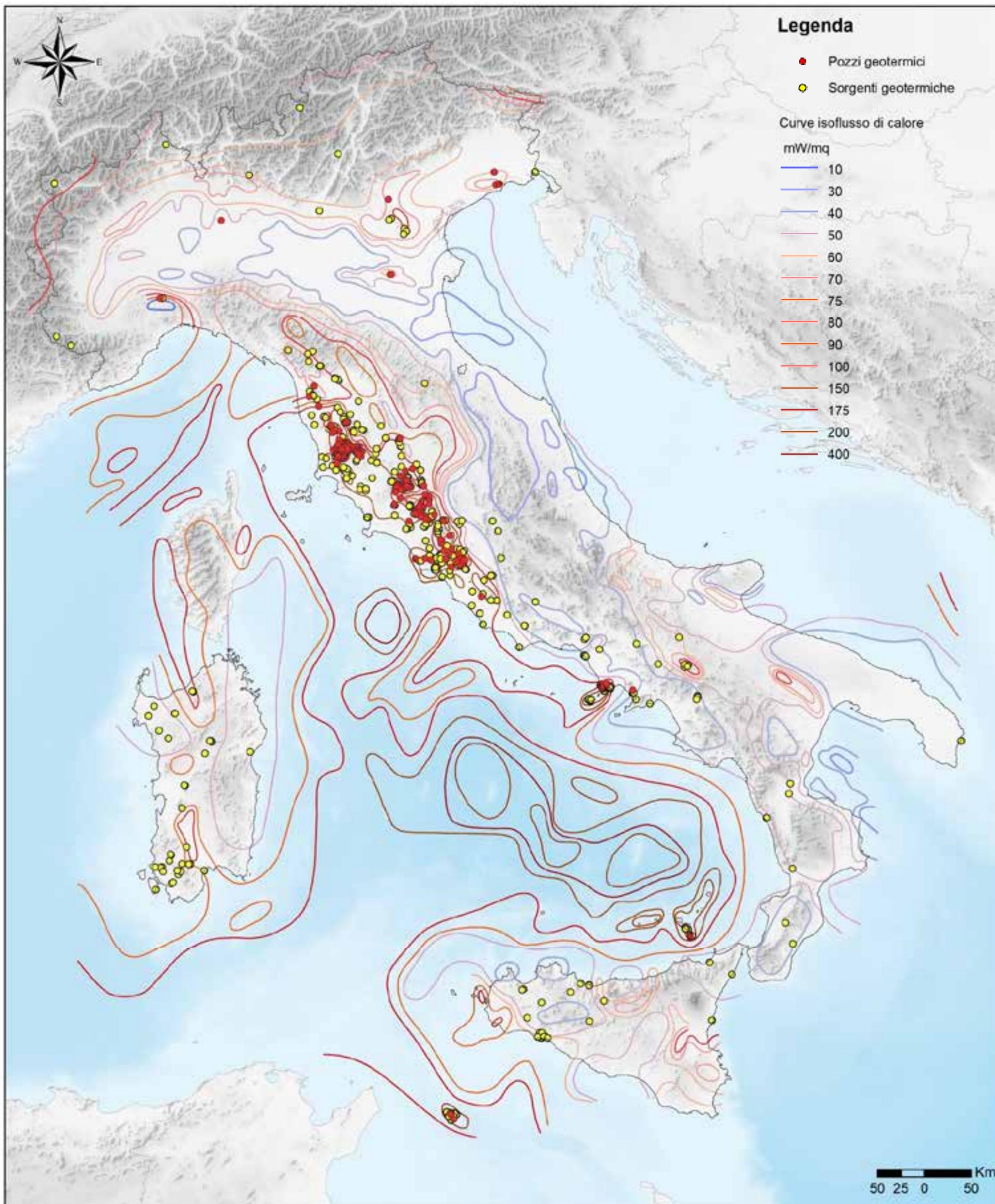
Per il suo assetto geologico, l'Italia è un paese ad elevato potenziale geotermico. I fluidi geotermici a temperatura abbastanza elevata per permettere la produzione di energia elettrica (media ed alta entalpia) sono localizzati nelle zone ad elevato flusso di calore corrispondenti a corpi magmatici sepolti ed apparati vulcanici estinti o attivi, come nella fascia costiera tosco-laziale-campana, nelle isole vulcaniche del Tirreno e nell'area etnea. Localmente, come a Larderello e al Monte Amiata, il flusso di calore raggiunge valori molto elevati. Al contrario le risorse a media-bassa entalpia, utilizzabili per usi diretti (riscaldamento di edifici, balneazione, termalismo, serraicoltura, acquacoltura ecc..) si trovano anche in molte altre aree del territorio nazionale. Con le pompe di calore geotermiche possono essere sfruttate anche risorse a bassa temperatura presenti quasi ovunque e a piccola profondità.

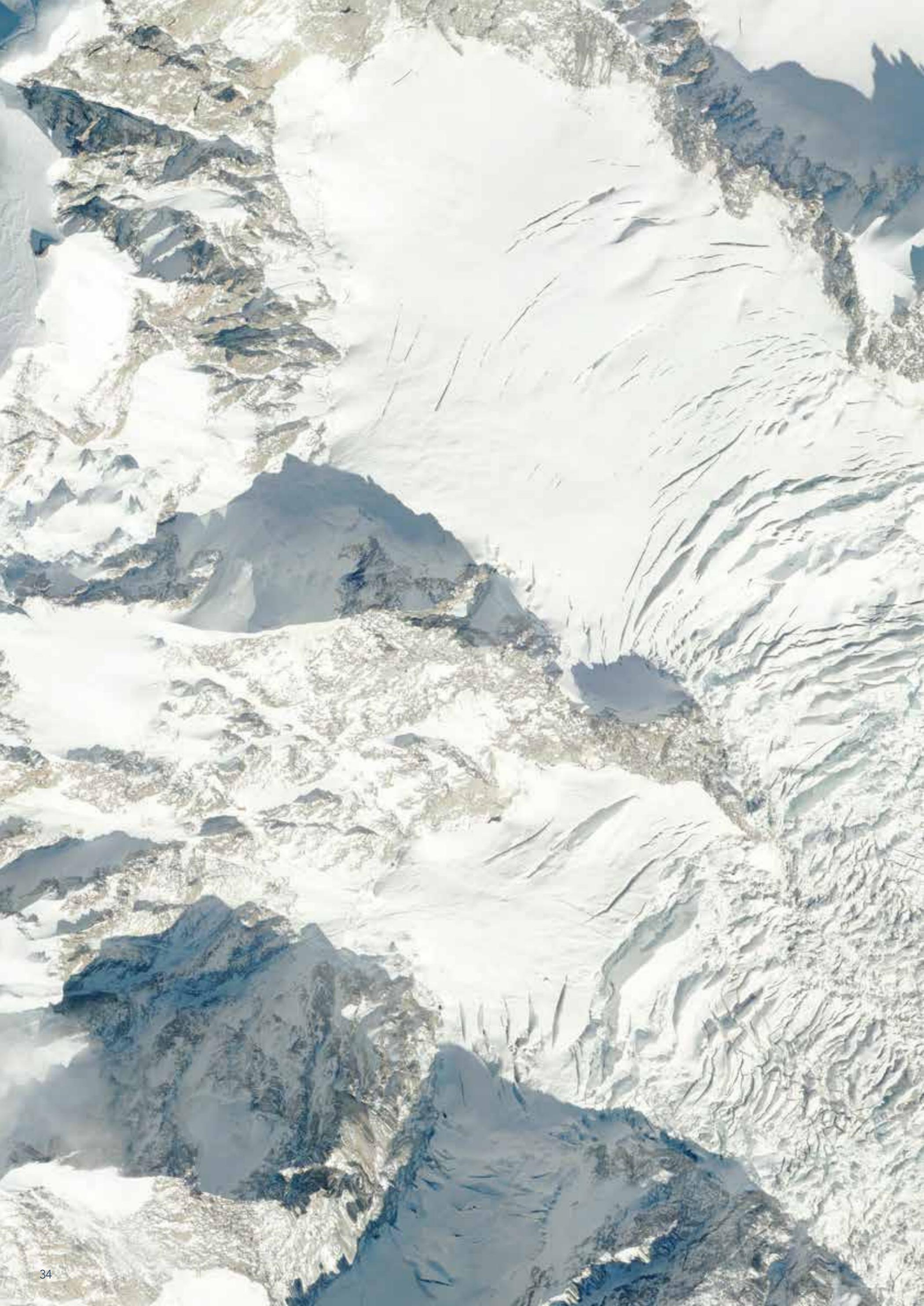
Dei 34 impianti presenti in Italia 29 sono a "vapore dominante" (Larderello e Radicondoli) e 5 ad "acqua dominante" (Monte Amiata). Grandi prospettive sono insite nella possibilità del recupero delle materie prime critiche contenute nei fluidi geotermici. Elevate concentrazioni di litio, indispensabile per le batterie, sono contenute nei fluidi geotermici delle zone vulcanico-geotermiche peritirreniche (Toscana-Lazio-Campania).



Impianti geotermoelettrici italiani

**La mappa mostra la distribuzione del flusso di calore in Italia e l'ubicazione dei pozzi geotermici perforati e delle sorgenti calde naturali**





# IDROSFERA

## AUTORI

Linea di Costa	Filippo D'Ascola, Andrea Salmeri, Maria Luisa Cassese, Valeria Pesarino	Andrea Salmeri, Maria Luisa Cassese
Aree Marine vocate per l'acquacoltura	Maria Paola Campolunghi, Francesco Cardia, Tommaso Petochi, Giovanna Marino	Maria Paola Campolunghi
Rifiuti marini	Tomaso Fortibuoni, Francesca Ronchi, Cecilia Silvestri, Annalisa Minelli, Lorenza Babbini, Arthur Pasquale, Arnaldo Angelo De Benedetti	Stefano De Corso
Balneazione	Roberta De Angelis, Emanuela Spada e Patrizia Borrello, Lorenza Babbini, Arthur Pasquale, Annalisa Minelli	Stefano De Corso, Arnaldo Angelo De Benedetti
I pesticidi nelle acque continentali	Gianluca Maschio, Emanuela Pace, Francesca Catini, Alessandro Lotti, Stefano De Corso, Elio Giulianelli, Antonio Scaramella, Giorgio Saporito	Stefano De Corso
Qualità delle acque interne	Francesca Piva, Martina Bussetini, Francesca Catini, Alessandro Lotti	Stefano De Corso, Francesca Catini
Pericolosità idraulica	Barbara Lastoria, Stefano Mariani, Francesca Catini, Alessandro Lotti	Stefano De Corso

## RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

ISPRA - EcoAtlante <https://ecoatlante.isprambiente.it/>  
D.lgs. n. 152/2006 – recepimento della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD)  
Direttiva MSFD? D.lgs. n. 190/2010 Recepimento DIRETTIVA 2008/56/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio - (direttiva quadro sulla strategia per l'ambiente marino)  
ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2021 <https://annuario.isprambiente.it/content/annuario-dei-dati-ambientali-2021>  
Lastoria B., Bussetini M., Mariani S., Piva F., Braca G., 2021: Rapporto sulle condizioni di pericolosità da alluvione in Italia e indicatori di rischio associati. Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, Rapporti 353/21, Roma  
Marino, G., Petochi, T., Cardia, F., 2020. Assegnazione di Zone Marine per l'Acquacoltura (AZA). Guida Tecnica, 214 p., Documenti Tecnici ISPRA, ISBN: 978-88-448-1014-6.

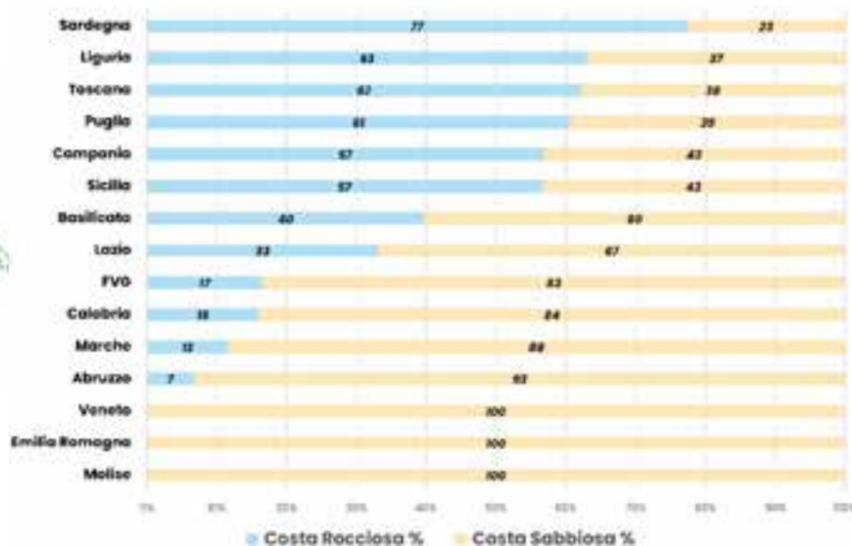


**RIASSUNTO** – L'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) svolge da più di 20 anni (2000-2023) attività di monitoraggio e caratterizzazione della costa e della dinamica costiera a livello nazionale. ISPRA dispone dei Geodatabase (GeoDB) 2000-2006-2020 contenenti un ventaglio di informazioni sulla fascia costiera, dal retrospiaggia fino alla linea di riva. L'attività di studio che ha consentito di sviluppare i GeoDB ha portato, infatti, allo sviluppo di criteri su cui basare la caratterizzazione degli elementi naturali e artificiali che costituiscono la linea di costa (LC), la linea di retrospiaggia (LR) e i poligoni delle spiagge, derivati dalla fotointerpretazione diretta di immagini aeree e satellitari. Ogni GeoDB è strutturato in modo da permettere l'analisi spaziale tra le coperture realizzate, permettendo così di fornire un aggiornamento periodico, a livello nazionale, sulla dinamica costiera e sull'evoluzione della linea di costa.

**ABSTRACT** – The Italian Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA) has been monitoring and characterizing the coast and coastal dynamics at a national level over a period of about 20 years (2000-2023). ISPRA has created Geodatabase (GeoDB) 2000-2006-2020 containing a range of information on the coast line, from the backshore to the shore line. The study activity that made it possible led to the development of criteria on which to base the characterization of the natural and artificial elements that make up the coastline (LC), the backshore line (LR) and the polygons of the beaches, derived from direct photointerpretation of aerial and satellite images. GeoDB is structured in such a way as to allow the spatial analysis between the layers, thus allowing to provide a periodic update, at national level, on the coastal dynamics and on the evolution of the coastline.

**STRUTTURA DEL GEODATABASE** – Il GeoDB comprende la digitalizzazione dell'intera linea di costa nazionale, delle opere di difesa, delle opere portuali, del limite di retrospiaggia con relativa caratterizzazione dell'uso del suolo e della delimitazione degli areali delle spiagge emerse negli anni 2000, 2005 e 2020. La struttura del GeoDB è funzionale all'implementazione delle analisi spaziali e statistiche che permettono di estrapolare ulteriori informazioni dai dati digitalizzati. Il GeoDB contiene tre *feature* principali: linea di costa, linea di retrospiaggia, spiagge. Ad ogni *feature* sono associati dei domini e degli attributi che ne rendono possibile una precisa caratterizzazione. I domini principali relativi sia alla linea di costa, sia alla retrospiaggia sono stati individuati in Costa Naturale, Artificiale, Fittizia e Litologia. La struttura così concepita permette l'analisi spaziale e temporale delle diverse informazioni di dettaglio presenti all'interno del GeoDB, sia a livello nazionale che regionale. Di seguito vengono riportati tre esempi di caratterizzazione della linea di costa attraverso i domini: Litologia, Costa Naturale, Costa artificiale e relativi attributi.

**Litologia**

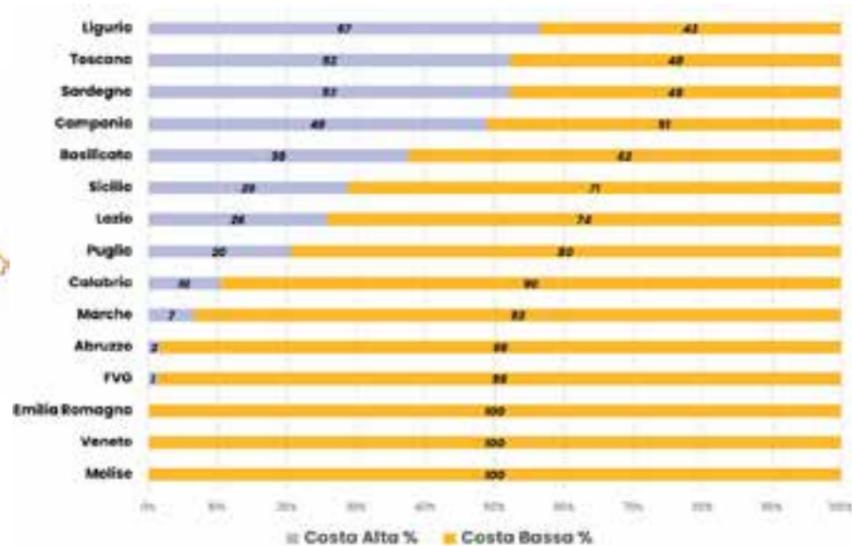


È stata adottata una convenzione per la classificazione litologica della costa bassa, distinta in 4 attributi:

- Sabbiosa** (per le spiagge con sedimento sabbioso, ghiaioso, e sabbioso - ghiaioso);
- Ciottolosa** (elementi di dimensioni centimetriche definite sulla base di sopralluoghi);
- Sabbiosa con massi / Ciottolosa con massi** (spiagge la cui linea di battigia è occupata da massi delle dimensioni nell'ordine dei metri);
- Rocciosa** (plateau rocciosi compatti o fratturati).

Da una prima analisi generalizzata per gli attributi Rocciosa e Sabbiosa si nota come, 9 regioni costiere su 15, siano caratterizzate da una litologia di predominanza "sabbiosa" (nel grafico comprende, per semplicità di rappresentazione, Ciottolosa, Sabbiosa con massi e Ciottolosa con massi). Laddove non sia stato possibile determinare la granulometria del sedimento con certezza dalla fotointerpretazione, si sono utilizzati i rilievi dell'Atlante delle spiagge italiane scala 1:100.000.

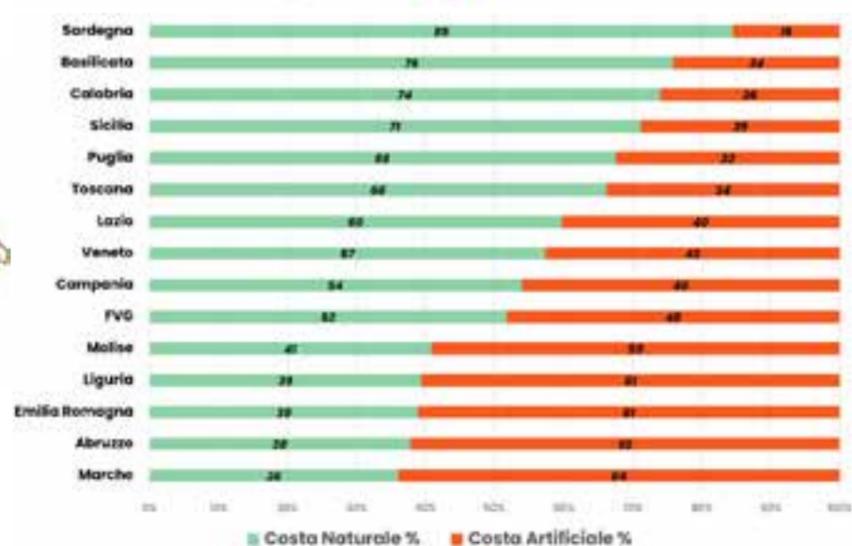
**Costa Naturale**



La fascia costiera italiana è caratterizzata per la maggior parte da una costa Bassa e "sabbiosa". A livello regionale fatta eccezione per Liguria, Sardegna e Toscana, che sono caratterizzate da una maggior presenza di costa Alta, certamente Rocciosa, la costa di tipo Bassa e Sabbiosa è predominante.

Il criterio adottato per giungere a questa distinzione è innanzitutto considerare la costa nel suo insieme: se si presenta al contatto col mare con una falesia o con un versante degradante e un'alta ripidità, che non consente quindi un accumulo detritico al piede e di conseguenza l'eventuale formazione di una zona di spiaggia alla base del versante, viene caratterizzata come "Alta rocciosa". Se invece al suo piede è presente un accumulo detritico (sabbia, ciottoli o massi), oppure una superficie rocciosa di abrasione (piattaforma di erosione litorale) di ampiezza di almeno 20/30 m, la costa viene caratterizzata come "Bassa rocciosa".

**Tipologia Costa**

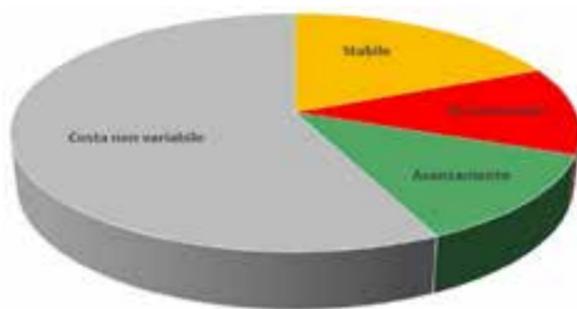


Grande importanza per le applicazioni potenziali dei dati rilevabili dalla caratterizzazione della linea di costa è la distinzione di tutto ciò che è Naturale da ciò che invece è Artificiale: dalle opere portuali, alle opere di difesa, alle opere che facilitano la fruizione della risorsa mare, come, ad esempio, le attività turistiche. Questo perché pianificare interventi in aree costiere richiede un'attenta analisi della naturale tendenza evolutiva dei litorali, soprattutto in aree già soggette a problematiche di tipo ambientale e socioeconomico. Per questo la classificazione delle aree costiere a partire dai principali parametri fisici e morfologici che ne determinano lo status quo, risulta basilare per identificare unità indipendenti dal punto di vista morfodinamico, cui ricondurre qualunque ipotesi di intervento lungo i litorali. Gli attributi relativi al dominio Artificiale sono principalmente riferiti a 4 grandi categorie: **Opere di difesa costiera, Opere portuali, Altro (lidi, pontili, etc.), Colmate**. Sovente la maggior parte dell'antropizzazione della costa risulta essere caratterizzata dalle Opere di difesa costiera realizzate con il fine di contenere i fenomeni di erosione.

**DINAMICA COSTIERA** – Oltre alla realizzazione di mappe tematiche per l'analisi della fascia costiera è possibile ottenere l'analisi della dinamica costiera. L'analisi viene realizzata col metodo dei buffer: una volta definite due linee di costa si stabilisce un limite di distanza, (un buffer tra queste), entro cui lo scostamento non viene considerato rilevante e viene assegnato a quei tratti il valore "Stabilità"; al contrario, ove i corrispondenti tratti di costa superano quella distanza, si assegnano i valori di "Erosione" o "Avanzamento", nel caso che la linea più recente sia arretrata o avanzata rispetto a quella più datata. Ad oggi è possibile confrontare 4 linee principali: **1950** - linea di costa "storica" che è stata ricavata dalla digitalizzazione delle tavolette IGM 1:25.000, per lo più risalenti agli anni '50 del novecento, (a causa di questa origine, il dato ottenuto ha una precisione limitata); **2000 e 2006** - linee ottenute dalla digitalizzazione e dalla caratterizzazione delle ortofoto IT2000 e IT2006 del MASE, con valori di risoluzione a terra pari a 1 e 0,5m; **2020** - linea ottenuta dalle immagini di Google Maps, con risoluzione sotto 0,5m. L'analisi spaziale della dinamica costiera non si applica a tutta la costa compresa in una UF: la costa rocciosa e le foci fluviali vengono escluse, così come le porzioni di costa che comprendono opere antropiche ("Costa non variabile").



Confronto diretto tra la linea di costa 2005 e la linea di costa 2020



La mappa rappresenta l'analisi della dinamica della costa italiana ottenuta dal confronto diretto tra la linea di costa 2005 e la linea di costa 2020





**RIASSUNTO** Nel quadro della Direttiva UE per la pianificazione dello spazio marittimo (2014/89/UE), l'Italia sta predisponendo i Piani per l'uso di unità spaziali marine per diversi settori della Blue Economy, inclusa l'acquacoltura. La carenza di siti marini idonei è uno dei fattori che limita l'espansione dell'acquacoltura nel Mediterraneo (COM 2021/236). Per facilitare l'identificazione di queste aree, ISPRA ha realizzato una *GIS WebApp* dedicata all'acquacoltura marina in Italia. La WebApp "AQUAGIS" è integrata nel Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA) di ISPRA, contiene informazioni sugli usi del mare e dati oceanografici, ambientali e socio-economici necessari per la zonazione delle aree marine, l'identificazione delle AZA e la restituzione di mappe vocazionali per l'acquacoltura, a diversa risoluzione su scala nazionale e regionale.

**ABSTRACT** In the framework of the EU Directive for Maritime Spatial Planning (2014/89/EU) Italy is planning the use of marine space units for different blue economy sectors, including aquaculture. The lack of suitable sites is one of the limiting factors for the expansion of aquaculture in European and Mediterranean seas (COM 2021/236 final). To facilitate the identification of marine areas to be allocated to aquaculture, ISPRA developed a GIS WebApp dedicated to marine aquaculture in Italy, currently hosted in the National Environmental Information System in ISPRA. The WebApp "AQUAGIS" has information on different uses of the sea and a set of oceanographic, environmental, socio-economic data required for zoning process of marine areas, identification of Allocated Zones for Aquaculture (AZAs) and publication of aquaculture suitability maps at different scales and resolution.

In Italia sono presenti 56 concessioni per piscicoltura equivalenti allo 0,008% dello spazio marino entro le 12MN e 656 concessioni per molluschicoltura equivalenti allo 0,13% (2023)



La **Valutazione Spaziale Multicriteri** è il modello di analisi elettivo nel processo decisionale per l'identificazione delle aree idonee ad ospitare attività di maricoltura. L'analisi compara diversi fattori, spesso eterogenei, utilizzando Sistemi Informativi Territoriali per: i) mappare le aree marine vincolate o destinate ad altri usi del mare; ii) identificare, per sottrazione, le aree marine libere e potenzialmente compatibili con attività d'acquacoltura sulla base di criteri batimetrici; iii) identificare, con analisi di **Combinazione Lineare Pesata (WLC)** i siti marini più vocati, secondo una scala di idoneità che combina diversi criteri, ricampionati alla stessa risoluzione spaziale e pesati per rilevanza. Il processo di analisi richiede l'elaborazione di dati oceanografici, ambientali e socio-economici, raccolti in situ, da satellite e da modello.

Le informazioni per mappare le **aree non compatibili con l'acquacoltura** sono espresse da dati vettoriali organizzati in tre macro-categorie: limiti amministrativi, vincoli ambientali e vincoli e usi antropici.

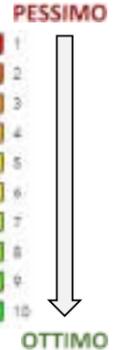
L'analisi di idoneità delle aree marine per l'acquacoltura utilizza criteri di carattere oceanografico, ambientale e socio-economico.

VINCOLI E USI DEL MARE	Fonte
<b>LIMITI AMMINISTRATIVI</b>	
Limite 12 MN	Rete del Sistema Informativo Nazionale Ambientale
Linea di costa	
<b>VINCOLI AMBIENTALI</b>	
Aree Marine Protette (AMP)	Geoportale del MiTE
Habitat protetti	Geoportale del MiTE, Strategia Marina
Foci dei principali fiumi	Elaborazione ISPRA
Depuratori costieri	ISPRA - SINTAI
SIN marini	Cartografia Web MiTE
<b>VINCOLI E USI ANTROPICI</b>	
Attività di acquacoltura preesistenti	SID e Associazioni produttori
Porti principali	Corine Land Cover 2006 – IV livello
Relitti	Istituto Idrografico Marina Militare
Barriere soffolte	Ordinanze delle Cap. di Porto, Strategia Marina
Insediamenti industriali costieri	Corine Land Cover 2006 – IV livello
Torri petrolifere	WebGIS DGS-UNMIG Open Data del MISE
Piattaforme idrocarburi	
Servizi militari	Istituto Idrografico Marina Militare
Aree affondamento esplosivi	
Ordigni inesplosi	
Campi boe	Ordinanze delle Capitanerie di Porto
Aree prelievo acqua antincendio	
Aree rimorchio	
Aree sosta e ancoraggio	
Divieto ormeggio e ancoraggio	Istituto Idrografico Marina Militare
Condotte sottomarine	
Cavi sottomarini	
Aree di cavi con divieti	
Rotte principali	

CRITERI DI IDONEITA'	Fonte
<b>OCEANOGRAFICI</b>	
Batimetria	EMODnet
Pendenza fondale	Elaborazione da dati EMODnet
Tipologia fondale	EMODnet
Altezza onda	Modello numerico SWAN (RomaTRE Dip. Ing.)
Corrente	Modello accoppiato MITgcm-BFM (OGS) su CMEMS
<b>AMBIENTALI</b>	
Ossigeno disciolto	Modello accoppiato MITgcm-BFM (OGS) su CMEMS
Temperatura superficiale	
Clorofilla a	CMEMS
Materia particolata sospesa	
<b>SOCIO-ECONOMICI</b>	
Distanza dai porti	Elaborazione ISPRA
Traffico marittimo	EMODnet
Sforzo di pesca	Global Fish Watch
Visibilità dalla costa	Elaborazione ISPRA

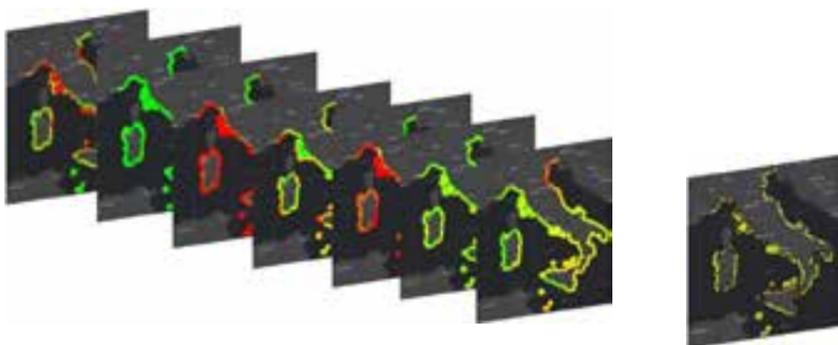
Criteri utilizzati nella valutazione di idoneità per la piscicoltura e molluschicoltura e relative sorgenti dati

Criteri	Parametri	Intervallo di valori		
		Ottimale	Idoneo	Critico
Oceanografici	Batimetria (m)	40-90	25-90	<25 - >90
	Tipologia fondale	Sabbia	Altri	Rocce, Limo, Argilla
	Pendenza fondale (%)	10-20	0-30	>30
Ambientali	Altezza onda (Hs in m)	<0.7	0-2.5	>2.5
	Corrente media (m/s)	0.05-0.1	0.02-0.5	>0.02 - >0.5
	O <sub>2</sub> disciolto (mg/l)	>6.5	5-6.5	<5
Logistici	O <sub>2</sub> disciolto (‰)	90-100	85-100	<85
	T superficiale (°C)	18-26	15-30	<15 - >30
	Distanza dai porti (km)	1-4	1-8	>8



Vincoli e usi del mare che precludono o limitano le attività di acquacoltura e relative sorgenti dati

IDONEITA' DELLE AREE MARINE A LIVELLO NAZIONALE - Ris.4 km



Sovrapposizione pesata (WLC) dei livelli informativi relativi ai criteri di idoneità riclassificati secondo la scala 1-10. Il risultato è la carta vocazionale nazionale con risoluzione spaziale di 4 km.

Esempio di riclassificazione dei criteri – Modello di analisi per la piscicoltura

IDONEITA' DELLE AREE MARINE A LIVELLO REGIONALE - Ris.750 m



Idoneità alla molluschicoltura (A) e alla piscicoltura (B) al netto dei vincoli lungo le coste del Lazio e della Campania. La scala di idoneità è stata raggruppata nelle classi alta, media e bassa.

I casi di studio condotti con risoluzione a 750m lungo le coste della regione Lazio e della regione Campania hanno identificato circa 30.000 ha di spazio marino ad alta idoneità per la molluschicoltura e circa 26.000 ha ad alta idoneità per la piscicoltura. Tali spazi sono al netto dei vincoli ed altri usi del mare e all'interno delle batimetriche idonee all'allevamento dei molluschi (8-40m) e dei pesci (25-80m).



# AREE MARINE VOCATE PER L'ACQUACOLTURA

## Legenda

### VINCOLI AMBIENTALI

-  AREE MARINE PROTETTE
-  HABITAT PROTETTI
-  FOCI PRINCIPALI FIUMI
-  DEPURATORI COSTIERI
-  PORTI PRINCIPALI

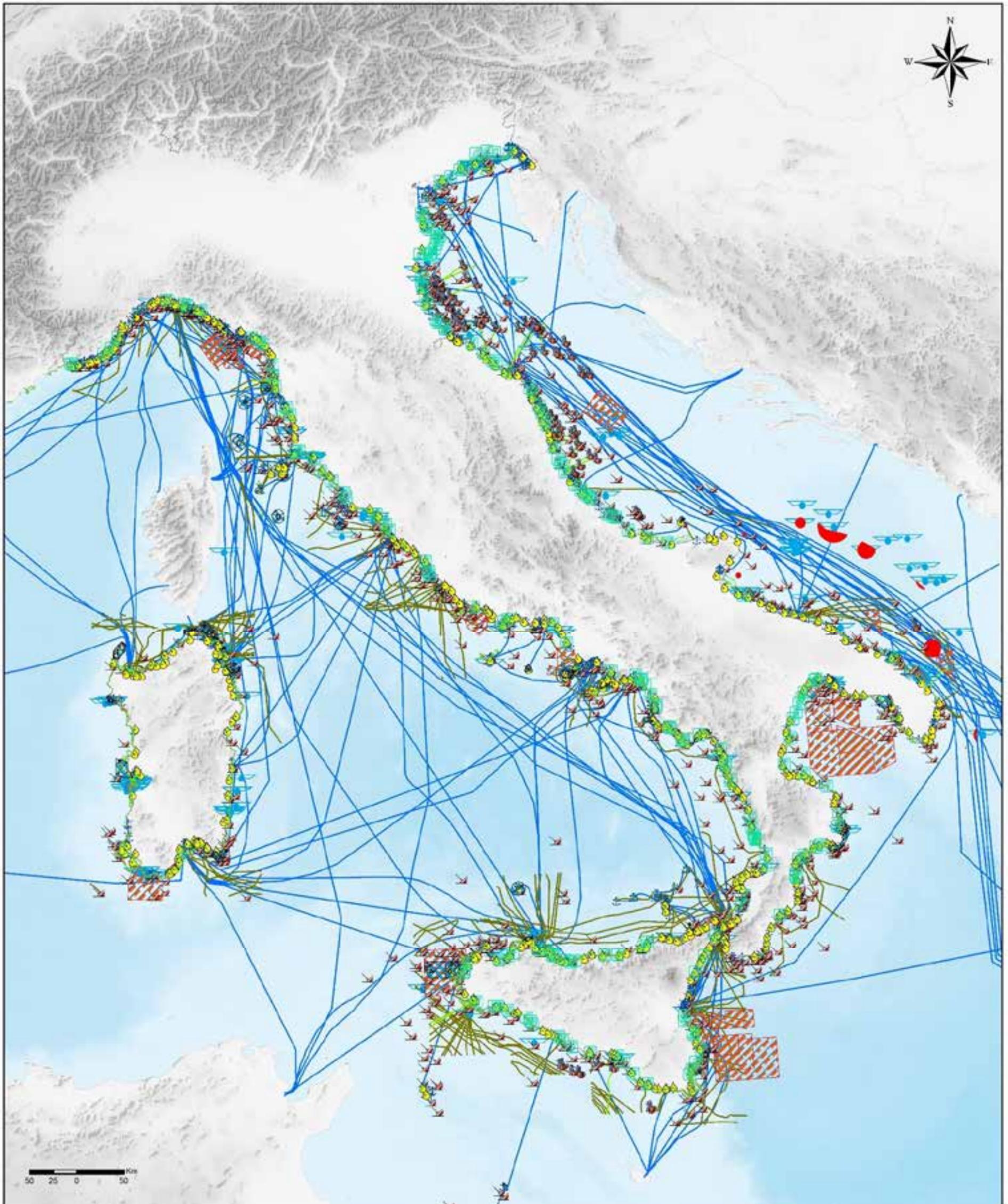
### VINCOLI E USI ANTROPICI

-  RELITTI
-  BARRIERE SOFFOLTE
-  INSEDIAMENTI INDUSTRIALI COSTIERI
-  TORRI PETROLIFERE
-  PIATTAFORME IDROCARBURI
-  SERVITU MILITARI

-  AREE AFFONDAMENTO ESPLOSIVI
-  ORDIGNI INESPLOSI
-  BOE (RON 2009)
-  CAMPI BOE
-  AREE DI PRELIEVO ACQUA ANTINCENDIO
-  AREE RIMORCHIO

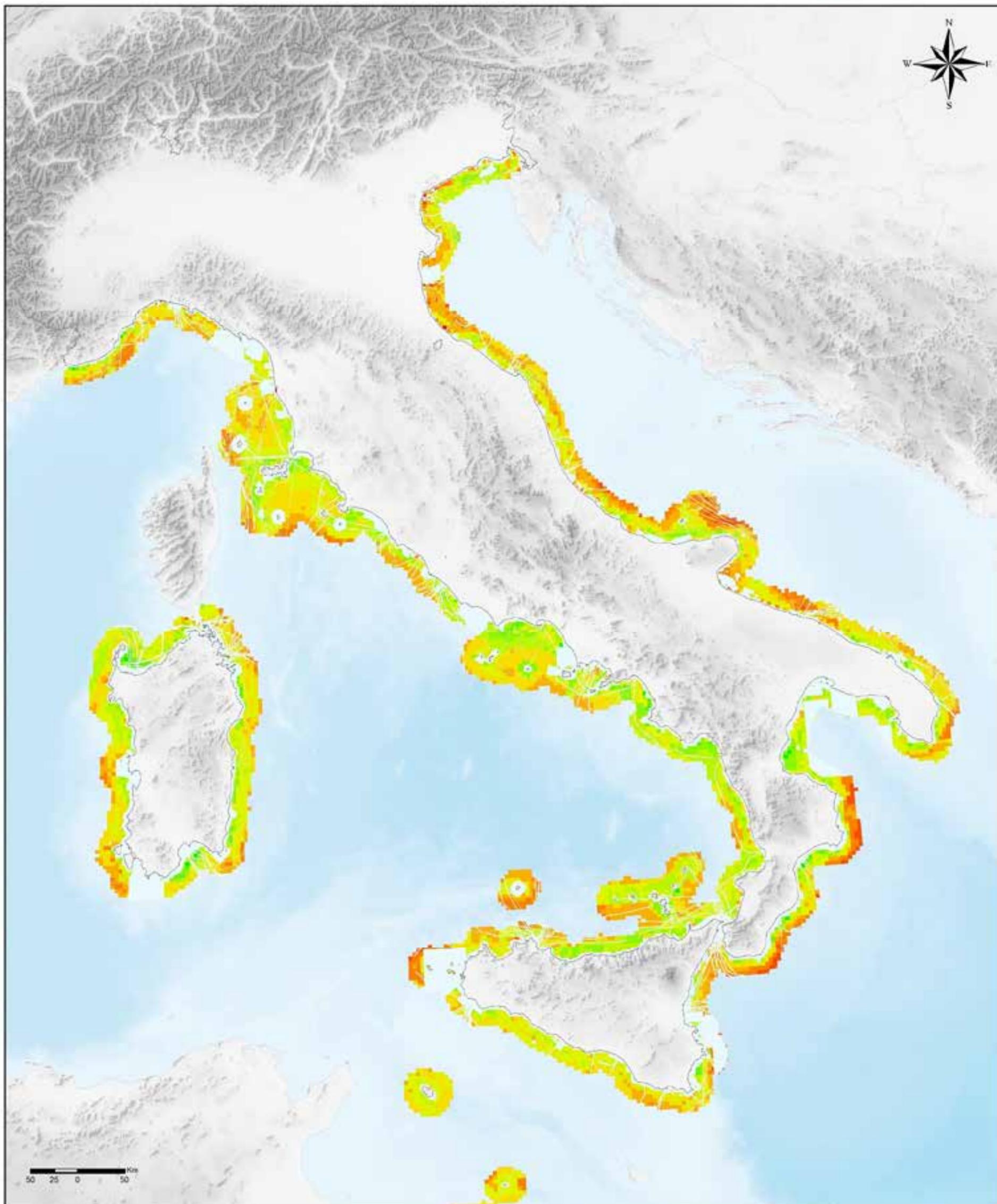
-  AREE DI ANCORAGGIO
-  DIVIETO DI ORMEGGIO
-  CONDOTTE SOTTOMARINE
-  CAVI SOTTOMARINI
-  AREE DI CAVI CON DIVIETI
-  ROTTE PRINCIPALI

Mappa dei vincoli ed usi non compatibili con l'Acquacoltura



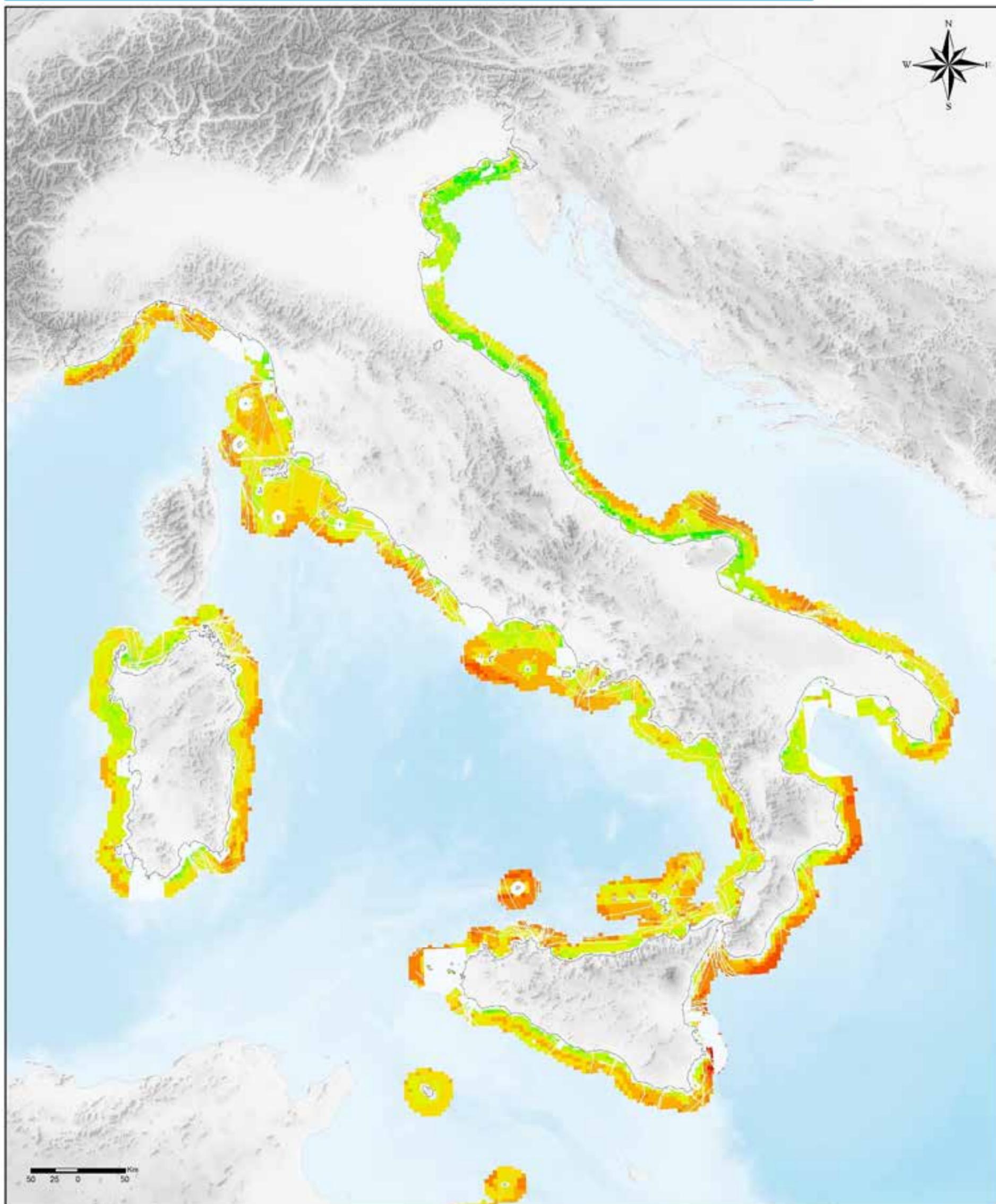


Mappa della vocazionalità alla Piscicoltura all'interno delle 12 mn al netto dei vincoli ed usi (risoluzione 4km)





Mappa della vocazionalità alla Molluschicoltura all'interno delle 12 mn al netto dei vincoli ed usi (risoluzione 4km)





**RIASSUNTO** – Il monitoraggio dei rifiuti marini che si depositano lungo le coste italiane fa parte delle attività, inerenti l'applicazione della Direttiva Quadro per la Strategia Marina, portate avanti da SNPA con il coordinamento del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. In questa sezione ci si riferisce ai dati del 2015-2021, durante i quali sono stati campionati più di 600.000 rifiuti su 69 spiagge italiane per due volte l'anno. I rifiuti sono quindi stati catalogati e classificati a seconda delle loro caratteristiche e per provenienza, con particolare attenzione a quelli provenienti dalla pesca e acquacoltura e plastica monouso. Viene inoltre fornito un quadro normativo sulle potenziali risposte definite a livello nazionale ed europeo, con l'obiettivo di prevenire e ridurre l'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente, in particolare quello marino.

**ABSTRACT** – Beach litter monitoring on Italian coasts is one of the main activities, concerning the application of the Marine Strategy Framework Directive, carried out by SNPA under the supervision of the Ministry of Environment and Energy Security. During the period here examined (2015 – 2021) more than 600.000 items have been sampled along 68 Italian beaches, two times per year. Litter has been classified with particular focus on litter coming from aquaculture and fisheries and single-use plastic. An overview of regulations carrying potential responses is also given, with the aim to prevent or limitate the impact of these materials on the marine environment.



L'Italia, in applicazione della **Direttiva Quadro per la Strategia Marina**, effettua dal 2015 un intenso programma di monitoraggio dei rifiuti marini, compresi quelli spiaggiati, sotto il coordinamento del Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica. Considerando la diversità geografiche e idrologiche delle acque che bagnano le coste italiane i risultati dei monitoraggi della Strategia Marina vengono riferiti a tre aree distinte, dette sottoregioni, così denominate: "Mediterraneo occidentale", "Mare Adriatico" e "Mar Ionio e Mediterraneo centrale". Tra il **2015** e il **2021** le Agenzie Regionali per la Protezione dell'Ambiente (ARPA), con il coordinamento tecnico e scientifico di ISPRA, hanno contato e catalogato **quasi 600.000 rifiuti** in aree campione di **69 spiagge italiane** per un totale di più di 6 km di spiaggia monitorati due volte l'anno, in primavera e autunno.



*Un unico monitoraggio a livello Europeo per un obiettivo ambizioso*

Queste informazioni, raccolte secondo una **metodologia definita a livello europeo**, sono essenziali per capire lo stato delle nostre spiagge e per indirizzare misure e politiche gestionali specifiche verso i settori maggiormente responsabili della produzione degli oggetti che finiscono nel mare e lungo le coste. **20 rifiuti marini ogni 100 metri di costa** è il valore soglia recentemente stabilito a livello europeo per definire una spiaggia pulita. Un traguardo ambizioso in particolare per i Paesi euro-mediterranei che risentono della struttura semi-chiusa del Mediterraneo e che devono interfacciarsi con paesi non UE con i quali condividono lo stesso mare. **Lungo le coste italiane negli anni 2015-2021 sono stati contati mediamente 395 rifiuti ogni 100 metri**, con alcune differenze tra sottoregioni: **522 rifiuti/100 m nel Mare Adriatico, 407 rifiuti/100 m nel Mediterraneo occidentale e 231 rifiuti/100 m nella sottoregione marina che comprende il Mar Ionio e il Mediterraneo centrale**. Si segnala che negli ultimi due anni si è osservata una riduzione dei rifiuti spiaggiati: mentre nel periodo 2015-2019 superavano mediamente ogni anno i 400 oggetti/100 m, nel 2020 la densità si è ridotta a 311 oggetti/100 m, e nel 2021 è ulteriormente diminuita a 273 oggetti/100 m.

*I rifiuti spiaggiati: pesca e acquacoltura*

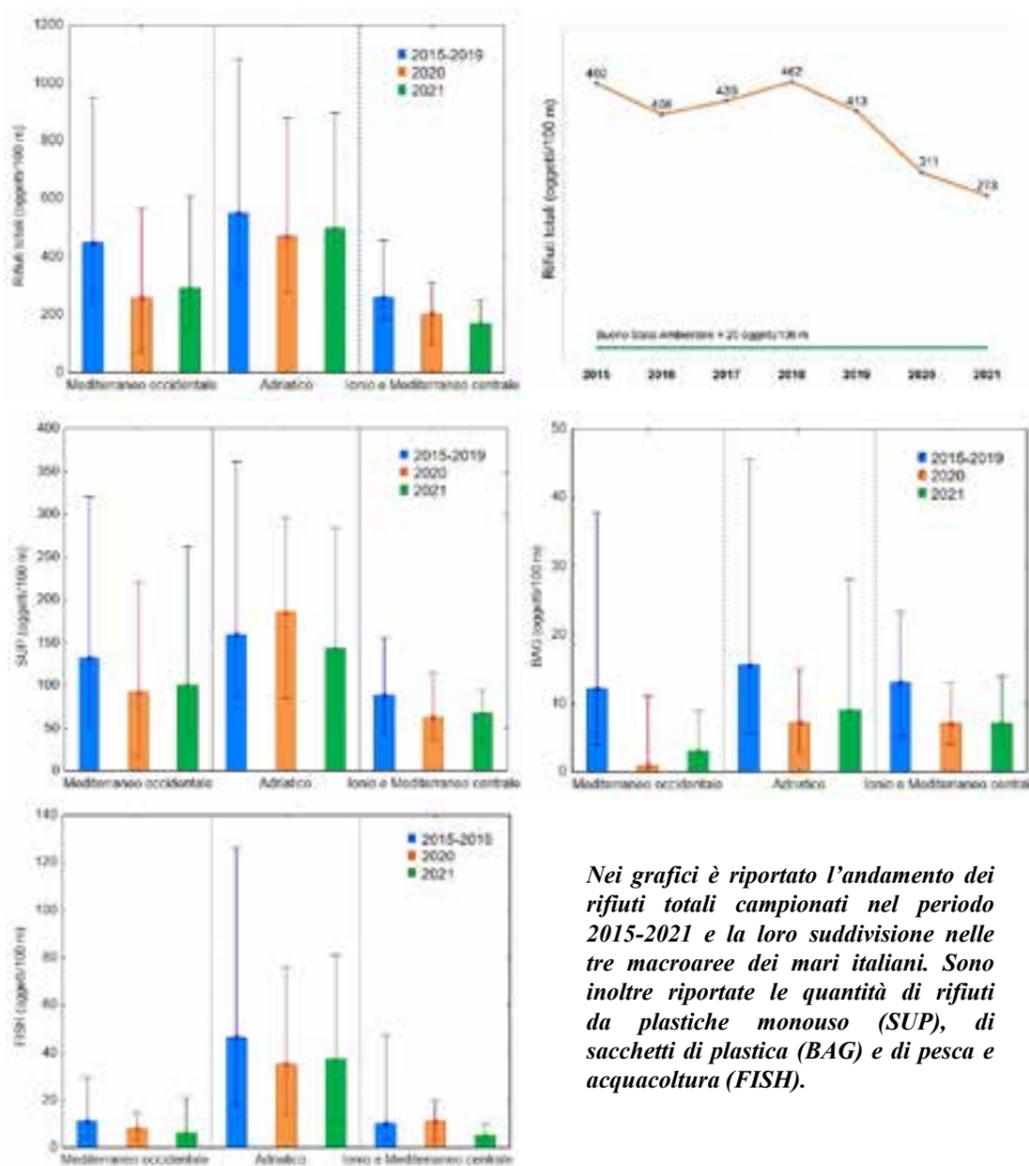


I rifiuti spiaggiati che derivano dalla **pesca** e dall'**acquacoltura** sono costituiti principalmente da boe, reti da pesca, lenze, cassette di polistirolo per il trasporto del pesce e rifiuti delle attività di acquacoltura. **Tra il 2015 e il 2021 se ne sono trovati mediamente 16 ogni 100 m di spiaggia monitorata**, con grandi differenze tra le sottoregioni: in Adriatico infatti se ne incontrano in media **41 ogni 100 m**, mentre in Mediterraneo occidentale e nel Mar Ionio e Mediterraneo centrale se ne contano mediamente 10 ogni 100 m.

*I rifiuti spiaggiati: plastica monouso*

Il costante e crescente utilizzo della plastica per un'ampia gamma di usi di breve durata è una delle principali cause della grande produzione di rifiuti di questa epoca. Un milione di bottiglie di plastica viene venduto ogni minuto nel mondo.

I monitoraggi dei rifiuti spiaggiati hanno confermato che gli oggetti più frequenti lungo i litorali italiani sono **monouso e imballaggi in plastica** come borse per la spesa, contenitori alimentari, cotton fioc, tazze in polistirolo e bottiglie che da soli rappresentano quasi un terzo dei rifiuti trovati. **Tra il 2015 e il 2021, sulle coste Adriatiche sono stati trovati mediamente 160 oggetti monouso in plastica per 100 m di spiaggia monitorata, 120 nel Mediterraneo occidentale e 75 nello Ionio e nel Mediterraneo centrale.**



*Nei grafici è riportato l'andamento dei rifiuti totali campionati nel periodo 2015-2021 e la loro suddivisione nelle tre macroaree dei mari italiani. Sono inoltre riportate le quantità di rifiuti da plastica monouso (SUP), di sacchetti di plastica (BAG) e di pesca e acquacoltura (FISH).*

Per fortuna qualcosa sta cambiando.

In Italia, a partire dal 1 gennaio 2018, è entrata in vigore la legge che vieta l'uso dei sacchetti di plastica leggeri e ultraleggeri utilizzati nei supermercati per imbustare frutta e verdura. L'Italia è stato inoltre il primo paese nell'Unione Europea a bandire la produzione e la vendita di cotton fioc di plastica a partire dal 1 gennaio 2019. Dal 3 luglio 2021 anche in Italia è entrata in vigore la Direttiva sulla plastica monouso (UE 2019/904) con l'obiettivo di prevenire e ridurre l'incidenza di determinati prodotti di plastica sull'ambiente, in particolare quello marino.

La direttiva, fra le altre cose, regola una più chiara etichettatura dei prodotti che contengono plastica per facilitare scelte più consapevoli nel consumatore.

Inoltre, vieta l'immissione sul mercato di alcuni articoli monouso in plastica dal 2021 (posate, piatti, cannucce, contenitori per alimenti e bevande), impone l'utilizzo di tappi integrati ai contenitori entro il 2024, fissa la percentuale di raccolta differenziata delle bottiglie di plastica al 77% entro il 2026 e al 90% entro il 2029 e stabilisce il loro contenuto in plastica riciclata. Sempre secondo la direttiva, i paesi dell'UE dovranno operare un'ambiziosa e duratura riduzione dei consumi di tazze di plastica monouso (inclusi tappi e coperchi) e di contenitori per alimenti rispetto al 2022.

Entro il 2029 il 90% delle bottiglie di plastica dovrà essere riciclato. Entro il 2025 le stesse bottiglie di plastica dovranno contenere almeno il 25% di contenuto riciclato e il 30% entro il 2030.



**Rifiuti spiaggiati totali**

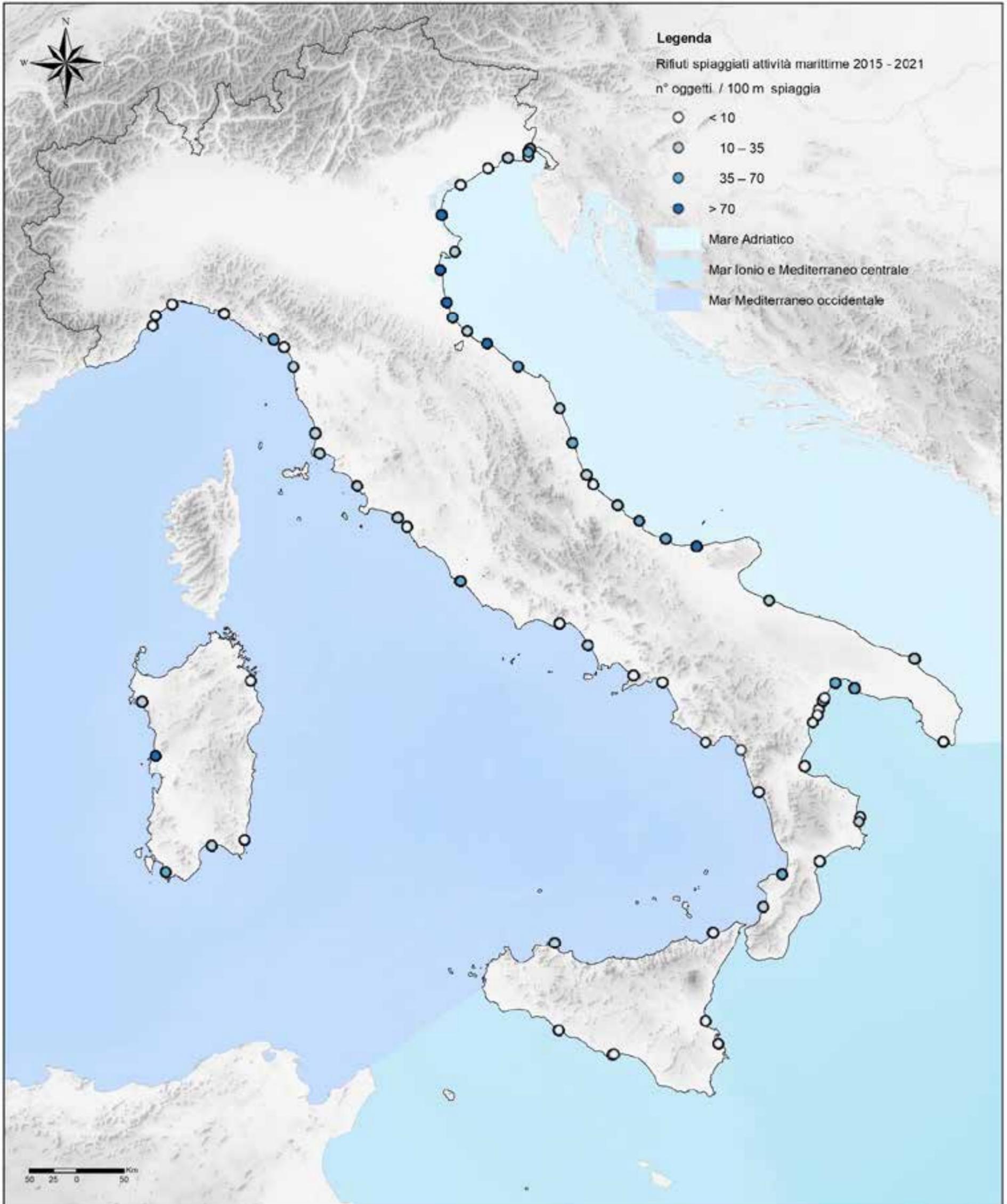
La mappa mostra la densità media di rifiuti (oggetti per 100 metri di spiaggia) dal 2015 al 2021 nei tratti di spiaggia monitorati.





Rifiuti dalla pesca e acquacoltura

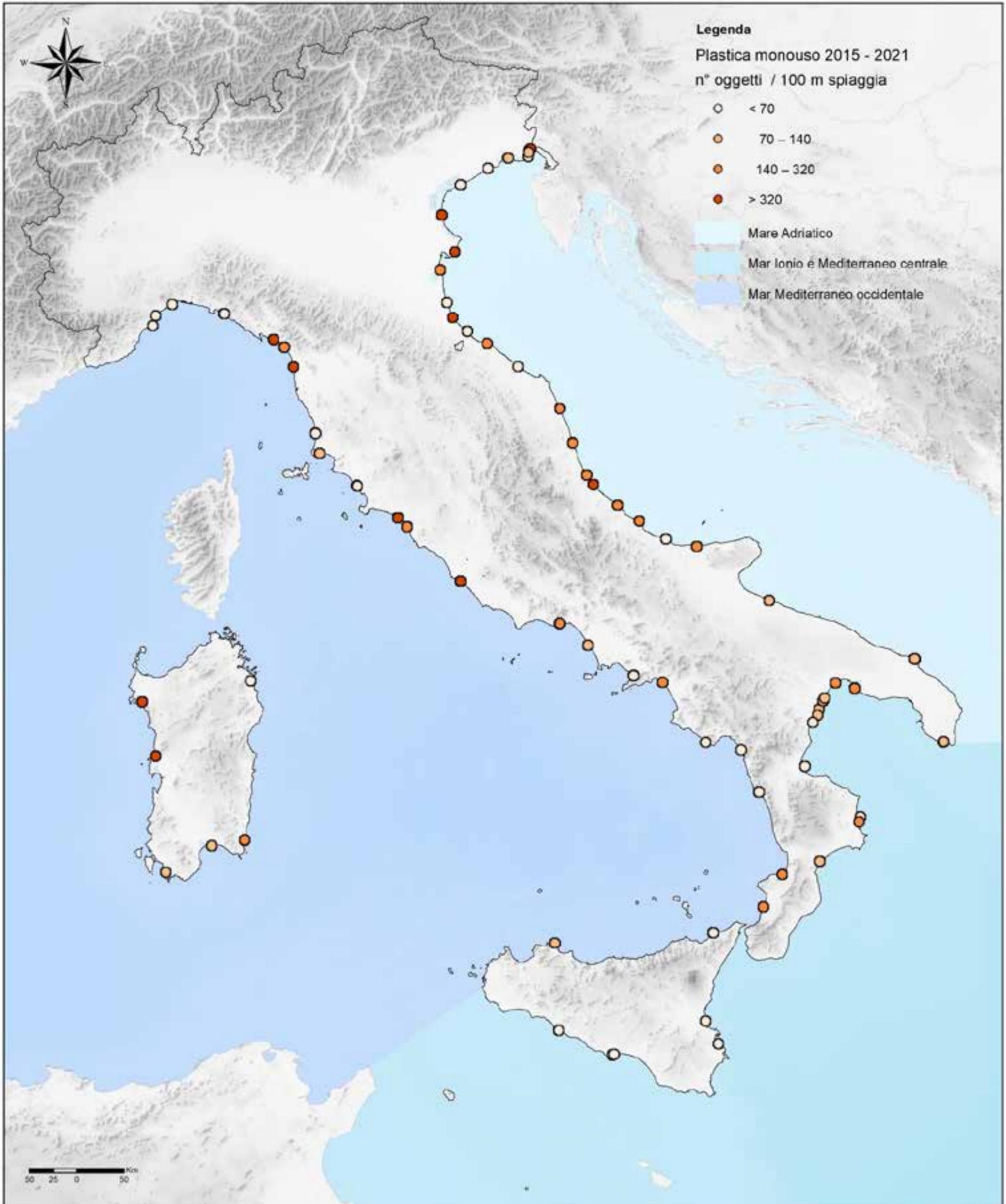
La mappa mostra la densità media dalla pesca e acquacoltura (oggetti/100 m) dal 2015 al 2021 nei tratti di spiaggia monitorati.





Rifiuti spiaggiati di plastica monouso

La mappa mostra le densità medie di rifiuti di plastica monouso (oggetti/100 m) dal 2015 al 2021 nei tratti di spiaggia monitorati.





**RIASSUNTO** – Per un paese come l'Italia, con oltre 8.000 km di coste e più di 400 milioni di presenze annue in termini di turismo marino, garantire la balneabilità delle proprie acque è una questione prioritaria. Le acque di balneazione (oltre 5.000) sono monitorate annualmente da oltre 40 anni e la classificazione della qualità delle acque (scarsa, sufficiente, buona, eccellente) viene effettuata sulla base dei monitoraggi, svolti nelle ultime 4 stagioni balneari, di due indicatori di contaminazione fecale (enterococchi intestinali ed *Escherichia coli*). Inoltre, a maggior tutela della salute pubblica, durante la stagione balneare viene eseguito anche il monitoraggio per la sorveglianza di specie algali potenzialmente tossiche (cianobatteri e *Ostreopsis cf. ovata*), la cui presenza ed eventuale tossicità è da imputare a molteplici cause incluso il cambiamento climatico (ad es. l'aumento delle temperature e la maggiore disponibilità di nutrienti). Anche l'aumento degli eventi di inquinamento di breve durata è presumibilmente collegabile al cambiamento climatico (piogge intense, dilavamento dei suoli e apertura dei «troppo pieno» dei depuratori).

**ABSTRACT** – Italian coasts are over 8,000 km long and a consistent touristic presence (about 400 million of persons per season) obliges Italian institutions to consider seriously the preservation of bathing waters. Over 5,000 bathing waters are regularly monitored from over 40 years and the classification of water quality (poor, sufficient, good and excellent) is done by considering the last 4 years of recordings about the presence and density of fecal bacteria (intestinal enterococci and *Escherichia coli*). Moreover, for a better safeguard of public health, during the bathing season also the presence of potentially toxic algae is monitored (cyanobacteria and *Ostreopsis cf. ovata*) whose presence and eventual toxicity are due to multiple causes, including the climate change (i. e. the rise of temperatures and the increased availability of nutrients). The increased occurrence of short-term pollutant events is also presumably connected to climate change (heavy rains, soil leaching and opening of overflow systems in swage treatment plants).

Sono definite acque di balneazione le aree di un corpo idrico in cui un congruo numero di persone abitualmente fa il bagno e nelle quali non è presente un divieto di balneazione.

L'Italia ha oltre 8.000 km di coste, per un totale di oltre 4.000 acque di balneazione marine. Ogni estate l'Italia registra milioni di presenze sulle sue coste ed è quindi necessario mantenere alto il livello di balneabilità. Le acque di balneazione vengono monitorate e controllate da oltre 40 anni. Ad oggi il controllo segue quanto riportato nella Direttiva Europea 2006/07/CE, recepita in Italia con il Dlgs 116/2008, che stabilisce disposizioni in materia di monitoraggio, classificazione e gestione delle acque di balneazione, al fine di tutelare la salute umana, attraverso il miglioramento della qualità dell'ambiente. Con queste norme si introduce anche per la balneazione il concetto di gestione e valutazione del rischio, modificando, di fatto, tutto il sistema di controllo attuato fino ad allora; cambiano i criteri e le definizioni delle acque di balneazione, le frequenze di prelievo ed i parametri da analizzare introducendo la classificazione e la previsione.



Monitorare la balneabilità per preservare la salute umana

La normativa prevede che prima dell'inizio della stagione balneare le Regioni individuino le acque di balneazione del proprio territorio e la durata della stagione balneare. Ogni acqua sarà rappresentata da punto di monitoraggio e da un profilo, ovvero una descrizione dettagliata dell'area e delle pressioni che insistono sull'area. Il monitoraggio è effettuato su indicatori di contaminazione fecale (*Escherichia coli* ed Enterococchi intestinali), con frequenza mensile e durante tutta la stagione balneare, che generalmente va da maggio a settembre. I risultati del monitoraggio dell'ultima stagione balneare e quelli delle tre precedenti, servono per classificare le acque di balneazione secondo 4 classi di qualità: eccellente, buona, sufficiente e scarsa.

Passando dalla classe eccellente a quella scarsa la probabilità di contrarre una patologia associata a contaminazione fecale (gastroenteriti, dermatiti, congiuntiviti, ecc.) aumenta.

Questi dati possono essere un riscontro dell'efficacia dei sistemi di depurazione che scaricano nel corpo idrico o della corretta gestione di potenziali elementi inquinanti nell'area di influenza dell'acqua di balneazione.

Infine, la direttiva prevede che i bagnanti siano avvisati e informati sullo stato di un'acqua di balneazione, in particolare della presenza di eventuali pericoli e di eventuali misure di gestione messe in atto per limitarne gli effetti.



L'inquinamento di breve durata

L'inquinamento di breve durata è una contaminazione microbiologica che ha cause chiaramente identificabili e si prevede che influisca normalmente sulla qualità dell'acqua di balneazione fino a 72 ore dal primo impatto. Le cause degli eventi di inquinamento a breve termine sono gli eventi meteorologici (principalmente le precipitazioni intense) e il conseguente sovraccarico della rete fognaria e dei sistemi di trattamento delle acque reflue che non riescono a contenere un volume molto superiore a quello per cui sono stati progettati.



Eventi inquinanti nel periodo 2015-2019

PARAMETRI (unità di misura)	ACQUE (tipo)	CLASSI DI QUALITÀ			
		Eccellente	Buona	Sufficiente	Scarsa
Enterococchi intestinali (n°/100 ml)	Costiere	100 (*)	200 (*)	185 (**)	>185 (**)
	Interne	200 (*)	400 (*)	330 (**)	>330 (**)
<i>Escherichia Coli</i> (n°/100 ml)	Costiere	250 (*)	500 (*)	500 (**)	>500 (**)
	Interne	500 (*)	1000 (*)	900 (**)	>900 (**)

**Legenda**  
 (\*) basato sulla valutazione del 95° percentile  
 (\*\*) basato sulla valutazione del 90° percentile

Unità di misura utc/100 ml per metodiche EN ISO 9308-1 (*Escherichia coli*) e EN ISO 7899-2 (Enterococchi Intestinali) o mpn/100 ml per metodiche EN ISO 9308-3 (*Escherichia coli*) e EN ISO 7899-1 (Enterococchi Intestinali)

Criteri di valutazione da parte delle Regioni per la classificazione delle acque di balneazione al termine della stagione (D.lgs. N. 116/2008 - Allegato I)

Presenza di *Ostreopsis cf. Ovata* lungo le coste italiane

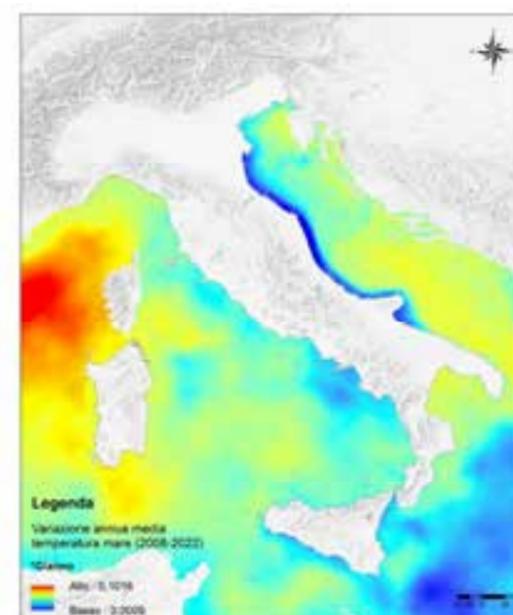
*Ostreopsis cf. ovata* è una microalga bentonica potenzialmente tossica, tipica delle aree tropicali, subtropicali e temperate come quelle del mar Mediterraneo.

Ad oggi è presente nella maggior parte delle regioni costiere italiane con concentrazioni che possono dare luogo a fenomeni di intossicazione umana e ad effetti tossici su organismi marini bentonici (mitili, patelle, echinodermi, macroalghe).

Gli effetti sugli organismi marini bentonici sono, ad esempio, perdita di funzionalità o mortalità mentre, l'esposizione umana per inalazione o per contatto può provocare una sindrome parainfluenzale o irritazioni cutanee. Le fioriture massive possono determinare anche alterazioni quali colorazioni anomale delle acque. Negli ultimi anni un aumento delle proliferazione alle nostre latitudini può essere ragionevolmente messo in relazione all'innalzamento della temperatura superficiale del mare.



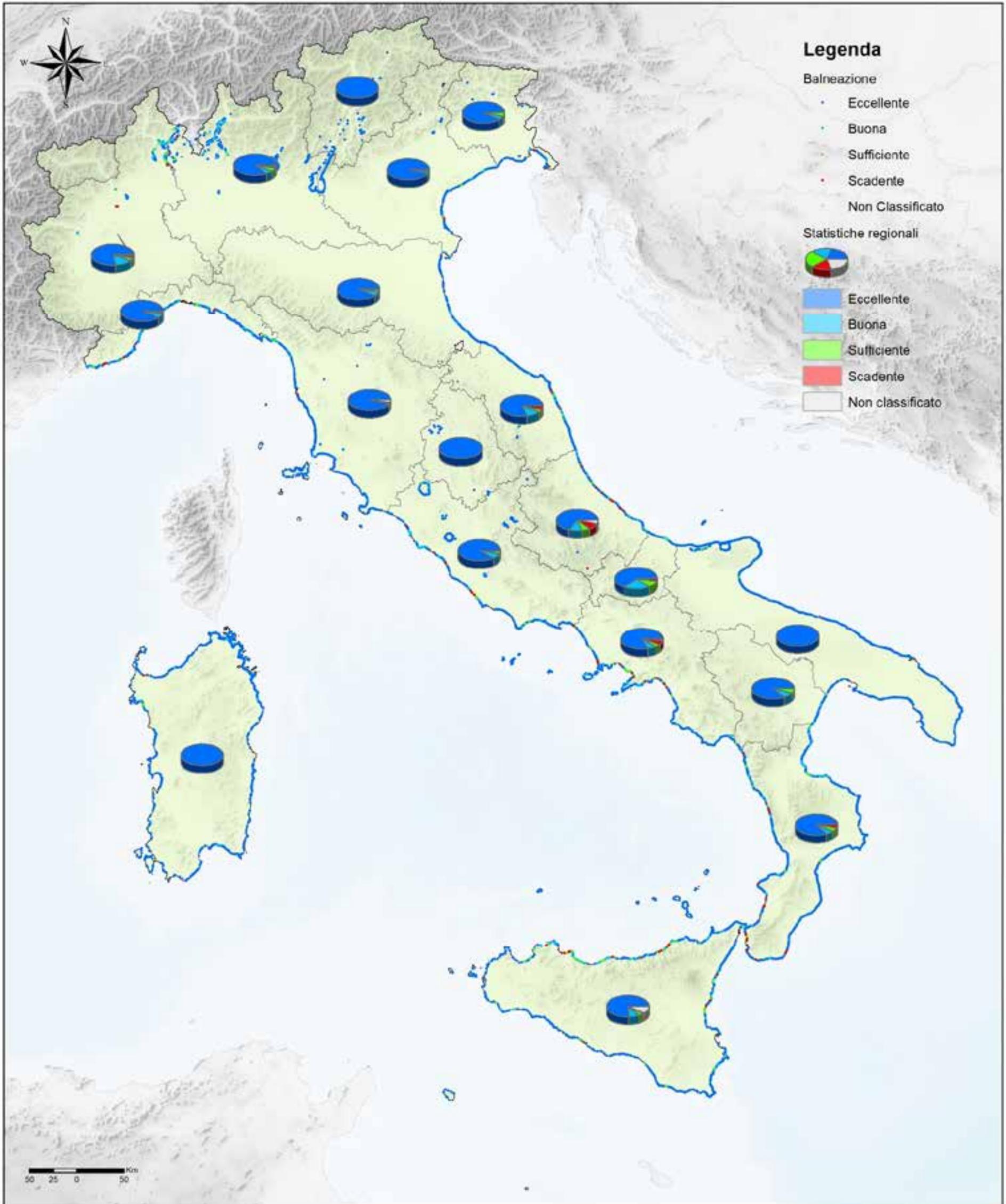
Mappa della presenza o dei superamenti di soglia di *Ostreopsis cf. ovata* nel periodo 2010 - 2021



Variazione annua della temperatura superficiale del mare espressa in °C/anno nel periodo 2008-2022



La mappa riporta la classificazione di balneabilità delle acque regionali in scadente, sufficiente, buona, eccellente per l'anno 2021.





**RIASSUNTO** – I pesticidi sono prodotti utilizzati per combattere organismi ritenuti dannosi. Comprendono i prodotti fitosanitari [Reg. CE 1107/2009], utilizzati in agricoltura, e i biocidi [Reg. UE 528/2012], impiegati in vari campi di attività (disinfettanti, preservanti, pesticidi per uso non agricolo, ecc.). I pesticidi rappresentano una delle principali cause di inquinamento delle acque e, come tali, possono comportare potenziali danni alla salute dell'uomo e di tutte le altre forme di vita.

**ABSTRACT** – Pesticides are products used to fight organisms that are thought to be harmful. They include plant protection products [Reg. CE 1107/2009], used in agriculture, and biocides [Reg. EU 528/2012], used in various fields of activity (disinfectants, preservatives, pesticides for non-agricultural use, etc.). Pesticides represent one of the main causes of water pollution and, as such, can cause potential damage to human health and all other forms of life.

## Acque Superficiali

Il monitoraggio dei pesticidi nelle acque necessita di una rete che copra la maggior parte del territorio nazionale, il controllo di un grande numero di sostanze e un costante aggiornamento dovuto all'uso di nuove sostanze. L'ISPRA analizza ed elabora i dati derivanti dalle attività di monitoraggio dei pesticidi nelle acque, realizzate dalle

Regioni e Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente, previsti dal D.lgs 152/2006.

Sulla base di tali elaborazioni sono state realizzate le mappe rappresentative dei livelli di contaminazione da pesticidi nelle acque superficiali e sotterranee.



I numeri nel 2020 – Pesticidi nelle acque superficiali



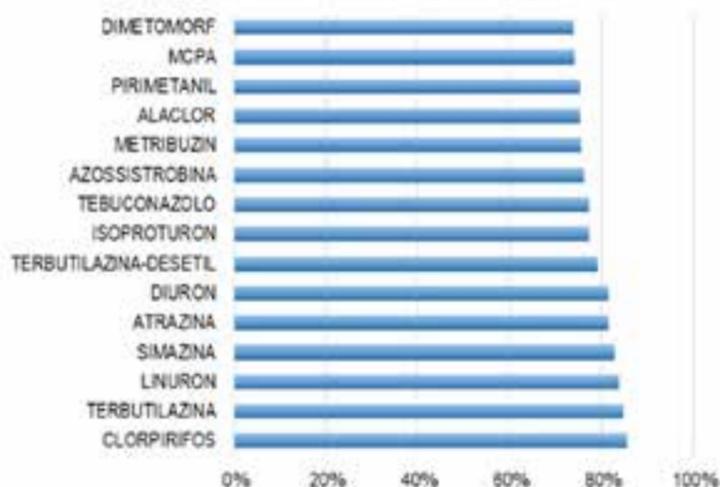
La presenza dei pesticidi nelle acque superficiali a livello nazionale presenta un andamento crescente in tutto il periodo di osservazione, raggiungendo il massimo nel 2018, con un valore superiore al 70%.

Le concentrazioni dei residui di pesticidi sono confrontate con i limiti normativi stabiliti a livello europeo e nazionale definiti Standard di Qualità Ambientale (SQA). I limiti rappresentano la concentrazione di un particolare inquinante o gruppi di inquinanti nelle acque, nei sedimenti e nel biota, che non deve essere superata, per tutelare la salute umana e l'ambiente.

In riferimento alla acque superficiali le sostanze possono essere raggruppate in:

- 1) quelle comprese tra le sostanze prioritarie definite dalla normativa europea [Dir. 2013/39/UE], con i rispettivi SQA;
- 2) quelle non comprese fra le sostanze prioritarie, con SQA specifici definiti dalla normativa nazionale [D.lgs 152/2006];
- 3) tutte gli altri pesticidi non appartenenti agli elenchi precedenti, per i quali la normativa nazionale stabilisce un SQA pari a 0,1 µg/l.

### ACQUE SUPERFICIALI sostanze più cercate

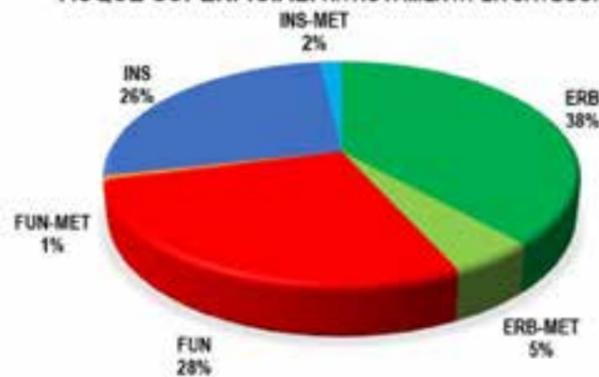


Sostanze più cercate nel 2020 - percentuale sul totale dei campioni – acque superficiali

Nel 2020 sono gli erbicidi la classe di sostanze più trovate. Insieme ai loro metaboliti costituiscono il 43% delle misure positive nelle acque superficiali. La forte presenza di erbicidi è legata alle quantità utilizzate e all'impiego diretto sul suolo, spesso concomitante con le precipitazioni meteoriche più intense di inizio primavera, che ne determinano un trasporto più rapido nei corpi idrici superficiali e sotterranei.

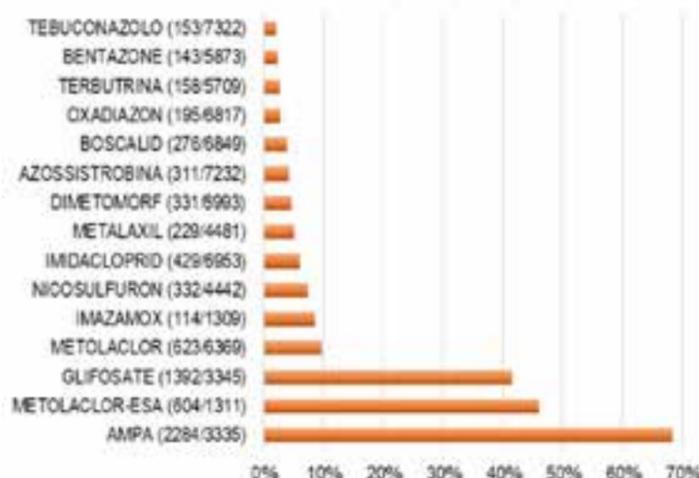
I dati di monitoraggio evidenziano la presenza di miscele di pesticidi nelle acque a cui gli organismi acquatici e l'uomo attraverso l'ambiente sono esposti. Nei campioni di acque superficiali sono state trovate almeno due sostanze nel 43% dei casi, con un massimo di 31 sostanze diverse in un solo campione. I possibili effetti di una esposizione cumulativa devono essere considerati attentamente nella valutazione dei rischi.

### ACQUE SUPERFICIALI RITROVAMENTI PER CATEGORIA



Distribuzione di pesticidi nei campioni per categoria nel 2020 – acque superficiali

### ACQUE SUPERFICIALI sostanze più trovate

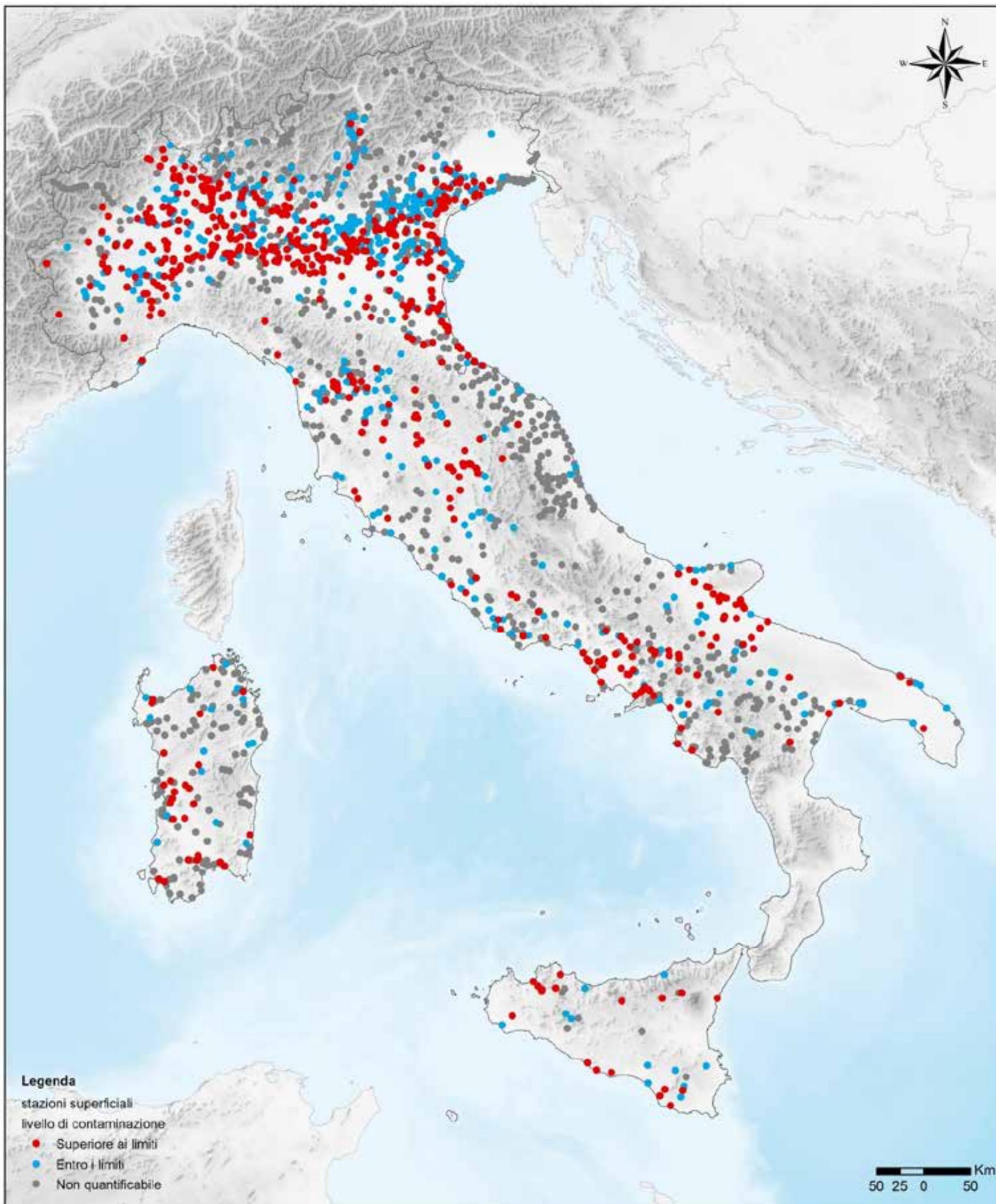


Sostanze più trovate nel 2020 - frequenza nei campioni (%trovato/cercato) – acque superficiali



I livelli di concentrazione nella mappa sono associati a diversi colori. Il rosso indica i punti di monitoraggio con contaminazione superiore allo SQA, il blu indica i punti con concentrazione inferiore allo SQA, e il grigio quelli dove la concentrazione non supera il 30% SQA, questo raggruppamento comprende anche le misure non quantificabili, quelle cioè inferiori al limite di quantificazione (LoQ) della metodica analitica.

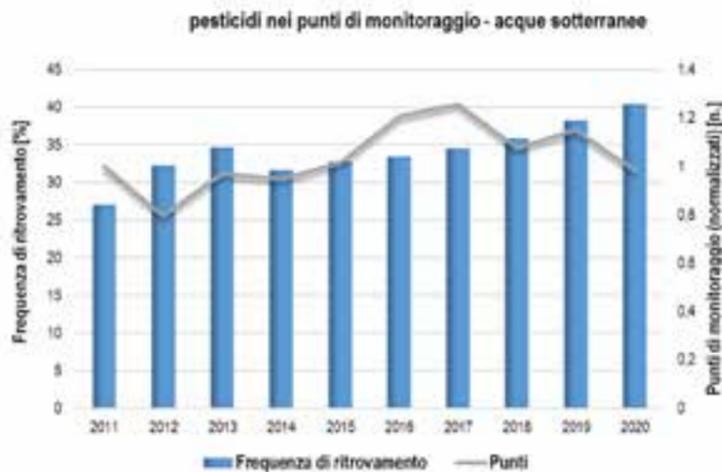
## Acque superficiali \ Surface water



## Acque Sotterranee

La presenza di pesticidi nelle acque sotterranee è determinata dalle proprietà delle sostanze, dall'assetto geologico/geomorfologico/idrogeologico del territorio, dalle precipitazioni, dai processi di degradazione che subiscono le sostanze. Essa, inoltre, dipende dal percorso delle acque sotterranee e dalle interazioni dei vari acquiferi tra loro, per cui la contaminazione può anche verificarsi in aree molto distanti da quelle in cui le sostanze sono state utilizzate.

La presenza di pesticidi nelle acque pone la questione delle possibili ripercussioni negative sull'uomo e sull'ambiente. Il confronto con i limiti stabiliti dalle norme dà indicazioni sulla possibilità di effetti avversi.



In particolare per i pesticidi e i relativi prodotti di degradazione i limiti sono uguali a quelli per l'acqua potabile, pari a 0,1 µg/L e 0,5 µg/L, rispettivamente per la singola sostanza e per la somma delle sostanze.

La frequenza di ritrovamento dei pesticidi nelle acque sotterranee, seppur con oscillazioni, segue una crescita graduale e nel 2020 supera il 40%.

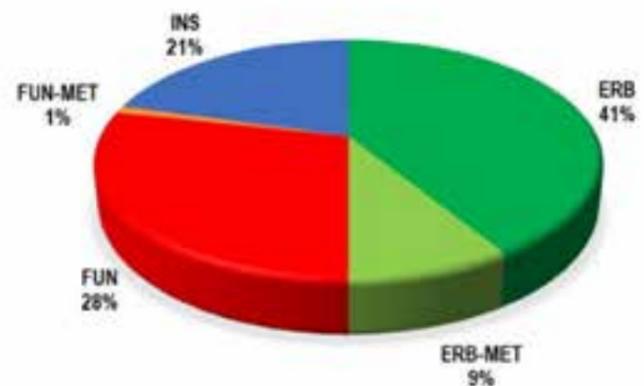


I numeri nel 2020 – Pesticidi nelle acque sotterranee

La Direttiva 2006/118/CE UE (recepita in Italia con il D.lgs. 30/2009), relativa alla protezione delle acque sotterranee, stabilisce norme di qualità ambientale, definite come la concentrazione di un

determinato inquinante, gruppo di inquinanti o indicatore di inquinamento nelle acque sotterranee che non dovrebbe essere superata al fine di proteggere la salute umana e l'ambiente.

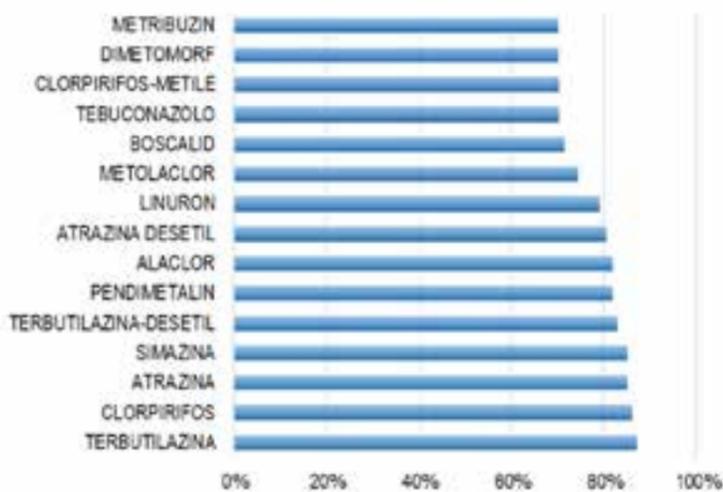
### ACQUE SOTTERRANEE RITROVAMENTI PER CATEGORIA



Distribuzione di pesticidi nei campioni per categoria nel 2020 – acque sotterranee

Anche per le acque sotterranee gli erbicidi sono la classe di sostanze più trovate nel 2020. Insieme ai loro metaboliti costituiscono il 50% delle misure positive nelle acque superficiali. In particolare, i metaboliti triazinici e tra questi l'atrazina desetil-desisopropil, che può avere origine dalla degradazione di atrazina e terbutilazina, è la sostanza più rinvenuta, con una frequenza del 24%.

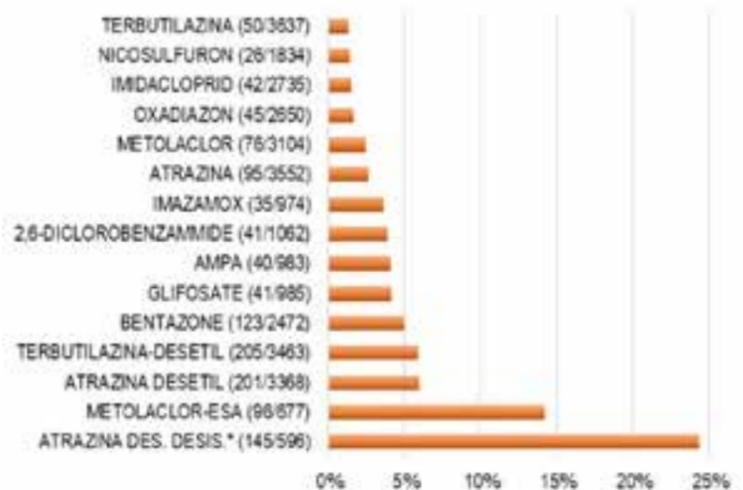
### ACQUE SOTTERRANEE sostanze più cercate



Sostanze più cercate nel 2020 - percentuale sul totale dei campioni – acque sotterranee

I risultati del monitoraggio evidenziano che sia gli organismi acquatici che l'uomo attraverso l'ambiente sono esposti a miscele di pesticidi. Nelle acque sotterranee sono state trovate almeno due sostanze nel 23% dei campioni, con un massimo di 32 sostanze diverse in un solo campione. La presenza di miscele rappresenta un aspetto critico poiché ancora manca una valutazione dei rischi adeguata.

### ACQUE SOTTERRANEE sostanze più trovate

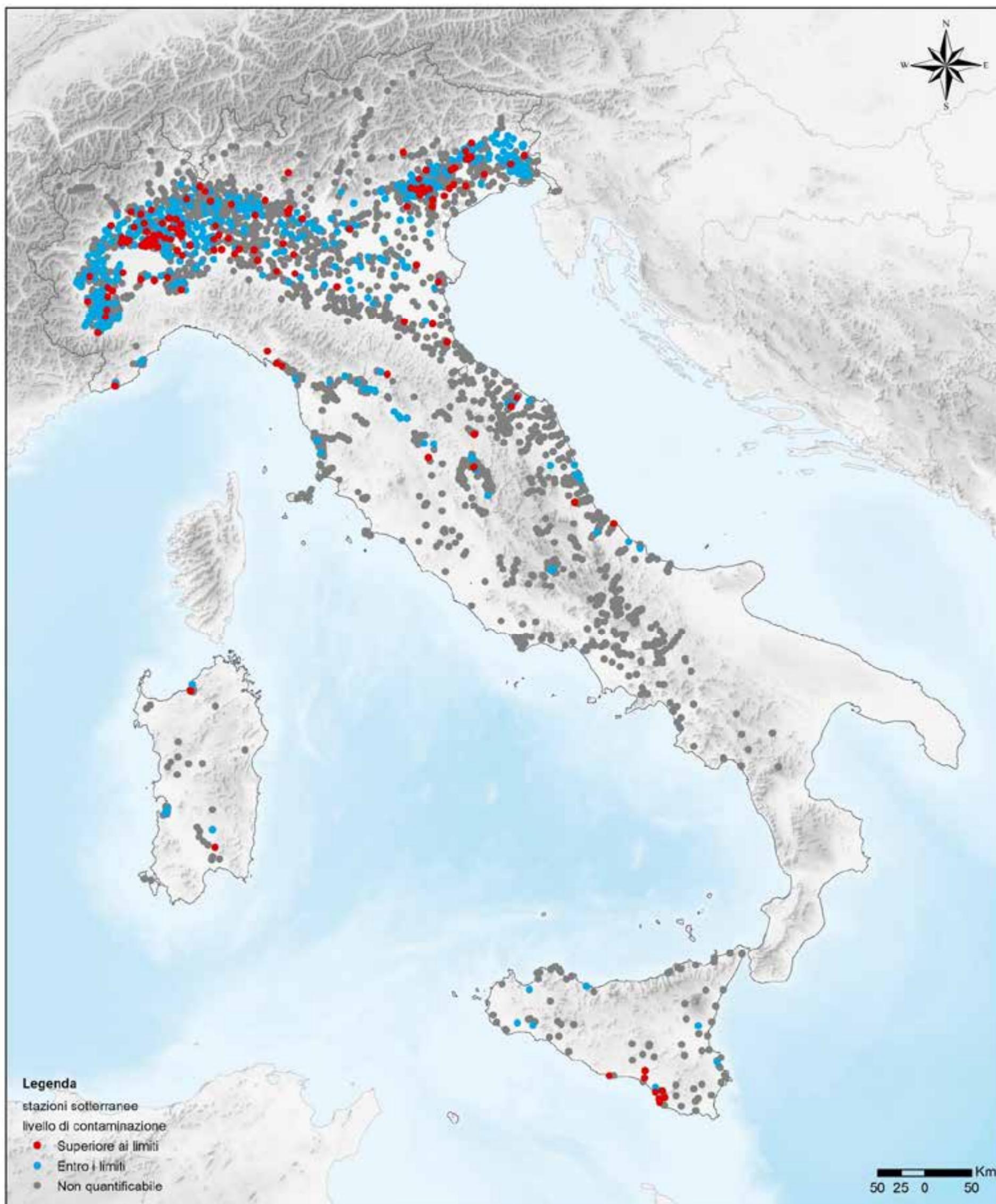


Sostanze più trovate nel 2020 - frequenza nei campioni (%trovato/cercato) – acque sotterranee



I livelli di concentrazione nella mappa sono associati a diversi colori. Il rosso indica i punti di monitoraggio con contaminazione superiore allo SQA, il blu indica i punti con concentrazione inferiore allo SQA, e il grigio quelli dove la concentrazione non supera il 30% SQA, questo raggruppamento comprende anche le misure non quantificabili, quelle cioè inferiori al limite di quantificazione (LoQ) della metodica analitica.

## Acque sotterranee \ Groundwater





**RIASSUNTO** – Le acque interne, distinte in acque superficiali (laghi e fiumi) e in acque sotterranee (falde acquifere) sono essenziali per assicurare l'equilibrio degli ecosistemi e rappresentano una risorsa indispensabile per l'uomo. Per poterne assicurare continuità e salubrità, bisogna imparare a utilizzare queste risorse in maniera razionale e sostenibile. Le modalità con le quali usiamo e trattiamo le acque continentali non influiscono solo sulla nostra salute, ma anche su tutte le forme di vita che da esse dipendono. Inquinamento, eutrofizzazione, sfruttamento eccessivo, cambiamenti idromorfologici e cambiamenti climatici prodotti da attività industriali, agricoltura intensiva, sviluppo urbano e scarico di acque reflue, continuano a minare la qualità e la disponibilità di questo prezioso bene comune.

**ABSTRACT** – Inland waters, divided into surface waters (lakes and rivers) and groundwater (aquifers) are essential to ensure balance ecosystems and represent an indispensable resource for humanity. Learning to use these resources in a rational and sustainable way is necessary to guarantee continuity and healthiness. The way we use and treat inland waters affects not only our health, but also the whole life that depends on it. Pollution, eutrophication, over-exploitation, hydro-morphological changes and climate changes produced by industrial activities, intensive agriculture, urban development and waste water discharge, continue to undermine the quality and availability of this precious common good.



Con il Decreto Legislativo 152/2006, l'Italia ha recepito la Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD) il cui obiettivo principale è quello di garantire una quantità sufficiente di acqua di buona qualità, così da soddisfare i bisogni dei cittadini e dell'ambiente, imponendo agli Stati Membri il raggiungimento del buono stato di tutti i corpi idrici superficiali e sotterranei. La Direttiva Quadro Acque prevede cicli di monitoraggio della durata di sei anni ciascuno.

Per il secondo ciclo di gestione (2009-2015), l'ISPRA ha trasmesso alla Commissione europea le informazioni, contenute nei Piani di Gestione, raccolte dalle Agenzie Regionali e dalle Province Autonome per la Protezione dell'Ambiente (ARPA/APPA), dalle regioni e dalle Autorità di bacino distrettuali relative alle attività di monitoraggio delle acque, alla classificazione dello stato di qualità ambientale, alla pianificazione e, laddove necessario, al loro risanamento al fine di garantirne il "Buono Stato Ambientale". Per "Buono Stato Ambientale" si intende il rispetto di determinati standard in materia di ecologia, composizione chimica e quantità.

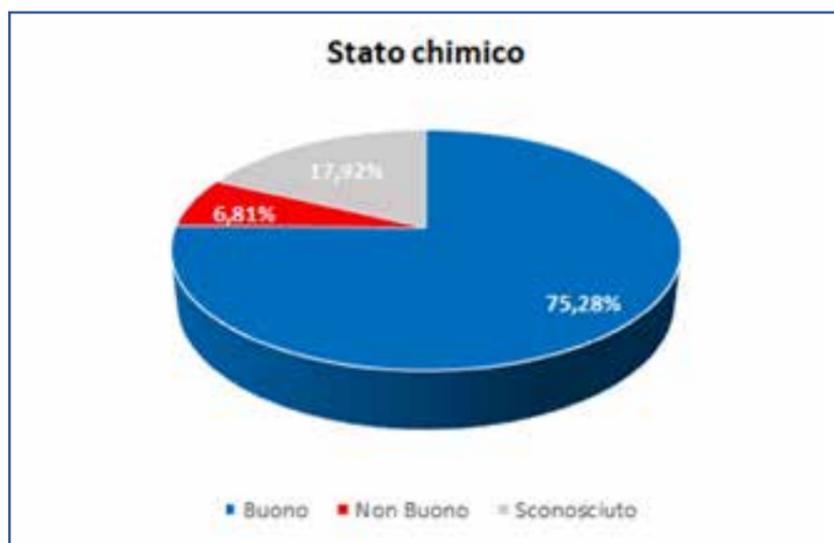
## Acque superficiali

Per valutare se fiumi e laghi sono in "Buono Stato Ambientale" si valuta lo stato chimico e lo stato ecologico delle acque. Più del 75% dei corpi idrici monitorati in Italia presenta un Buono Stato Chimico e più del 42% un Buono Stato Ecologico.

Si raggiunge il buono stato chimico quando le concentrazioni di 45 sostanze prioritarie, così definite a livello europeo, restano al di sotto degli standard di qualità ambientale (SQA) stabiliti dalla Direttiva 2013/39/UE che integra e sostituisce la Direttiva 2008/105/CE.



Percentuali di corpi idrici superficiali in Italia in stato chimico e in stato ecologico «buono» (ciclo di gestione 2009-2015)



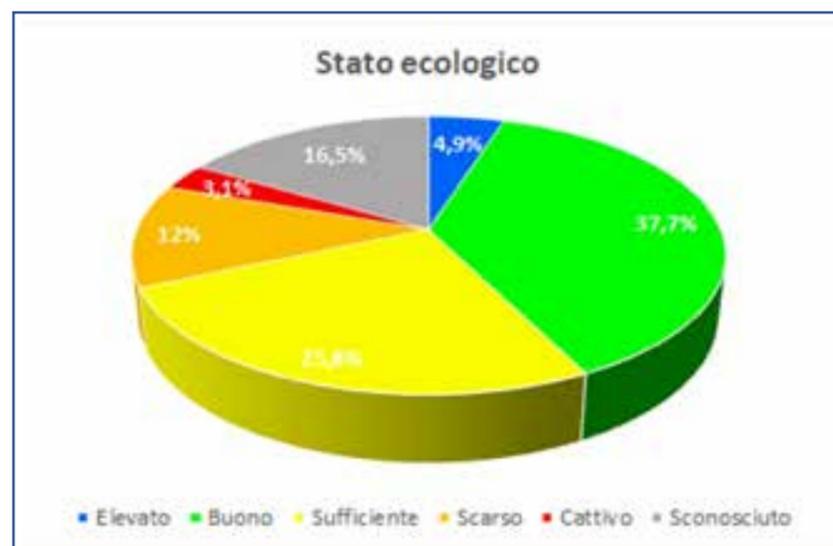
Stato chimico delle acque superficiali in Italia (ciclo di gestione 2009-2015)

Il territorio italiano è stato suddiviso inizialmente in 8 Distretti Idrografici, istituiti con decreto legislativo 3 aprile 2006, n.152. Con la L. 221/2015, entrata in vigore dal 2 febbraio 2016, i Distretti Idrografici sono stati portati a 7 e ridelineati con la soppressione del Distretto Idrografico del Serchio e la sua assimilazione al Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale e con una diversa attribuzione ai Distretti di alcuni bacini regionali e interregionali. Nelle rappresentazioni grafiche a seguire si fa riferimento alla suddivisione in vigore fino al 2016, poiché i dati sono relativi al secondo ciclo di pianificazione (2009-2015) della Direttiva Quadro Acque 2000/60/CE (Water Framework Directive, WFD).

Il raggiungimento o meno del buono stato ecologico viene stabilito valutando la salute degli ecosistemi in termini di elementi di qualità biologica, parametri idromorfologici, parametri chimico-fisici e inquinanti specifici.

Lo schema di classificazione comprende cinque classi: elevato, buono, sufficiente, scarso e cattivo.

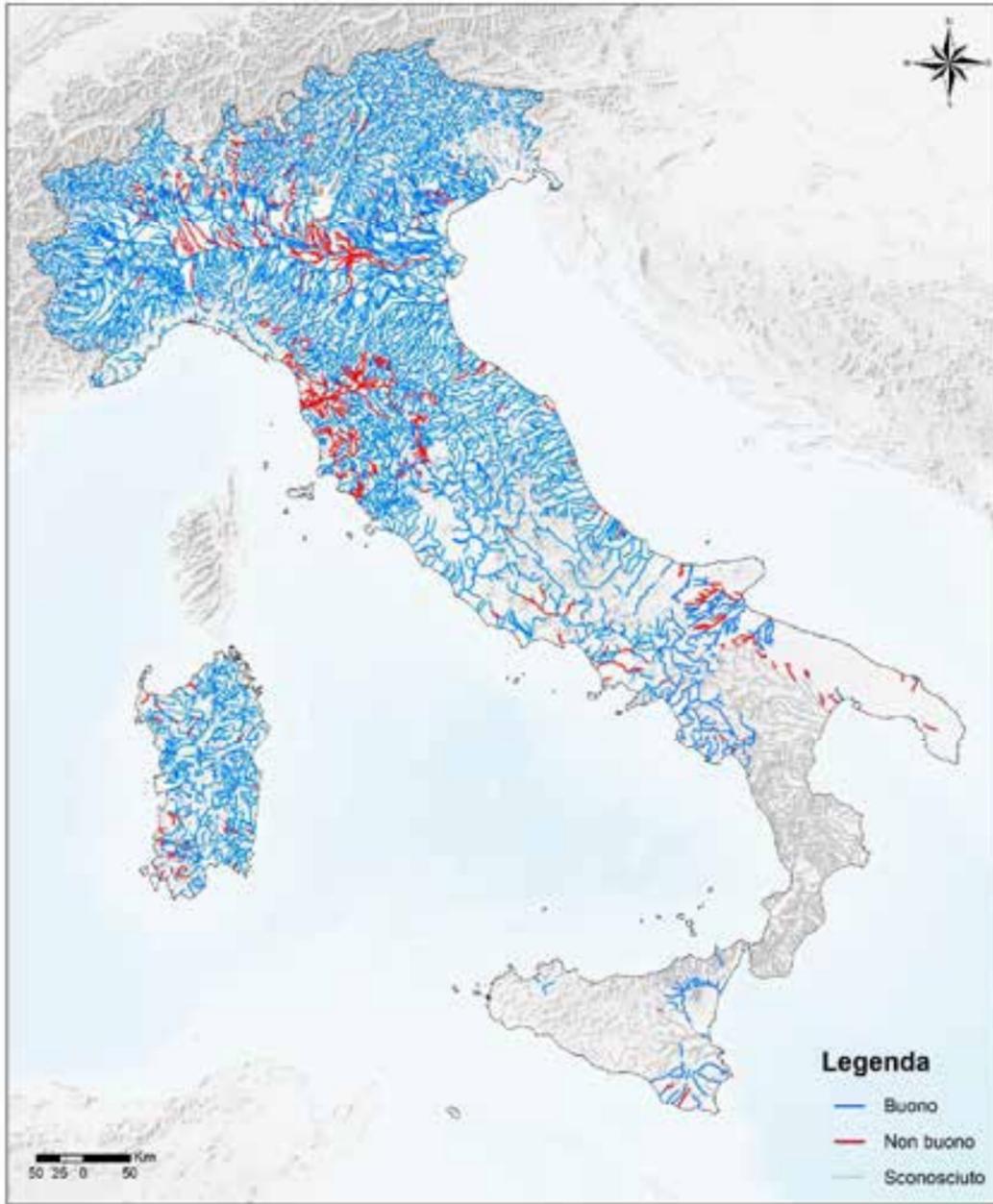
Si considera raggiunto l'obiettivo di qualità ecologica per i fiumi e i laghi classificati in stato "buono" o superiore.



Stato ecologico delle acque superficiali in Italia (ciclo di gestione 2009-2015)



Acque superficiali



Ciclo di gestione 2009-2015 \ Management cycle 2009-2015  
 Acque superficiali \ Surface water  
 Stato chimico \ Chemical status

Ciclo di gestione 2009-2015 \ Management cycle 2009-2015  
 Acque superficiali \ Surface water  
 Stato ecologico \ Ecological status

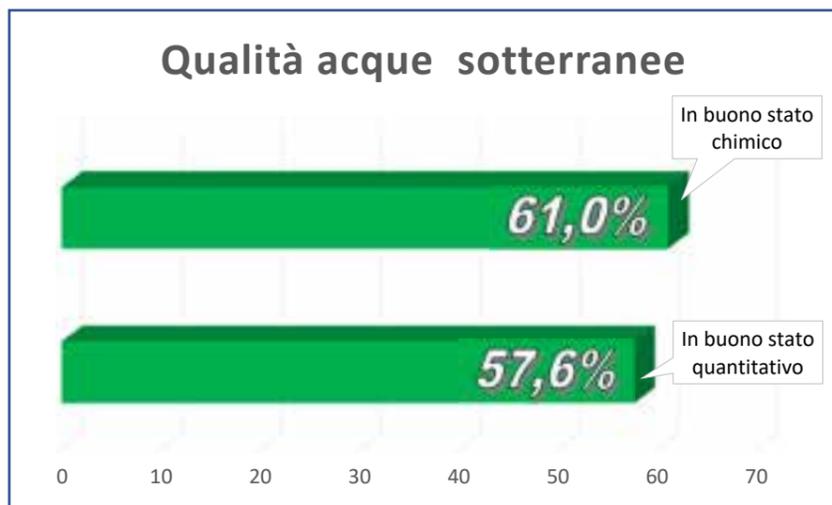




## Acque sotterranee

Le falde idriche rappresentano dei serbatoi naturali alimentati dalle acque superficiali che si infiltrano nel sottosuolo fino a raggiungere strati poco permeabili o al limite impermeabili. Queste acque sono di fondamentale importanza perché rappresentano tra l'altro la principale fonte di approvvigionamento idrico.

Per la classificazione delle acque sotterranee si fa riferimento a quanto specificato nell'allegato II della Direttiva 2006/118/CE (aggiornata dalla Direttiva 2014/80/UE).



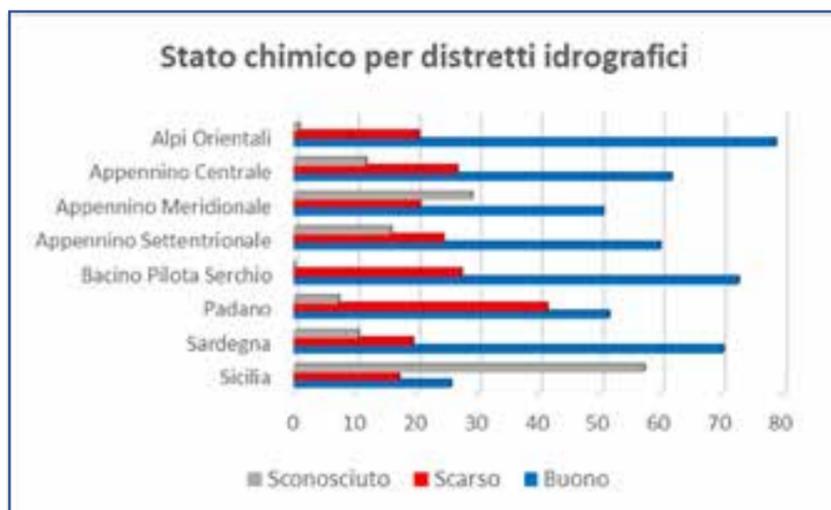
Le acque sotterranee possono presentare essenzialmente due gruppi di problemi:

- Inquinamento delle falde dovuto a scarichi che raggiungono le acque sotterranee;
- Sovrasfruttamento delle falde con conseguente riduzione, abbassamento e intrusione salina.

Ne consegue, che la valutazione dello stato ambientale delle acque sotterranee viene effettuata sulla base della valutazione sia dello stato chimico che di quello quantitativo.

Si parla di buono stato chimico quando le concentrazioni di alcune sostanze non superano i valori limite (in Italia, specificate nel D.Lgs 152/2006) e quando tali concentrazioni non impediscono ai corpi idrici associati di

raggiungere un buono stato o non causino significativi danni agli ecosistemi terrestri che dipendono direttamente dalle acque sotterranee in questione.

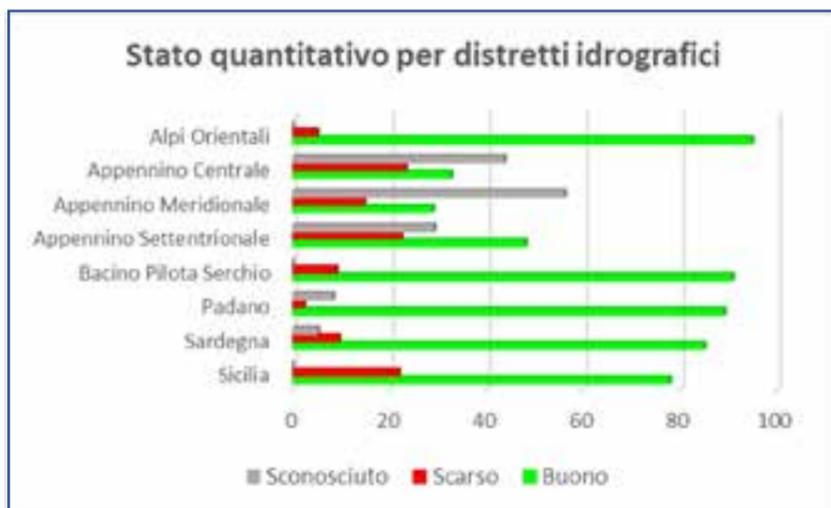


Stato chimico delle acque sotterranee in Italia (ciclo di gestione 2009-2015)

Si parla invece di buono stato quantitativo delle acque sotterranee quando la quantità di risorsa idrica sotterranea disponibile non è superata dalla media annuale di captazione sul lungo periodo.

In Italia, oltre il 57% delle falde acquifere è in Buono Stato Chimico e più del 61% è in Buono Stato Quantitativo

Sulla base dei risultati della classificazione, nei distretti sono stati adottati programmi di misure finalizzati al miglioramento dello stato ambientale delle acque interne, per cui ci si aspetta che i dati del monitoraggio relativo al terzo ciclo di pianificazione (2016-2021) evidenzino un aumento del numero di corpi idrici classificati in "buono stato".

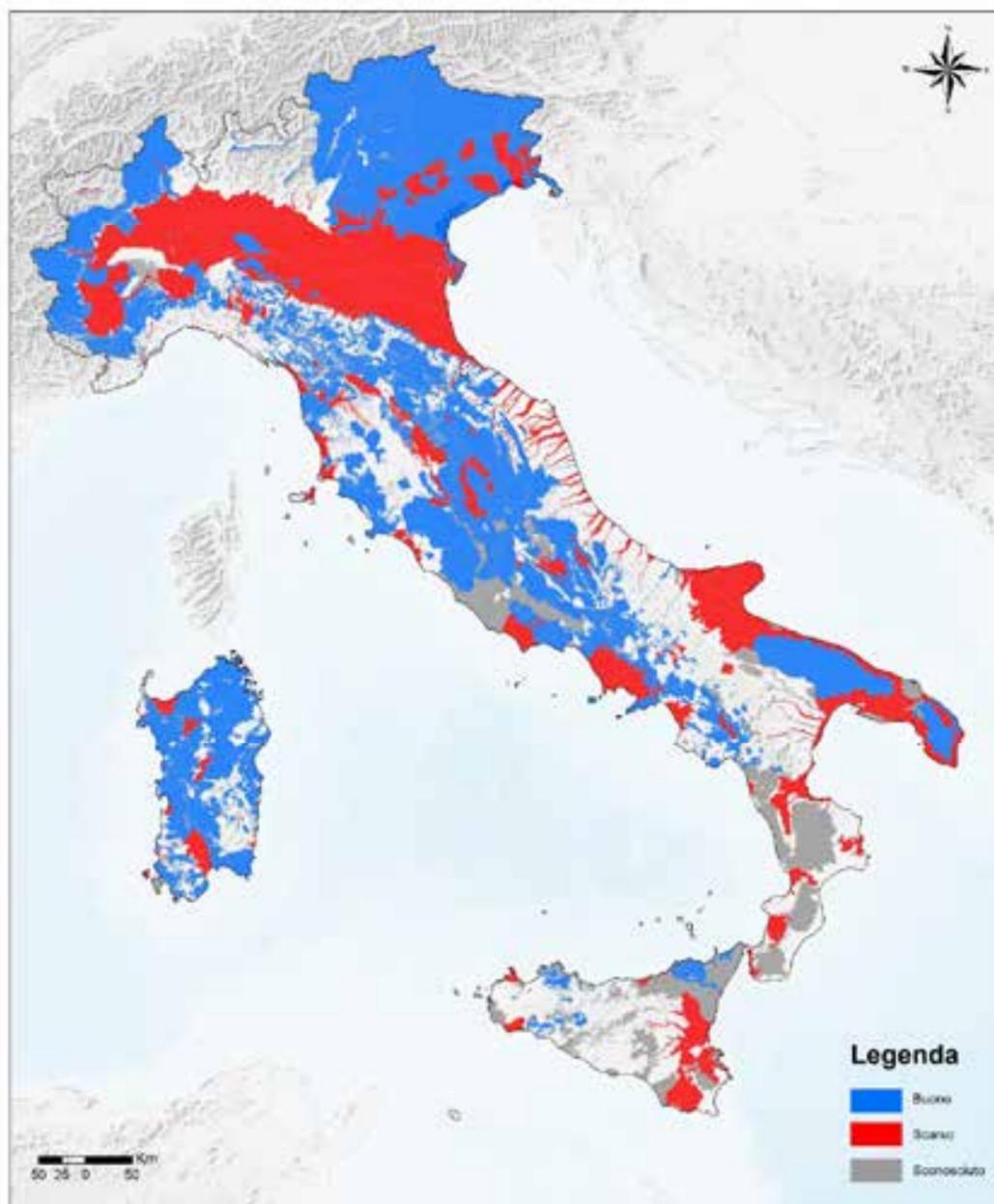


Stato quantitativo delle acque sotterranee in Italia (ciclo di gestione 2009-2015)

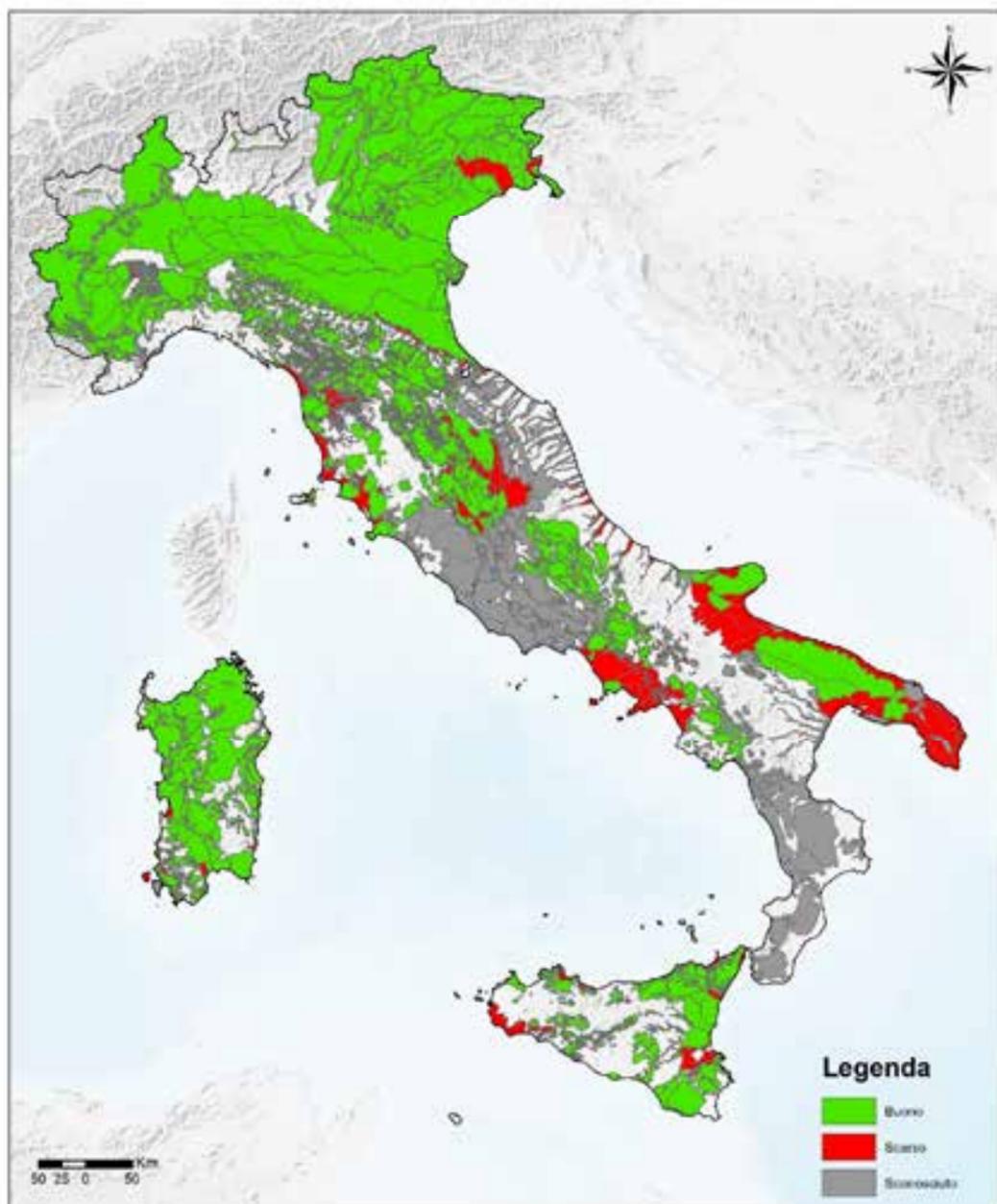


Acque sotterranee

Ciclo di gestione 2009-2015 \ Management cycle 2009-2015  
Acque sotterranee \ Groundwater  
Stato chimico \ Chemical status



Ciclo di gestione 2009-2015 \ Management cycle 2009-2015  
Acque sotterranee \ Groundwater  
Stato quantitativo \ Quantitative status



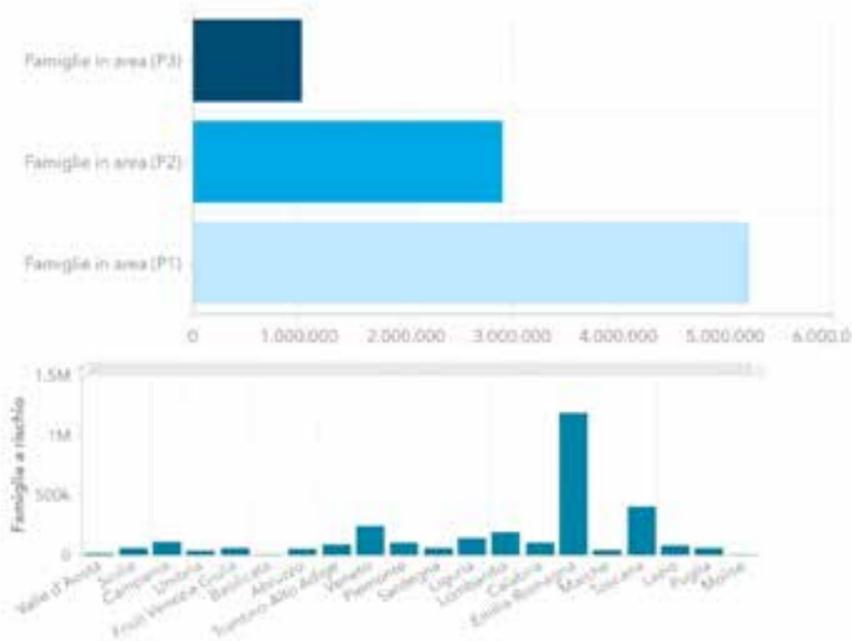


**RIASSUNTO** - Le precipitazioni giocano un ruolo fondamentale nell'occorrenza di fenomeni estremi quali siccità o alluvioni, quando, rispetto a condizioni medie, le quantità cadute su un determinato territorio e in un determinato intervallo temporale sono rispettivamente in deficit o in surplus.

Gli afflussi meteorici possono essere tali da portare a saturazione la capacità di infiltrazione nel suolo e più in generale dei sistemi di drenaggio, creando le condizioni per l'insorgenza delle alluvioni la cui frequenza e impatti possono essere fortemente influenzati dalle attività antropiche.

**ABSTRACT** - Precipitation plays a key role in the occurrence of extreme phenomena such as drought or floods, when, compared to average conditions, the quantities that fall on a given territory and in a given time interval are respectively in deficit or in surplus.

Rainflows can be such as to overcome the infiltration capacity of the soil and more generally of the drainage systems, creating the conditions for the onset of floods whose frequency and impact can be strongly influenced by human activities.



L'acqua è una risorsa preziosa per la nostra vita. Tuttavia l'inquinamento causato dalle attività umane, l'aumento della frequenza di precipitazioni brevi e intense dovute al cambiamento climatico e la continua sottrazione di spazio ai fiumi, possono trasformare questa fonte di vita in un pericolo per la nostra salute.

L'ISPRA lavora ogni giorno per favorire un uso efficiente e sostenibile di questa risorsa e l'adozione di tutte le misure necessarie per conseguire tale obiettivo.

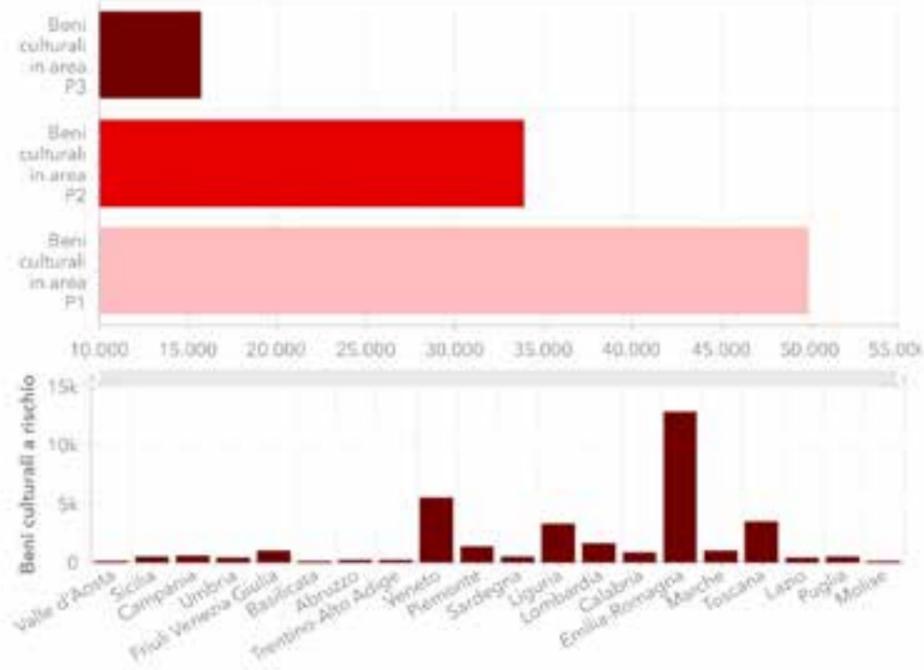
Numero di famiglie a rischio alluvione a livello nazionale e regionale - scenario P2 (aggiornamento 2020)

Per caratterizzare le aree potenzialmente allagabili, le Autorità di Bacino Distrettuale redigono mappe di pericolosità d'inondazione, in riferimento a tre possibili scenari di probabilità/pericolosità:

- P3: Aree a pericolosità elevata (alluvioni frequenti)
- P2: Aree a pericolosità media (alluvioni poco frequenti)
- P1: Aree a pericolosità bassa (scarsa probabilità di alluvioni o scenari estremi)

Rispetto a tali mappe l'ISPRA ha effettuato nel 2020 la mosaicatura delle aree allagabili.

Secondo i dati del 2020, si stima che ricadano in aree potenzialmente inondabili per uno scenario medio di pericolosità (P2) l'11,8% delle famiglie, il 13,4 % di imprese e il 16,5% di beni culturali, con conseguente impatto economico e sociale rilevante a livello nazionale.



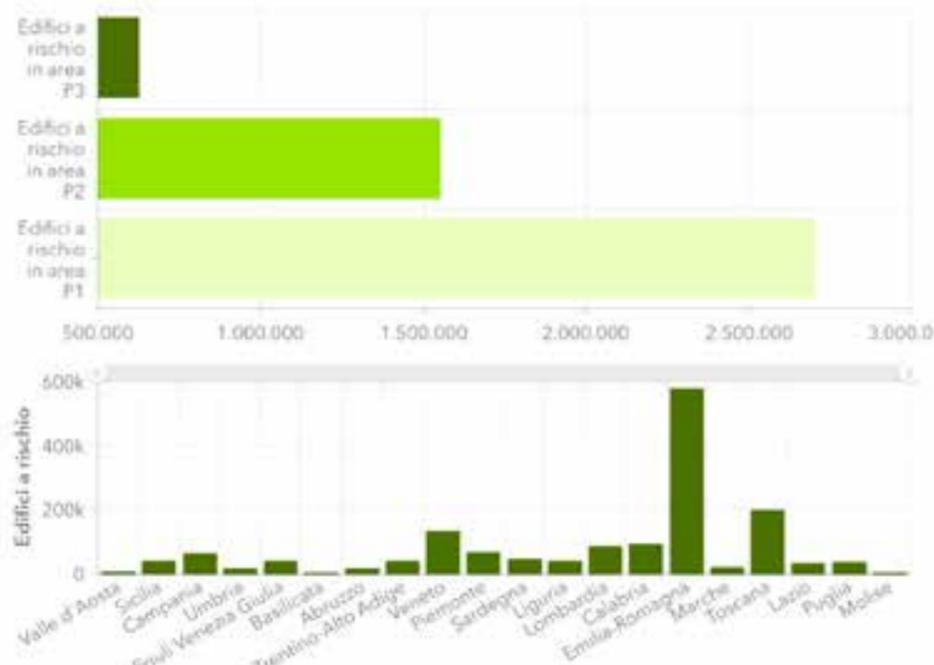
Numero di beni culturali a rischio alluvione a livello nazionale e regionale - scenario P2 (aggiornamento 2020)

Le caratteristiche morfologiche del territorio italiano, in cui spazi e distanze concessi al reticolo idrografico dai rilievi montuosi e dal mare sono per lo più assai modesti, lo rendono particolarmente esposto a eventi alluvionali.

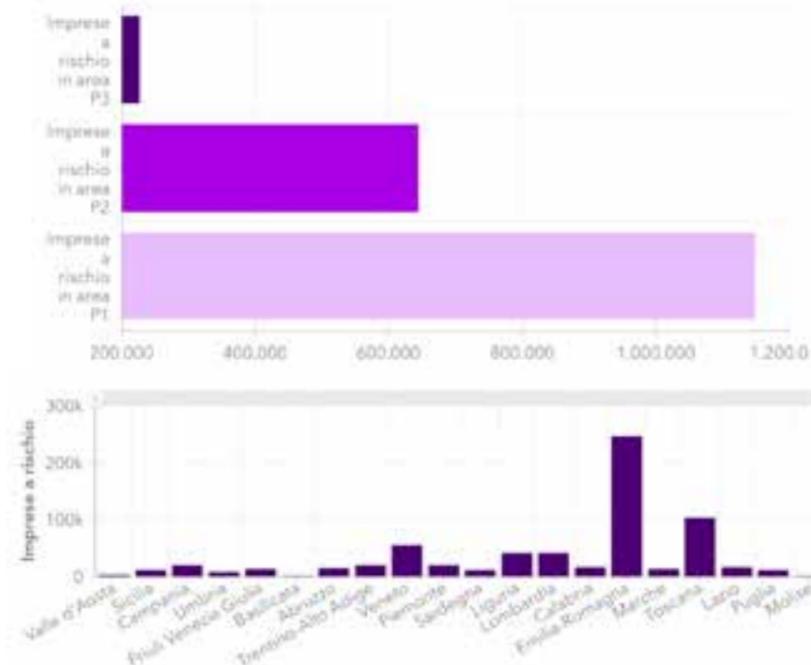
Inoltre, la progressiva impermeabilizzazione delle superfici dovuta alle attività antropiche e la sottrazione di aree di naturale espansione delle piene determinano un aumento della frequenza e dell'intensità dei fenomeni alluvionali.

Edifici	Famiglie	Imprese	Beni culturali
1.549.759	2.901.616	642.979	33.887

Rischio alluvione per scenario P2



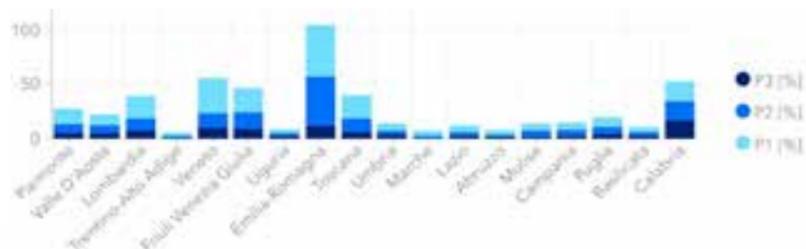
Numero di edifici a rischio alluvione a livello nazionale e regionale - scenario P2 (aggiornamento 2020)



Numero di imprese a rischio alluvione a livello nazionale e regionale - scenario P2 (aggiornamento 2020)



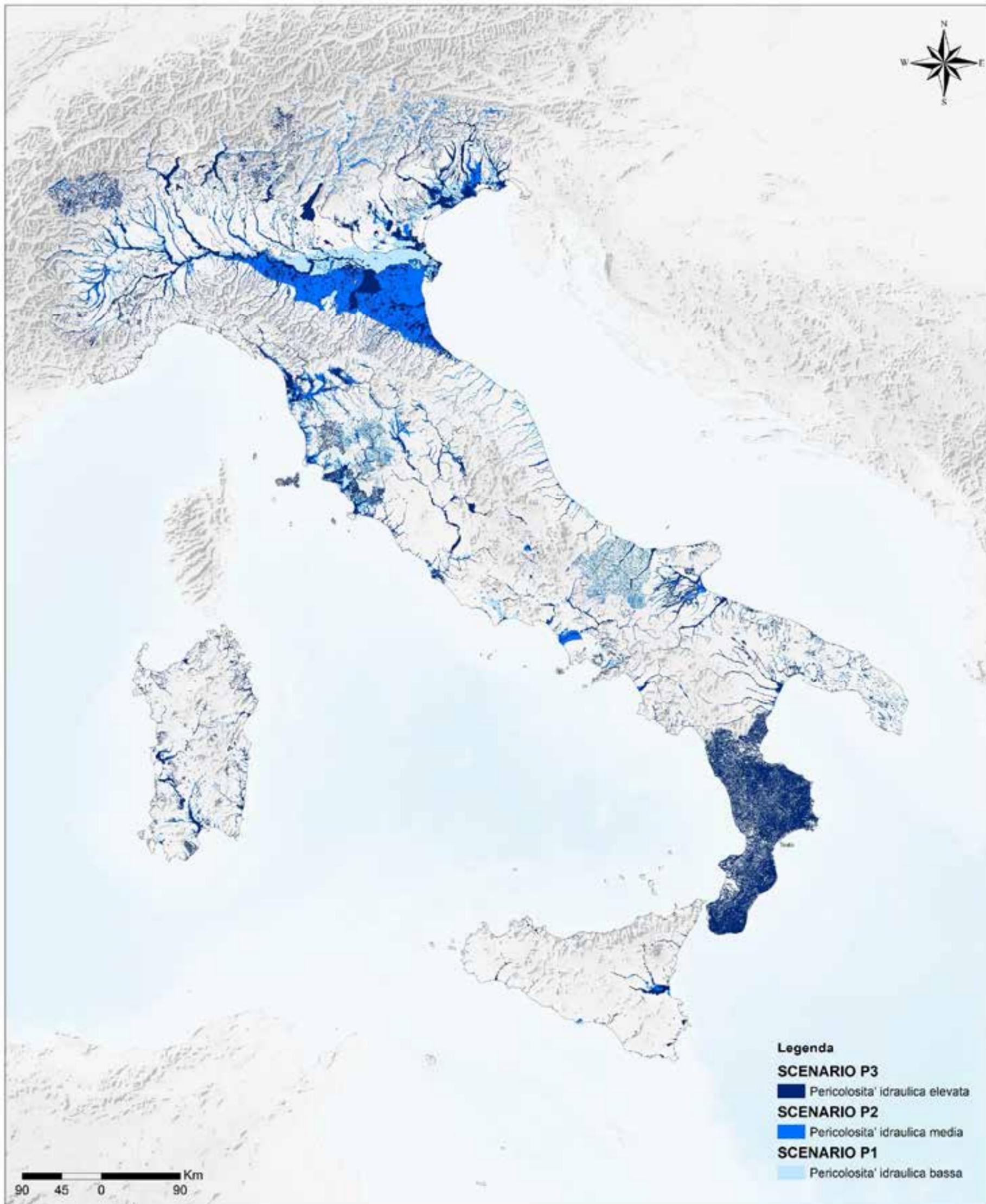
Percentuali di territorio regionale ricadenti in aree a pericolosità idraulica per i tre scenari di probabilità (aggiornamento 2020)



Percentuali di macroaree geografiche ricadenti in aree a pericolosità idraulica per i tre scenari di probabilità (aggiornamento 2020)



La mappa rappresenta l'estensione e la localizzazione delle aree potenzialmente allagabili per i diversi scenari di probabilità - Mosaicitura ISPRA, 2020





# BIOSFERA

## AUTORI

Il Sistema delle Aree di tutela ambientale Susanna D'Antoni, Anna Di Noi, Cristian Di Stefano

Carta della Natura Emiliano Canali, Roberta Capogrossi, Lucilla Laureti

Copertura arborea Alice Cavalli, Paolo De Fioravante, Tania Luti, Chiara Giuliani, Pasquale Dichicco, Luca Congedo, Valentina Falanga, Gherardo Chirici, Saverio Francini, Marco Marchetti, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Mauro Maesano, Carmela Cascone, Michele Munafò

Ecosistemi d'Italia e Lista Rossa degli ecosistemi Anna Di Noi, Cristian Di Stefano, Stefano De Corso, Arnaldo Angelo De Benedetti

Uccelli acquatici svernanti (Progetto IWC) Marco Zenatello, Nicola Baccetti

## RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

Cristian Di Stefano, Stefano De Corso

Emiliano Canali, Roberta Capogrossi, Lucilla Laureti

Alice Cavalli, Angela Cimini, Michele Munafò

Cristian Di Stefano, Stefano De Corso

Cristian Di Stefano, Stefano De Corso

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Blasi, C., Anzellotti, I., Bonacquisti, S., Brandmayr, P., Capotorti, G., Copiz, R., Manes, F., Zavattoni, L. Lista Rossa degli Ecosistemi d'Italia

Buscardo, E., Smith, G.F., Kelly, D.L., Freitas, H., Iremonger, S., Mitchell, F.J.G., O'Donoghue, S., et al. (2008), "The early effects of afforestation on biodiversity of grasslands in Ireland", *Biodiversity and Conservation*, Vol. 17 No. 5, pp. 1057-1072.

Cavalli A., Francini S., McRoberts R.E., Falanga V., Congedo L., De Fioravante P., Maesano M., Munafò M., Chirici G., Scarascia Mugnozza G. (2023) Estimating afforestation area using Landsat time series and photointerpreted datasets, *Remote Sensing*, 15,923

Comitato Capitale Naturale (2022), Quinto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia. Roma <https://www.mase.gov.it/pagina/quinto-rapporto-sullo-stato-del-capitale-naturale-italia-2022>

De Fioravante, P., Luti, T., Cavalli, A., Giuliani, C., Dichicco, P., Marchetti, M., Chirici, G., et al. (2021), "Multispectral Sentinel-2 and Sar sentinel-1 integration for automatic land cover classification", *Land*, Vol. 10 No. 6, pp. 1-35.

FAO. (2001), "Global Forest Resources Assessment 2000 Main Report. Land use policy", 20, 195, doi:10.1016/s0264-8377(03)00003-6.

FAO. (2020), "Global Forest Resources Assessment 2020 - Guidelines and specifications", *Forest Resources Assessment*, p. 42.

IPCC (2022), *Climate Change 2022, Impacts, Adaptation and Vulnerability – Summary for Policymakers*.

ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2021 <https://annuario.isprambiente.it/content/annuario-dei-dati-ambientali-2021>

ISPRA - EcoAtlante <https://ecoatlante.isprambiente.it/>

Keith, D.A., Rodríguez, J.P., Brooks, T.M., Burgman, M.A., Barrow, E.G., Bland, L., Comer, P.J., Franklin, J., Link, J., McCarthy, M.A., et al., 2015. The IUCN red list of ecosystems: Motivations challenges, and applications. *Conservation Letters* Volume 8, Issue 3, 214-226. <https://doi.org/10.1111/conl.12167>

Rodríguez, J.P., Keith, D.A., Rodríguez-Clark, K.M., Murray, N.J., Nicholson, E., Regan, T.J., Miller, R.M., Barrow, E.G., Bland, L.M., Boe, K., et al., 2015. A practical guide to the application of the IUCN Red List of Ecosystems criteria. <https://doi.org/10.1098/rstb.2014.0003>

Sayre, R., J. Bow, C. Josse, L. Sotomayor, and J. Touval. 2008. Terrestrial ecosystems of South America. Chapter 9 of Campbell, J., K.B. Jones, J.H. Smith, and M. Koeppel (eds.), *North America Land Cover Summit*. Washington, D.C., Association of American Geographers, p. 131-152.

Spadoni, G.L., Cavalli, A., Congedo, L. and Munafò, M. (2020), "Analysis of Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) multi-temporal series for the production of forest cartography", *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, Vol. 20 No. August, available at: <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100419>.

Veldman, J.W., Overbeck, G.E., Negreiros, D., Mahy, G., le Stradic, S., Fernandes, G.W., Durigan, G., et al. (2015), "Where Tree Planting and Forest Expansion are Bad for Biodiversity and Ecosystem Services", *BioScience*, Vol. 65 No. 10, pp. 1011-1018.



**RIASSUNTO** – In Italia il sistema delle aree di tutela ambientale consiste nell'integrazione di aree protette terrestri e marine, nazionali e regionali, istituite ai sensi della legge quadro sulle aree protette (L. 394/91) e dalle leggi regionali di recepimento, con i siti della rete ecologica europea "Natura 2000", istituiti ai sensi della Direttiva Habitat 92/43/CEE e della Direttiva Uccelli 2009/147/CE. Oltre a queste aree si possono considerare le Zone Umide di Importanza Internazionale, designate dalla Convenzione Ramsar per tutelare gli ecosistemi acquatici di particolare importanza per le specie di uccelli acquatici.

**ABSTRACT** - In Italy, the system of environmental protection areas consists of the integration of terrestrial and marine, national and regional protected areas, established pursuant to the framework law on protected areas (L. 394/91) and by the regional implementing laws, with the sites of the European ecological network "Natura2000", established in accordance with the Habitats Directive 92/43/EEC and the Birds Directive 2009/147/EC. In addition to these areas, we can also consider the Wetlands of International Importance, designated under the Ramsar Convention to protect aquatic ecosystems of particular importance for waterfowl.



MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA SICUREZZA ENERGETICA

Le aree naturali protette sono territori caratterizzati da matrici ecosistemiche inalterate o parzialmente alterati, testimonianza del rapporto fra uomo e natura che, nel tempo, ne ha garantito il mantenimento della ricchezza di biodiversità e di paesaggi. L'istituzione di aree naturali protette, sia terrestri che marine, attraverso l'identificazione e il perseguimento di obiettivi unitari, disegna una "rete nazionale" in grado di promuovere la gestione razionale e sostenibile del territorio e delle sue risorse, garantendo la conservazione e la funzionalità degli ecosistemi, gli habitat e le specie vegetali ed animali che li caratterizzano.

#### Principali riferimenti normativi

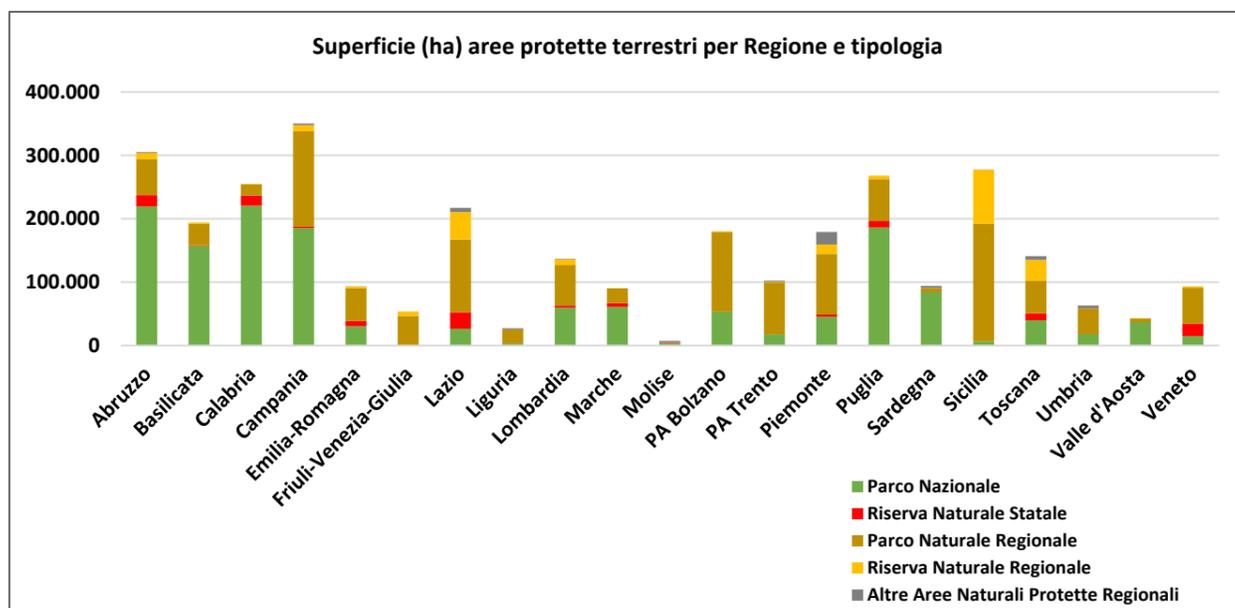
L. 979/82 - Disposizioni per la difesa del mare  
L. 127/85 - Ratifica ed esecuzione del Protocollo relativo alle aree specialmente protette del Mediterraneo  
L. 394/91 e s.m.i. - Legge Quadro sulle Aree Protette  
D.M. 27/04/2010 - VI aggiornamento EUAP (pubblicato in S.O. n.115 alla G.U. n.125 del 31/05/2010)

In Italia, la L. 394/91 e s.m.i. - Legge Quadro sulle Aree Protette definisce la classificazione delle aree naturali protette e istituisce l'Elenco ufficiale delle aree protette (EUAP), che raccoglie tutte le aree naturali protette, marine e terrestri, rispondenti ai criteri stabiliti dal Comitato Nazionale per le Aree Naturali Protette (Delibera del 1° dicembre 1993). Attualmente è in vigore il VI aggiornamento dell'EUAP, approvato il 27 aprile 2010 e pubblicato nel Supplemento ordinario n.115 alla G.U. n.125 del 31 maggio 2010 (è in corso l'aggiornamento).

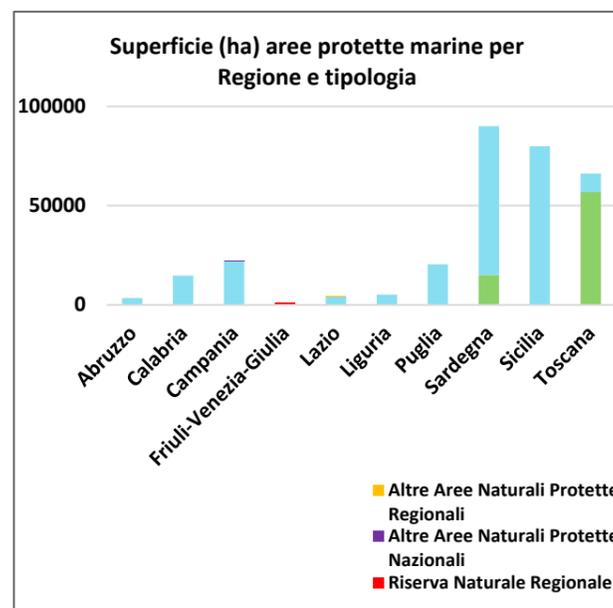
Ad oggi, le **aree protette terrestri** e quelle con una parte a mare sono in totale 843. Di queste, 25 sono Parchi Nazionali e 134 sono Parchi Naturali Regionali, 148 sono Riserve Naturali Statali, 365 sono Riserve Naturali Regionali e 171 sono indicate come Altre Aree Naturali Protette Regionali.

Le **aree protette marine** sono oggi 31, per una copertura totale che supera i 307.000 ettari di superficie sottoposta a tutela. Di queste, 29 sono Aree Marine Protette (AMP), ossia aree di protezione individuate e istituite ai sensi della L. n.979/1982 "Disposizioni per la difesa del mare", oltreché della legge quadro sulle aree protette.

A queste aree si aggiungono 3 Altre Aree Naturali Protette Nazionali, con i 2.557.258 ettari dell'Area Naturale Marina di Interesse Internazionale, rappresentata dal "Santuario internazionale dei mammiferi marini", e le superfici dei due Parchi archeologici sommersi di "Baia" e "Gaiola", rispettivamente 177 e 42 ettari.



Elaborazione ISPRA (agg. 2019)



Elaborazione ISPRA (agg. 2019)

L'indicatore "aree protette" (ADA 2019) fornisce informazioni di tipo quantitativo, ossia il numero di aree istituite e gli ettari di superficie terrestre e marina tutelate. Nel tempo, l'indicatore ha avuto un trend positivo. Il numero delle aree protette è cresciuto costantemente dalla metà degli anni '70 fino al 2008, quando si è stabilizzato con un totale di 843 aree naturali protette, che oggi tutelano più di 3 milioni di ettari di superficie. Al trend positivo inizialmente contribuirono i Parchi Naturali Regionali grazie all'avvio dell'attività istituzionale delle Regioni (metà degli anni '70). A partire dagli anni '90, invece, contribuirono maggiormente i Parchi Nazionali istituiti ai sensi della legge quadro sulle aree protette. Le percentuali di superficie coperta a terra (19,35%) e a mare (11,42%), registrate ad oggi, sono rilevanti in relazione agli obiettivi previsti per il 2030 dalla nuova Strategia Europea per la Biodiversità.



L'obiettivo principale della Rete Natura 2000 è il mantenimento dello stato di conservazione favorevole delle specie e habitat di interesse comunitario che sono presenti sul territorio nazionale. I Siti della Rete Natura 2000 (SIC-ZSC/ZPS), insieme alle aree naturali protette, contribuiscono al raggiungimento dell'obiettivo della nuova Strategia sulla Biodiversità, relativo alla tutela di almeno il 30% del territorio dell'Unione Europea

#### Principali riferimenti normativi

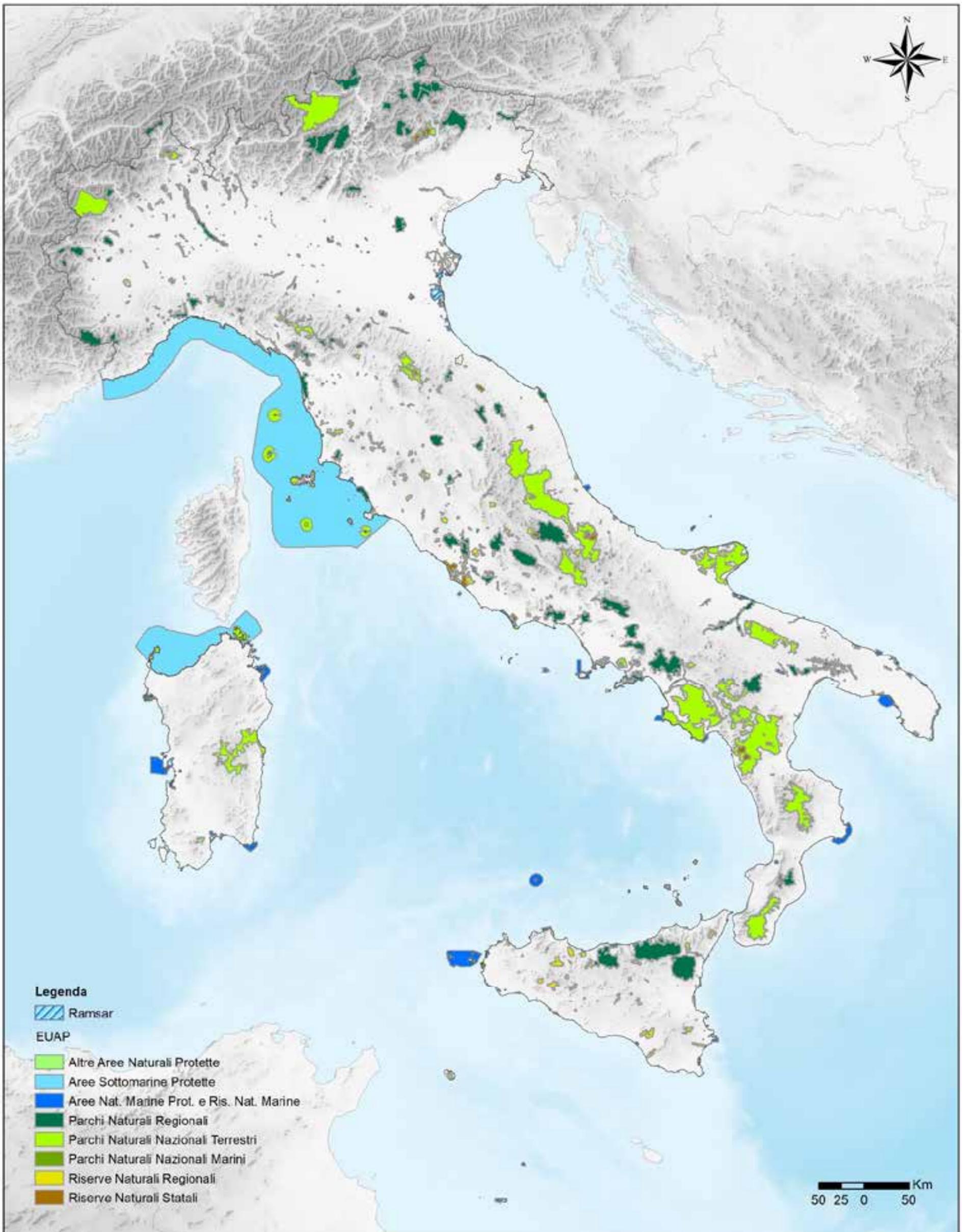
Direttiva Habitat 92/43/CEE, recepita in Italia con DPR n.357/97, modificato ed integrato dal DPR n.120/2003  
Direttiva Uccelli 2009/147/CE, ex Dir. 79/409/CEE recepita in Italia con la L. n.157/92

La Strategia sulla Biodiversità per il 2030 (European Commission, Directorate-General for Environment, EU biodiversity strategy for 2030: bringing nature back into our lives, Publications Office of the European Union, 2021, <https://data.europa.eu/doi/10.2779/677548>) è un piano complessivo e a lungo termine per proteggere la natura e invertire il degrado degli ecosistemi, che comprende impegni e azioni da realizzare entro il 2030. Uno dei principali obiettivi della Strategia sulla Biodiversità è l'ampliamento del territorio protetto a terra e a mare (fino al 30% della superficie nazionale), costituito principalmente dalle Aree Naturali protette e dalla Rete Natura 2000. Quest'ultima è la più grande rete ecologica al mondo, designata ai sensi della Direttiva Habitat 1992/43/CE e della Direttiva Uccelli 2009/147/CE per il mantenimento in uno stato di conservazione soddisfacente di habitat e specie di interesse comunitario. Costituiscono la Rete Natura 2000 i Siti di Interesse Comunitario (SIC) e/o Zone Speciali di Conservazione (ZSC), che sono identificati ai sensi della Direttiva Habitat, e le Zone di Protezione Speciale (ZPS), istituite ai sensi della Direttiva Uccelli.

La Direttiva Habitat, in particolare, riconosce il valore delle aree in cui la storica presenza dell'uomo ha consentito il mantenimento di un equilibrio tra attività antropiche e natura, garantendo la conservazione anche di habitat seminaturali (aree ad agricoltura tradizionale, pascoli, boschi utilizzati per usi forestali, economici o di semplice fruizione turistica). La Direttiva, inoltre, riconosce l'importanza degli elementi del paesaggio che svolgono un ruolo di connessione per la flora e la fauna selvatiche.

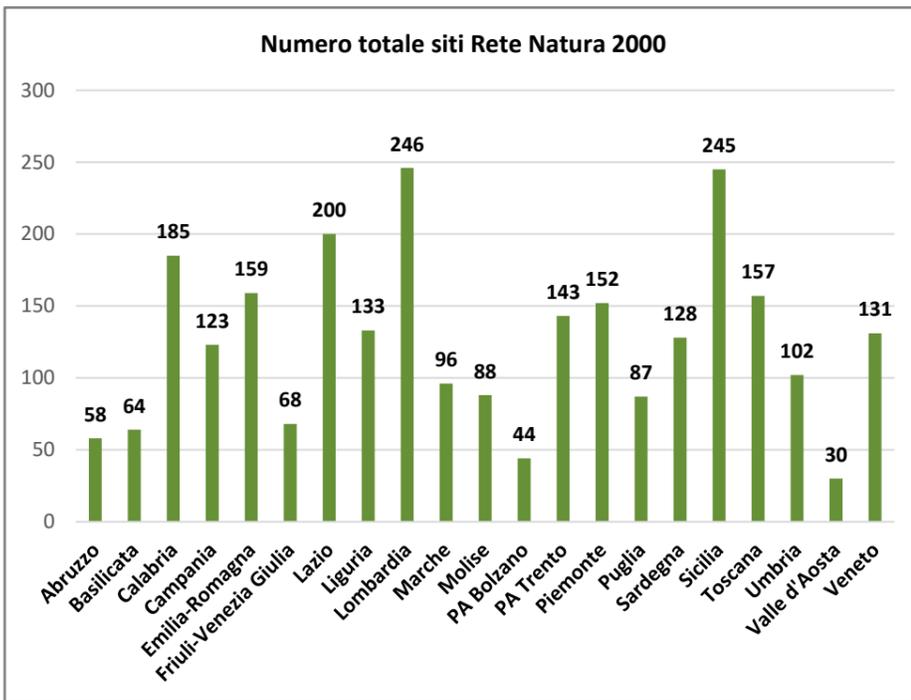


La mappa mostra le aree dell'Elenco ufficiale delle aree protette (EUAP) e le Zone umide di Interesse Internazionale (Zone Ramsar)

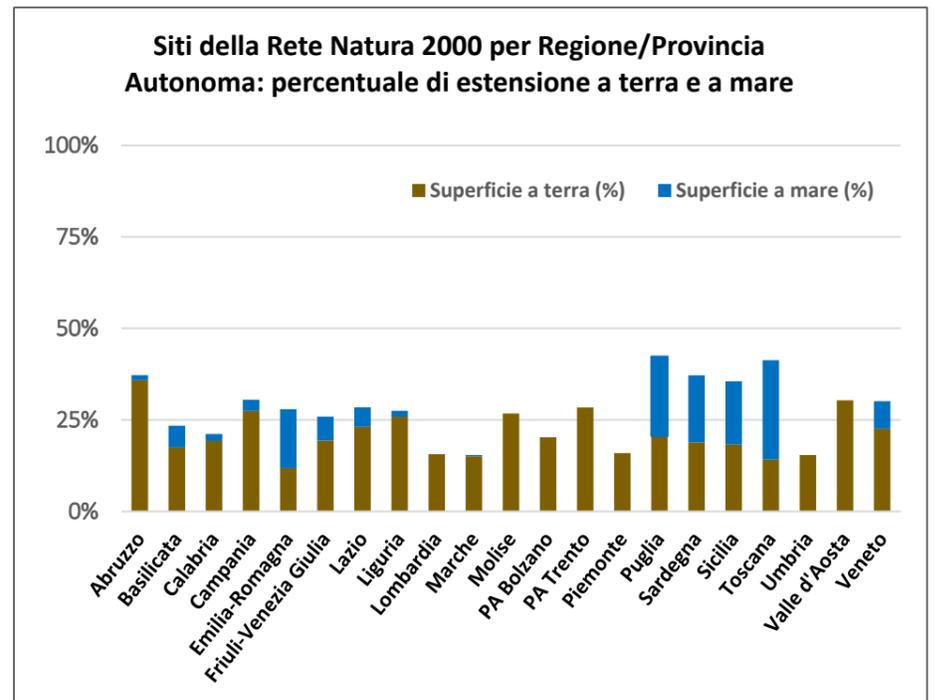




In Italia, ad oggi sono 2639 i siti afferenti alla rete Natura 2000, per un totale di 5.844.915 ettari di superficie a terra, pari al 19,38% del territorio nazionale, e di 2.071.689 ettari a mare, pari al 13,42% delle acque nazionali. Nello specifico, sul totale dei siti, sono 2360 i Siti di Importanza Comunitaria (SIC), 2302 dei quali sono stati già designati quali Zone Speciali di Conservazione, e 639 le Zone di Protezione Speciale (ZPS), 360 delle quali sono ZPS coincidenti con SIC/ZSC.



Elaborazione ISPRA (agg. 2022) - Per ciascuna Regione/Provincia Autonoma si riporta il numero totale di ZPS, SIC-ZSC e SIC-ZSC coincidenti con ZPS.



Elaborazione dati ISPRA (agg. 2022) - Per ciascuna Regione/Provincia Autonoma si riportano le percentuali coperte a terra e a mare dalla Rete Natura2000.

L'indicatore 'rete Natura 2000' consente di effettuare, a livello nazionale e regionale, la valutazione della consistenza della rete ecologica del nostro Paese, fornendo informazioni su numerosità ed estensione superficiale, a terra e a mare, dei Siti d'Importanza Comunitaria, delle Zone Speciali di Conservazione (SIC/ZSC) e delle Zone di Protezione Speciale (ZPS).

In Italia, lo stato di attuazione della Rete Natura 2000 è positivo e la tendenza all'aumento delle percentuali di copertura indica un incremento della superficie tutelata soprattutto in ambiente marino. A livello nazionale, le percentuali di copertura sono particolarmente rilevanti in relazione agli obiettivi della Strategia Europea sulla Biodiversità 2030.

L'obiettivo principale della Convenzione di Ramsar è la tutela a livello internazionale delle zone umide mediante la loro individuazione e delimitazione, lo studio degli aspetti caratteristici, in particolare dell'avifauna, e la messa in atto di programmi che ne consentano la conservazione degli habitat, della flora e della fauna.

### Principali riferimenti normativi

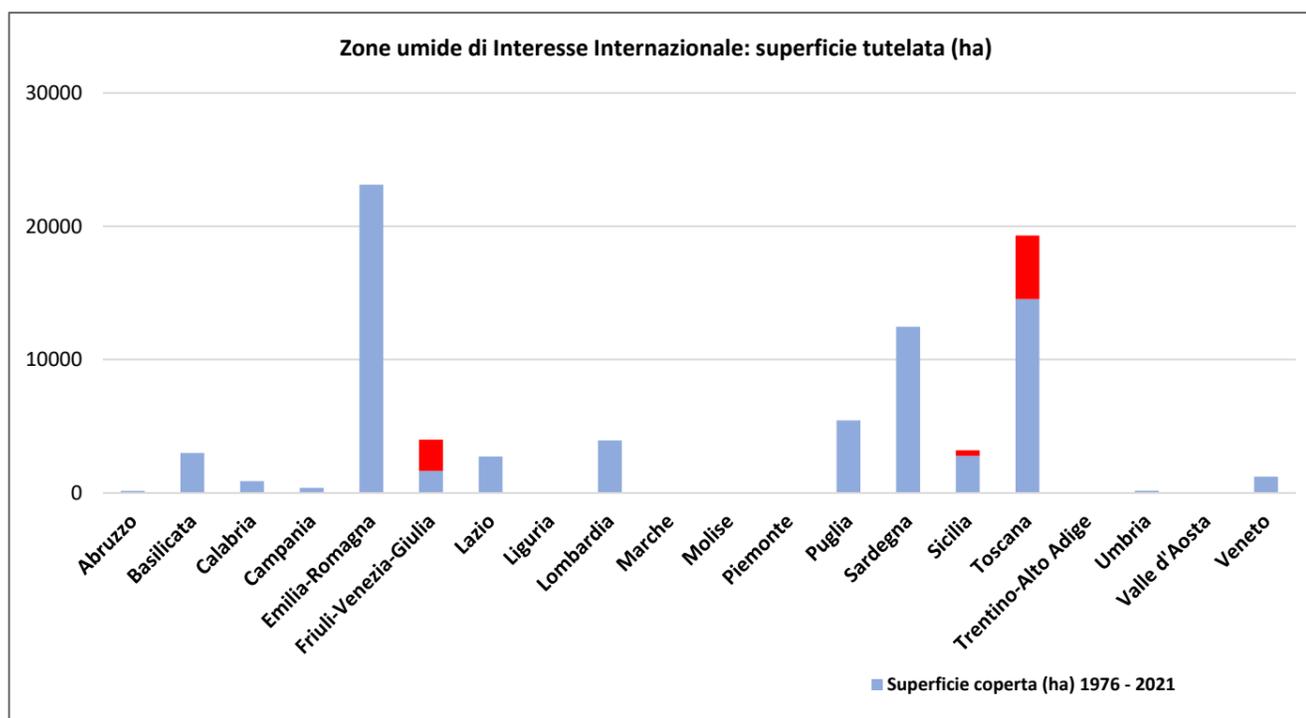
DPR n.448/76 - Esecuzione della convenzione relativa alle zone umide d'importanza internazionale, soprattutto come habitat degli uccelli acquatici, firmata a Ramsar il 2 febbraio 1971

DPR n.184/87 - Esecuzione del protocollo di emendamento della convenzione internazionale di Ramsar del 2 febbraio 1971 sulle zone umide di importanza internazionale, adottato a Parigi il 3 dicembre 1982

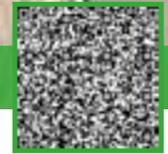
In Italia, la Convenzione di Ramsar, firmata a Ramsar, in Iran, il 2 febbraio 1971, è stata ratificata e resa esecutiva con il DPR 13 marzo 1976, n. 448 e con il successivo DPR 11 febbraio 1987, n. 184, che ne riporta la traduzione non ufficiale in italiano.

Le Zone umide di Interesse Internazionale possono includere paludi ed acquitrini, torbiere, bacini d'acqua naturali o artificiali, permanenti o transitori, con acqua stagnante o corrente, dolce, salmastra o salata, comprese le distese di acqua marina, la cui profondità, durante la bassa marea, non supera i sei metri. Si considerano in particolare le zone o distese d'acqua, che hanno importanza come habitat di uccelli acquatici. Le zone umide costituiscono ambiti territoriali di grande valore economico, culturale, scientifico e ricreativo, la cui perdita sarebbe irreparabile proprio per gli importanti servizi ecosistemici che forniscono all'uomo (fitodepurazione, captazione del carbonio dall'atmosfera; fornitura di acqua, suolo fertile ecc. ecc.).

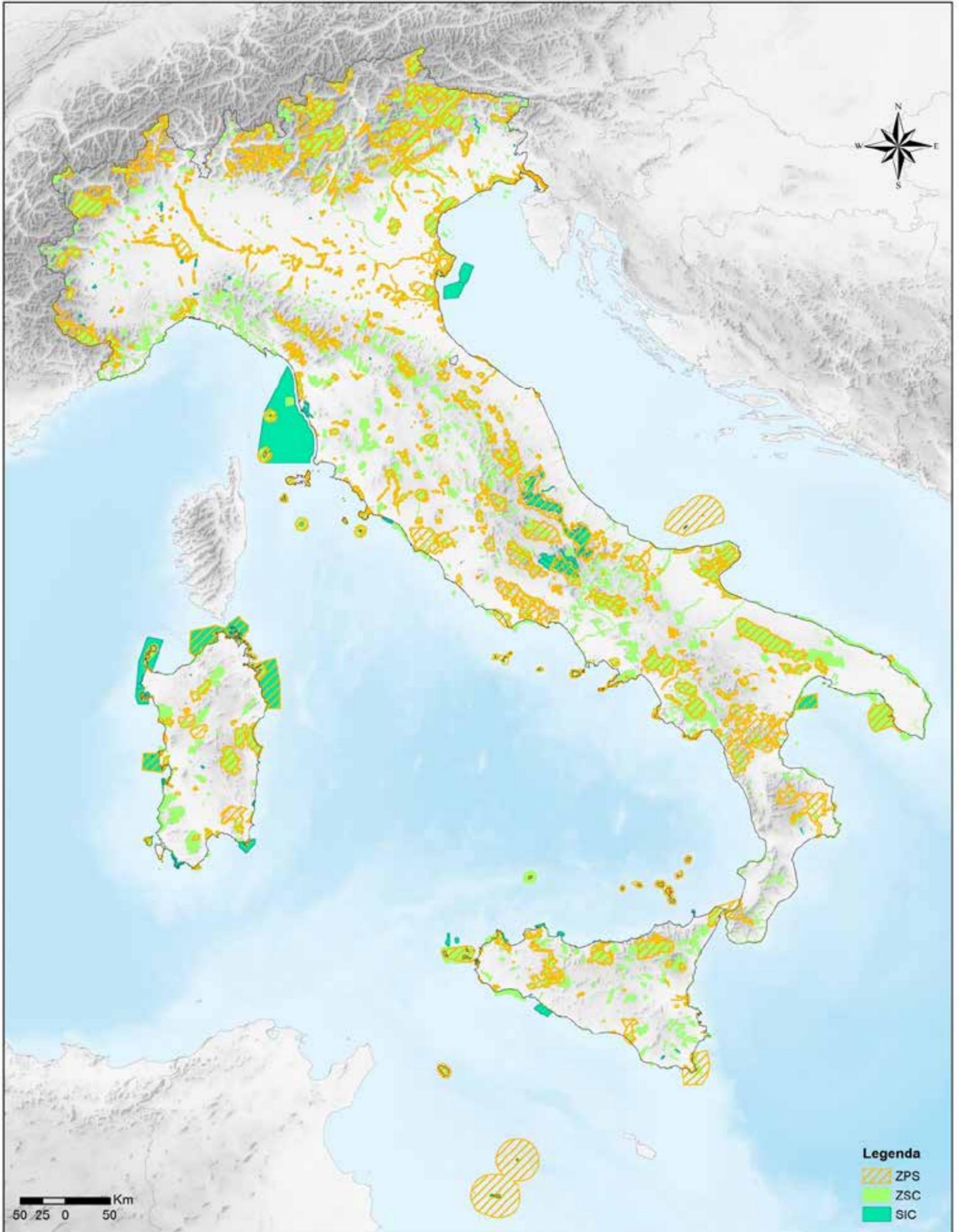
In Italia, le Zone umide d'Importanza Internazionale riconosciute ed inserite nell'elenco della Convenzione di Ramsar sono ad oggi 57, non sono distribuite in tutte le Regioni, ma tutelano ad oggi 73.982 ettari di superficie. In futuro, se ne prevede già l'estensione di ulteriori 7.520 ettari, in quanto il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica ha già emanato i Decreti per l'istituzione di ulteriori 9 "Zone Ramsar" di cui, al momento, è in corso la procedura per il riconoscimento internazionale.



Elaborazione ISPRA su dati MASE (agg. 2022), CORINE Land Cover 2018, Carta Nazionale del Consumo di Suolo 2018



La mappa mostra i siti della rete Natura 2000



**RIASSUNTO:** Carta della Natura viene istituita dalla legge 394/91 con l'obiettivo di "individuare lo stato dell'ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali e i profili di vulnerabilità territoriale". Il sistema è strutturato in due principali linee di attività: una cartografica, per lo studio e la conoscenza dei sistemi naturali e della loro distribuzione sul territorio nazionale, ed uno valutativo, per la stima di valori di qualità e vulnerabilità naturalistica. La componente cartografica rappresenta il territorio secondo un approccio multiscale, andando a delineare unità omogenee individuate in modo progressivo e proporzionale al grado di analisi; la componente valutativa fornisce una stima dello stato ambientale delle unità, espresso attraverso gli indici di Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale. Un Sistema Informativo Territoriale consente di collegare tra di loro i prodotti di entrambe le linee operative e di garantirne aggiornabilità e integrabilità, assicurandone, infine, la consultazione e divulgazione.

**ABSTRACT:** Carta della Natura information system was envisaged by the Italian Law 394/1991, with the aim to identify the status of the natural environment in Italy and to assess the quality and fragility of its territory. It is a national project based on two main products: the maps and the assessment system. The maps describe the natural systems by defining and classifying homogeneous areas with respect to selected features; the assessment system assigns values to each area, using a set of indicators and indexes, representing the risk of degradation in terms of Sensitivity and Fragility. The whole system is structured at different scales of analysis. It is organized as an informative system which allows to access all the maps and associated database re-sources and to maintain a constant upgrade of its structure and contents.

### Contesto Normativo

nasce con la Legge Quadro sulle aree protette (L.394/91), che promuove  
 "... la conservazione e la valorizzazione del patrimonio naturale del paese ..."  
 è un progetto nazionale realizzato da ISPRA in collaborazione con le ARPA, le Regioni e gli Enti Parco

### Finalità

"... individua lo stato dell'ambiente naturale in Italia, evidenziando i valori naturali ed i profili di vulnerabilità territoriale ..." (art.3, L.394/91)

fornisce una rappresentazione complessa e nello stesso tempo sintetica del territorio combinando tra loro fattori fisici, biotici e antropici, allo scopo di creare uno strumento tecnico a supporto della conoscenza e della salvaguardia del patrimonio naturale italiano

### Prodotti

#### a) Cartografia di ambiti territoriali omogenei a differenti scale:

- **Scala Nazionale:** Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani
- **Scala Regionale:** Carte degli habitat regionali e valutazioni
- **Scala Locale:** Carte degli habitat di interesse locale

#### b) Valutazioni di valore ecologico e fragilità ambientale degli ambiti territoriali cartografati alla scala Regionale;

- c) **Applicativi:** Carta del Valore Naturalistico-Culturale d'Italia alla scala 1:250.000;
- d) **Servizi per la visualizzazione e messa a disposizione del dato;**
- e) **Produzione editoriale per la descrizione delle metodologie e dei risultati conseguiti nei diversi ambiti realizzativi.**

### Fasi operative

Il progetto si articola in due fasi operative:

- **cartografica,** conoscitiva del territorio che rappresenta unità ambientali omogenee a diverse scale
- **valutativa:** elaborazione degli indici di Valore Ecologico, Sensibilità Ecologica, Pressione Antropica e Fragilità Ambientale.

### Campi di applicazione

I principali campi di applicazione sono: pianificazione territoriale, valutazioni ambientali, individuazione e disegno delle reti ecologiche e aree protette; reporting ambientale, analisi di scenari evolutivi territoriali

### Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani



Le **Unità Fisiografiche di Paesaggio** sono unità territoriali caratterizzate da uno specifico **tipo di paesaggio** e da una precisa collocazione geografica che presentano un caratteristico assetto fisiografico e di copertura del suolo.



Carta delle Unità Fisiografiche dei paesaggi italiani

### Carta del Valore Naturalistico-Culturale d'Italia

La **Carta del Valore Naturalistico-Culturale d'Italia**, che ha come base cartografica la Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi italiani, ha l'intento di stimare l'intero territorio italiano sia dal punto di vista naturalistico che dal punto di vista culturale.



### Carta degli habitat: la realizzazione della cartografia e le valutazioni

Gli **habitat** sono "zone terrestri o acquatiche che si distinguono grazie alle loro caratteristiche geografiche, abiotiche e biotiche, interamente naturali o seminaturali" (European Communities, 1992)

La realizzazione cartografica avviene attraverso:

- raccolta e consultazione di dati bibliografici
- raccolta e utilizzo di cartografie tematiche esistenti
- editing cartografico e fotointerpretazione di immagini aeree e satellitari
- rilievi di campo sia nella fase di produzione che di validazione finale

L'unità territoriale omogenea cartografata è detta **biotopo**. Per ciascun biotopo vengono calcolati diversi 'indicatori' che si sintetizzano nei seguenti 'Indici':

- Valore Ecologico
- Sensibilità Ecologica
- Pressione Antropica
- Fragilità Ambientale





Carta delle Unità Fisiografiche dei Paesaggi Italiani (scala 1:250.000)

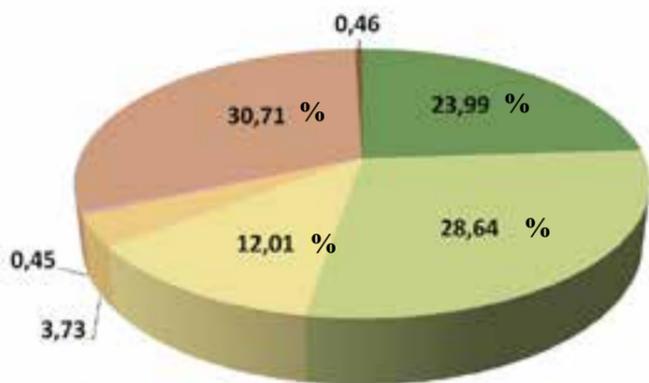
È realizzata per l'intero territorio nazionale

Sono stati cartografati e descritti:

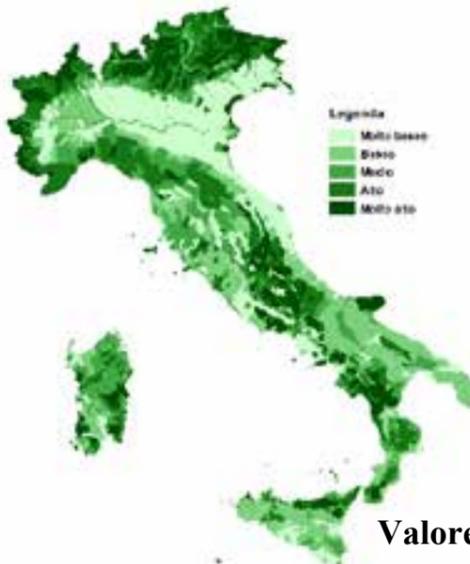
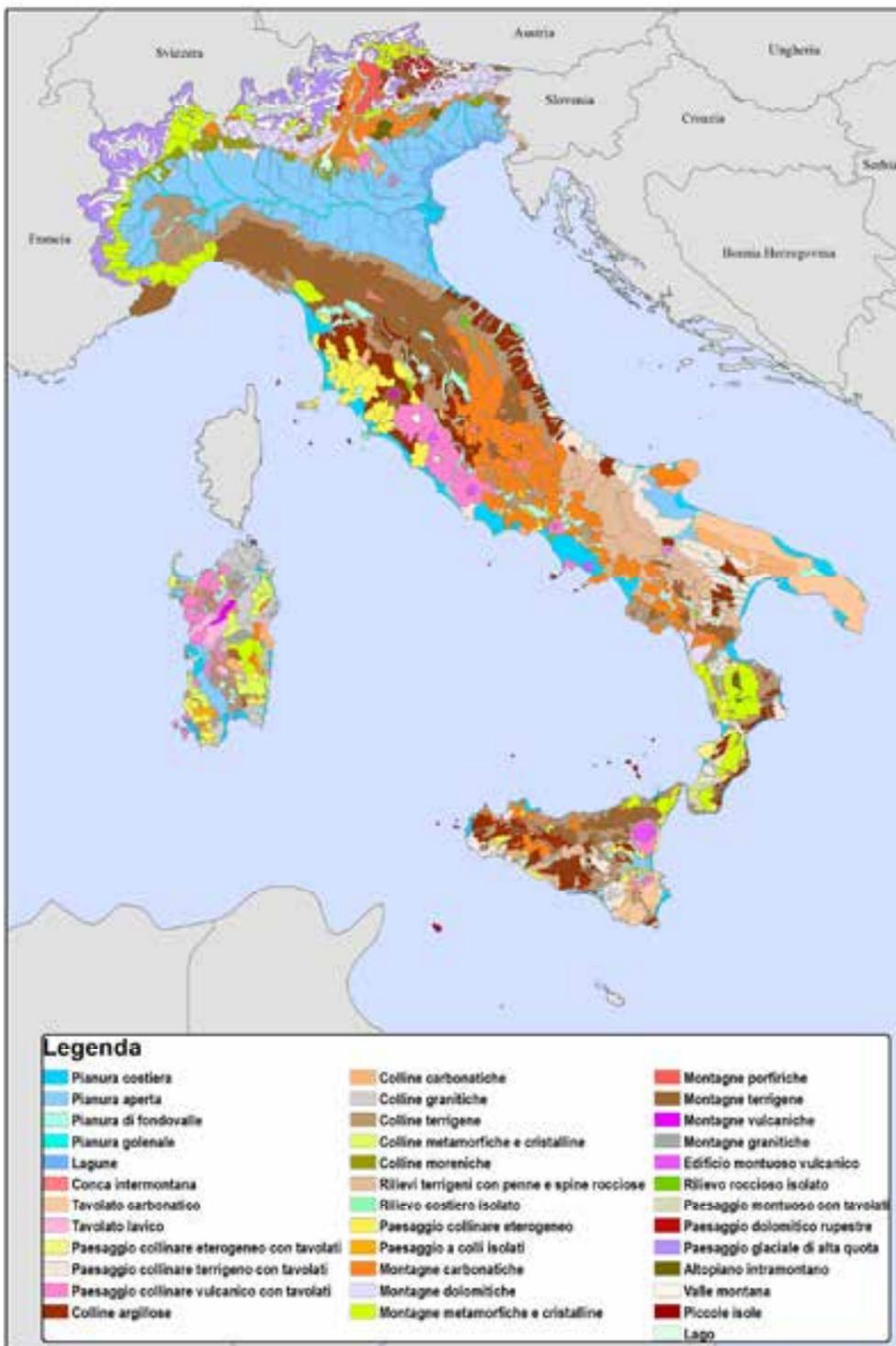
37 Tipi di Paesaggio

2.158 Unità di Paesaggio

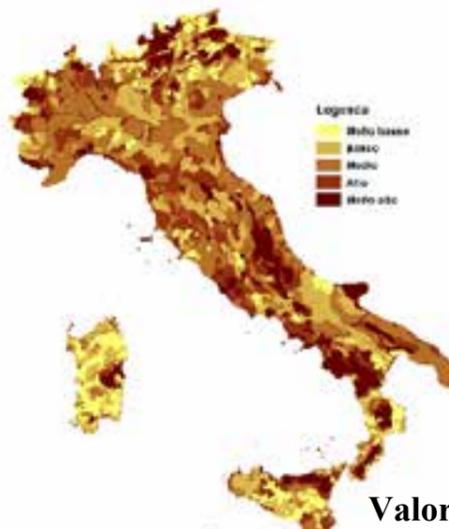
7 macrocategorie di paesaggio



- Paesaggi di bassa pianura
- Paesaggi collinari
- Paesaggi collinari tabulari o blandamente ondulati
- Paesaggi depressi in aree montuose
- Paesaggi montuosi tabulari o blandamente ondulati
- Paesaggi montuosi
- Paesaggi caratterizzati da singolarità



Valore Naturale

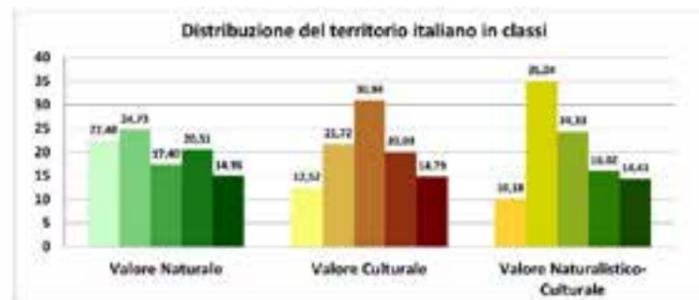


Valore Culturale

Un applicativo di Carta della Natura  
Carta del Valore Naturalistico-Culturale d'Italia

Per ciascuna unità di paesaggio sono stati calcolati gli Indici di Valore Naturale e Valore Culturale utilizzando dei dati di base omogenei per tutto il territorio nazionale.

Incrociando questi Indici si è ottenuto il Valore Naturalistico-Culturale.





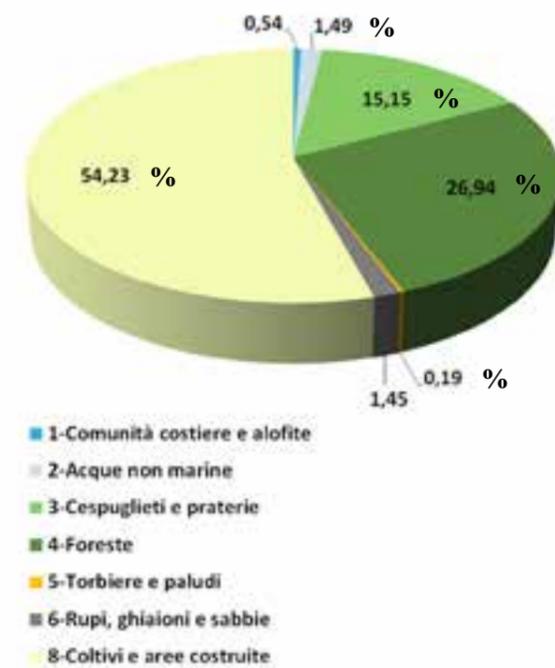
### Carte degli habitat

(scala 1:50.000-1:25.000)

Le **carte degli habitat** sono state prodotte per **16** Regioni pari al **74,2%** del territorio italiano

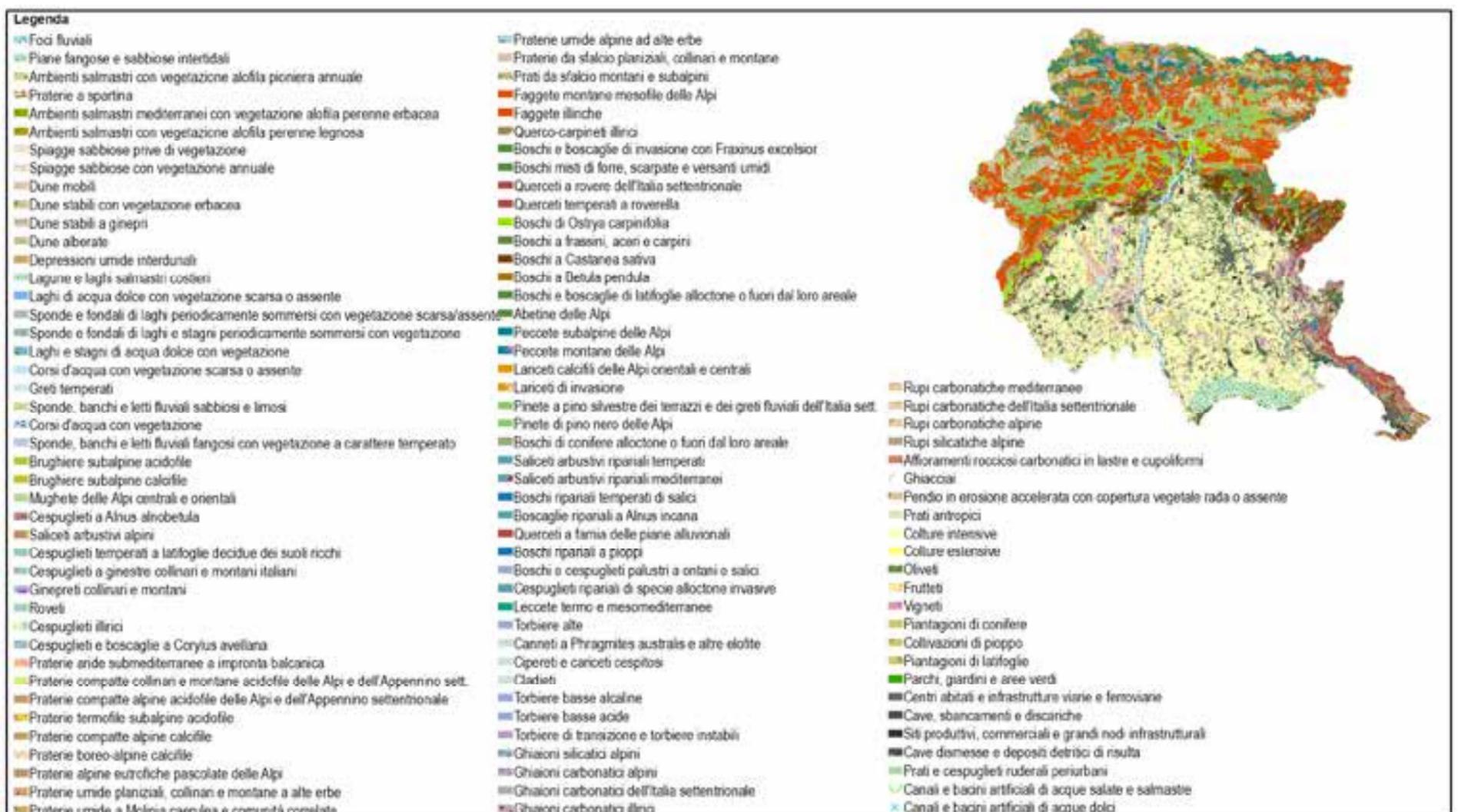
Un'altra regione e **1** provincia autonoma sono in produzione.

Per il territorio completato, attraverso le carte degli habitat, è stata calcolata la composizione del mosaico ambientale nelle seguenti **7** macrocategorie:



La **Legenda nazionale** per la cartografia degli habitat terrestri italiani comprende **283** tipi di habitat.

#### Estratto della Legenda nazionale per la cartografia degli habitat della regione Friuli Venezia Giulia





## La Valutazione delle carte degli habitat

(1:50.000-1:25.000)

### Valore Ecologico

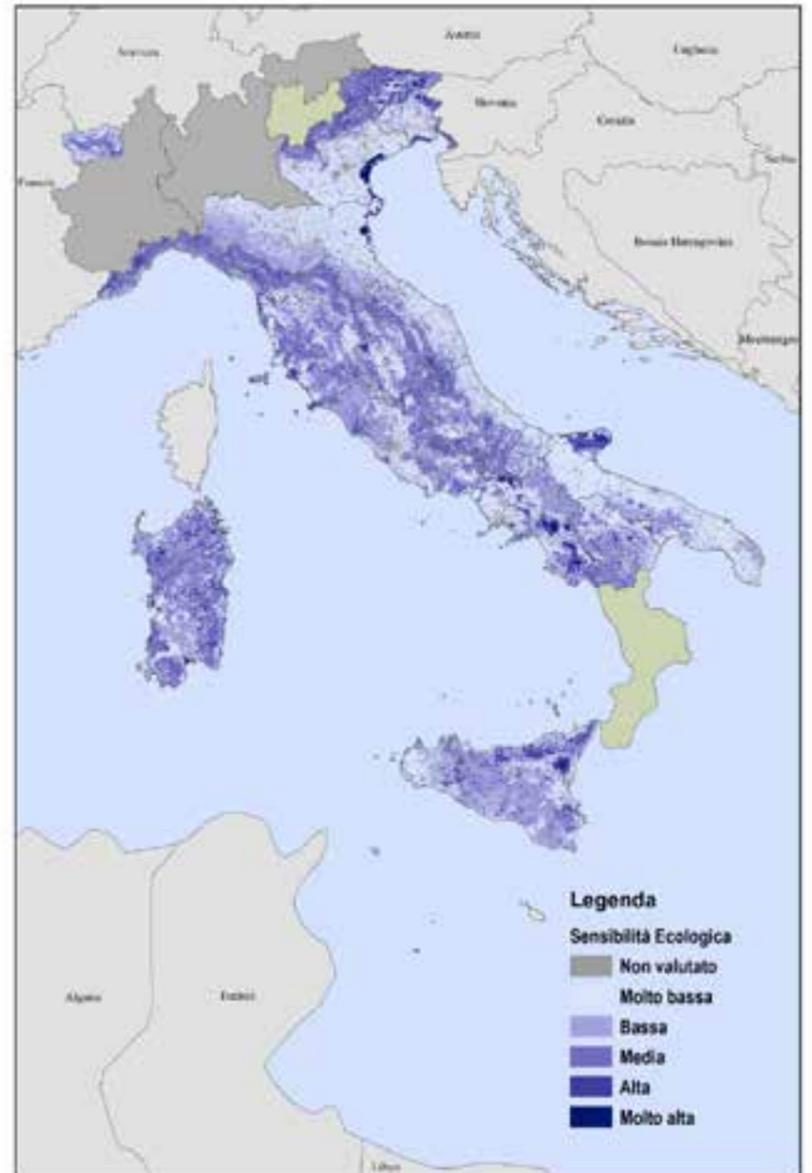


Il **Valore Ecologico** stima il livello di qualità di un biotopo dal punto di vista ambientale.

Gli **Indicatori** del Valore Ecologico si dividono in:

- Aree e habitat di interesse comunitario
- Biodiversità
- Ecologia del paesaggio

### Sensibilità Ecologica



La **Sensibilità Ecologica** esprime la predisposizione intrinseca di un biotopo al rischio di degrado.

Gli **Indicatori** della Sensibilità Ecologica si dividono in:

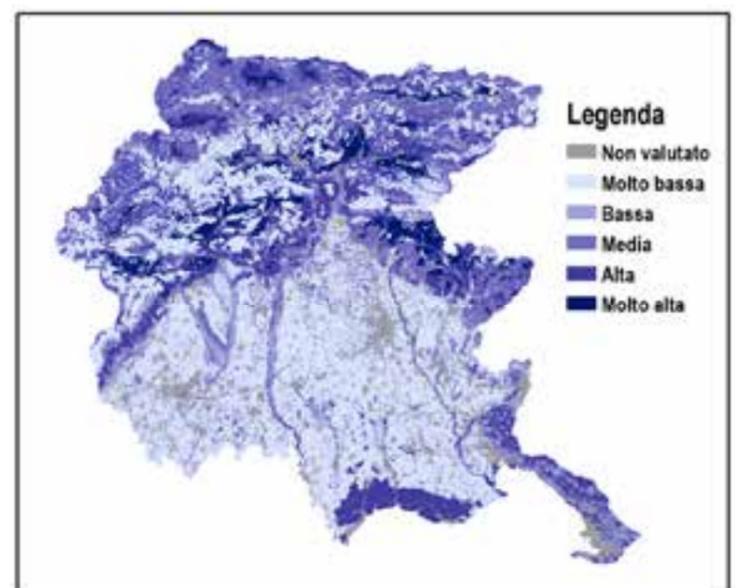
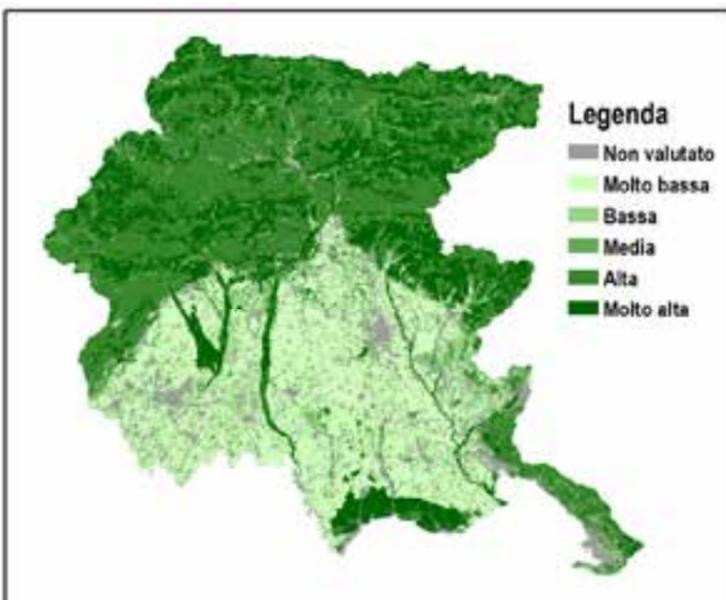
- Habitat prioritati
- Biodiversità
- Ecologia del paesaggio

La **valutazione** delle carte degli habitat ha messo in evidenza che rispetto al territorio studiato:

il **30%** è ad elevato Valore Ecologico

il **10%** è ad elevata Sensibilità Ecologica

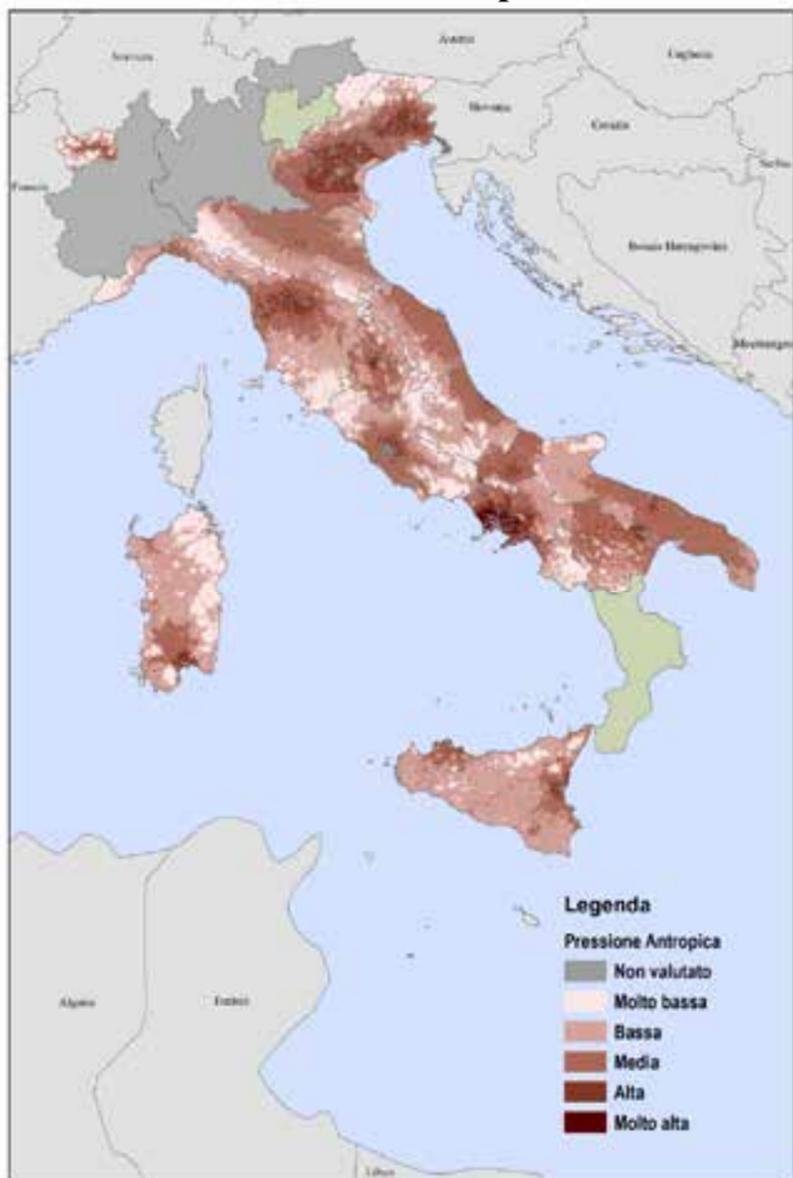
### La valutazione degli habitat della regione Friuli Venezia Giulia



## La Valutazione delle carte degli habitat

(1:50.000-1:25.000)

### Pressione Antropica



### Fragilità Ambientale



La **Pressione Antropica** fornisce una stima sintetica del grado di disturbo prodotto dall'uomo.

Gli Indicatori di Pressione Antropica sono:

- **Grado di frammentazione** di un biotopo, prodotto dalla rete viaria
- **Costrizione del biotopo** per l'adiacenza con ambienti antropici
- **Diffusione del disturbo antropico** indotto dalla popolazione dei nuclei urbani circostanti

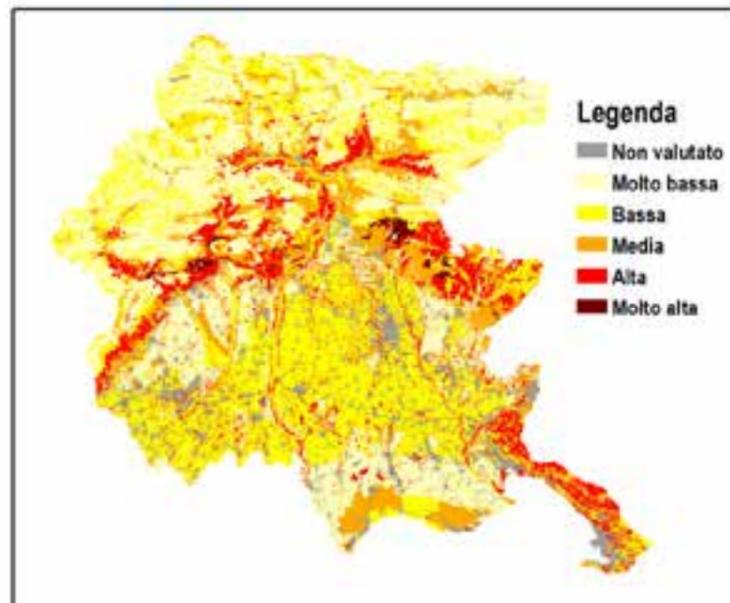
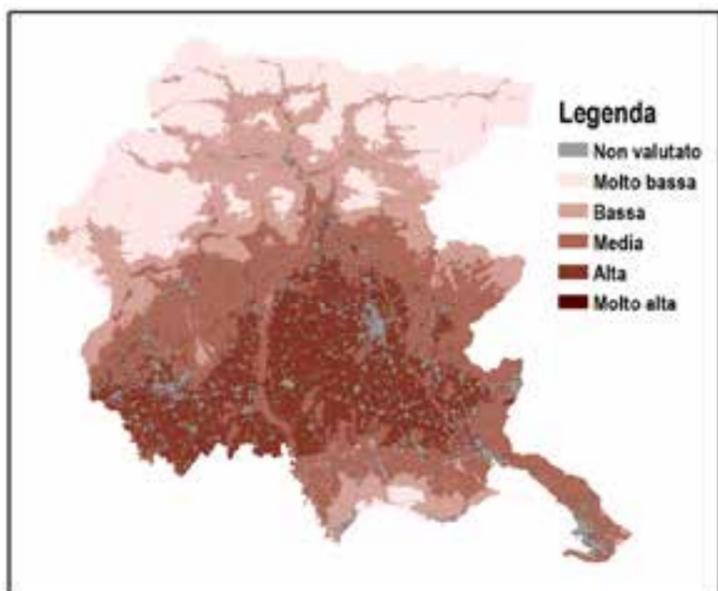
La **Fragilità Ambientale** si ottiene incrociando i valori di Sensibilità Ecologica e Pressione Antropica ed evidenzia le aree più sensibili e contemporaneamente più "pressate" dal disturbo antropico

La **valutazione** delle carte degli habitat ha messo in evidenza che rispetto al territorio studiato:

il **3,2%** è fragile

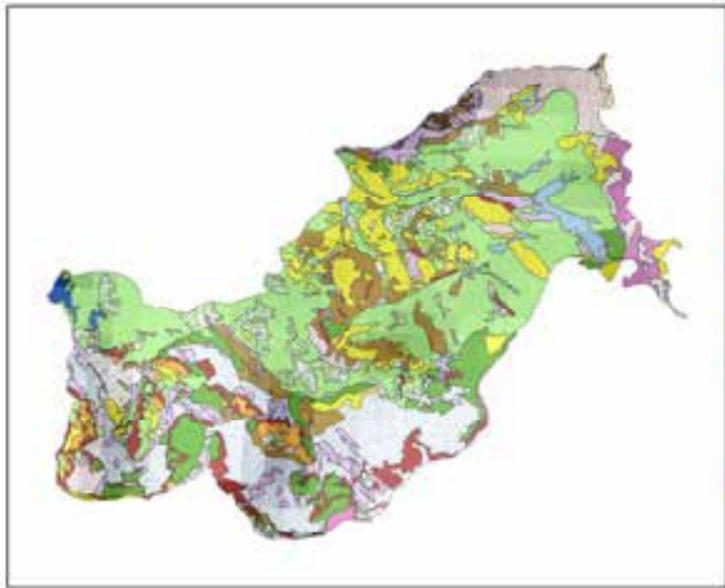
il **2,6%** è il territorio a rischio: l'**81,2%** del territorio fragile è costituito da biotopi che, oltre ad avere un elevato livello di fragilità, hanno anche un elevato Valore Ecologico.

### La valutazione degli habitat della regione Friuli Venezia Giulia





**Carta della Natura di Campo Pericoli (Gran Sasso) (scala 1:5.000)**



- Legenda**
- Cespuglieti a Juniperus nana
  - Brughiere subalpine a mirtili del Mediterraneo centrale
  - Tappeti arbustivi e salici rari degli ambienti detritici nivali
  - Affioramenti rocciosi e detritici del piano alpino e subalpino fortemente alterati da fenomeni meteorici con vegetazione pioniera
  - Praterie igrofile ad Alopecurus alpinus
  - Tappeti erbosi alpini a Junco tridus
  - Praterie compatte oro-appenniniche
  - Praterie a zolle a Festuca violacea e comunità correlate
  - Praterie a zolle dei crinali ventosi dell'Appennino con Elyna
  - Praterie rade e discontinue delle aree sommitali dell'Appennino con Carex rupestris, pulvini e vegetazione pioniera
  - Praterie discontinue e scorticite dell'Appennino con Sesleria juncofolia
  - Campo di doline
  - Praterie meso-igrofile ad alte erbe dell'Appennino
  - Ghiaioni calcarei del piano alpino e nivale
  - Chiosci termofili calcarei del Mediterraneo Centrale
  - Campi di massi
  - Vallette rocciose-detritiche
  - Rupi calcaree e dolomitiche alpine
  - Affioramenti calcarei in lastre e cupoliformi
  - Edifici rurali pubblici
  - Aree ruderali

La Carta della Natura di Campo Pericoli nasce da una collaborazione tra ISPRA, Ente Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga ed ARTA Abruzzo.

Sono stati cartografati e descritti:

**282 ettari**

**21 tipi di habitat**

**Carta della Natura del Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga (scala 1:25.000)**

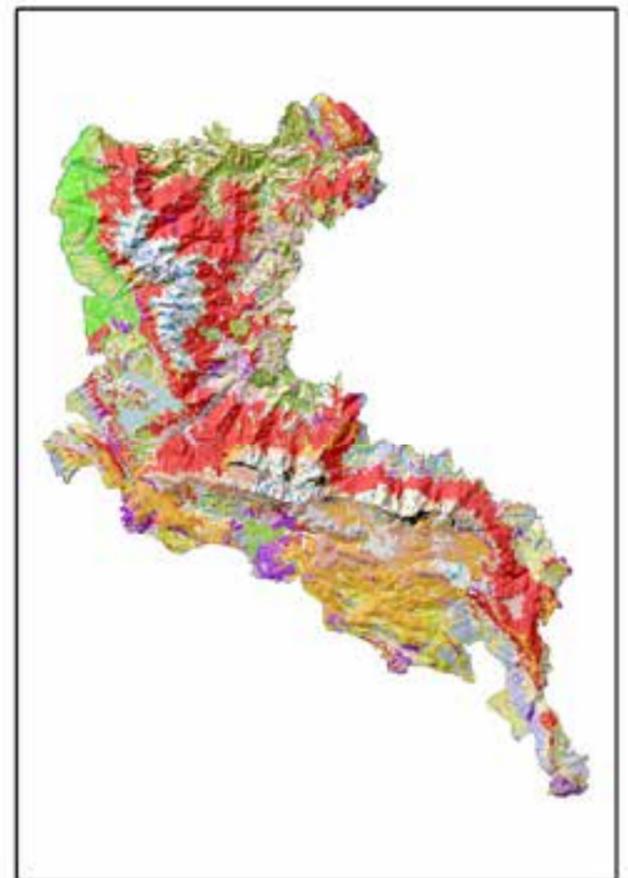
La Carta della Natura nel Parco Nazionale del Gran Sasso e dei Monti della Laga nasce da una collaborazione tra ISPRA ed Ente Parco Nazionale del Gran Sasso e Monti della Laga.

Sono stati cartografati e descritti:

**143.304 ettari**

**73 tipi di habitat**

La cartografia a scala locale consente di individuare con più precisione le tipologie di habitat: gli habitat prativi individuati in questa carta sono pari al 23,6% del territorio studiato rispetto al 13% individuato nello stesso territorio dalle cartografie regionali



**Legenda**

- Lago o stagno senza vegetazione
- Sponde lacustri non vegetate
- Lago o stagno con vegetazione
- Fiume
- Greti subalpini e montani
- Greti mediterranei
- Brughiere a ginepri nani
- Brughiere a mirtili dell'Appennino
- Cespuglieti medio-europei dei suoli ricchi
- Ginestre collinari e submontane dell'Italia peninsulare e Sicilia
- Felceti supramediterranei a Pteridium aquilinum
- Cespuglieti a Ginepro
- Roveti timenici con vegetazione sub-mediterranea decidua
- Garighe supramediterranee
- Praterie xeriche del piano collinare e submontano
- Praterie mesiche del piano collinare e submontano
- Praterie montane dell'Appennino centrale e meridionale
- Praterie compatte dalle montagne mediterranee a Nardus stricta e comunità correlate
- Vallette nivali
- Praterie a Festuca paniculata
- Praterie compatte oro-appenniniche
- Praterie a zolle dei crinali ventosi dell'Appennino con Elyna
- Praterie rade e discontinue delle aree sommitali dell'Appennino con Carex rupestris, pulvini e vegetazione pioniera
- Tappeti a Carex firma
- Praterie discontinue e scorticite dell'Appennino
- Campo di doline
- Prati umidi delle valli carsiche appenniniche
- Praterie meso-igrofile ad alte erbe dei piani collinare e montano dell'Appennino
- Praterie meso-igrofile ad alte erbe dei piani alpino e subalpino dell'Appennino
- Prati concimati e pascolati, anche abbandonati e vegetazione postcolturale
- Prati falciati e trattati con fertilizzanti
- Faggete dell'Appennino centro-settentrionale
- Boschi misti umidi di forra e scarpata
- Querceto a roverella dell'Italia settentrionale e dell'Appennino centro-settentrionale
- Querceti a querce caducifoglie con Q. pubescens dell'Italia peninsulare ed insulare
- Cerrete nord-italiane e dell'Appennino settentrionale
- Cerrete sud-italiane
- Ostietti, carpineti e boschi misti termofili di scarpata e forra
- Castagneti
- Boschetti di pino tremulo
- Rimboschimenti di abete bianco
- Saliceti collinari planiziali e mediterraneo montani
- Gallerie di salice bianco
- Foreste ripariali a frassino e/o ontano
- Foreste mediterranee ripariali a pino
- Leccete supramediterranee
- Canneti e formazioni con altre elofite
- Paludi, acquitrini e torbiere basse neutro-basifile
- Paludi, acquitrini e torbiere basse acide
- Paludi, acquitrini e torbiere di transizione
- Ghiaioni silicei alpini
- Ghiaioni basici alpini del piano alpino e nivale
- Ghiaioni basici alpini del piano altimontano e subalpino
- Ghiaioni termofili calcarei della Penisola Italiana
- Campi di grossi massi
- Rupi calcaree dei rilievi dell'Italia centro-meridionale
- Rupi basiche alpine
- Rupi silicee montane medio-europee
- Affioramenti rocciosi in lastre e cupoliformi
- Ghiaioni e superfici costantemente innevate
- Pendio terrigeno in erosione con copertura vegetale rada o assente, calanchi
- Culture di tipo estensivo e sistemi agricoli complessi
- Olivi
- Castagneti da frutto in attuazione di coltura intensiva
- Plantagioni di conifere
- Robinieti
- Plantagioni di latifoglie
- Bosco misto sinantropico di latifoglie decidue
- Parchi e giardini
- Città, centri abitati
- Cave attive
- Siti produttivi, strutture commerciali, di trasporto, di servizio, cantieri e sbancamenti
- Cave dismesse



**RIASSUNTO** - Gli alberi e i boschi rappresentano un sistema naturale unico, essenziale per la salute e il benessere delle comunità che da essi dipendono e per le molteplici funzioni e servizi che garantiscono: regolazione del ciclo dell'acqua, dell'aria, del clima; fornitura di materie prime e cibo; conservazione della biodiversità e del suolo; protezione da catastrofi naturali, supporto alle attività ricreative. Il monitoraggio dei boschi e della copertura arborea in ambienti naturali, agricoli e urbani è fondamentale sia per la elaborazione di indicatori sullo stato e sulla loro evoluzione, sia per la definizione di strumenti utili per la pianificazione e la gestione territoriale. La superficie boschiva è cresciuta nel corso degli ultimi decenni: l'espansione forestale tra il 1985 e il 2019 ha riguardato 2 milioni e 800 mila ettari di superficie. I boschi sono, tuttavia, soggetti a diversi utilizzi e fenomeni di disturbo (tagli, incendi, schianti, patogeni...) che, solo tra il 2017 e il 2018, hanno interessato circa 90 mila ettari.

**ABSTRACT** - Trees and forests represent a unique natural system that is essential for the health and well-being of the communities that depend on them and for the many functions and services they provide: regulation of the water cycle, air, and climate; provision of raw materials and food; conservation of biodiversity and soil; protection from natural disasters; and support for recreational activities. The monitoring of forests and tree cover in natural, agricultural and urban environments is essential both for the development of indicators on their status and evolution and for the definition of useful tools for land planning and management. Currently, trees in Italy occupy about 35 percent of the national territory. The forest area has grown over the past decades: forest expansion between 1985 and 2019 covered 2 million 800 thousand hectares. However, forests are subject to various disturbances and land uses (cuts, fires, crashes, pathogens...) that, between 2017 and 2018 alone, affected about 90 thousand hectares.

## DEFINIZIONI

### Bosco

Il bosco viene definito in base a parametri di estensione e densità percentuale della copertura arborea. Si possono riconoscere due definizioni:

*D.lgs. n.34/2018*

A livello nazionale rientrano nella definizione di bosco le superfici coperte da vegetazione forestale arborea, associata o meno a quella arbustiva, di origine naturale o artificiale in qualsiasi stadio di sviluppo ed evoluzione, con estensione non inferiore ai 2.000 metri quadri, larghezza media non inferiore a 20 metri e con copertura arborea forestale maggiore del 20 per cento (art. 3, comma 3).

*FAO*

A livello internazionale la FAO definisce il bosco come un territorio con copertura arborea superiore al 10% rispetto a un'estensione superiore a 0,5 ettari, dove gli alberi raggiungono un'altezza minima di 5 m a maturità, includendo anche: [...]

barriere frangivento e fasce boscate di larghezza superiore a 20 m, piantagioni di alberi della gomma e sughere.

### Cambiamenti della superficie boscata

I cambiamenti forestali riguardano la crescita e la decrescita della superficie boscata. Essi vengono definiti come segue:

#### Deforestazione (FAO)

Conversione da bosco a altri usi del suolo, come aree agricole o infrastrutture.

#### Espansione forestale (FAO)

Aumento della superficie boschiva in aree precedentemente non forestali attraverso espansione naturale (*natural forest expansion*) o interventi di impianto (*afforestation*).

#### Riforestazione (FAO)

Ricrescita di una formazione boschiva a seguito di una perdita temporanea della copertura a causa dell'azione antropica o di una perturbazione. Non comporta variazione di uso del suolo.

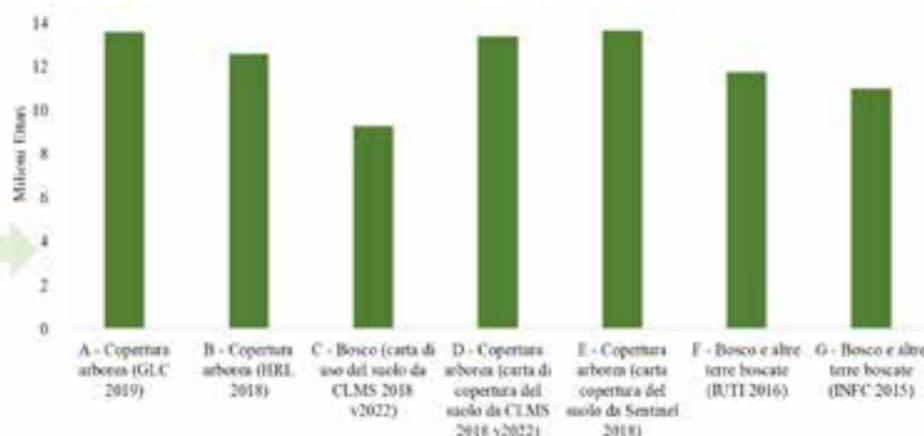
## IMPORTANZA DEL MONITORAGGIO FORESTALE

I boschi sono fondamentali per la conservazione della biodiversità e la nell'evoluzione del territorio dei processi di deforestazione e di espansione forestale, molte politiche considerano il tema centrale nella definizione di strumenti che possano preservare le risorse forestali e la fornitura di servizi ecosistemici ad esse associati. Infine, il monitoraggio dei cambiamenti forestali è un tema trattato dalle azioni nazionali e internazionali, come la COP26 o la Strategia Forestale Nazionale ed Europea, che prevedono progetti la realizzazione di riforestazione entro il 2030, o la produzione della Carta Forestale Italiana prevista dall'articolo 15 del Testo Unico in materia di foreste e da copertura arborea con l'innalzamento del limite degli alberi.



## I DATI FORESTALI

Esistono numerosi dati (inventariali e cartografici) che classificano i boschi e la copertura arborea. Tra i principali strati informativi resi disponibili su base spaziale dal programma Copernicus si può fare riferimento a (A) Global Land Cover (100x100 m), (B) High Resolution Layers (10x10 m), le carte di (C) uso e (D) copertura del suolo da Copernicus Land Monitoring Service (CLMS), la (E) carta di copertura da Sentinel (10x10 m) prodotte da ISPRA. I dati inventariali disponibili a livello nazionale sono (F) l'Inventario sull'Uso delle Terre in Italia (IUTI) e (G) l'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoio di Carbonio (INFC). Questi dati sono riferiti a periodi diversi, mettendo a disposizione una serie storica di dati ampia, dagli anni '80 fino al 2018; essi presentano valori diversi in quanto derivano da dati di input con risoluzioni e caratteristiche diverse (inventari e cartografia) e si riferiscono in alcuni casi ai boschi (con diverse definizioni) e in altri casi alla copertura arborea.

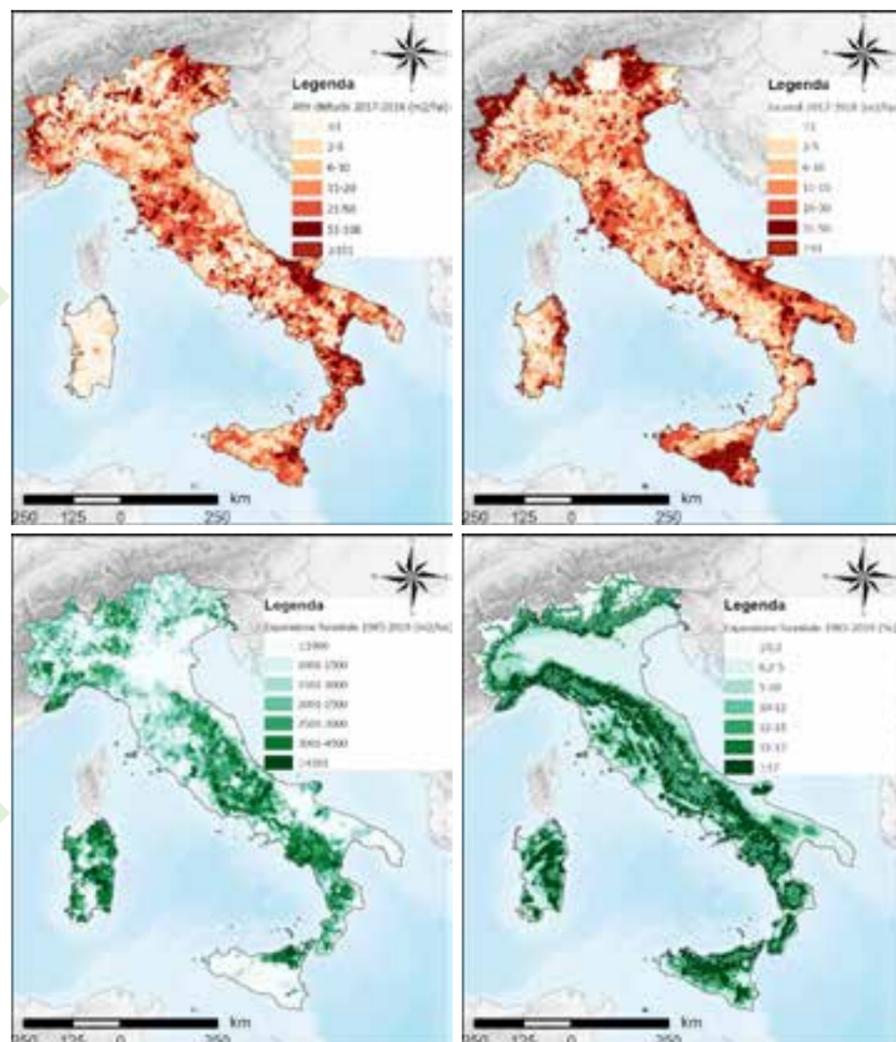


## I DISTURBI FORESTALI

La carta dei disturbi forestali confronta i dati del 2017 con quelli del 2018 e ha risoluzione spaziale di 10x10 metri. È stata sviluppata da ISPRA a partire da immagini Sentinel-2 e dati Sentinel-1 attraverso una classificazione semiautomatica che ha permesso di individuare le aree soggette a incendi e altri disturbi forestali (come tagli e schianti) nel periodo analizzato.

Il sistema di classificazione utilizzato è basato su classi di copertura di riduzione della copertura arborea (incendi e altri disturbi). In dodici mesi, tra il 2017 e il 2018, 11.106 ettari sono stati interessati da incendi e 78.490 ettari da altri disturbi.

La legge quadro in materia di incendi boschivi n. 353/2000, oltre a fornire la definizione di incendio, conferisce il compito di censimento degli incendi ai Comuni con il supporto dell'Arma dei Carabinieri - Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare, la quale ha il compito di conservare, gestire e aggiornare la banca dati riferita alle aree percorse dal fuoco. La banca dati copre il territorio nazionale, a esclusione delle regioni a statuto speciale (Valle d'Aosta, Trentino-Alto Adige, Friuli-Venezia Giulia, Sardegna e Sicilia) e dispone di dati annuali sugli incendi. Tra il 2004 e il 2020, in media, gli incendi hanno riguardato circa 42.266 ettari di bosco.



## L'ESPANSIONE FORESTALE

La carta dell'espansione forestale in Italia tra il 1985 e il 2019, prodotta da ISPRA, dall'Università della Tuscia e dall'Università di Firenze ha una risoluzione spaziale di 30x30 metri. Questo prodotto è stato sviluppato con l'utilizzo di immagini satellitari (Landsat), che sono state elaborate attraverso l'applicazione di algoritmi di classificazione semiautomatica, per ottenere una carta nazionale a due classi (espansione forestale/non espansione).

La carta permette di localizzare le aree in cui si è registrata una crescita forestale nel periodo di osservazione e le aree in cui non c'è stata l'espansione.

In seguito, attraverso un campionamento casuale stratificato, è stato selezionato un campione di oltre 4.000 punti che sono stati fotointerpretati e classificati in espansione forestale/non espansione ed è stata stimata la superficie interessata dall'aumento della superficie boschiva sia a livello regionale che per fascia altimetrica. I risultati ottenuti hanno dimostrato che l'espansione forestale tra il 1985 e il 2019 è avvenuta su circa 2 milioni e 800 mila ettari di territorio.



	Latifoglie in ambito urbano (ha)	Latifoglie in ambito urbano (%)	Conifere in ambito urbano (ha)	Conifere in ambito urbano (%)	Latifoglie in ambito agricolo (ha)	Latifoglie in ambito agricolo (%)	Conifere in ambito agricolo (ha)	Conifere in ambito agricolo (%)	Latifoglie in ambito naturale (ha)	Latifoglie in ambito naturale (%)	Conifere in ambito naturale (ha)	Conifere in ambito naturale (%)
Copertura arborea nei tre ambiti di uso del suolo	303.113	2,23	7.742	0,06	3.417.364	25,10	40.070	0,29	8.286.191	60,86	1.559.773	11,46

Carta della copertura arborea in ambito urbano, agricolo e naturale nel 2018



**RIASSUNTO** - Gli ecosistemi sono il risultato di complesse interazioni tra l'ambiente fisico, biologico e culturale. Il crescente interesse per la conservazione della biodiversità e la gestione sostenibile del territorio ha portato a migliorare ed incrementare le conoscenze sulla struttura, le funzioni, i servizi e la distribuzione degli ecosistemi a scala di paesaggio. L'adozione di un approccio ecosistemico nella gestione integrata di territori e risorse naturali, in linea con i principi della Convenzione sulla Diversità Biologica, richiede che gli ecosistemi siano individuati e delimitati nello spazio per monitorare il loro stato di conservazione, indirizzandone le azioni di tutela e di sviluppo (Sayre, R. et al. 2008).

**ABSTRACT** – Ecosystems are the result of complex interactions between the physical, biological and cultural environment. The growing interest in biodiversity conservation and sustainable land management has led to an improvement and increase in knowledge on the structure, functions, services and distribution of ecosystems at the landscape scale. The adoption of an ecosystem approach in the integrated management of territories and natural resources, in line with the principles of the Convention on Biological Diversity, requires that ecosystems be identified and delimited in space to monitor their state of conservation, directing their actions of protection and development.

## ECOSISTEMI SANI

Ambienti naturali in cui organismi viventi coesistono in equilibrio tra loro, scambiano materiali ed energia in un'area delimitata (un lago, un prato, una foresta) e, in generale, presentano una elevata RESILIENZA agli impatti dei cambiamenti climatici.

## ECOSISTEMI DEGRADATI

Ambienti fortemente compromessi a causa dell'espansione urbana incontrollata, dell'agricoltura intensiva, dell'inquinamento, delle specie aliene e dei cambiamenti climatici, che rischiano di essere danneggiati al punto da non poter più fornire i loro "servizi": il cibo, l'aria, l'acqua, l'energia e le materie prime.

Natura e Biodiversità rendono possibile la vita sulla Terra. Noi tutti dipendiamo dagli ambienti naturali e dalla biodiversità che li caratterizza per il cibo, l'aria, l'acqua, l'energia e le materie prime di cui abbiamo bisogno. Con il termine di biodiversità si intende la coesistenza di specie viventi in un determinato ambiente naturale che, oltre all'uomo, comprende gli animali, le piante e tutte le altre forme di vita che non vediamo, dai microrganismi (animali e vegetali) ai batteri, finanche ai virus. Ecosistemi sani, ossia ambienti naturali in equilibrio e ad elevata capacità di resilienza, contribuiscono alla conservazione della biodiversità e garantiscono la fornitura dei cosiddetti "Servizi Ecosistemici" essenziali. Tutelare gli ecosistemi e la biodiversità è fondamentale ad assicurare nutrimento (piante, animali), fibre per tessuti (cotone, lana), materie prime per la produzione di energia (legno, minerali fossili), sostanze e composti naturali alla base di numerosi prodotti medicinali. La perdita, o anche solo l'impoverimento in termini di biodiversità, degli ecosistemi, riducendone la capacità di resilienza e la disponibilità di risorse, nel tempo, pregiudica la sostenibilità economico-sociale di un territorio.



Comitato Capitale Naturale (2022), Quinto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia. Roma

La lista rossa degli ecosistemi (RLE) è uno strumento per la valutazione dello stato di "salute" degli ecosistemi (Keith, D.A. et al. 2015). Questa lista, complementare alle Liste Rosse già esistenti a livello di specie e di habitat, è importante per la conservazione degli ecosistemi e la gestione sostenibile delle risorse naturali. La LRE fornisce una mappa degli ecosistemi ricca di dati e informazioni (valutazioni quantitative, qualitative, spaziali) utili per individuare le aree in cui è necessario concentrare gli sforzi di conservazione.

L'utilizzo della LRE nella pianificazione a scala nazionale o globale di azioni di tutela o interventi di ripristino contribuisce alla salvaguardia della biodiversità.



**Ecoregioni** Ampie aree della superficie terrestre ecologicamente omogenee, all'interno delle quali specie e comunità naturali interagiscono in modo discreto con i caratteri fisici dell'ambiente.

Nel predisporre la prima LRE d'Italia, i fattori di pressione sono stati selezionati sulla base dei cinque criteri sviluppati dall'International Union for Conservation of Nature (IUCN) (Rodriguez, J.P. et al. 2015).

Il primo criterio è la "rilevanza del fattore di pressione", per cui sono stati scelti quei fattori di pressione che influiscono in modo significativo sulle condizioni ambientali a livello nazionale o di Ecoregione. Il secondo criterio è la "uniformità delle informazioni disponibili" su vasti ambiti geografici, per cui sono stati selezionati quei fattori di pressione per i quali sono state già raccolte informazioni sufficienti su vaste aree geografiche. Il terzo criterio è il "dettaglio conoscitivo", adeguato e spazialmente esplicito, per cui sono stati selezionati solo i fattori per i quali esiste una conoscenza dettagliata e specifica dei loro effetti sugli ecosistemi. Il quarto criterio è la "disponibilità multi-temporale" dei dati per cui sono stati considerati fattori di pressione per i quali esiste una serie storica di dati per la valutazione nel tempo dell'evoluzione di pressioni e minacce. Infine, il quinto criterio è la possibilità di determinare la "severità degli impatti" per cui sono stati selezionati i fattori per i quali è possibile valutare l'intensità degli effetti sugli ecosistemi.

Fattori di pressione	Criterio IUCN
Cambiamenti di uso e copertura del suolo	A1, A2
Distribuzione ristretta associata ad almeno un altro fattore di pressione	B1, B2, B3
Artificializzazione interna / Frammentazione	C1, C2
Pratiche agricole intensive	C2
Incendi boschivi	C1, C2
Erosione costiera	C1, C2
Cambiamento climatico	C2
Qualità chimica/biologica delle acque	C2/D2
Dinamica vegetazionale naturale	D1
Invasioni biologiche	D1, D2

Metodologia utilizzata per la selezione dei fattori di pressione in relazione ai Criteri di riferimento IUCN

In fase di valutazione, è stata sempre effettuata una stima del grado di minaccia connesso a ciascuno dei fattori di pressione selezionato, piuttosto che una valutazione sintetica di massima per tipologia di ecosistema. Questo ha consentito una valutazione più dettagliata e precisa delle minacce che gravano sui singoli ecosistemi fino ad oggi valutati, e di identificare quelle che richiedono maggiori azioni di conservazione e protezione degli ecosistemi.

Sono otto le possibili categorie di rischio per ciascun ecosistema. Tre sono descritte come minacciate e assegnate in base a soglie quantitative: In Pericolo Critico (CR), In Pericolo (EN), Vulnerabile (VU). Se un tipo di ecosistema soddisfa un criterio per "In Pericolo Critico (CR), soddisfa anche gli altri due "In pericolo (EN)" e "Vulnerabile (V)".

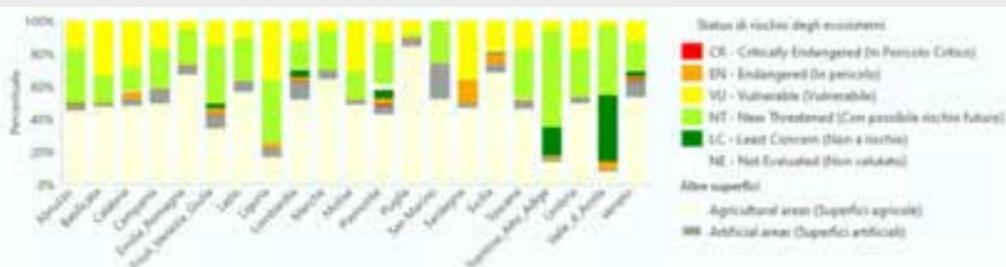
Quattro sono le categorie assegnate in base a soglie qualitative: Ecosistemi che non soddisfano i criteri quantitativi per le categorie di ecosistemi minacciati (NT, Near Threatened), Ecosistemi che non soddisfano inequivocabilmente nessuno dei criteri quantitativi (LC, Least Concern), Ecosistemi per i quali esistono dati insufficienti per applicare qualsiasi criterio (DD, Data Deficient), Ecosistemi non ancora valutati (NE, Not Evaluated).

In analogia con la categoria Estinta (EX), utilizzata per le specie dalla IUCN, un'ulteriore categoria (CO, Collapse) è stata definita per gli ecosistemi "collassati", ossia che hanno perso rapidamente la loro struttura e funzione, con drastici cambiamenti nelle loro dimensioni o estensione, o di specie che li compongono.

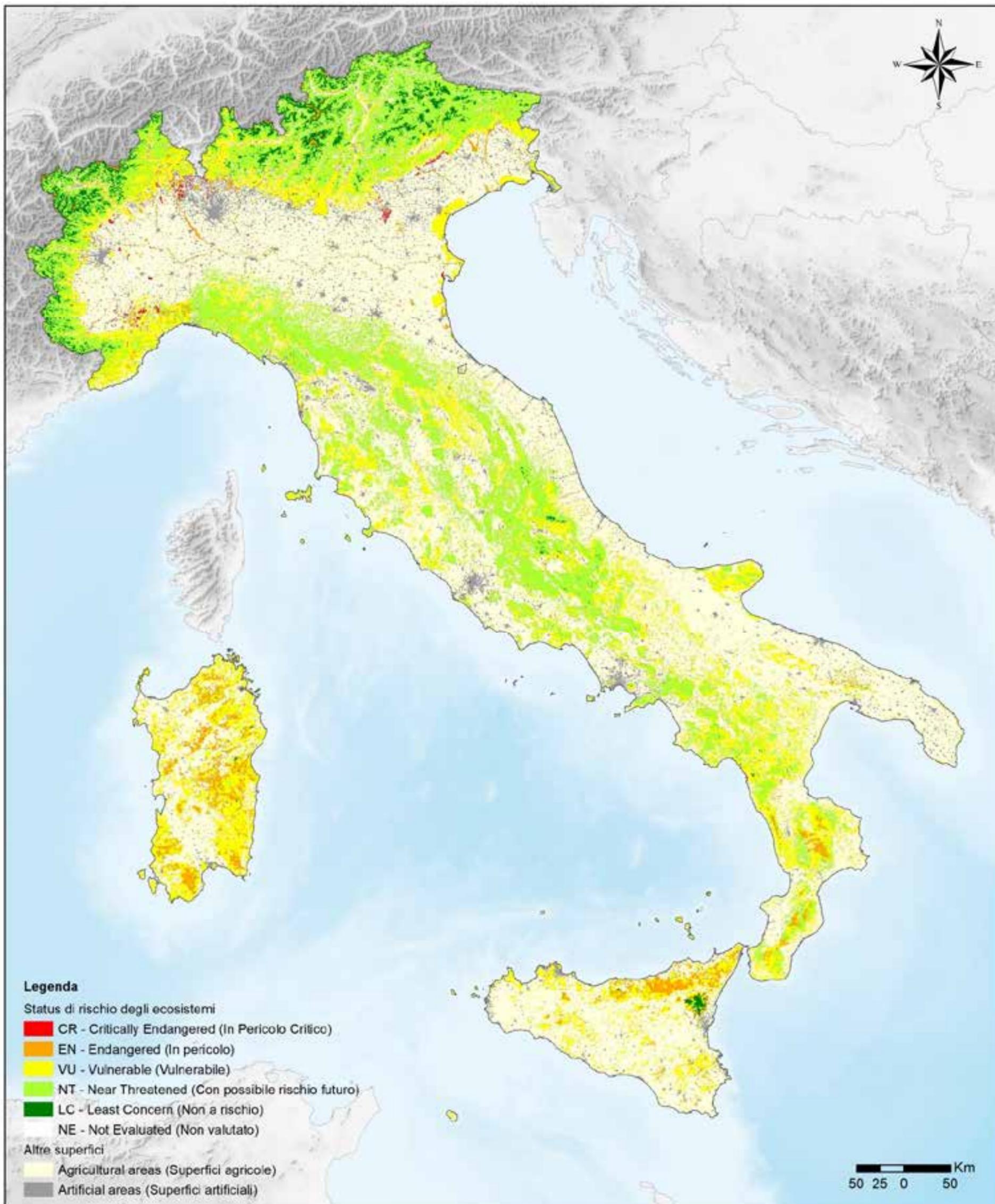


Il grafico mostra la distribuzione areale per regione delle diverse categorie di rischio degli ecosistemi espressi in termini percentuale.

Confronto areale per Regioni



## Carta dello Status di rischio degli Ecosistemi

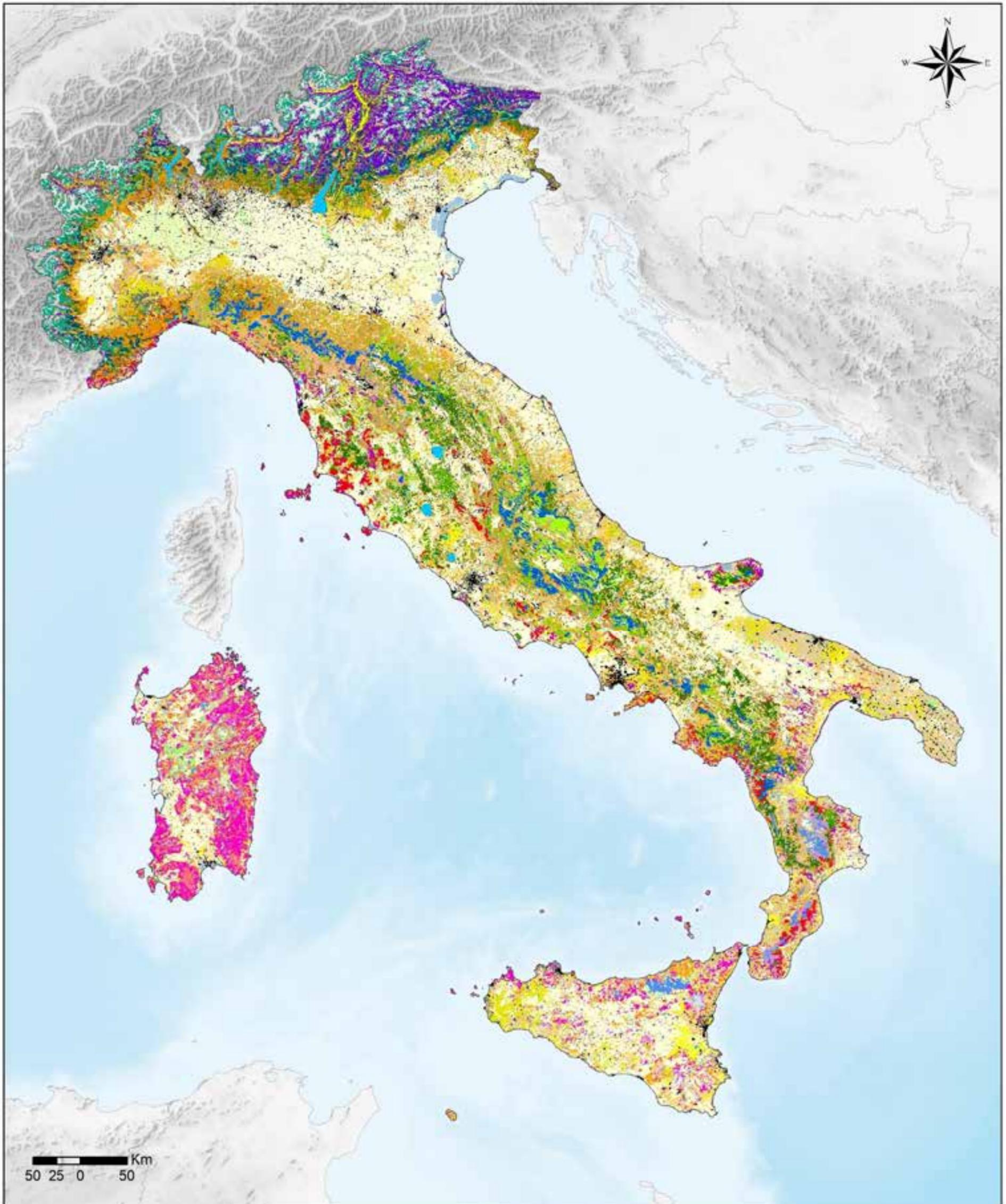


## Legenda della carta degli Ecosistemi d'Italia

- Legenda**
- A1 - Zone residenziali a tessuto continuo, zone industriali, commerciali ed infrastrutturali, zone esterne, centri, discariche e terreni anellati
  - A2 - Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado
  - A3 - Aree verdi urbane
  - B1 - Seminativi
  - B2 - Rievis
  - B3 - Vigneti
  - B4 - Fruteti e frutti minori
  - B5 - Oliveti
  - B6 - Arboricoltura da legno
  - B7 - Prati stabili (ovaggini permanenti)
  - B8 - Zone agricole eterogenee
  - B9 - Aree prevalentemente occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti
  - B10 - Aree agroforestali
  - C1 - Ecosistemi forestali a *Quercus ilex* subsp. *ilex* dell'Insubria
  - C2 - Ecosistemi forestali a *Quercus ilex* subsp. *ilex* della Pianura Padana
  - C3 - Ecosistemi forestali, peninsulari, a *Quercus ilex* subsp. *ilex* e/o *Q. suber* (e *Q. calliprinos* nel Salento)
  - C4 - Ecosistemi forestali a *Quercus ilex* subsp. *ilex* e *Q. suber* delle isole maggiori
  - C5 - Ecosistemi forestali alpini e prealpini a *Quercus petraea* subsp. *petraea* e/o *Q. robur* subsp. *robur*
  - C6 - Ecosistemi forestali alpini, prealpini e del Carso a *Quercus pubescens* subsp. *pubescens*, *Q. cerris* e/o *Ostrya carpinifolia*
  - C7a - Ecosistemi forestali padani, pianiziali, a *Quercus robur* subsp. *robur*
  - C7b - Ecosistemi forestali padani, collinari, a *Quercus petraea* subsp. *petraea* e/o *Q. pubescens* subsp. *pubescens*
  - C8 - Ecosistemi forestali appenninici e subappenninici a *Quercus petraea* e/o *Q. cerris*
  - C9 - Ecosistemi forestali appenninici e subappenninici a prevalenza di *Quercus pubescens* subsp. *pubescens* e/o *Ostrya carpinifolia*
  - C10 - Ecosistemi forestali peninsulari, mesofili, a *Quercus cerris*
  - C11 - Ecosistemi forestali peninsulari, termofili, a *Quercus cerris* e/o *Q. ilex*
  - C12 - Ecosistemi forestali peninsulari, termofili, a *Quercus virgiliana*
  - C13 - Ecosistemi forestali dei querceti termofili sud-orientali con *Quercus virgiliana*, *Q. trojana* subsp. *trojana*, *Q. iliciformis* subsp. *iliciformis* o *Q. ilex*
  - C14 - Ecosistemi forestali peninsulari, mesogiofili, a *Quercus robur*
  - C15 - Ecosistemi forestali delle isole maggiori a querce caducifoglie (*Quercus virgiliana*, *Q. sclerota*, *Q. ilex*, *Q. cerris*)
  - C16 - Ecosistemi forestali alpini, prealpini e del Carso, a dominanza di *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus excelsior* subsp. *excelsior* e/o *Carpinus betulus*
  - C17 - Ecosistemi forestali della Pianura Padana a *Carpinus betulus*, *Fraxinus excelsior* subsp. *excelsior* e altre latifoglie mesofite
  - C18 - Ecosistemi forestali peninsulari (localmente nelle isole maggiori), da pianiziali a submontani, a *Ostrya carpinifolia*, *Fraxinus ornus* subsp. *ornus*, *Carpinus betulus*, *C. orientalis* subsp. *orientalis*, *Ulmus minor* subsp. *minor*
  - C19 - Ecosistemi forestali apeni e prealpini a *Castanea sativa*
  - C20 - Ecosistemi forestali della Pianura Padana e Casiana sativa
  - C21 - Ecosistemi forestali peninsulari, collinari e submontani, a *Castanea sativa*
  - C22 - Ecosistemi forestali a *Castanea sativa*, collinari e montani, delle isole maggiori
  - C23 - Ecosistemi forestali alpini e prealpini a *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*, con *Picea abies*, *Abies alba*, *Sorbus aucuparia*
  - C24 - Ecosistemi forestali appenninici e subappenninici a *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*, con *Abies alba*, *Taxus baccata*, *Ilex aquifolium*, *Acer cappadocicum* subsp. *loefli*
  - C25 - Ecosistemi forestali dell'Italia meridionale a *Fagus sylvatica* subsp. *sylvatica*, con *Abies alba*, *Acer pseudoplatanus*, *Ilex aquifolium*, *Quercus congesta*, *Q. daecheampi* e *Q. petraea* subsp. *austrotyrrhenica*
  - C26 - Ecosistemi forestali e arbustivi ripariali, alpini e prealpini, a *Salix alba*, *S. elaeagnos*, *S. myrsinifolia*, *S. daphnoides*, *Populus alba*, *Myricaria germanica*, *Alnus incana*, *Fraxinus excelsior* subsp. *excelsior*
  - C27 - Ecosistemi forestali e arbustivi ripariali, della Pianura Padana, a *Salix alba*, *Populus alba*, *P. nigra* subsp. *nigra*, *Alnus glutinosa*, *Viburnum opulus*
  - C28 - Ecosistemi forestali e arbustivi ripariali, peninsulari, a *Salix alba*, *S. purpurea* subsp. *purpurea*, *S. bruta*, *Populus alba*, *P. nigra* subsp. *nigra*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*, *Hypericum hircinum* subsp. *Majus*
  - C29 - Ecosistemi forestali e arbustivi ripariali, delle isole maggiori, a *Salix alba*, *S. gussonei*, *S. arizonae*, *S. atrocinerea* subsp. *atrocinerea*, *Populus alba*, *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa*, *Nerium oleander* subsp. *oleander*, *Tamarix* sp. pl., *Vitis*
  - C30 - Ecosistemi forestali, alpini e prealpini, a latifoglie aloctone (*Robinia pseudoacacia*, *Acer negundo*, *Quercus rubra*, *Populus canadensis*, *Amorpha fruticosa*)
  - C31 - Ecosistemi forestali della Pianura Padana e latifoglie aloctone (*Robinia pseudoacacia*, *Amorpha fruticosa*, *Prunus serotina*)
  - C32 - Ecosistemi forestali, peninsulari, a latifoglie aloctone (*Robinia pseudoacacia*, *Ailanthus altissima*, *Eucalyptus* sp. pl.)
  - C33 - Ecosistemi forestali delle isole maggiori a latifoglie aloctone (*Robinia pseudoacacia*, *Eucalyptus* sp. pl.)
  - C34 - Ecosistemi forestali delle coste nord-adriatiche a *Pinus pinaster* subsp. *pinaster* e/o *P. pinea*
  - C35 - Ecosistemi forestali, costieri e collinari, peninsulari (localmente in Insubria), a *Pinus pinaster* subsp. *pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis*
  - C36 - Ecosistemi forestali a *Pinus pinaster* subsp. *pinaster*, *P. pinea* e/o *P. halepensis* delle isole maggiori
  - C37 - Ecosistemi forestali alpini, prealpini e del Carso a *Pinus sylvestris* e/o *P. nigra* subsp. *nigra*
  - C38 - Ecosistemi forestali della Pianura Padana a *Pinus sylvestris* e/o *P. nigra* subsp. *nigra*
  - C39 - Ecosistemi forestali peninsulari e siciliani, montani, a *P. nigra* subsp. *nigra*, *P. heldreichii* subsp. *leucodermis* e/o *P. nigra* subsp. *latic*
  - C40 - Ecosistemi forestali alpini e prealpini a *Picea abies* e/o *Abies alba*
  - C41 - Ecosistemi forestali appenninici a *Picea abies* e/o *Abies alba*
  - C42 - Ecosistemi forestali alpini e prealpini a *Pinus cericea* e/o *Larix decidua*
  - C43 - Ecosistemi forestali a conifere aloctone (*Pinus strobus*, *Pseudotsuga merziesii*, *Cedrus* sp. pl., *Cupressus* sp. pl.)
  - D1 - Ecosistemi erbacei, montani e alto-montani, delle Alpi, a *Carex myosuroides*, *C. curvula*, *C. firma*, *Festuca violacea* subsp. *violacea*, *Gesleria scheeroccephala*
  - D2 - Ecosistemi erbacei, montani e collinari, delle Alpi, a *Trisetaria flavescens*, *Dracopis pinnatifidus*, *Lolium perenne*
  - D3 - Ecosistemi erbacei, basso-collinari e pedemontani delle Alpi e pianiziali della Pianura Padana, a *Arrhenatherum elatius*, *Alpecurus pratensis* subsp. *pratensis*, *Sanguisorba officinalis*, *Chrysopogon gryllus*
  - D4 - Ecosistemi erbacei appenninici, montani e alto-montani, a *Gesleria juncea* subsp. *juncea*, *S. nitida* subsp. *nitida*, *Festuca violacea* subsp. *italica*, *Nardus stricta*, *Carex kitalbeliana*
  - D5 - Ecosistemi erbacei appenninici, montani e alto-montani, a *Gesleria juncea* subsp. *juncea*, *S. nitida* subsp. *nitida*, *Festuca violacea* subsp. *italica*, *Nardus stricta*, *Carex kitalbeliana*
  - D6 - Ecosistemi erbacei, peninsulari, montani e collinari a *Dracopis pinnatifidus*, *R. rupestris*, *Bromopsis erecta* subsp. *erecta* e *Cynodon dactylon*, con locali presenze di *Dasyphyllum villosum* e *Tritolium* sp. pl.
  - D7 - Ecosistemi erbacei, montani, dell'Appennino meridionale e insulari, a *Stipa* sp. pl., *Festuca morisiana* subsp. *morisiana*, *Azema sarda*
  - E1 - Ecosistemi arbustivi, montani e alto-montani, delle Alpi, a *Pinus mugo*, *Rhododendron* sp. pl., *Vaccinium* sp. pl.
  - E2 - Ecosistemi arbustivi, montani e collinari, delle Alpi e del Carso, a *Juniperus communis*, *Salix* sp. pl., *Artemisia canescens*, *Erica carnea* subsp. *carnea*, *Juniperus communis*
  - E3 - Ecosistemi arbustivi, collinari delle Alpi e pianiziali della Pianura Padana, a *Calluna vulgaris*, *Genista cinerea*, *Cytisus scoparius* subsp. *scoparius*
  - E4 - Ecosistemi arbustivi, montani appenninici, a *Juniperus communis* subsp. *alpina*, *Pinus mugo* subsp. *mugo*, *Vaccinium myrtillus*, *Ostrya carpinifolia*
  - E5 - Ecosistemi arbustivi, montani, dell'Italia meridionale e delle isole maggiori, a *Juniperus hemisphaerica*, *Astragalus* sp. pl., *Berberis aetnensis*, *Genista* sp. pl.
  - E6 - Ecosistemi arbustivi, peninsulari collinari e pianiziali (localmente in Insubria), a *Spartium junceum*, *Rosa* sp. pl., *Crataegus monogyna*, *Juniperus oxycedrus*, *Prunus spinosa* subsp. *spinosa*, *Rubus ulmifolius*, *Cytisus scoparius* subsp. *scoparius*, *C. vil*
  - E7 - Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, peninsulari, a *Phillyrea latifolia*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea*, *Phacelia lentiscus*, *Myrica communis*, *Rosa sempervirens*
  - E8 - Ecosistemi arbustivi a specie sempreverdi, insulari, a *Citrus europaea* var. *lythensis*, *Cerastium alpinum*, *Pastacia lentiscus*, *Myrica communis*, *Euphorbia dendroidea*
  - F1 - Ecosistemi dei rilievi interni e costieri delle isole maggiori casno-coneffici (*Asplenium petraeae* subsp. *petraeae*, *Blumiera morisiana*, *Dianthus rupicola*, *D. sardus*, *Centaurea gr. ulioe*, *Brassica* sp. pl., *Polypodium cambricum*) e glaucicoli
  - F2 - Ecosistemi psammofili peninsulari e *Cakile maritima* subsp. *maritima*, *Sporobolus virginicus*, *Elymus farctus*, *Achillea maritima* subsp. *maritima*, *Silene canescens*, *Calamagrostis eremaria* subsp. *arundinacea*, *Crucianella maritima*
  - F3 - Ecosistemi psammofili delle isole maggiori a *Cakile maritima* subsp. *maritima*, *Ammonia pumilio*, *Silene canescens* subsp. *canescens*, *Elymus farctus*, *Calamagrostis eremaria* subsp. *arundinacea*, *Daucus coryi*, *Ephedra fragilis*, *Seseli tortuosum* subsp. *marit*
  - F4 - Ecosistemi alpini casno-coneffici (*Pterisida nitida*, *Campanula* sp. pl., *Androsace vandellii*, *Primula hirsuta*, *Saxifraga bryoides*, *S. cotyledoni*) e glaucicoli (*Nocca rotundifolia*, *Androsace alpina*, *Artemisia genipi*, *Trisetaria distachyoides*)
  - F5 - Ecosistemi appenninici e dei rilievi costieri peninsulari casno-coneffici (*Potentilla aemula*, *Pyramnia aemula*, *Saxifraga callosa* subsp. *callosa*, *Campanula fragilis*, *Dianthus rupicola* subsp. *rupicola*, *Anthriscum siculum*, *Limonium crenata*, *Centa*
  - F6 - Ecosistemi dei rilievi interni e costieri delle isole maggiori casno-coneffici (*Asplenium petraeae* subsp. *petraeae*, *Blumiera morisiana*, *Dianthus rupicola*, *D. sardus*, *Centaurea gr. ulioe*, *Brassica* sp. pl., *Polypodium cambricum*) e glaucicoli
  - F7 - Ghiacciai e nevi perenni
  - G1 - Ecosistemi igrofilo, ripariali (localmente glaucicoli) e di torbiera, dulcicoli, alpini, a *Calamagrostis pseudophragmites*, *Phragmites australis*, *Calla palustris*, *Carex rostrata*, *C. diandra*, *Chamaenerion fleischeri*, *Petasites paradoxus*
  - G2 - Ecosistemi igrofilo ripariali, dulcicoli, della Pianura Padana a *Phragmites australis*, *Typha* sp. pl., *Arundo donax*, *Carex riparia*, *Agrostis stolonifera*, *Polygonum* sp. pl., *Cyperus mariscus*, *Sorghastrum nutans*, *Chamaenerion dodonaei*
  - G3 - Ecosistemi igrofilo ripariali, dulcicoli, peninsulari, a *Phragmites australis*, *Typha* sp. pl., *Arundo donax*, *Carex riparia*, *C. acuta*, *Agrostis stolonifera*, *Ranunculus flammula*, *Scirpodes holoschoenus*, *Paspalum* sp. pl., *Sorghastrum nutans*, *Helichrysum*
  - G4 - Ecosistemi igrofilo ripariali, dulcicoli, delle isole maggiori, a *Phragmites australis*, *Typha* sp. pl., *Arundo donax*, *Carex panormitana*, *C. microcarpa*, *Agrostis stolonifera*, *Helichrysum italicum* subsp. *lythericum*, *Santolina insularis*, *Paspalum* sp.
  - G5 - Ecosistemi oligofitici costieri, nord-adriatici, a *Salicornia veneta*, *Sporobolus maritimus*, *Salicornia frutescens*, *Salicornia perennis*, *Limonium narbonneense*, *Juncus maritimus*, *Sporobolus hirsuta*
  - G6 - Ecosistemi oligofitici costieri, peninsulari, a *Salicornia perennis* subsp. *perennans*, *Salicornia frutescens*, *Halimolobos portulacoides*, *Arthrocnemum macrostachyum*, *Limonium narbonneense*, *Juncus acutus* subsp. *acutus*, *Carex extensa*, *Puccinellia festucifera*
  - G7 - Ecosistemi oligofitici costieri, delle isole maggiori, a *Salicornia procumbens* subsp. *procumbens*, *S. perennans* subsp. *perennans*, *Salicornia perennis*, *Halimolobos amplexicaulis*, *Arthrocnemum meridionale*, *Halimolobos cruciatum*, *Limonium narbonneense*, *L. v*
  - G8 - Ecosistemi oligofitici, dulcicoli, lotici e di sorgente, alpini, a *Chara* sp. pl., *Lemna* sp. pl., *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton alpinus*, *Stuckenia filiformis*, *Isocetes echinospora*, *Spartanum angustifolium*, *Littorella uniflora*, *Ranunculus*
  - G9 - Ecosistemi idrofittici, dulcicoli, lotici, della Pianura Padana, a *Chara* sp. pl., *Lemna* sp. pl., *Salvinia natans*, *Potamogeton acutifolius*, *P. perfoliatus*, *Nymphoides peltata*, *Trips natans*, *Hottonia palustris*, *Ranunculus circinalis*, *Utricularia vulgaris*
  - G10 - Ecosistemi idrofittici, dulcicoli, lotici, peninsulari, a *Chara* sp. pl., *Nitella hyalina*, *Lemna* sp. pl., *Ceratophyllum demersum*, *Hydrocharis morsus-ranae*, *Potamogeton lucens*, *P. schweinfurthii*, *P. trichoides*, *Ranunculus baudoti*, *Najas minor*
  - G11 - Ecosistemi idrofittici, dulcicoli, lotici, delle isole maggiori, a *Chara* sp. pl., *Lemna* sp. pl., *Ceratophyllum demersum*, *C. submersum* subsp. *submersum*, *Potamogeton natans*, *P. schweinfurthii*, *P. pusillus*, *P. coloratus*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Ra*
  - G12 - Ecosistemi idrofittici, dulcicoli, lotici e di sorgente, della Pianura Padana, a *Ranunculus trichophyllus*, *Isocetes malinverniana*, *Callitriche* sp. pl., *Hippuris vulgaris*
  - G13 - Ecosistemi idrofittici, dulcicoli, lotici, peninsulari, a *Ranunculus trichophyllus*, *Heteropogon nodiflorus* subsp. *nodiflorus*, *H. inundatum*, *Glyceria fluitans*, *Galatella ranunculoides*, *Nasturtium officinale*
  - G14 - Ecosistemi idrofittici, dulcicoli, lotici, delle isole maggiori, a *Ranunculus penicillatus*, *R. baudoti*, *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton nodosus*, *P. crispus*, *Isocetes ligulata*, *Zannichella obtusifolia*
  - G15 - Ecosistemi salmastri costieri, nord-adriatici, a *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Ruppia maritima*, *Zannichella pedunculata*, *Chaetomorpha linum*
  - G16 - Ecosistemi salmastri costieri, peninsulari, a *Cymodocea nodosa*, *Zostera marina*, *Nannozostera noltei*, *Ruppia maritima*, *R. spiralis*, *Stuckenia pectinata*, *Zannichella palustris*, *Ulva lactuca*
  - G17 - Ecosistemi salmastri, costieri, delle isole maggiori, a *Cymodocea nodosa*, *Nannozostera noltei*, *Ruppia spiralis*, *Zannichella obtusifolia*, *Athenia filiformis* subsp. *filiformis*
  - G18 - Ecosistemi salmastri, costieri, delle isole maggiori, a *Cymodocea nodosa*, *Nannozostera noltei*, *Ruppia spiralis*, *Zannichella obtusifolia*, *Athenia filiformis* subsp. *filiformis*



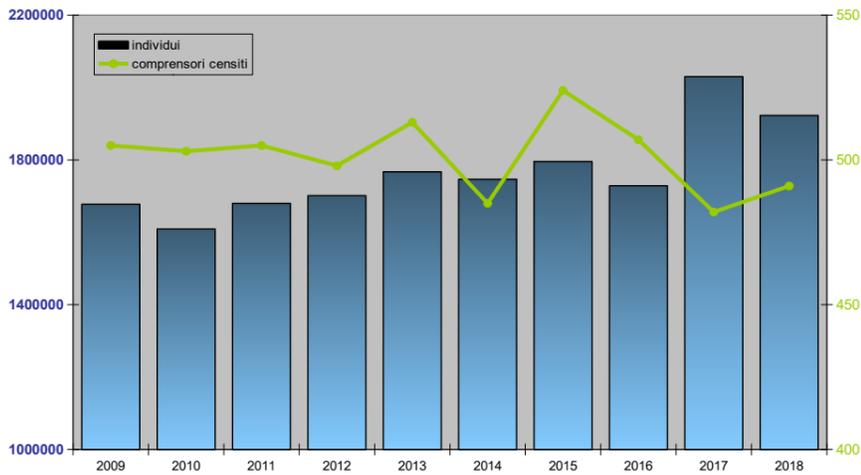
Carta degli Ecosistemi d'Italia



# UCCELLI ACQUATICI SVERNANTI (PROGETTO IWC)

**RIASSUNTO** - Il progetto International Waterbird Census (IWC) è un progetto di monitoraggio internazionale standardizzato facente capo a Wetlands International, del quale ISPRA assicura il coordinamento nazionale per l'Italia. I dati annualmente raccolti sono utilizzati per la redazione di pareri tecnici a favore delle Amministrazioni locali, e soprattutto consentono all'Italia di adempiere agli obblighi di rendicontazione e monitoraggio previsti ad esempio dalla L. 157/92, dalla Direttiva Uccelli, dalla Direttiva Quadro europea sulla strategia per l'ambiente marino, dall'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa-Eurasia (AEWA), dalla Convenzione di Barcellona, nonché per individuare le zone umide importanti per l'avifauna ai sensi della Convenzione di Ramsar.

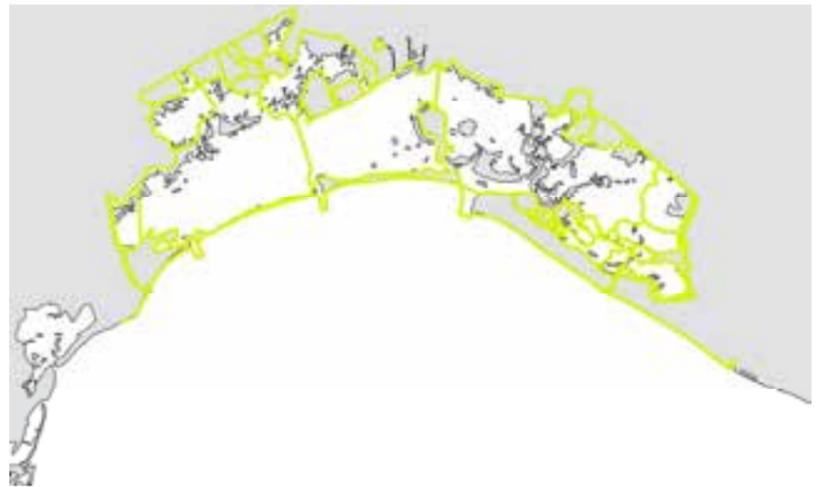
**ABSTRACT** - The International Waterbird Census (IWC) is an international project coordinated by Wetlands International. ISPRA has the task of organising and coordinating counts in Italy. IWC census data are regularly used to fulfil requests from local Administrations, and obligations derived by international Directives and Agreements, such as e.g. Birds and MSFD directives, AEWA agreement, Barcelona Convention. Waterbird counts also allow wetlands of national and international importance to be identified following the Ramsar Convention criteria.



**Risultati dei censimenti IWC nel 2009-2018: uccelli acquatici annualmente censiti (barre blu, asse sx) e numero di compensori monitorati (linea verde, asse dx).**

Il progetto International Waterbird Census (IWC) è un progetto di monitoraggio internazionale standardizzato facente capo a Wetlands International, del quale l'ISPRA assicura il coordinamento nazionale per l'Italia. I monitoraggi, iniziati in aree campione a metà degli anni '70 del XX secolo, dagli anni '90 interessano con regolarità tutte le specie di uccelli acquatici presenti a metà inverno sull'intero territorio nazionale. I censimenti hanno luogo ogni anno a cavallo della metà di gennaio e sono realizzati da una rete di oltre 500

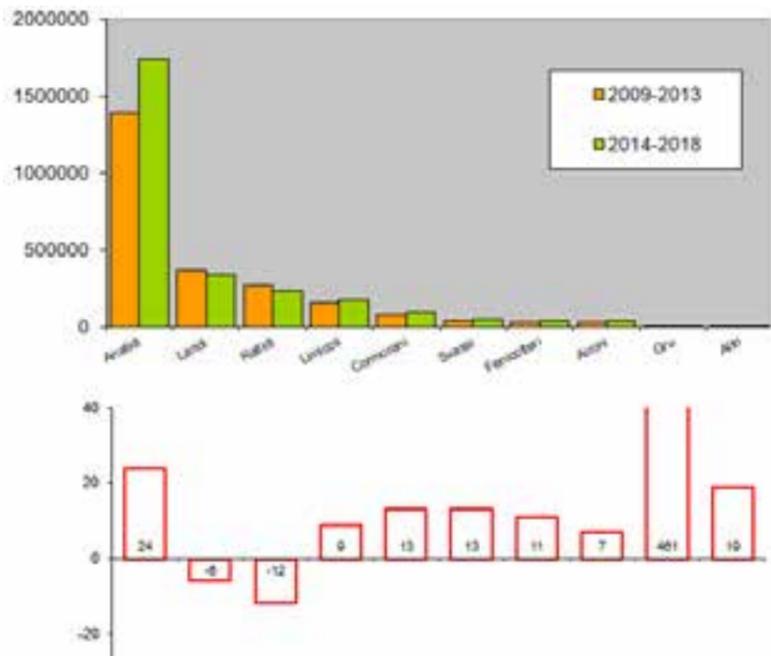
rilevatori formati da ISPRA, in buona parte volontari, affiancati da un numero almeno triplo di collaboratori. I rilevatori effettuano i rilievi in maniera coordinata su base solitamente regionale o provinciale e trasmettono i dati raccolti a ISPRA. La base di riferimento per i monitoraggi è il catasto delle zone umide italiane, composto da 2620 zone umide elementari, raggruppate in circa 900 compensori di zone umide omogenei dal punto di vista ecologico-funzionale ai sensi della Convenzione di Ramsar.



**Esempio di compensorio IWC: Laguna di Venezia (VE0900) con visualizzate le 46 zone elementari (unità di censimento) che la compongono**

ISPRA indirizza e coordina i censimenti, seleziona i rilevatori abilitati, realizza in proprio il monitoraggio in alcune aree importanti a livello nazionale, e ospita la banca dati nazionale IWC, che viene periodicamente riversata in quella internazionale ospitata da Wetlands International. I dati sono utilizzati per definire e aggiornare, su scala locale, nazionale e internazionale, entità e distribuzione delle popolazioni di uccelli acquatici svernanti, identificare il loro andamento temporale ed elaborare strategie di conservazione e gestione delle specie e degli habitat ad esse collegati.

I dati IWC sono utilizzati per la redazione di pareri tecnici alle Amministrazioni locali, e consentono all'Italia di adempiere agli obblighi di rendicontazione e monitoraggio previsti ad esempio dalla Legge 157/92, dalla Direttiva Uccelli, dalla Direttiva Quadro europea sulla strategia per l'ambiente marino, dall'Accordo sulla conservazione degli uccelli acquatici migratori dell'Africa-Eurasia (AEWA) e dalla Convenzione di Barcellona. Sono inoltre utilizzati per individuare le zone umide importanti per l'avifauna ai sensi della Convenzione di Ramsar.



**Numero di uccelli acquatici censiti nei due quinquenni di indagine più recenti (in alto) e variazione percentuale di ciascun gruppo (barre vuote, in basso)**

Ogni inverno, nei circa 500 compensori di zone umide monitorati, sono contati 1,6-2 milioni di uccelli acquatici, appartenenti a 120-140 specie. Gli andamenti dei quinquenni più recenti mostrano una tendenza all'aumento particolarmente evidente nelle gru e negli anatidi, e una lieve diminuzione dei gabbiani e dei rallidi. A livello di specie, il trend negativo della Folaga *Fulica atra* è all'origine della diminuzione del gruppo dei rallidi.

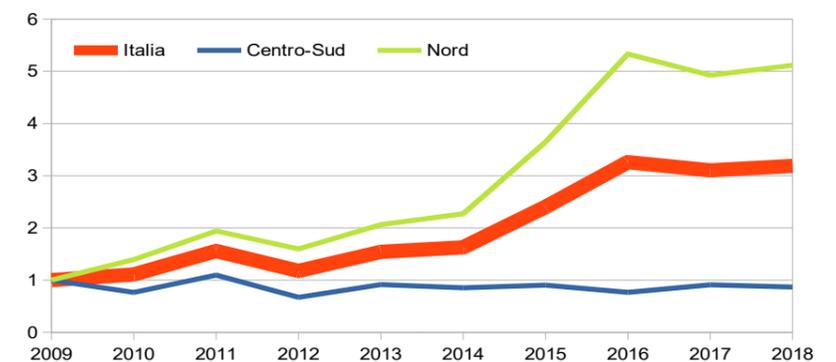
L'incremento molto marcato della Gru *Grus grus*, passata da circa 500 a oltre 6000 individui in 10 anni, testimonia un recente progressivo ampliamento e consolidamento dell'areale invernale di questa specie, in precedenza quasi totalmente assente dall'Italia. Gran parte delle anatre e delle oche appare in aumento, mostrando in alcuni casi andamenti nazionali contrastanti con quelli internazionali.



**Variazione quantitativa della comunità di uccelli acquatici svernanti nei due quinquenni di indagine**

Per alcune specie, come ad esempio la Volpoca, *Tadorna tadorna* si evidenzia una crescita molto marcata dopo il 2014 delle sole popolazioni che svernano in Italia settentrionale (nord Adriatico in particolare). Pur non essendo cacciabile,

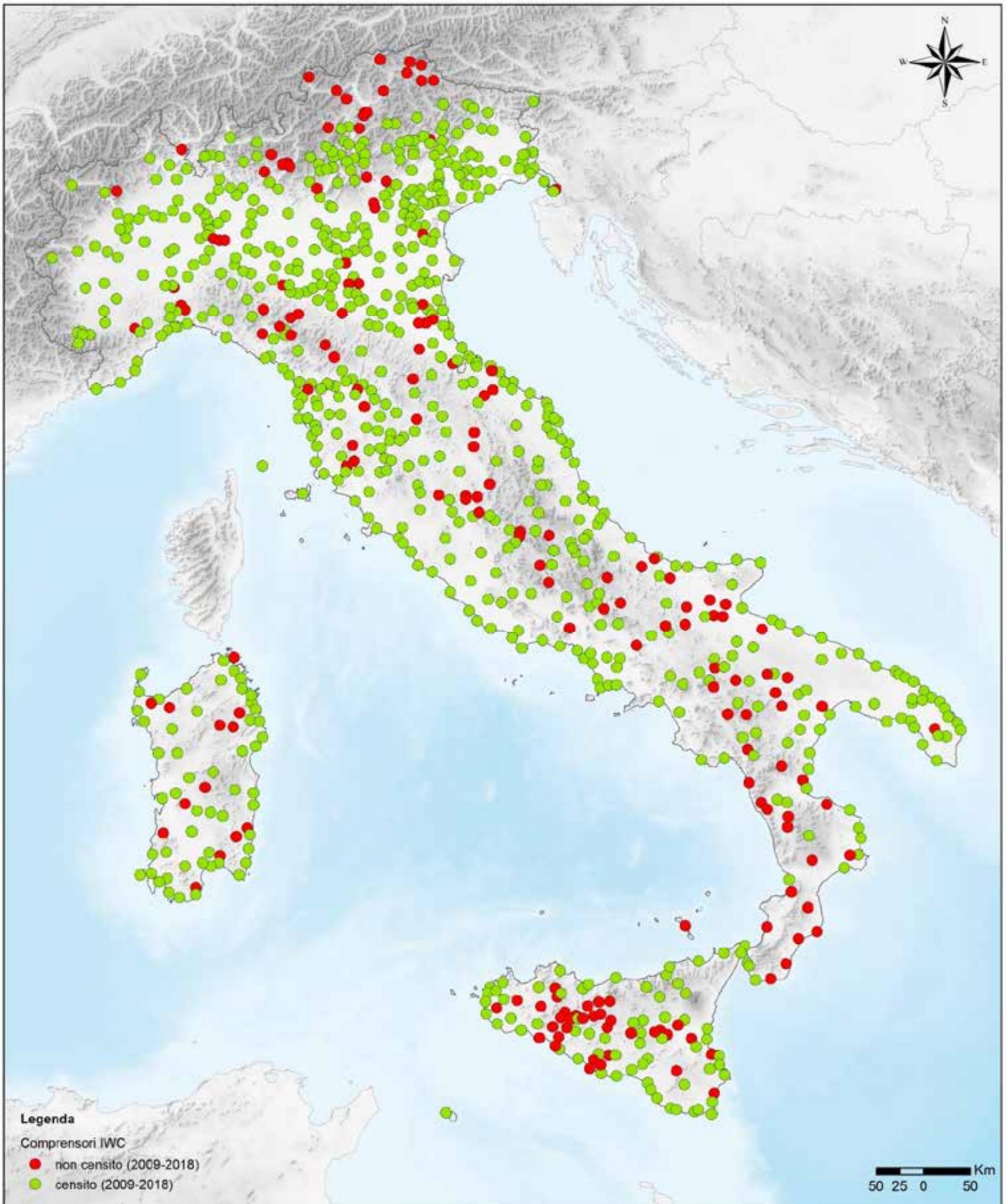
la gestione dell'habitat a scopo venatorio, e in particolare il foraggiamento artificiale destinato ad attrarre specie cacciabili, potrebbero essere una importante causa per spiegare l'incremento osservato.

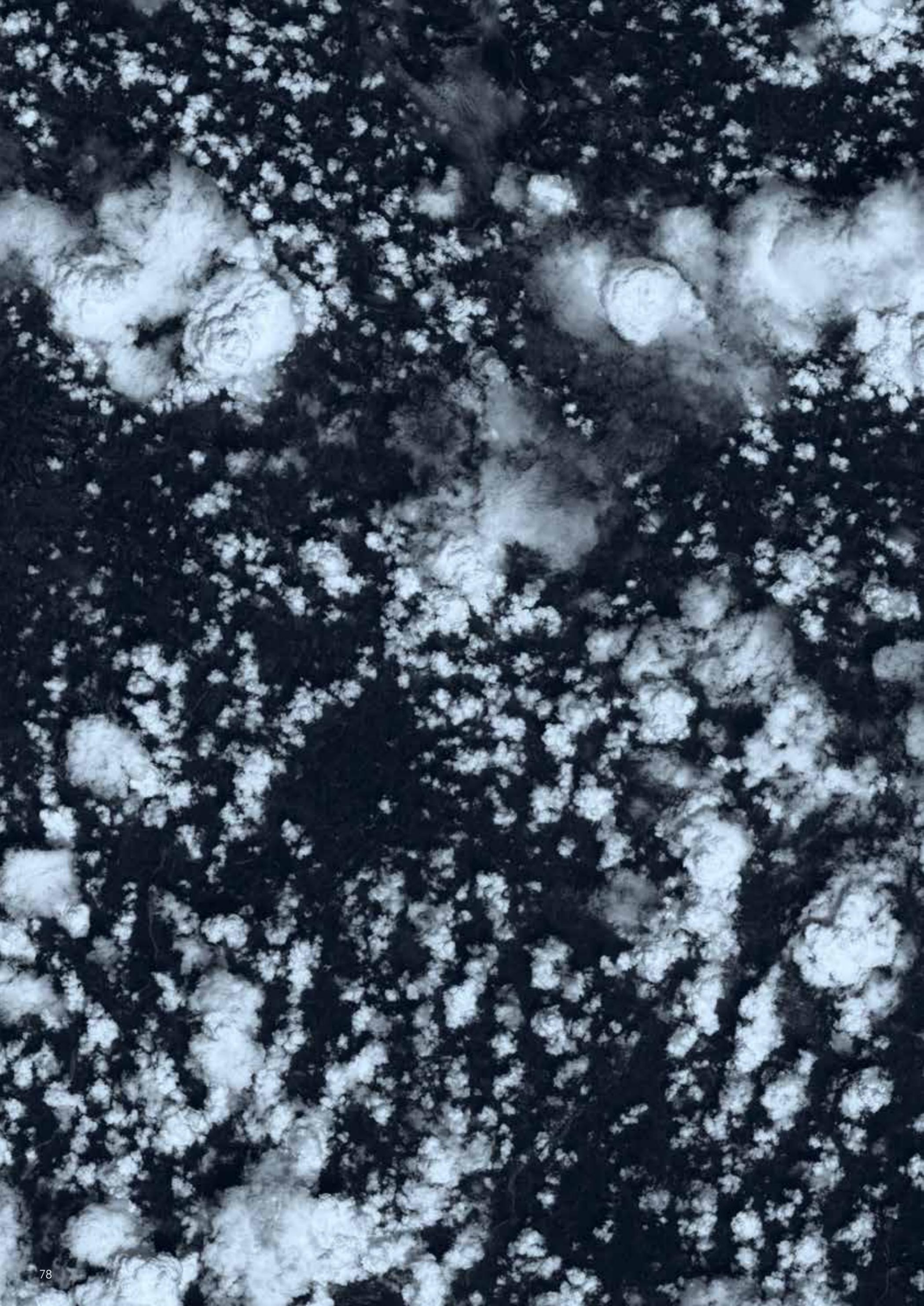


**Andamento complessivo e scomposto per aree di indagine della Volpoca 2009-2018**



La mappa mostra la copertura IWC delle zone umide italiane nel 2009-2019





# ATMOSFERA

## AUTORI

**Il clima e gli impatti  
dei cambiamenti climatici**

Patrizia Borrello, Roberta De Angelis, Francesca Giordano, Francesca Lena, Gabriele Nardone, Monica Pantaleoni, Marco Picone, Emanuela Piervitali, Piero Frascchetti, Walter Perconti, Daniela Romano, Emanuela Spada, Ernesto Taurino, Luisa Vaccaro, Arnaldo Angelo De Benedetti, Alessandro Lotti, Maria Chiara Sole, Stefano De Corso

## RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA

Stefano De Corso, Arnaldo Angelo De Benedetti

**L'inquinamento Atmosferico in Italia**

Giorgio Cattani, Mariacarmela Cusano, Alessandro Di Menno di Bucchianico, Raffaella Gaddi, Alessandra Gaeta, Giuseppe Gandolfo, Gianluca Leone, Luisa Vaccaro, Arnaldo Angelo De Benedetti, Stefano De Corso

Stefano De Corso, Roberto Visentin

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Copernicus products - <https://climate.copernicus.eu/>  
ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2021 <https://annuario.isprambiente.it/content/annuario-dei-dati-ambientali-2021>  
ISPRA - EcoAtlante <https://ecoatlante.isprambiente.it/>  
National Inventory Report 2023 - <http://emissioni.sina.isprambiente.it/inventario-nazionale/>  
Rapporto ISPRA «Gli indicatori del clima in Italia nel 2021»  
Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA)  
SNPA (2021) - Rapporto sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici» <https://www.snpambiente.it/2021/06/30/rapporto-sugli-indicatori-di-impatto-dei-cambiamenti-climatici-edizione-2021/>



**RIASSUNTO** - In questa sezione sono riportate alcune mappe dei più significativi indicatori del clima e degli impatti dei cambiamenti climatici in Italia aggiornati al 2021. Le fonti di dati sono il Rapporto ISPRA «Gli indicatori del clima in Italia nel 2021», il Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA), realizzato dall'ISPRA in collaborazione con gli organismi titolari delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale, il National Inventory Report 2023, nonché il «Rapporto sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici» elaborato da SNPA e le Piattaforme di accesso ai dati satellitari acquisiti attraverso il Programma Copernicus.

**ABSTRACT** - This section contains some maps of the most significant climate indicators and the impacts of climate change in Italy updated to 2021. The data sources are the ISPRA Report «Climate indicators in Italy in 2021», the National System for the collection, the elaboration and dissemination of climatological data of environmental interest (SCIA), created by ISPRA in collaboration with the bodies responsible for the main observation networks present on the national territory, the National Inventory Report 2023, as well as the "Report on climate change impact indicators" elaborated by SNPA and the Platforms for accessing satellite data acquired through the Copernicus Programme.

Il cambiamento climatico è stato affrontato a livello internazionale nel 1992 con la Convenzione Quadro del Cambiamento Climatico, istituita per mezzo della Conferenza sulle Nazioni Unite su Ambiente e Sviluppo. Dal 1992 le Parti (Stati) si incontrano annualmente per una conferenza sul clima globale e hanno firmato diversi accordi per ridurre le emissioni e ridurre le cause antropiche dei cambiamenti climatici.

L'Unione Europea ha intrapreso una transizione verso un'economia a basso contenuto di carbonio attraverso un approccio integrato che comprende politiche energetiche e per la lotta ai cambiamenti climatici. A partire dal 2007, il Consiglio Europeo ha compiuto importanti passi in questa direzione, delineando una serie di azioni volte a contrastare i cambiamenti climatici.

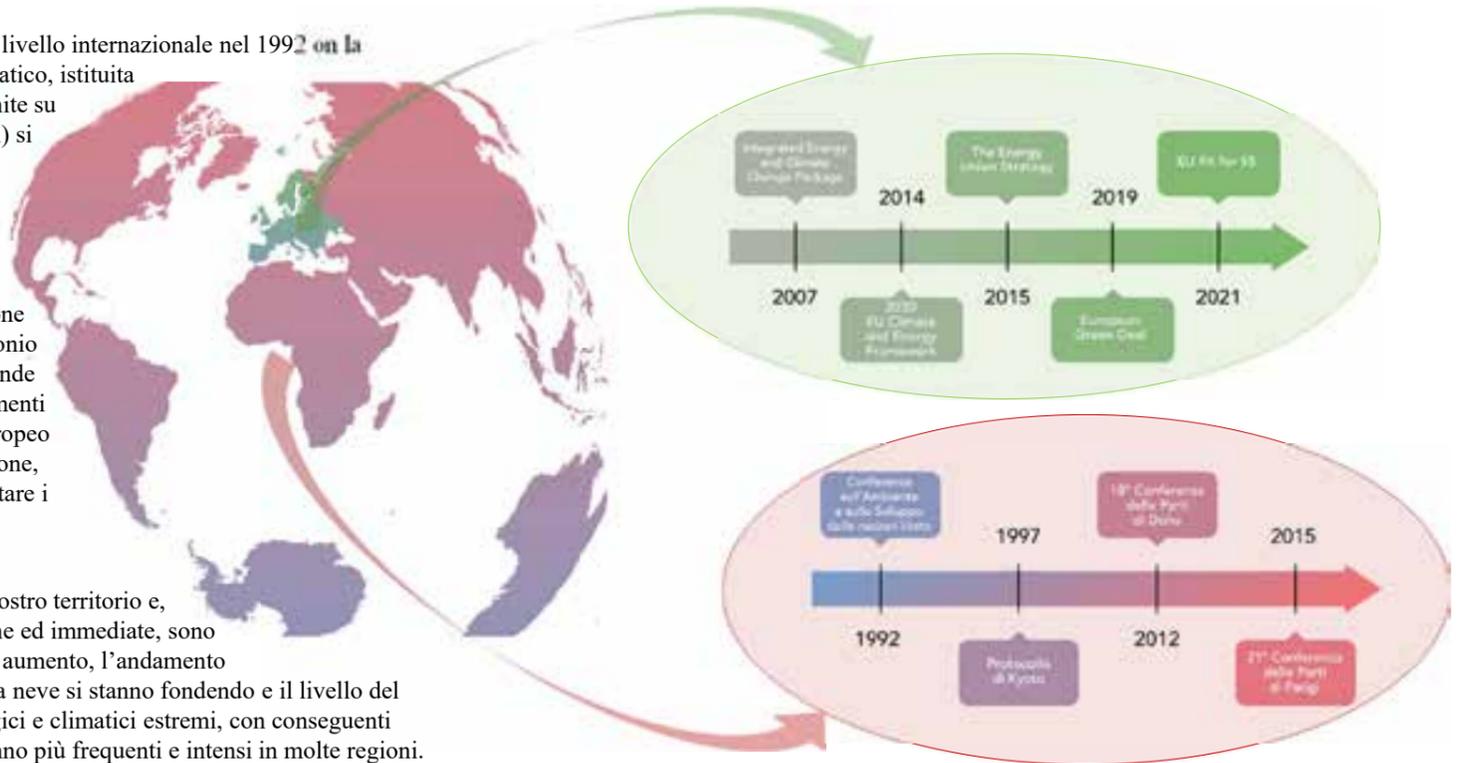
I cambiamenti climatici sono già in atto sul nostro territorio e, in assenza di politiche di mitigazione drastiche ed immediate, sono destinati a proseguire: le temperature sono in aumento, l'andamento delle precipitazioni sta variando, i ghiacci e la neve si stanno fondendo e il livello del mare si sta innalzando. Gli eventi meteorologici e climatici estremi, con conseguenti impatti quali inondazioni e siccità, diventeranno più frequenti e intensi in molte regioni.

Sebbene gli sforzi globali volti a ridurre le emissioni siano indispensabili (mitigazione), gli impatti dei cambiamenti climatici continueranno a produrre effetti nei prossimi decenni. Sono quindi necessarie azioni complementari di adattamento, a livello nazionale, regionale e locale, finalizzate a limitare la vulnerabilità dei sistemi esposti e rafforzarne la resilienza, prevenendo o riducendo quindi i rischi associati ai cambiamenti climatici.

## EMISSIONI CLIMALTERANTI

Ogni anno l'Italia stima e rendiconta le quantità di gas a effetto serra (oltre che di altri inquinanti) rilasciati in atmosfera dalle sorgenti principali. ISPRA mette a disposizione diversi dati elaborati sull'argomento, tra i quali le serie storiche delle emissioni in atmosfera, le stime trimestrali delle emissioni dei gas serra, i dati relativi ai fattori di emissione medi nazionale del trasporto stradale e i documenti più rilevanti che accompagnano le comunicazioni ufficiali relative all'inventario nazionale (<http://emissioni.sina.isprambiente.it/inventario-nazionale/>)

I gas ad effetto serra di origine antropica per i quali si sta registrando un aumento significativo delle concentrazioni in atmosfera sono: ANIDRIDE CARBONICA (CO<sub>2</sub>) prevalentemente da utilizzo di combustibili fossili; METANO (CH<sub>4</sub>) prevalentemente da zootecnia, discariche; PROTOSSIDO DI AZOTO (N<sub>2</sub>O) prevalentemente da utilizzo di combustibili fossili, fertilizzanti, rifiuti; GAS FLUORURATI (HFCs, PFCs, SF<sub>6</sub>, NF<sub>3</sub>) da gas utilizzati per la refrigerazione



Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) si occupa di informare i cittadini, fornire evidenze scientifiche sui cambiamenti climatici e sui loro impatti ai decisori politici e costituire una base conoscitiva di riferimento rispetto alla quale monitorare l'efficacia degli interventi di adattamento ai cambiamenti climatici. In questo contesto è stata realizzata dall'ISPRA, e pubblicata alla fine del 2022, la Piattaforma Nazionale sull'Adattamento ai Cambiamenti (visitabile al sito <http://climadat.isprambiente.it>) i cui contenuti sono stati proposti e realizzati da un gruppo di lavoro MASE/ISPRA. Altri utili suggerimenti sono stati forniti anche da stakeholder coinvolti nel processo di validazione della piattaforma tramite un apposito questionario. La finalità della Piattaforma è quella di informare e sensibilizzare sul tema dell'adattamento ai cambiamenti climatici rendendo disponibili dati e strumenti operativi, di supportare gli Enti Locali nei processi decisionali e di pianificazione e di fornire le informazioni contenute all'interno del Piano Nazionale di Adattamento ai Cambiamenti Climatici (PNACC), che verrà pubblicato a conclusione della procedura di VAS (Valutazione Ambientale Strategica) attualmente in corso.

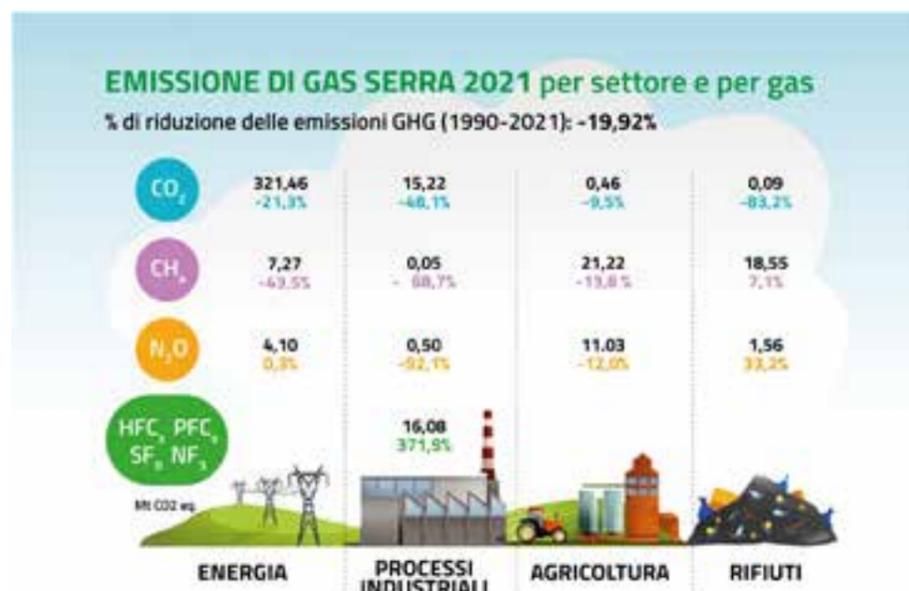


L'ISPRA, grazie alla collaborazione con le Agenzie del Sistema Nazionale di Protezione dell'Ambiente, pubblica con cadenza annuale il Rapporto "Gli indicatori del clima in Italia" che illustra l'andamento climatico in Italia nel corso dell'ultimo anno e aggiorna la stima delle variazioni negli ultimi decenni.

Il Rapporto si basa in gran parte su dati e indicatori climatici elaborati a partire dalle informazioni contenute nel Sistema nazionale per la raccolta, l'elaborazione e la diffusione di dati Climatologici di Interesse Ambientale (SCIA visitabile al sito [www.scia.isprambiente.it](http://www.scia.isprambiente.it)), realizzato dall'ISPRA in collaborazione con gli organismi titolari delle principali reti osservative presenti sul territorio nazionale.

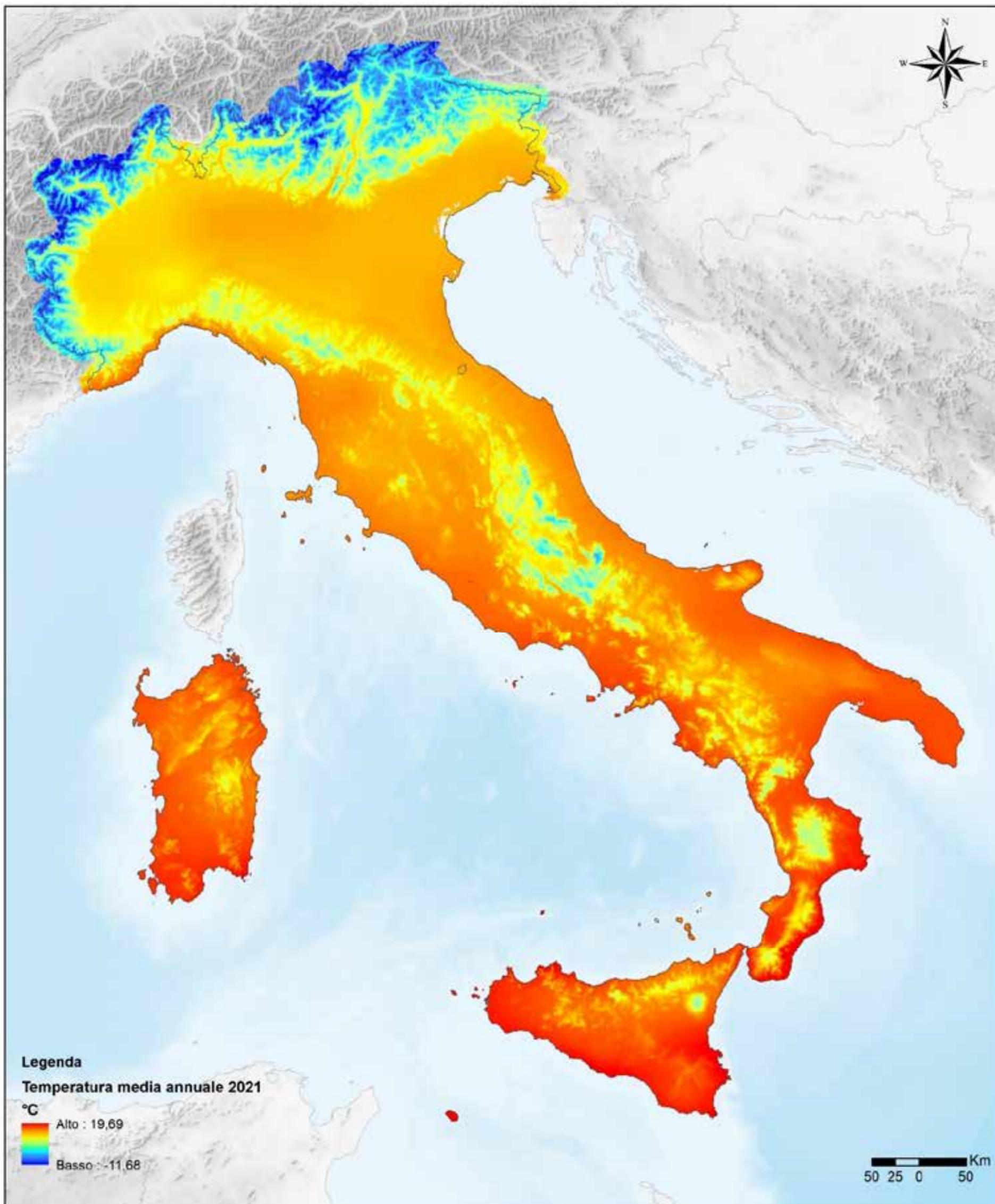
I dati e le informazioni del Rapporto vengono trasmessi all'Organizzazione Meteorologica Mondiale (WMO) e contribuiscono a comporre il quadro conoscitivo sull'evoluzione del clima su scala globale.

Il più recente Rapporto (2022) "Gli indicatori del clima in Italia nel 2021" illustra l'andamento del clima nel 2021 e confronta i parametri climatici con i valori climatologici o normali (valori medi su un periodo di 30 anni), calcolandone le anomalie (scarti rispetto al valore normale).





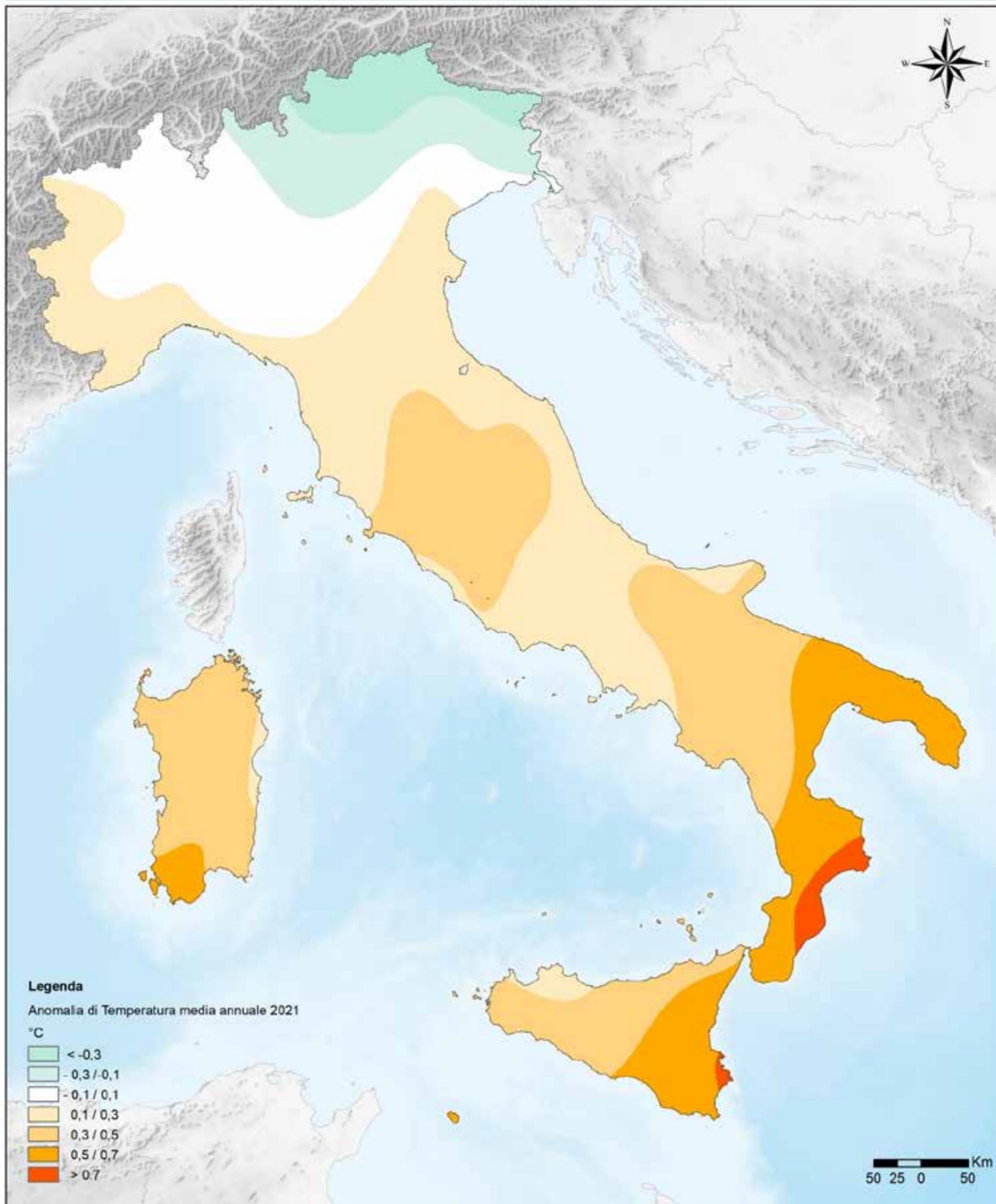
I valori di temperatura media registrati in Italia nel 2021 sono compresi tra i  $-5.9^{\circ}\text{C}$  della stazione sinottica di Pian Rosà (AO, 3488 m slm) e i  $21.2^{\circ}\text{C}$  della stazione di Catania istituto d'Agraria (CT, Rete idrografica). La mappa mostra i valori spazializzati su grigliato della temperatura media, espressa in  $^{\circ}\text{C}$ , relativamente al 2021.





Il segnale climatico conferma la tendenza all'aumento della temperatura. A partire dal 2000 le anomalie rispetto alla base climatologica 1991-2020 sono state quasi sempre positive: fanno eccezione quattro anni (2004, 2005, 2010 e 2013); il 2021 è stato l'ottavo anno consecutivo con anomalia positiva rispetto alla norma.

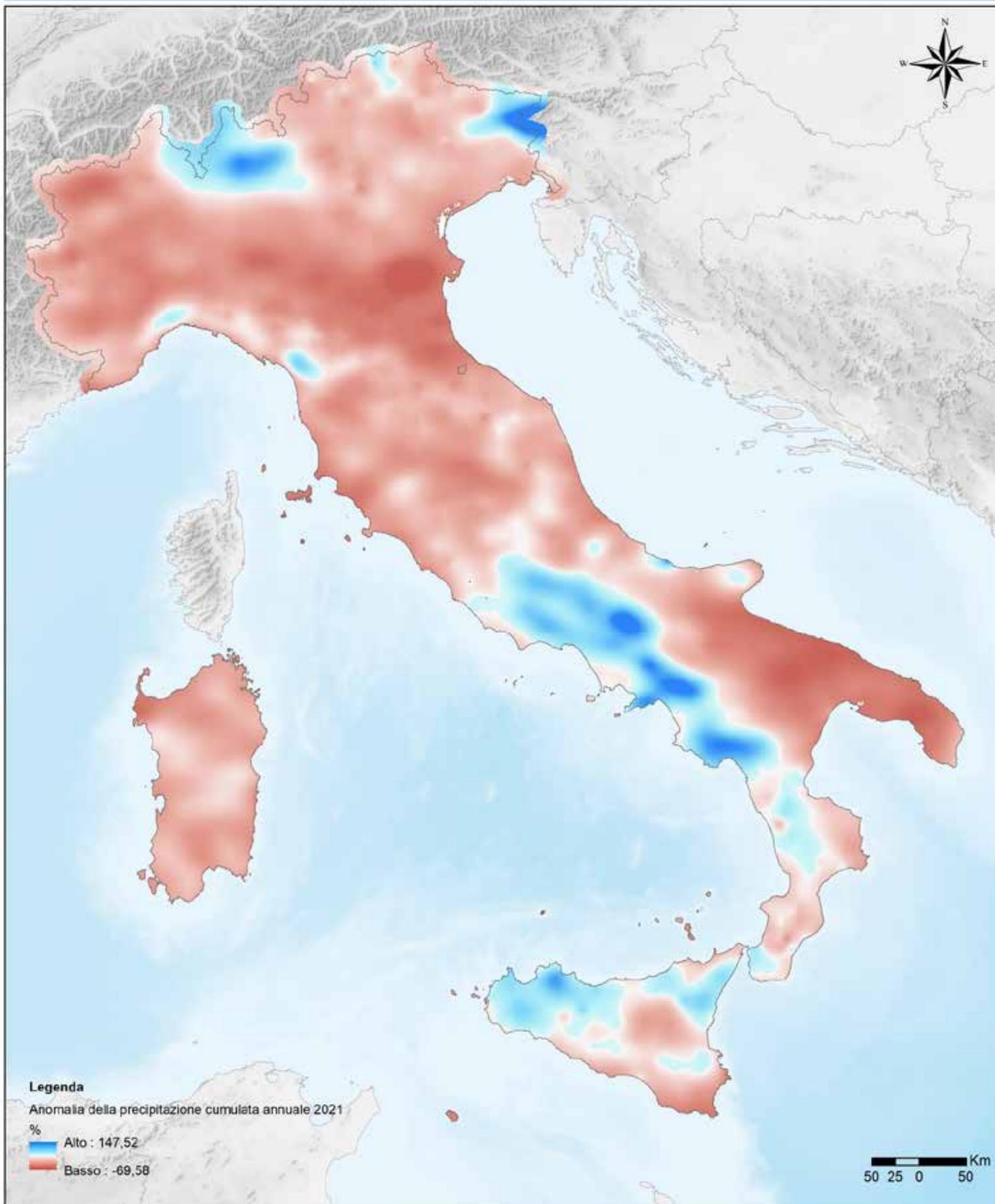
La mappa mostra l'anomalia della temperatura media per il 2021 rispetto al valore normale 1991-2020, espressa in °C. A livello globale (sulla terraferma) il 2021 è il sesto anno più caldo della serie storica. In Italia, il 2021, con un'anomalia positiva di temperatura media di +0.23°C rispetto al valore climatologico di riferimento 1991-2020, è stato meno caldo dei precedenti, collocandosi al di fuori della classifica dei dieci anni più caldi della serie dal 1961.

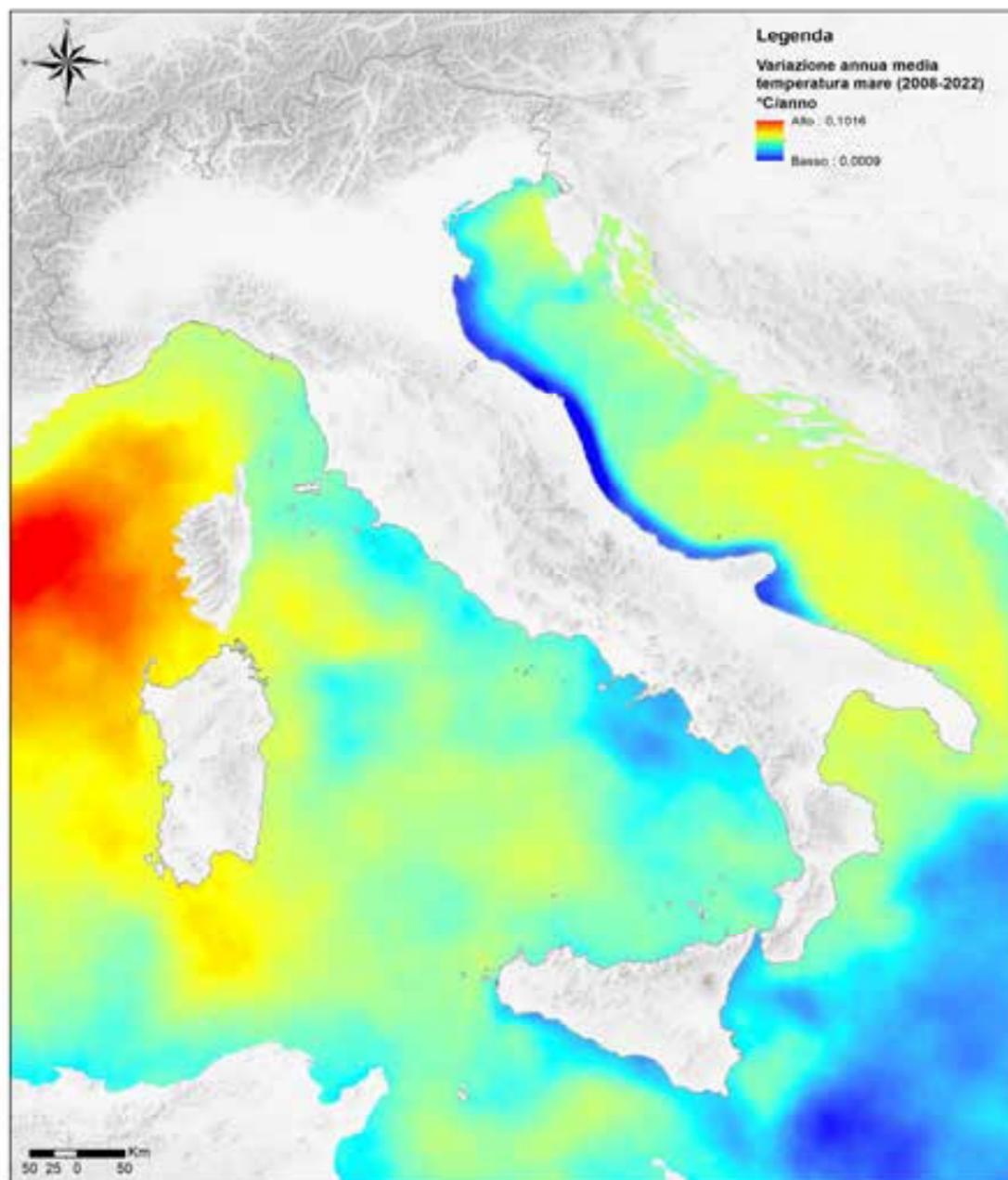




Nel 2021 quasi tutti i mesi hanno fatto registrare precipitazioni inferiori alla norma: fanno eccezione gennaio, luglio e novembre. I mesi relativamente più secchi sono stati marzo (-47%) e settembre (-44%) seguiti da giugno e agosto, mentre il mese più piovoso è stato gennaio con un'anomalia positiva di +91%.

La mappa mostra l'anomalia di precipitazione per il 2021 rispetto al valore climatologico di riferimento 1991-2020 espressa come differenza percentuale rispetto al valore normale. Per ciò che riguarda le precipitazioni, con un'anomalia cumulata media in Italia pari al -7% circa rispetto al valore climatologico di riferimento 1991-2020, il 2021 si colloca al ventiquattresimo posto tra gli anni meno piovosi dell'intera serie dal 1961.





**Variazione annua dei valori medi della temperatura mare (2008-2022) [°C/anno]**

L'ISPRA, in collaborazione con le Agenzie del SNPA, elabora il Rapporto sugli indicatori di impatto dei cambiamenti climatici. Tali indicatori aiutano a comprendere, nel medio e lungo periodo, l'evoluzione dei fenomeni ambientali, sociali ed economici, influenzati dal cambiamento del clima. L'andamento nel tempo di alcuni indicatori di impatto può essere direttamente associato alle variazioni climatiche. Per la maggior parte dei casi però questo andamento non ha una relazione di causa ed effetto esclusiva con i cambiamenti climatici, ma è il risultato della combinazione di più fattori. In tale rapporto è stato messo a sistema e popolato un set di indicatori di impatto dei cambiamenti climatici suddiviso in Indicatori di livello nazionale elaborati da ISPRA (n. 20) e Casi pilota regionali sviluppati dalle ARPA o altri soggetti regionali partecipanti all'iniziativa (n. 30).

I differenti indicatori popolati presentano caratteristiche eterogenee in termini di dati di base, consistenza e lunghezza delle serie storiche e di metodologie utilizzate per la stima e la valutazione dei trend. Al contempo questo set fornisce un primo quadro conoscitivo sui fenomeni potenzialmente connessi ai cambiamenti climatici sul nostro territorio e rappresenta un sistema dinamico e aggiornabile anche in funzione di eventuali nuove acquisizioni scientifiche in materia di cambiamenti climatici e relativi impatti sui diversi settori, nonché del contributo di soggetti esterni al Sistema che operano in questo ambito.

Tra questi indicatori di impatto uno di particolare rilievo è la variazione della temperatura superficiale del mare strettamente connessa alle variazioni della temperatura atmosferica.

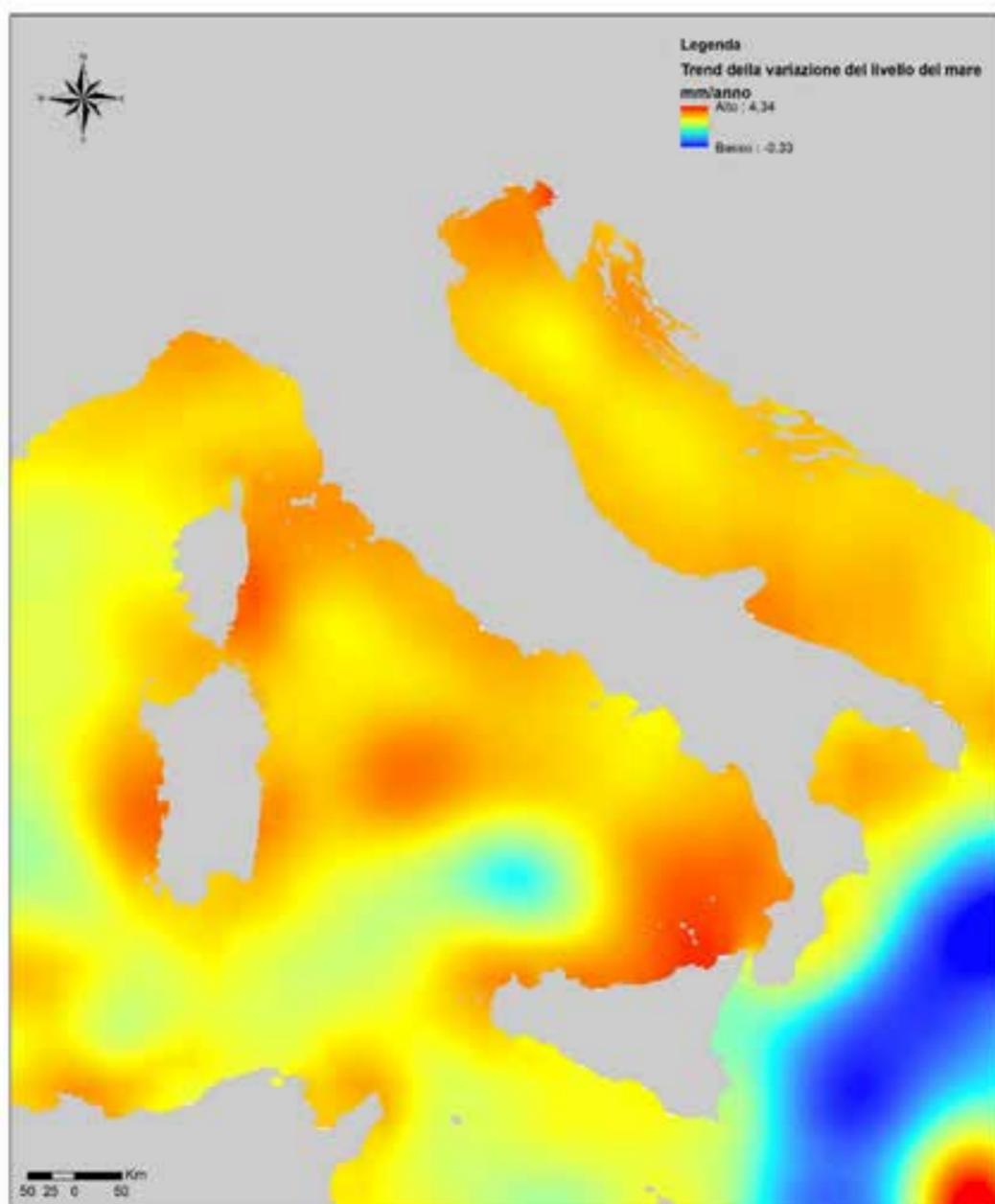
La mappa rappresenta la variazione annua della temperatura superficiale del mare espressa in °C/anno relativa al periodo 2008-2022. I dati sono ricavati dalla piattaforma Copernicus.

Nel periodo 2008-2022 le variazioni annue della temperatura superficiale del mare mostrano incrementi in tutti i mari italiani, con alterazioni marcate nel mar Ligure, mare Adriatico e alto Ionio e valori attenuati nel canale di Sicilia e basso Ionio.

**Carta del trend della variazione del livello del mare nel periodo 1993 – 2022 (mm/anno)**

La variazione del livello medio del mare è un altro importante indicatore di impatto dei cambiamenti climatici essendo una diretta conseguenza della fusione dei ghiacci e delle alterazioni generate dalle variazioni di temperatura sulle grandi masse di acqua. Nella mappa a fianco sono visibili i dati ricavati dalla Piattaforma Copernicus relativi alle variazioni annue del livello del mare nel periodo 1993-2020 che mostrano incrementi in gran parte dei mari italiani, con alterazioni marcate nel mare Adriatico.

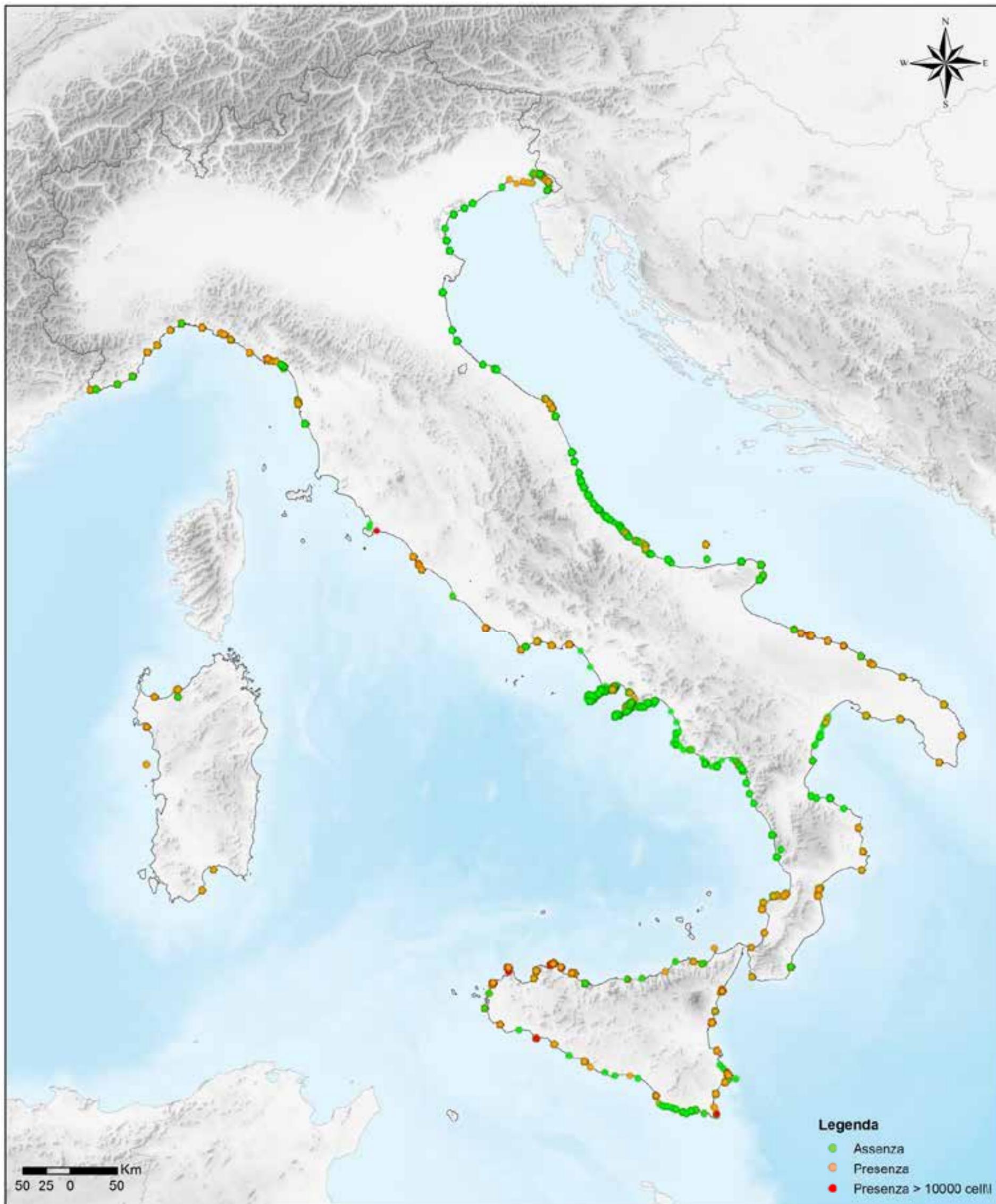
In Europa, l'andamento del livello del mare è principalmente positivo, con la maggior parte delle aree che mostrano incrementi di 1-4 mm/anno. Solo poche località, come le parti centrali del Mar Mediterraneo, mostrano tendenze negative ma non significative.





Come altro esempio di impatto che il cambiamento climatico ha sull'ambiente marino si può citare il caso di *Ostreopsis cf. ovata*. *Ostreopsis cf. ovata* è una microalga bentonica potenzialmente tossica, tipica delle aree tropicali e subtropicali ma negli ultimi anni riscontrata nelle acque temperate del mar Mediterraneo. La maggiore proliferazione negli ultimi anni alle nostre latitudini dell'*Ostreopsis cf. ovata* potrebbe essere ragionevolmente messa in relazione all'innalzamento della temperatura superficiale del mare. Infatti l'innalzamento delle temperature delle acque marino-costiere (generalmente dai 25 ° ai 28°) associato allo scarso idrodinamismo e alle basse profondità, determina la proliferazione di microalghe potenzialmente tossiche quali *Ostreopsis cf. ovata*. Ad oggi è presente nella maggior parte delle regioni costiere italiane con concentrazioni che possono dare luogo a fenomeni di intossicazione umana e a effetti tossici su organismi marini bentonici (mitili, patelle, echinodermi, macroalghe). Se per quest'ultimi gli effetti tossici vanno dalla perdita di funzionalità o peggio ancora la morte, per gli esseri umani l'inalazione o il contatto possono provocare una sindrome parainfluenzale o irritazioni cutanee. Le fioriture abbondanti possono determinare alcune alterazioni quali colorazioni anomale delle acque, schiume superficiali e flocculi in colonna d'acqua.

***Ostreopsis cf. ovata*: carta dei superamenti nel periodo 2010-2021.** Nella mappa si possono osservare i rilevamenti nel periodo 2010-2021, dove è stato indicato "presenza" o "presenza > 10000 cell/l" se nel periodo di osservazione si è avuto almeno uno di questi superamenti.





**RIASSUNTO** - Le attività umane provocano il rilascio in atmosfera di numerosissime sostanze sotto forma di gas, vapore o aerosol (dispersione di liquidi o solidi). Queste sostanze possono essere pericolose per la salute umana o dannose per gli ecosistemi e gli edifici. Le principali fonti di inquinamento atmosferico, dovute alle attività dell'uomo, sono i trasporti su strada, le attività industriali, la produzione di energia, il riscaldamento civile e le attività agricole e zootecniche. L'effetto delle attività umane si traduce con l'aumento della concentrazione di una sostanza rispetto a quella che normalmente è rilevabile in zone remote, dove la presenza umana è ridotta o assente.

**ABSTRACT** - Human activities cause the release into the atmosphere of numerous substances in the form of gas, vapor or aerosol (dispersion of liquids or solids). These substances can be dangerous to human health or harmful to ecosystems and buildings. The main sources of atmospheric pollution, due to human activities, are road transport, industrial activities, energy production, civil heating and agricultural and zootechnical activities. The effect of human activities translates into an increase in the concentration of a substance compared to that which is normally detectable in a remote area, where human presence is reduced or absent.

L'inquinamento atmosferico dipende in modo complesso da una serie di fattori: l'intensità e la densità delle emissioni, su scala locale e regionale, lo stato fisico e la reattività delle sostanze disperse in atmosfera, la velocità di formazione e trasformazione delle sostanze, i meccanismi di diluizione o di accumulo degli inquinanti, le condizioni meteorologiche e l'orografia del territorio che influenzano il movimento delle masse d'aria, il trasporto a lunga distanza e la deposizione. Alcuni fenomeni si manifestano su scala continentale, come ad esempio il trasporto transfrontaliero di sostanze acidificanti. Hanno, invece, una rilevanza globale le emissioni di sostanze che contribuiscono ai cambiamenti climatici e alle variazioni dello strato di ozono stratosferico. Le emissioni provenienti dallo scarico dei veicoli rilasciano direttamente in

atmosfera particelle carboniose come residuo della combustione. Queste sono una delle macrocomponenti del materiale particolato, il carbonio elementare. Gli ossidi di azoto, gli ossidi di zolfo, i composti organici volatili e l'ammoniaca emessi allo scarico sono precursori del cosiddetto particolato secondario. Da essi infatti si formano in atmosfera, attraverso una serie di reazioni chimiche, particelle che costituiscono altre tre macrocomponenti del materiale particolato (il carbonio organico, i nitrati e i solfati d'ammonio) che contribuiscono alle concentrazioni osservate di PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>. Qualsiasi altro tipo di combustione che abbia origine dall'uso di combustibili fossili così come la combustione della biomassa legnosa rilascia in atmosfera le stesse sostanze che vanno a formare le medesime macrocomponenti.



Gli inquinanti più dannosi per la salute umana e per gli ecosistemi sono il monossido di carbonio (CO), il biossido di azoto (NO<sub>2</sub>), il biossido di zolfo (SO<sub>2</sub>), l'ozono (O<sub>3</sub>), i composti organici volatili (per alcuni dei quali, ad esempio per il benzene, butadiene, toluene è riconosciuta una particolare rilevanza tossicologica), i composti organici clorurati (policlorodibenzodiossine, policlorodibenzofurani, policlorobifenili), l'aerosol o materiale particolato ovvero l'insieme di particelle solide o liquide disperse in aria ed alcuni specifici componenti dell'aerosol (carbonio elementare, idrocarburi policiclici aromatici, metalli o metalloidi quali arsenico, cadmio, nichel, piombo, cromo).

Moltissimi studi hanno evidenziato importanti effetti per la salute legati all'esposizione al materiale particolato ovvero alle polveri sottili. Le dimensioni delle particelle di materiale particolato sono variabili da circa 0.002µm a 100µm (1µm= 1 milionesimo di metro) da cui il nome di polveri sottili. Le particelle, una volta inalate, hanno un destino diverso in funzione delle loro dimensioni: le particelle più grandi si fermano nelle vie aeree superiori e non superano la barriera tracheo-bronchiale; quelle più piccole, con diametro equivalente inferiore a 10 µm e definite PM<sub>10</sub>, possono penetrare in profondità nel sistema respiratorio umano; quelle ancora più piccole, con diametro equivalente inferiore a 2,5 µm e definite PM<sub>2,5</sub>, possono raggiungere la zona degli alveoli polmonari.



Le attività agricole e zootecniche possono anch'esse contribuire alla produzione di particolato. In particolare poiché oltre il 90% delle emissioni di ammoniaca sono attribuibili a tali attività, esse sono la principale causa della formazione di particelle di nitrato di ammonio. Di origine naturale sono l'aerosol marino e le particelle originate dal trasporto a lunga distanza di sabbie desertiche. La componente terrigena generata dal risolleamento dal suolo, in parte ha

origine naturale, in parte può riportare in dispersione particelle emesse originariamente dai veicoli in seguito a fenomeni di attrito, o prodotte da attività di costruzione, cantieristiche o rilasciate da attività di estrazione. Il materiale particolato aerodisperso (PM<sub>10</sub> e PM<sub>2,5</sub>), il biossido di azoto, l'ozono troposferico e il benzo(a)pirene sono gli inquinanti per i quali si registra a tutt'oggi, in diverse zone del Paese, il mancato rispetto dei valori limite di legge.



Con la Decisione della Commissione Europea 2011/850/EU sono stati definiti i criteri per la comunicazione di informazioni sulla qualità dell'aria ambiente tra gli stati membri. In questo contesto vengono trasmessi quotidianamente da ogni paese membro alla Commissione Europea i dati in "tempo quasi reale" ossia con un minimo fisiologico ritardo (di qualche ora) rispetto al momento della misura. Per l'Italia i dati sono trasmessi da parte delle Regioni e Province Autonome ad ISPRa che provvede a renderli disponibili alla CE.

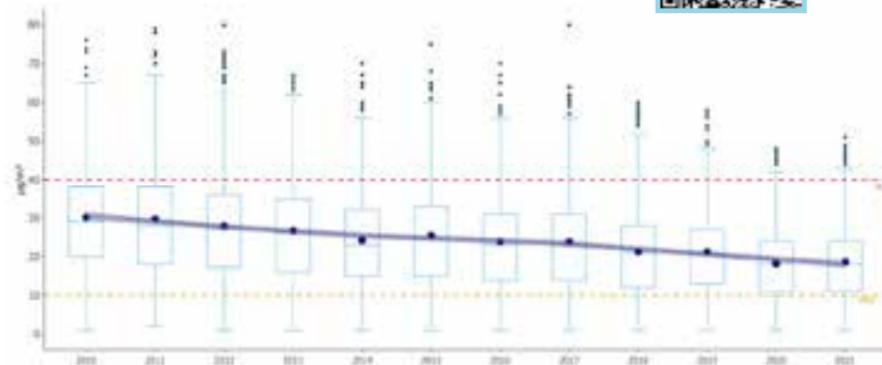
Si tratta di dati caratterizzati da un livello minimo di validazione ovvero che non sono stati sottoposti ai processi di validazione previsti successivamente all'acquisizione della misura ed è quindi possibile che in un secondo momento vengano corretti. Nella story map Inquinamento atmosferico dell'EcoAtlante di ISPRa è possibile consultare la dashboard dei dati in tempo quasi reale relativi agli inquinanti NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, CO e SO<sub>2</sub>.





*NO<sub>2</sub>: Distribuzione delle medie annuali e confronto con il valore limite di legge e il valore di riferimento OMS. Periodo 2010-2021*

Per l'NO<sub>2</sub> in Italia, così come osservato in Europa, si è notato nel periodo 2010-2021 un trend decrescente statisticamente significativo nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio.



La mappa mostra i superamenti di NO<sub>2</sub> espressi in concentrazione di massa dell'anno 2021 (µg/m<sup>3</sup>)

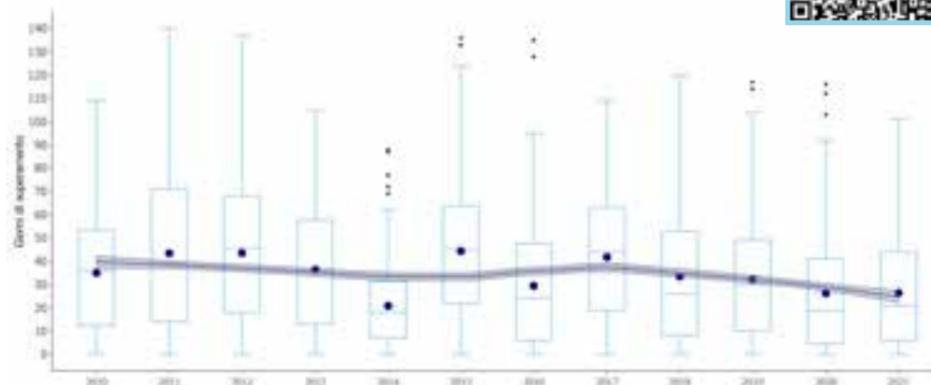




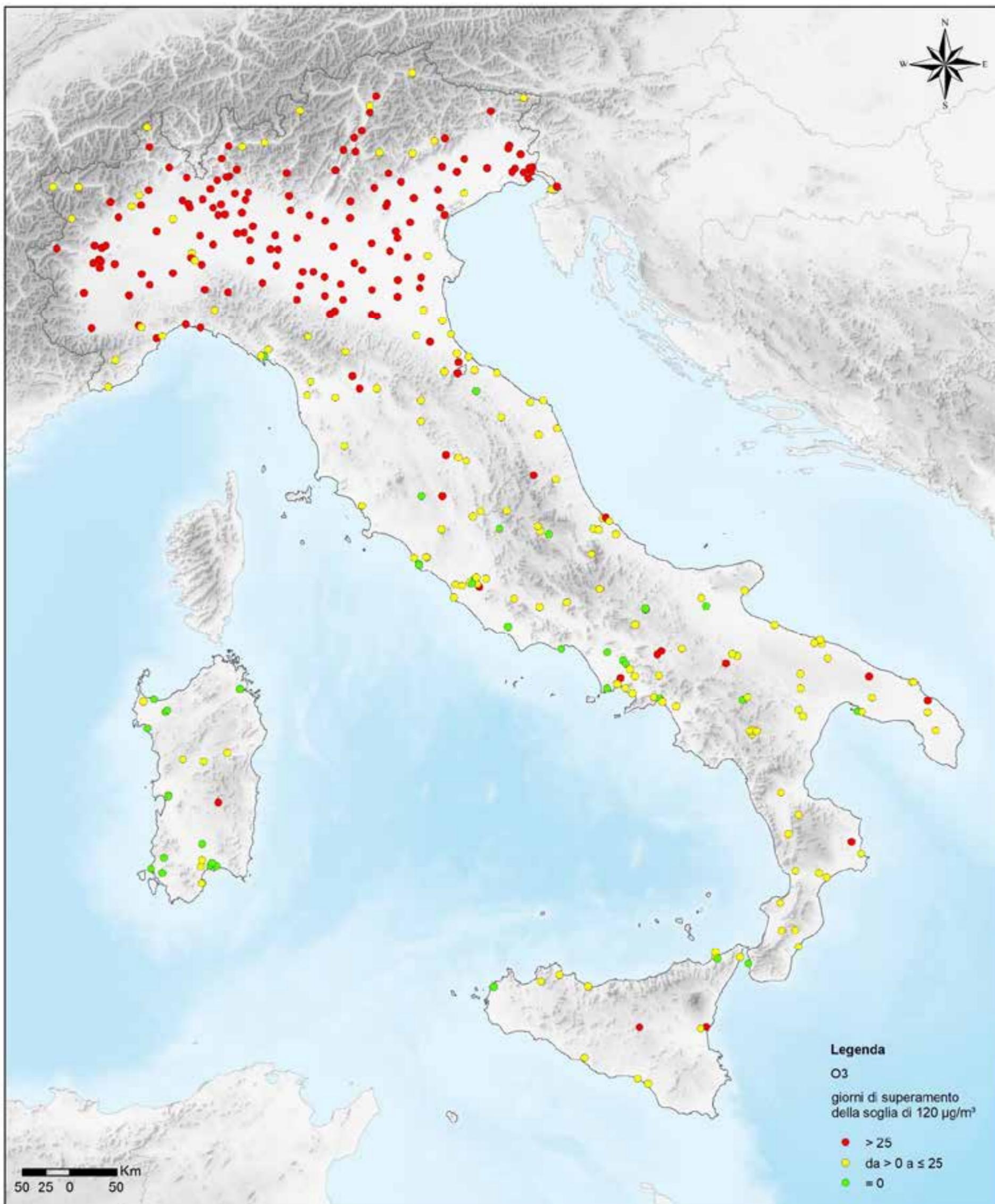
**O<sub>3</sub> 2010-2021 - giorni di superamento**

**OLT: obiettivo a lungo termine, valore massimo giornaliero delle medie mobili su otto ore (120 µg/m<sup>3</sup>) - nessun superamento**

L'O<sub>3</sub> ha un profilo stagionale opposto agli altri inquinanti, con massimi nel periodo estivo, e non mostra un caratteristico andamento negli anni.

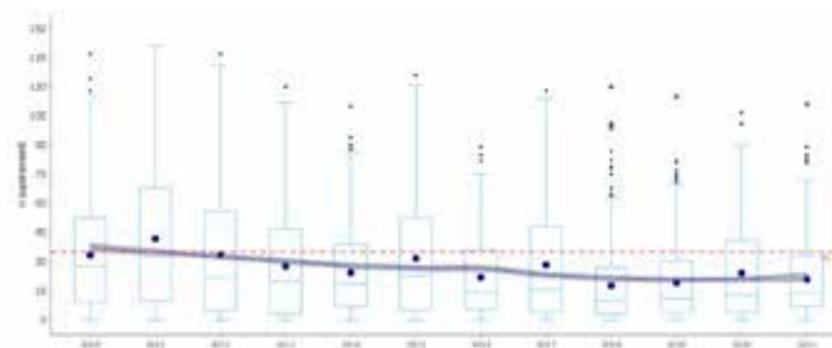


La mappa mostra il numero di giorni di superamento dell'OLT nel 2021





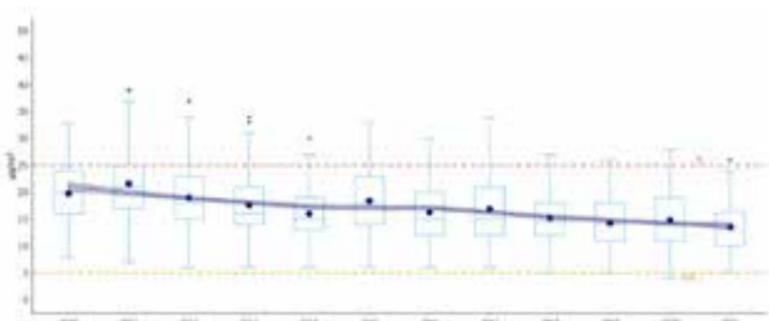
La mappa mostra i valori medi annuali di  $PM_{10}$  dell'anno 2021 espressi in concentrazione di massa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



$PM_{10}$ : Medie giornaliere, numero di giorni di superamento della soglia di  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ; Periodo 2010-2021

Così come osservato in Europa, si è rilevato nel periodo 2010-2021 un importante trend decrescente nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio.

La mappa mostra i valori medi annuali di  $PM_{2,5}$  dell'anno 2021 (espressi in concentrazione di massa ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ))



$PM_{2,5}$ : Distribuzione delle medie annuali e confronto con il valore limite di legge e il valore di riferimento OMS. Periodo 2010-2021

Così come osservato in Europa, si è rilevato nel periodo 2010-2021 un importante trend decrescente statisticamente significativo nella maggior parte delle stazioni di monitoraggio.





# ANTROPOSFERA

	AUTORI	RAPPRESENTAZIONE CARTOGRAFICA
Aree urbane	Angela Cimini, Paolo De Fioravante, Nicola Riitano, Pasquale Dichicco, Annagrazia Calò, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Marco Marchetti, Michele Munafò	Angela Cimini, Paolo De Fioravante
Economia circolare	Alessandro Lotti, Maria Chiara Sole, Andrea Lanz, Angelo Santini	Stefano De Corso
Le emissioni industriali: il registro PRTR	Andrea Gagna, Alessandro Lotti	Stefano De Corso, Alessandro Lotti
I grandi impianti a combustione LCP	Marco Cordella, Alessandro Lotti	Stefano De Corso, Alessandro Lotti
Sorgenti elettromagnetiche	Maria Logorelli, Alessandro Lotti, Luisa Vaccaro, Céline Ndong, Stefano De Corso	Stefano De Corso, Angela Cimini
Rumore e Ambiente	Angela Cimini, Céline Ndong, Luisa Vaccaro, Stefano De Corso, Paolo De Fioravante, Gabriele Bellabarba, Francesca Sacchetti	Stefano De Corso, Paolo De Fioravante
Impatto dei trasporti sul clima e sull'inquinamento atmosferico	Antonella Bernetti, Antonio Caputo, Francesca Palomba, Giovanni Finocchiaro, Matteo Salomone	Antonio Caputo

## BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA

Cimini, A., De Fioravante, P., Riitano, N., Dichicco, P., Calò, A., Scarascia Mugnozza, G., Marchetti, M., Munafò, M., 2023. Land Consumption Dynamics and Urban-Rural Continuum Mapping in Italy for SDG 11.3. 1 Indicator Assessment. *Land*, 12(1), 155. <https://doi.org/10.3390/land12010155>

Convenzione UNECE-LRTAP - <https://unece.org/environmental-policy-1/air>

Environmental noise in Europe — 2020. EEA Report No 22/2019

European Commission; Statistical Office of the European Union; Organisation for Economic Co-Operation and Development; Food and Agriculture Organization of the United Nations; United Nations Human Settlements Programme; World Bank, 2021. Applying the Degree of Urbanisation: A Methodological Manual to Define Cities, Towns and Rural Areas for International Comparisons. Edizione 2021. Eurostat, Luxembourg. ISBN 9789276203063.

European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR) [https://environment.ec.europa.eu/topics/industrial-emissions-and-accidents/european-pollutant-release-and-transfer-register-e-prtr\\_en](https://environment.ec.europa.eu/topics/industrial-emissions-and-accidents/european-pollutant-release-and-transfer-register-e-prtr_en)

Florczyk, A.; Corbane, C.; Ehrlich, D.; Carneiro Freire, S.M.; Kemper, T.; Maffenini, L.; Melchiorri, M.; Pesaresi, M.; Politis, P.; Schiavina, M.; et al., 2019. GHSL Data Package 2019: Public Release GHS P2019. Volume JRC117104. Publications Office of the European Union: Luxembourg. ISBN 978-92-76-13186-1.

ISPRA – Annuario dei dati ambientali 2021 <https://annuario.isprambiente.it/content/annuario-dei-dati-ambientali-2021>

ISPRA - EcoAtlante <https://ecoatlante.isprambiente.it/>

ISPRA – Rapporto Rifiuti Urbani 2021 ISPRA, Rapporti 355/2021 [https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/rapporti/rapportorifiutiurbani\\_ed-2021-n-355-conappendice\\_agg18\\_01\\_2022.pdf](https://www.isprambiente.gov.it/files2022/pubblicazioni/rapporti/rapportorifiutiurbani_ed-2021-n-355-conappendice_agg18_01_2022.pdf)

ISPRA Catasto Rifiuti Sezione Nazionale <https://www.catasto-rifiuti.isprambiente.it/index.php?pg=&width=2560&height=1441>

Marinosci, I., Assennato, F., Munafò, M., Congedo, L., Forme di urbanizzazione, in Qualità dell'ambiente urbano. Edizione 2018. Report ISPRA XIV. ISPRA, Roma.

Munafò, M. Consumo Di Suolo, Dinamiche Territoriali e Servizi Ecosistemici. Edizione 2022. Report SNPA 32/22. ISPRA, Roma.

Romano, B., Zullo, F., Ciabò, S., Fiorini, L., & Marucci, A., 2016. Il modello italiano di dispersione urbana: la sfida dello sprinkling. *Sentieri Urbani*, 8(19), 15-22.

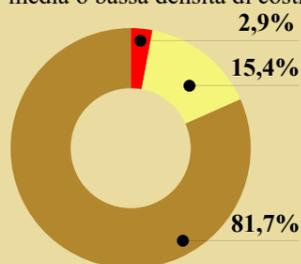
United Nations. Department of Economic and Social Affairs. SDG Indicators Metadata Repository. Disponibile online: <https://unstats.un.org/sdgs/metadata/files/Metadata-11-03-01.pdf>

**RIASSUNTO** - Le aree urbane rivestono un ruolo centrale nell'evoluzione e nelle alterazioni degli equilibri territoriali e il loro monitoraggio risulta essenziale per fronteggiare i rischi connessi alla crisi climatica e raggiungere gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) delle Nazioni Unite. I fenomeni di urbanizzazione avvengono con sempre maggiore intensità ai margini della città consolidata, complicando la definizione di un criterio univoco per la delimitazione delle diverse tipologie di tessuto urbano. In questo contributo sono presentate le mappature delle aree urbane realizzate da ISPRA, la prima delle quali si basa sull'analisi della distribuzione spaziale del suolo consumato (Grado di artificializzazione), mentre la seconda fa riferimento alla metodologia sviluppata e adottata per la valutazione di alcuni target dell'obiettivo di sviluppo sostenibile 11 (Continuum urbano-rurale).

**ABSTRACT** - Urban areas play a central role in the evolution and alterations of the territory and their monitoring is crucial to limit the risks associated with the climate crisis and achieve the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs). Urbanization mainly affects the margins of the consolidated city, making it difficult to define a univocal criterion to describe the phenomenon. This contribution presents the representations of urban areas published by ISPRA. The first is based on the spatial distribution of land consumption (Degree of artificialization), while the second refers to the methodology developed and adopted by some targets of Sustainable Development Goal 11 (Urban-rural Continuum).

## GRADO DI ARTIFICIALIZZAZIONE

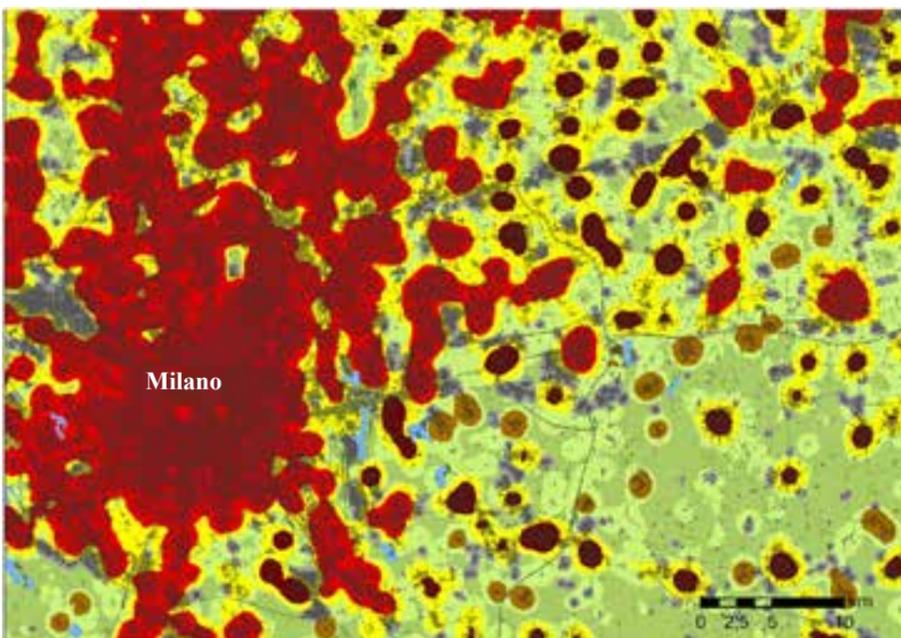
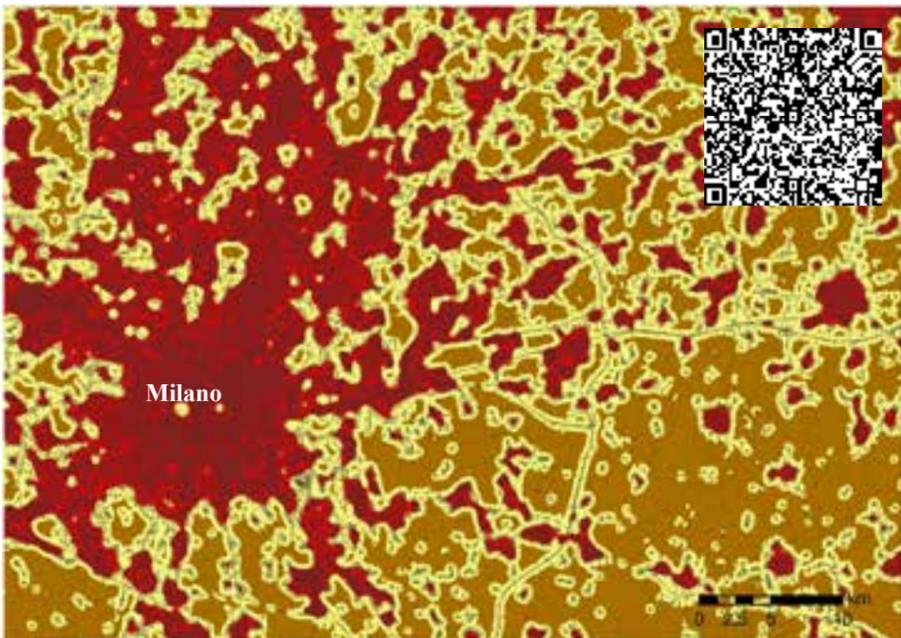
Il primo approccio utilizzato da ISPRA per la definizione delle tipologie di contesto insediativo si basa sulla valutazione della densità media di superfici artificiali presenti in un raggio di 300m e sull'individuazione di soglie in grado di descrivere, sull'intero territorio nazionale, l'estensione e la distribuzione spaziale di 3 ambiti omogenei dal punto di vista della presenza di suolo consumato (Marinosci et al. 2018). In particolare, con la classe «urbano» vengono descritti contesti insediativi prevalentemente artificiali in cui la densità di superfici costruite supera il 50% in un intorno di 300 m, mentre sono definite «rurali» le aree con caratteri prevalentemente agricoli o naturali in cui la densità di suolo consumato non supera il 10%. Tra queste due soglie si collocano le aree suburbane, caratterizzate da un tessuto insediativo a media o bassa densità di costruito.



L'analisi del dato al 2021 mostra un'estensione delle aree ad alta densità (urbane) pari al 2,9% della superficie nazionale, mentre le aree suburbane coprono il 15,4%. Il restante 81,7% del territorio è occupato da aree rurali con superfici artificiali rare o assenti.

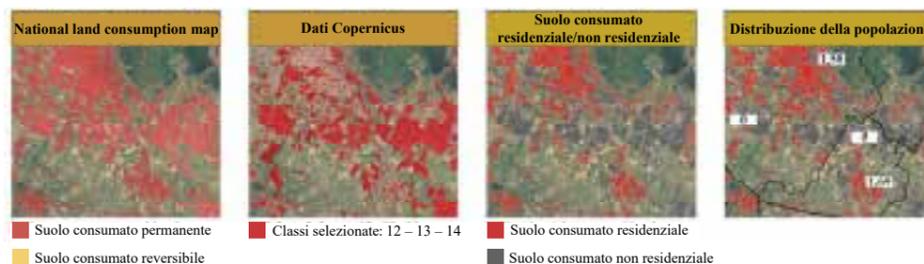
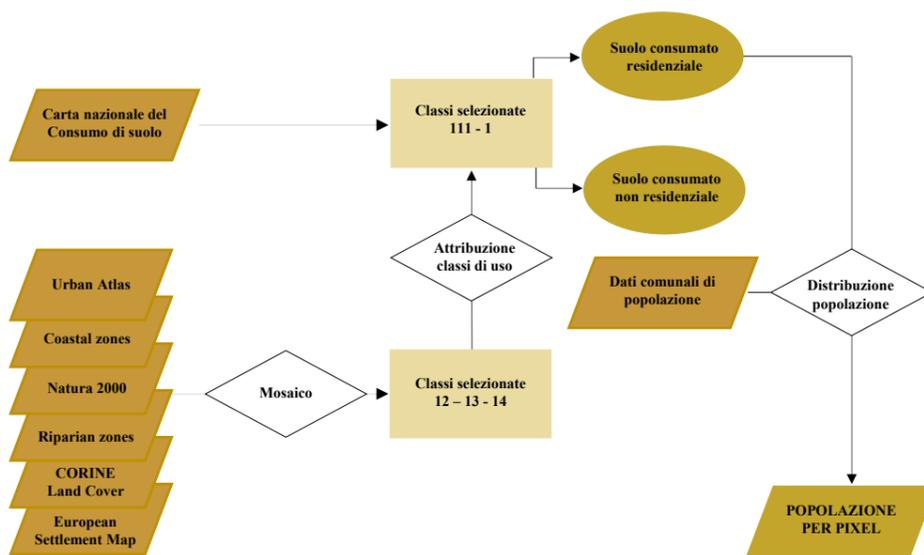
Nel periodo compreso tra il 2006 e il 2021 si è assistito a un'espansione di oltre 800 km<sup>2</sup> delle aree urbane dense, mentre l'espansione del suburbano ha riguardato quasi 2.500 km<sup>2</sup>. Quest'ultima classe è quella più dinamica per una serie di cause, prima tra tutte la predisposizione alla trasformazione delle aree libere rimaste intercluse nel tessuto insediativo o tra le infrastrutture viarie o in territori che hanno già perso il carattere di diffusa naturalità (Munafò et al. 2022).

■ Urbano   
 ■ Suburbano   
 ■ Rurale   
 ■ Suolo consumato 2021



## CONTINUUM URBANO – RURALE

La proliferazione di insediamenti a bassa densità, più comunemente nota con il termine inglese «sprawl», è un fenomeno che in Italia tende ad assumere i caratteri di estrema dispersione (Romano et al. 2016) influenzando la crescita delle frange periurbane. Questo sfrangiamento dei margini della città compatta rende la delimitazione tra contesti urbani e rurali molto più complessa. L'attuale configurazione spaziale dei sistemi insediativi rende necessario superare la classica dicotomia urbano-rurale e descrivere i paesaggi urbani in termini di «Continuum urbano-rurale». ISPRA, ha realizzato una classificazione del Continuum urbano-rurale per l'intero territorio nazionale seguendo una procedura simile a quella proposta da Eurostat (EC, 2021; Florczyk, 2019) e raccomandata per la valutazione di alcuni target del SDG 11 (UN, 2022).



La metodologia adottata da ISPRA si basa sulla distribuzione spaziale della popolazione sui pixel di suolo consumato. A tale scopo sono stati introdotti due principali attributi di uso sulla carta nazionale del consumo di suolo integrando i principali dati disponibili in ambito europeo per discriminare le aree residenziali da quelle non residenziali. L'intero territorio nazionale è stato classificato in 9 contesti insediativi omogenei in termini di densità di popolazione, numero di abitanti e configurazione spaziale, distribuendo uniformemente la popolazione comunale sui pixel di suolo consumato a uso residenziale (Cimini et al. 2023). L'introduzione della classe "industriale, commerciale e servizi", caratterizzata da alta densità di suolo artificiale e popolazione assente, consente di comprendere la posizione e il ruolo di tali aree rispetto al continuum urbano-rurale, supportando la definizione di politiche orientate alla gestione delle aree produttive, logistiche e di servizi.

Codice	Definizione	Soglie	
		Densità di popolazione	Numero di abitanti
30	Centri urbani	≥ 2.000	> 10.000
23	Gruppi urbani densi	≥ 2.000	≤ 10.000
22	Gruppi urbani semi-densi	500 - 2.000	> 5.000
21	Suburbano o periurbano	500 - 2.000	-
13	Gruppi rurali	500 - 2.000	≤ 5.000
12	Rurale a bassa densità	100 - 500	-
11	Rurale a densità molto bassa	< 100	-
50	Industriale, commerciale e servizi	n.d.	n.d.
60	Corpi idrici	0	0

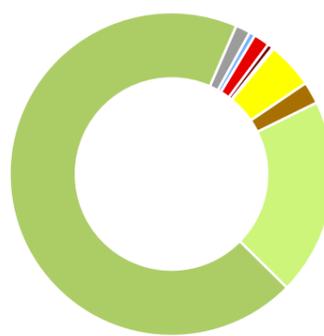


La classificazione del continuum urbano-rurale segue le indicazioni fornite dalle Nazioni Unite per la delimitazione delle aree urbane rispetto a cui valutare l'indicatore SDG 11.3.1 che misura il tasso di variazione del consumo di suolo in area urbana rispetto al tasso di variazione della popolazione.

Nel 2021 i comuni con carattere prevalentemente urbano hanno mostrato un generale aumento di consumo di suolo ed in oltre metà di essi un calo demografico, evidenziando un significativo sbilanciamento tra consumo di suolo e variazione di popolazione (Munafò et al. 2022).

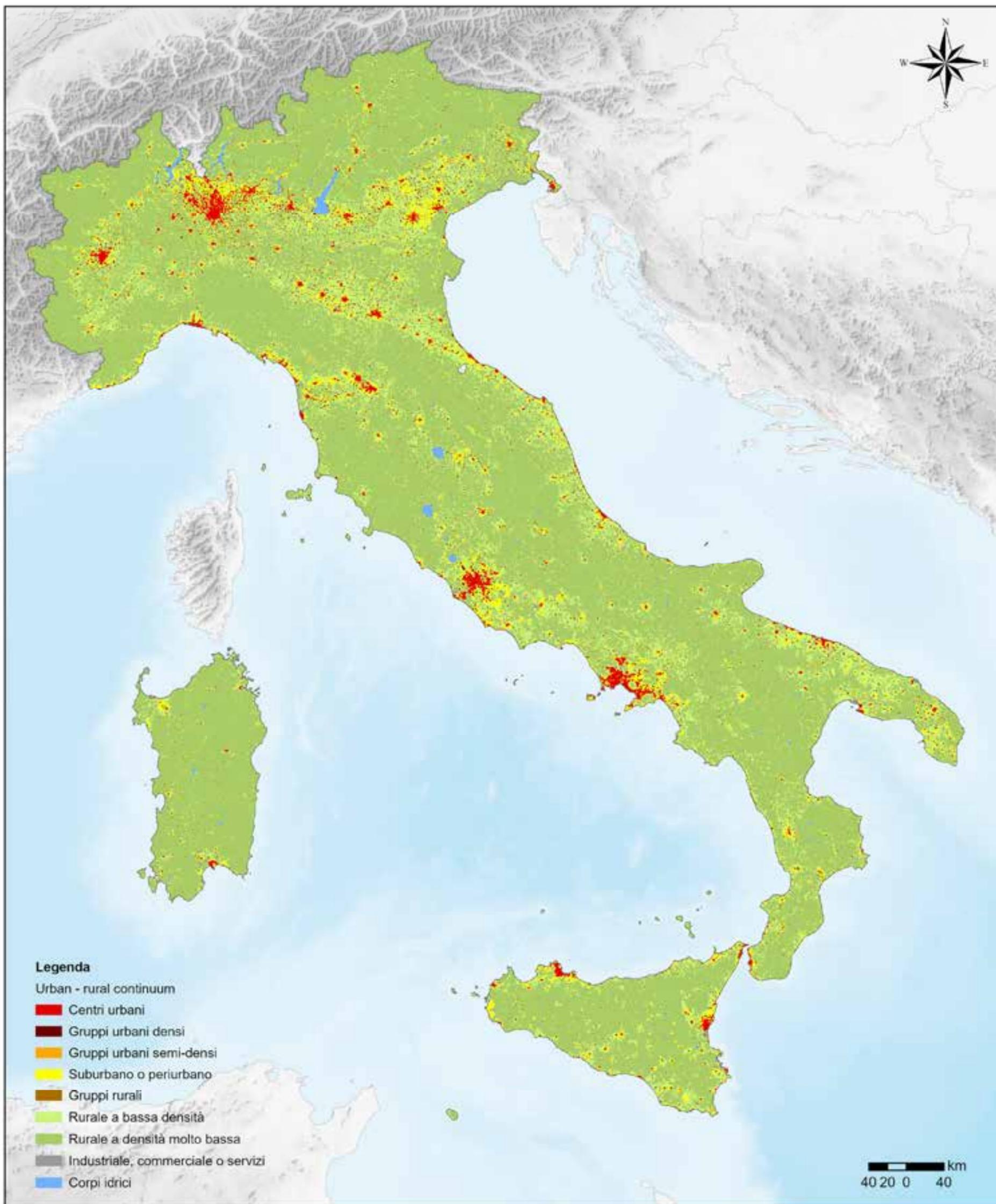


La classificazione del continuum urbano-rurale mostra una concentrazione delle aree urbane lungo la costa e nelle aree di pianura, soprattutto in pianura Padana. I centri urbani di maggiori dimensioni si concentrano in Lombardia, mentre le aree in giallo (suburbano/periurbano) e in verde chiaro (rurale a bassa densità) confermano la tendenza dei cluster urbani a svilupparsi e a prediligere come direzioni di espansione le aree lungo le principali infrastrutture viarie.



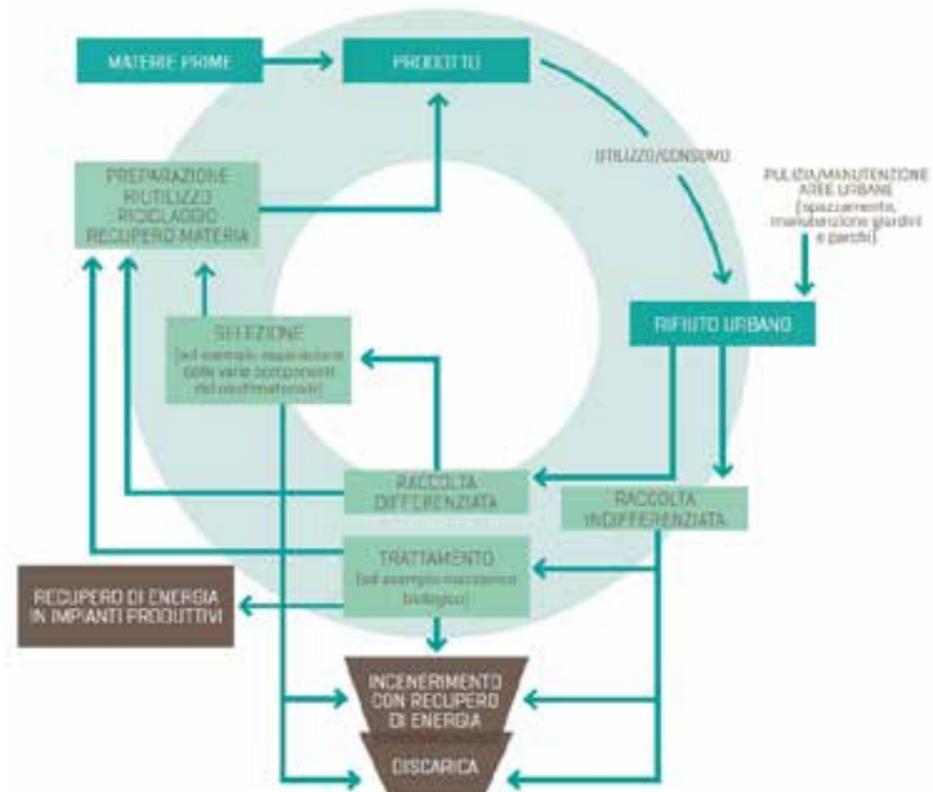
- Industriale, commerciale o servizi (1,47 %)
- Corpi idrici (0,58 %)
- Centri urbani (1,59 %)
- Gruppi urbani densi (0,54 %)
- Gruppi urbani semi-densi (0,15 %)
- Suburbano o periurbano (4,65 %)
- Gruppi rurali (2,19 %)
- Rurale a bassa densità (19,65 %)
- Rurale a densità molto bassa (69,20 %)

**Continuum urbano-rurale (2018).** La mappa mostra la localizzazione e la configurazione spaziale degli agglomerati urbani e le relative aree di espansione.



**RIASSUNTO** - L'economia circolare è un modello di produzione e di consumo che prevede, nel periodo più lungo possibile, la condivisione, il prestito, il riutilizzo, la riparazione e il riciclo sia dei materiali che dei prodotti esistenti. È proprio estendendo il "ciclo di vita" dei materiali che è possibile contribuire a ridurre i rifiuti al minimo. Attraverso questo processo, una volta terminata la funzione di un prodotto, vengono reintrodotti i materiali che lo compongono nel ciclo economico: è in questo modo che acquisiscono un nuovo valore. Potremmo dire che l'economia circolare imita la natura: perché tutto si trasforma in continuazione e... nuova vita prende forma.

**ABSTRACT** - The circular economy is a model of production and consumption, which involves sharing, leasing, reusing, repairing, refurbishing and recycling existing materials and products as long as possible. In this way, the life cycle of products is extended. In practice, it implies reducing waste to a minimum. When a product reaches the end of its life, its materials are kept within the economy wherever possible. These can be productively used again and again, thereby creating further value. The circular economy imitates nature: everything changes continuously and... new life takes shape.



Il recupero di materia basato sulla raccolta differenziata fa sì che i materiali di scarto siano trasformati e riportati a "nuova vita" come materia prima seconda, ricollocandoli così nuovamente nel sistema economico. L'ISPRA mette a disposizione delle amministrazioni, delle aziende e dei cittadini, le informazioni e i dati raccolti sul riciclaggio dei rifiuti.

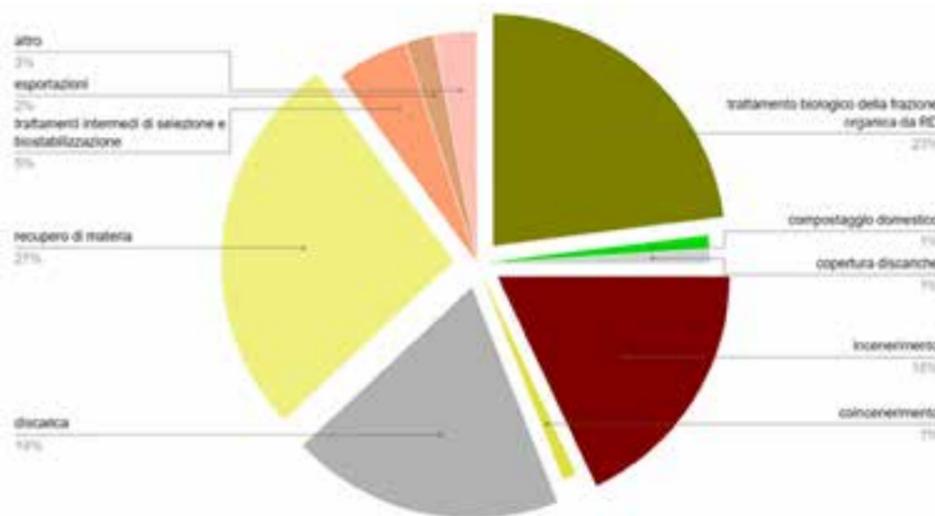
Inoltre supporta il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica nella stesura tecnica dei provvedimenti normativi necessari per il riciclo dei rifiuti. L'Istituto pubblica inoltre ogni anno il rapporto sui rifiuti urbani e sui rifiuti speciali.

*Il rapporto annuale sui rifiuti urbani fornisce i dati su produzione, gestione e raccolta differenziata dei rifiuti urbani e di imballaggio, compreso l'import/export, a livello nazionale, regionale e provinciale. Riporta le informazioni sui costi dei servizi d'igiene urbana, sull'applicazione del sistema tariffario e presenta un controllo sullo stato d'attuazione della pianificazione territoriale.*

*Il rapporto annuale sui rifiuti speciali fornisce i dati sulla produzione e gestione dei rifiuti speciali pericolosi e non, sia a livello nazionale sia regionale, nonché sull'import/export. Le informazioni utilizzate per predisporre i rapporti, derivano soprattutto dal Catasto Nazionale dei Rifiuti. Gestito dall'ISPRA, il catasto è un archivio con 8 database dove sono contenute le informazioni (tutte liberamente consultabili e scaricabili) sui rifiuti, sia urbani che speciali e l'elenco nazionale delle imprese autorizzate alla relativa gestione.*

Il trattamento dei rifiuti provenienti dalla raccolta differenziata prevede sostanzialmente, previa un'eventuale fase di selezione, l'avvio delle varie frazioni merceologiche a impianti di riciclaggio/recupero di materia per la produzione di nuovi materiali (ad esempio, cartiere, vetrerie, fonderie, impianti di riciclaggio della plastica, ecc.). Tra le operazioni di recupero di materia rientra il trattamento biologico della frazione organica (compostaggio e digestione anaerobica). I trattamenti biologici possono consentire di ottenere ammendante (il cosiddetto compost) a partire dallo scarto organico. In presenza di un trattamento di tipo anaerobico è inoltre possibile combinare la produzione di ammendante con la generazione di biogas (metano) utilizzabile come fonte di energia.

L'utilizzo degli ammendanti consente di fornire sostanza organica ai suoli, incrementandone la fertilità biologica e contrastando fenomeni di inaridimento e desertificazione. Il rifiuto urbano indifferenziato è, invece, prevalentemente avviato a impianti di pre-trattamento meccanico o meccanico/biologico in cui viene attuata una separazione delle frazioni ancora valorizzabili (ad esempio, i metalli possono essere successivamente avviati a impianti di riciclaggio e le frazioni a più alto potere calorifico possono essere utilizzate come fonte di energia in impianti di incenerimento o in impianti produttivi) dalle frazioni non recuperabili destinate in discarica.



Gestione dei rifiuti urbani, anno 2021

L'economia circolare si basa quindi sulla possibilità di trasformare dei materiali da "rifiuti" in "risorse". Prima di reintrodurre un materiale in un nuovo ciclo di vita è necessario però, dal punto di vista giuridico, non considerarlo più come un rifiuto. Per questo l'Unione Europea fin dal 2005 ha iniziato a riformarne la disciplina. Nel 2008 per la prima volta ha stabilito che alcuni rifiuti, a seconda del tipo, cessano di essere tali se vengono recuperati e se soddisfano alcuni criteri specifici.

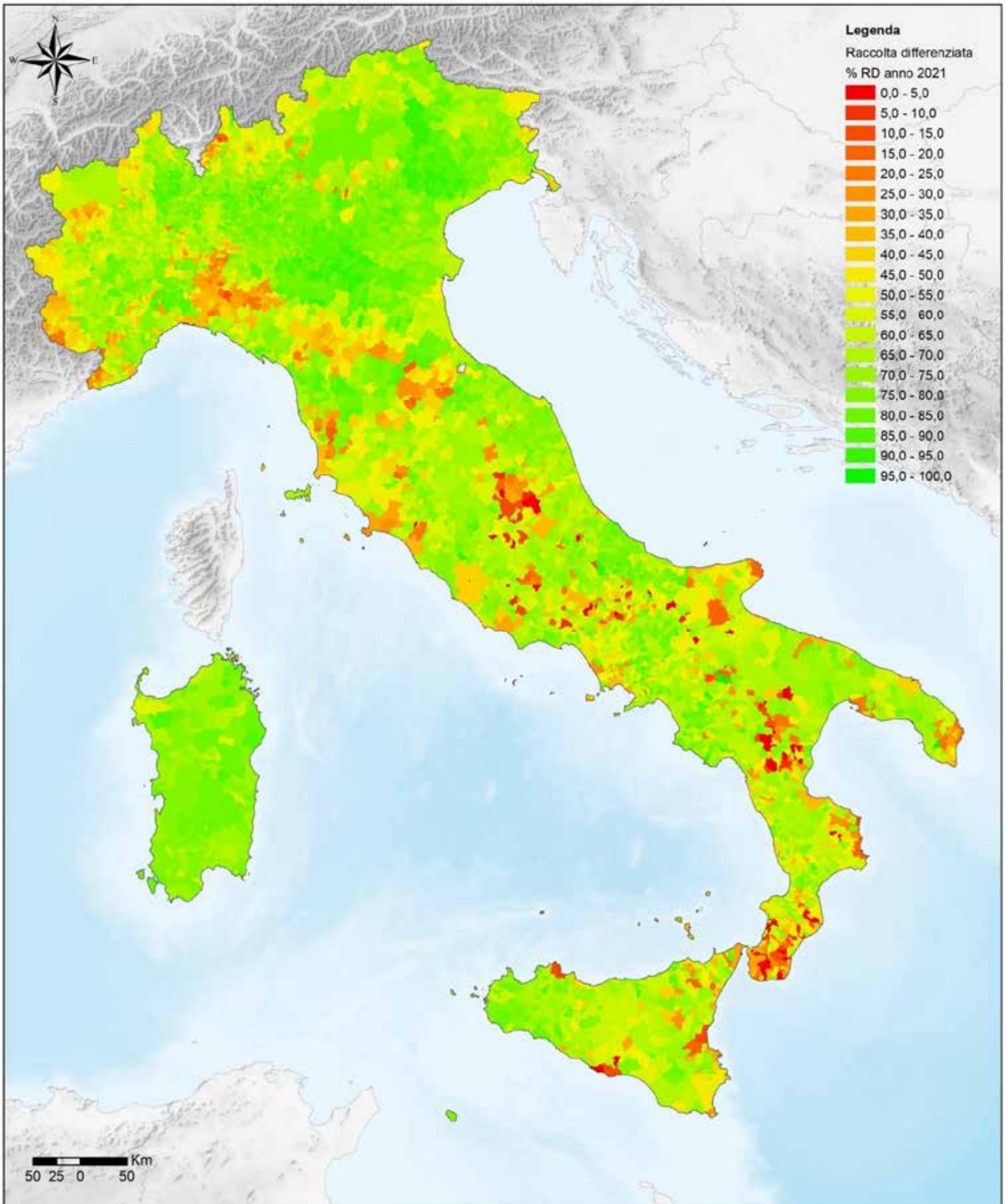
Questi criteri sono stabiliti dai regolamenti europei o dalle norme degli Stati membri e sono applicabili a seconda del tipo di rifiuto. A distanza di oltre 10 anni, il percorso di definizione dei criteri che consentono la rimozione della qualifica di rifiuto (End of Waste) sono ancora in corso, sia a livello comunitario che nazionale. In Italia negli ultimi anni, il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica con il supporto tecnico-scientifico dell'ISPRA, ha emanato dei decreti contenenti alcuni criteri per l'“End of Waste” relativi ad alcune tipologie di materiali. La strada però è ancora piuttosto lunga.



Andamento della percentuale nazionale di raccolta differenziata dei rifiuti urbani, anni 2015-2021



La mappa rappresenta la percentuale di raccolta differenziata (RD) sul totale dei rifiuti urbani (RU) su base comunale, nel 2021



# LE EMISSIONI INDUSTRIALI: IL REGISTRO PRTR

**RIASSUNTO** - Il registro PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) è uno strumento che fornisce pubblico accesso alle informazioni legate agli impatti ambientali dell'industria. Si tratta di una base di dati che include le informazioni relative alle emissioni e ai trasferimenti di sostanze inquinanti e di rifiuti originati da specifiche attività. I dati riguardano le emissioni in aria, al suolo e nelle acque superficiali e il trasferimento fuori sito di rifiuti pericolosi e non pericolosi. I dati sono direttamente collegati alle sorgenti presenti sul territorio nazionale e aggiornati annualmente.

**ABSTRACT** - The PRTR (Pollutant Release and Transfer Register) register is a tool that provides public access to information related to the environmental impacts of industry. It is a database including information on emissions and transfers of pollutants and waste originating from specific activities. The data relate to air, soil and water emissions and the off-site transfer of hazardous and non-hazardous waste. The data are directly linked to the sources present on the national territory and updated annually.



## Il registro PRTR: Emissioni in acqua

Il registro PRTR include le informazioni relative agli inquinanti presenti negli scarichi industriali nei corpi idrici superficiali: azoto totale (N tot), fosforo totale (P tot) e carbonio organico totale (TOC).

Le tre sostanze appartengono alla categoria dei "nutrienti", così chiamati perché favoriscono la crescita dei microorganismi e la proliferazione algale nelle acque, riducendo la quantità di ossigeno disponibile per le altre specie (es. quelle animali) con conseguente degradazione della qualità delle acque, dell'ecosistema e perdita di biodiversità (eutrofizzazione).

Il contributo più significativo all'emissione di azoto totale al suolo e nelle acque è dato generalmente dall'uso di fertilizzanti e dallo spargimento delle deiezioni animali al suolo.

Il rilascio di fosforo nelle acque è generalmente legato all'uso dei fertilizzanti, allo scarico di acque reflue civili e industriali e all'uso di prodotti detergenti.

Il TOC è la misura della quantità di carbonio dovuto alla presenza di sostanza organica nelle acque. E' un indicatore aspecifico della qualità delle acque, non essendo possibile individuare l'attività antropica di derivazione. Tra le attività più comuni si ricorda il trattamento delle acque reflue del sistema fognario e la messa in discarica dei rifiuti.

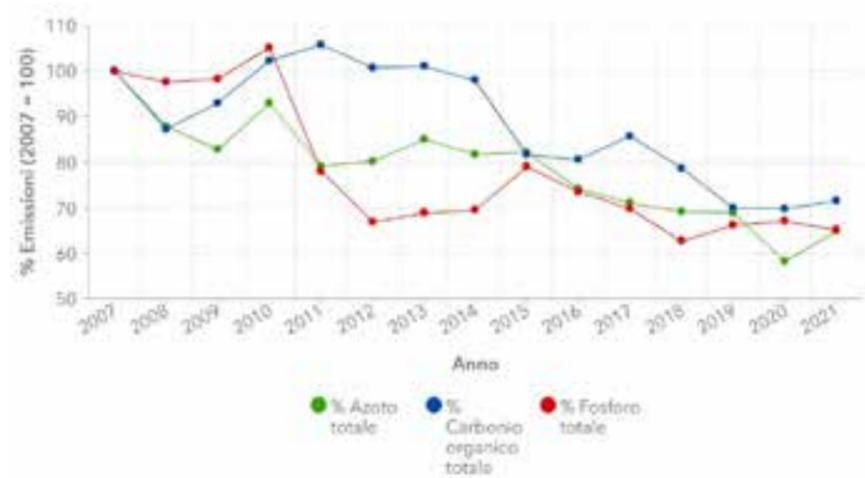
Alti livelli di TOC in un corpo idrico naturale contribuiscono alla riduzione della concentrazione di ossigeno disciolto e alla conseguente crescita dei batteri anaerobi.

## Il registro PRTR una panoramica generale

Le attività produttive incluse nel campo di applicazione sono 45, la lista delle sostanze è composta da 91 voci con associati i valori soglia per matrice ambientale (acqua, aria e suolo).

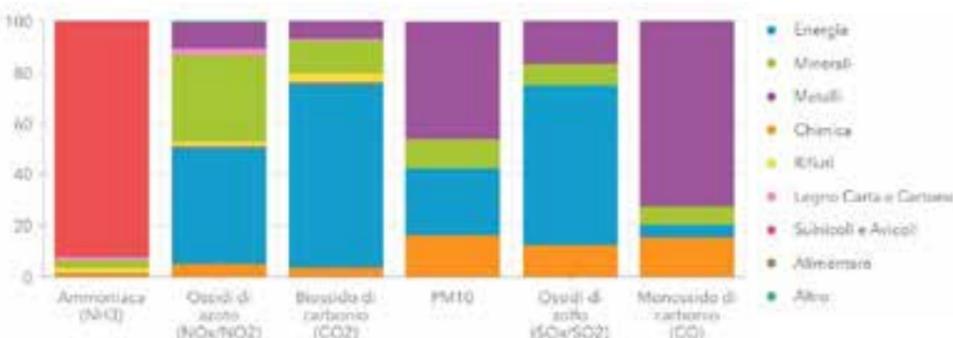
Con riferimento al 2021, gli stabilimenti italiani che hanno comunicato dati al registro nazionale sono stati 4107.

Il numero di stabilimenti dichiaranti al registro PRTR nazionale è andato aumentando nel periodo 2007-2021 grazie alle iniziative di diffusione delle informazioni attuate dalle autorità competenti, dall'ISPRA e dalle Associazioni di Categoria operanti sul territorio nazionale ed anche grazie ad una maggiore consapevolezza da parte dei soggetti potenzialmente obbligati.



Andamento delle emissioni nelle acque superficiali (anno 2007 = 100)

## Il registro PRTR: Emissioni in aria

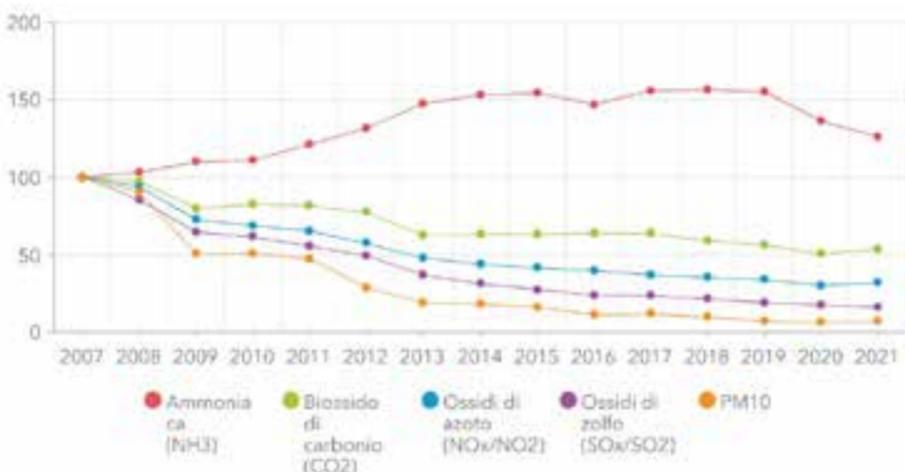


### Distribuzione delle emissioni per settore di attività

Riguardo le emissioni in atmosfera. Per CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub> e PM<sub>10</sub>, il grafico mostra la ripartizione percentuale tra gruppi PRTR (diversi settori industriali) che contribuiscono all'emissione in atmosfera.

Se per l'ammoniaca è prevalente il contributo degli allevamenti intensivi (suinicoli e avicoli) per CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> e SO<sub>x</sub> il contributo

maggiore è fornito dal settore Energia e per il PM<sub>10</sub> dall'industria dei metalli e dal settore dell'energia. Tutte le sostanze osservate decrescono rispetto all'anno base ad eccezione di NH<sub>3</sub> che cresce rispetto al 2007 soprattutto per l'aumento del numero degli allevamenti negli stessi anni.



Andamento emissioni PRTR in aria (anno 1990=100)

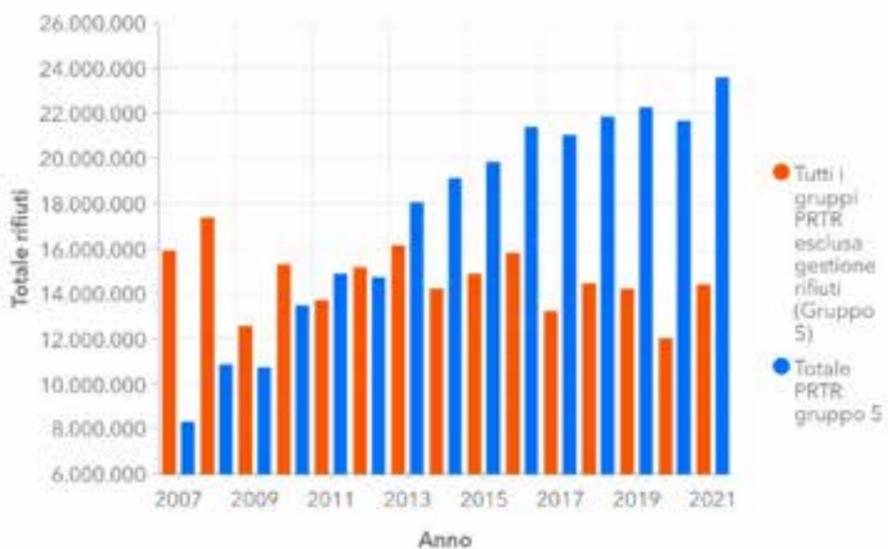
## Il registro PRTR: Rifiuti

Il registro nazionale PRTR raccoglie anche l'informazione relativa alle quantità di rifiuti pericolosi e non pericolosi che gli stabilimenti inviano a trattamento esterno di recupero o smaltimento in Italia o all'estero.

Nel 2021, da 3228 stabilimenti italiani sono stati comunicati dati sul trasferimento dei rifiuti maggiori delle soglie. Tra il 2007 e il 2021, si è registrato un incremento complessivo delle quantità dichiarate: il grafico sotto rappresenta le quantità dichiarate (pericolosi + non pericolosi) trasferite dagli stabilimenti che svolgono attività nel gruppo PRTR della Gestione dei Rifiuti in modo distinto dalle

quantità cumulate trasferite dagli stabilimenti appartenenti a tutti gli altri gruppi PRTR.

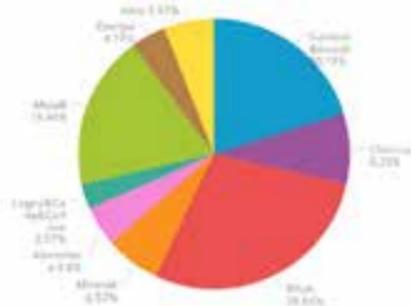
Nel 2021 il 23% della quantità totale di rifiuti trasferita dagli stabilimenti industriali (esclusi quelli appartenenti alla Gestione Rifiuti) è rifiuto pericoloso; il 77% è non pericoloso. In media circa il 59% dei rifiuti pericolosi trasferiti dagli stessi stabilimenti è destinato a operazioni di smaltimento e il 41% a operazioni di recupero; si invertono i trattamenti finali nel caso dei rifiuti non pericolosi (34% inviati a smaltimento; 66% inviati a recupero).



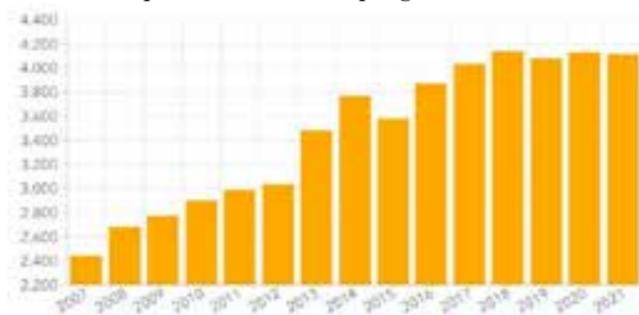
Quantità di rifiuti comunicate al registro PRTR (tonnellate)



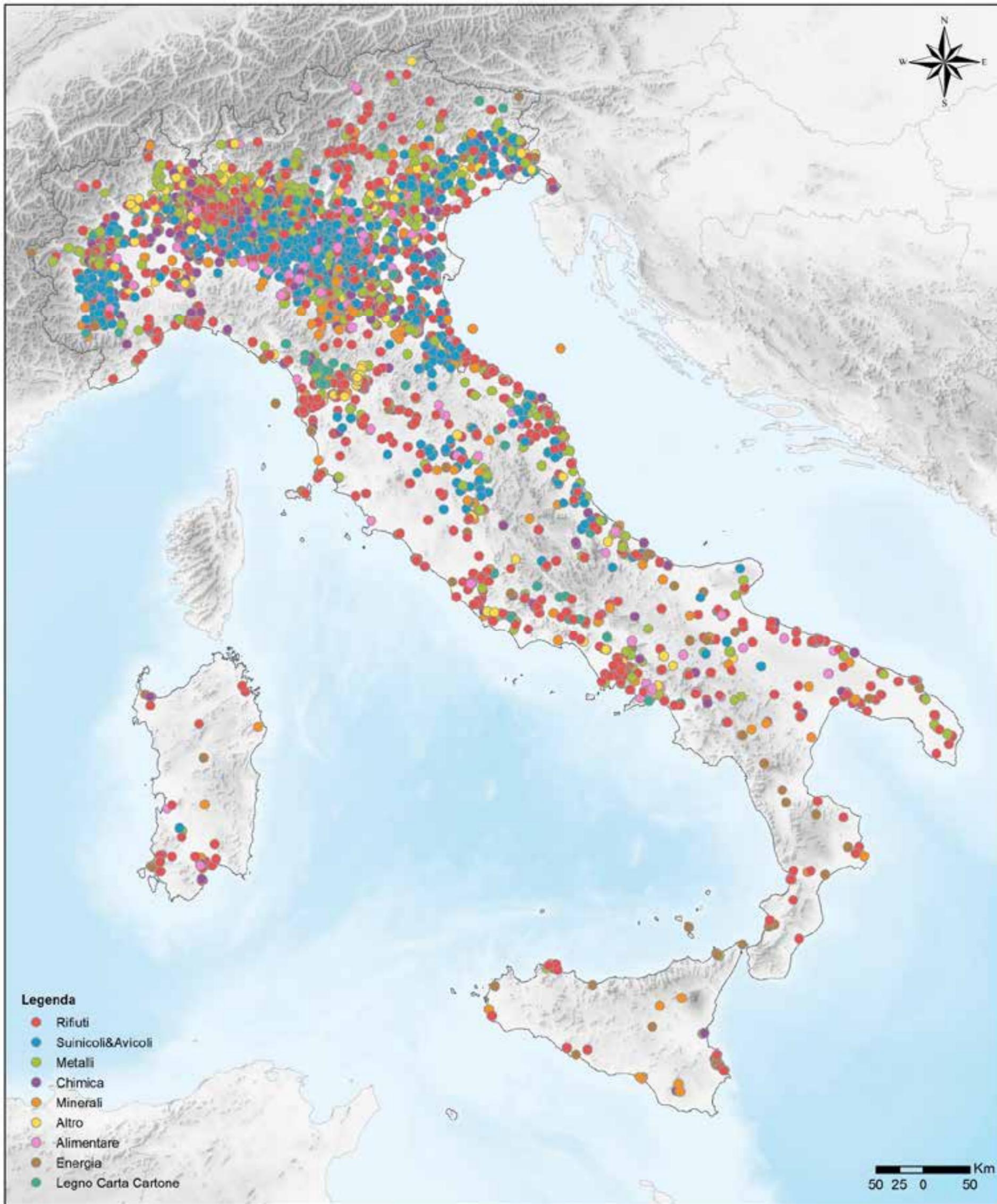
% impianti PRTR censiti per categoria



Numero di impianti censiti e trend per gli anni dal 2007 al 2021

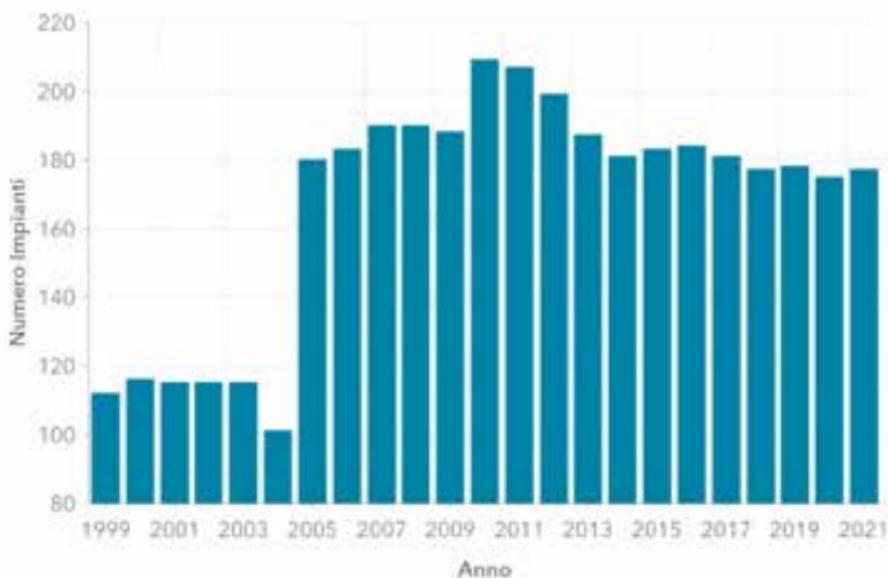


La mappa mostra gli impianti censiti nel registro PRTR per categoria di attività



**RIASSUNTO** - Nella banca dati LCP (Large Combustion Plant) vengono raccolti tutti i dati relativi ai grandi impianti di combustione aventi potenza termica nominale pari almeno a 50 MW termici. Il monitoraggio di questi impianti, attraverso le normative di riferimento, ha lo scopo di contrastare fenomeni quali l'acidificazione, l'eutrofizzazione e l'ozono al suolo; a prevenire il superamento dei carichi critici di certe sostanze acidificanti nel tempo; a ridurre ulteriormente i rischi per la salute umana legati all'inquinamento atmosferico; nonché a sostenere l'UE e i Paesi membri a rispettare gli impegni presi nell'ambito delle convenzioni internazionali (Convenzione UNECE-LRTAP).

**ABSTRACT** - The LCP (Large Combustion Plant) database collects all the data relating to large combustion plants with a nominal thermal power of at least 50 thermal MW. The monitoring of these plants, through the reference laws, is aimed at fighting phenomena such as acidification, eutrophication and ozone on the ground; to prevent the exceeding of the critical loads of specific acidifying substances over time; to further reduce the risks to human health related to air pollution; as well as to support the EU and member countries to respect the commitments made under international conventions (UNECE-LRTAP Convention).



Numero totale di impianti LCP monitorati

Stabilimenti <b>177</b> 2021	Camini <b>365</b> 2021	Sostanze NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> e Polveri
------------------------------------	------------------------------	---

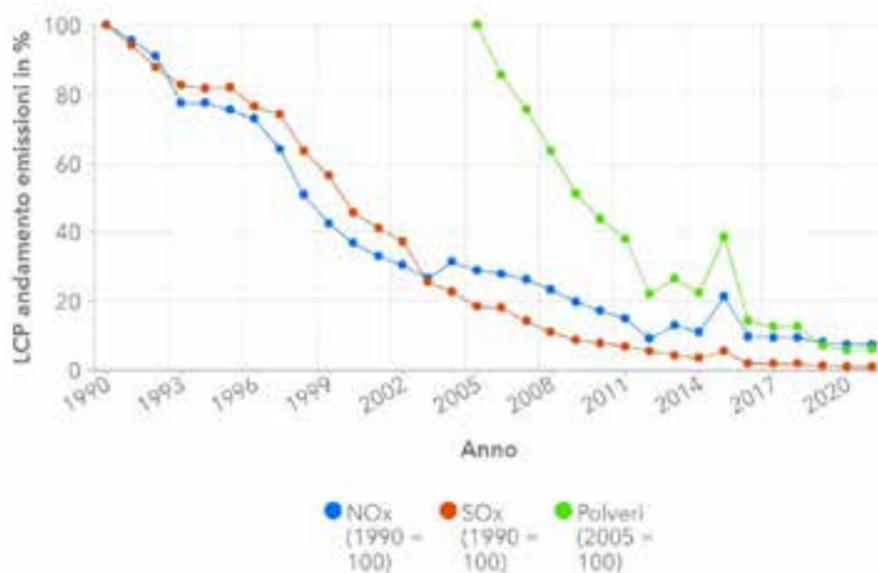
I dati annualmente raccolti sono quelli relativi alla geometria dei camini, input energetico e i valori delle emissioni di NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e Polveri in atmosfera.

La banca dati LCP contiene le informazioni relative a 365 camini riconducibili a circa 177 stabilimenti industriali (dati relativi al 2021) presenti sul territorio nazionale.

Grazie alle attività di monitoraggio, le emissioni in atmosfera dei tre inquinanti considerati sono drasticamente diminuite nel periodo osservato 1990 - 2021: SO<sub>2</sub> -99%, NO<sub>x</sub> -92%; e tra il 2005 e il 2021, le polveri sono diminuite dell'94%. L'allineamento delle singole normative nazionali a livello UE e l'attuazione dei controlli ha consentito la drastica riduzione di queste sostanze.

Nella banca dati LCP vengono raccolti i dati e le informazioni relativi ai grandi impianti di combustione aventi potenza termica nominale pari almeno a 50 MW termici. Il monitoraggio di questi impianti, attraverso le normative di riferimento, ha lo scopo di contrastare fenomeni quali l'acidificazione, l'eutrofizzazione e l'ozono al suolo;

di prevenire il superamento dei carichi critici di certe sostanze acidificanti nel tempo; di ridurre ulteriormente i rischi per la salute umana legati all'inquinamento atmosferico; di sostenere l'UE e i Paesi membri a rispettare gli impegni presi nell'ambito delle convenzioni internazionali (Convenzione UNECE-LRTAP).



Andamento normalizzato delle emissioni di NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub> e polveri registrate per gli impianti LCP monitorati (1990=100)

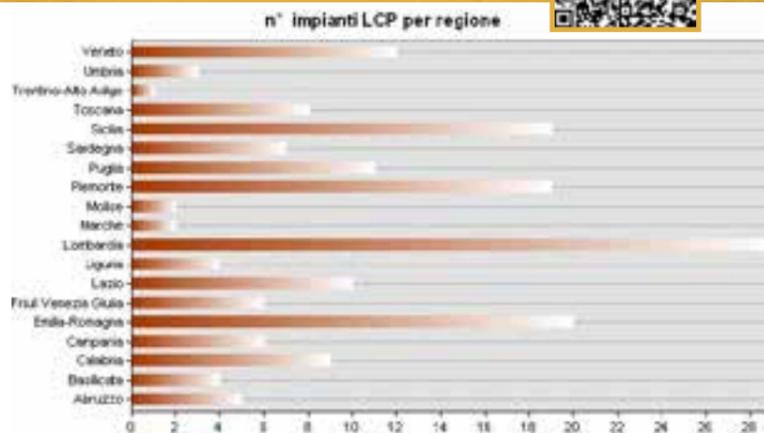
<b>-99 %</b> SO <sub>2</sub> (1990-2021)	<b>-92 %</b> NO <sub>x</sub> (1990-2021)	<b>-94 %</b> Polveri (2005-2021)
---	---	-------------------------------------



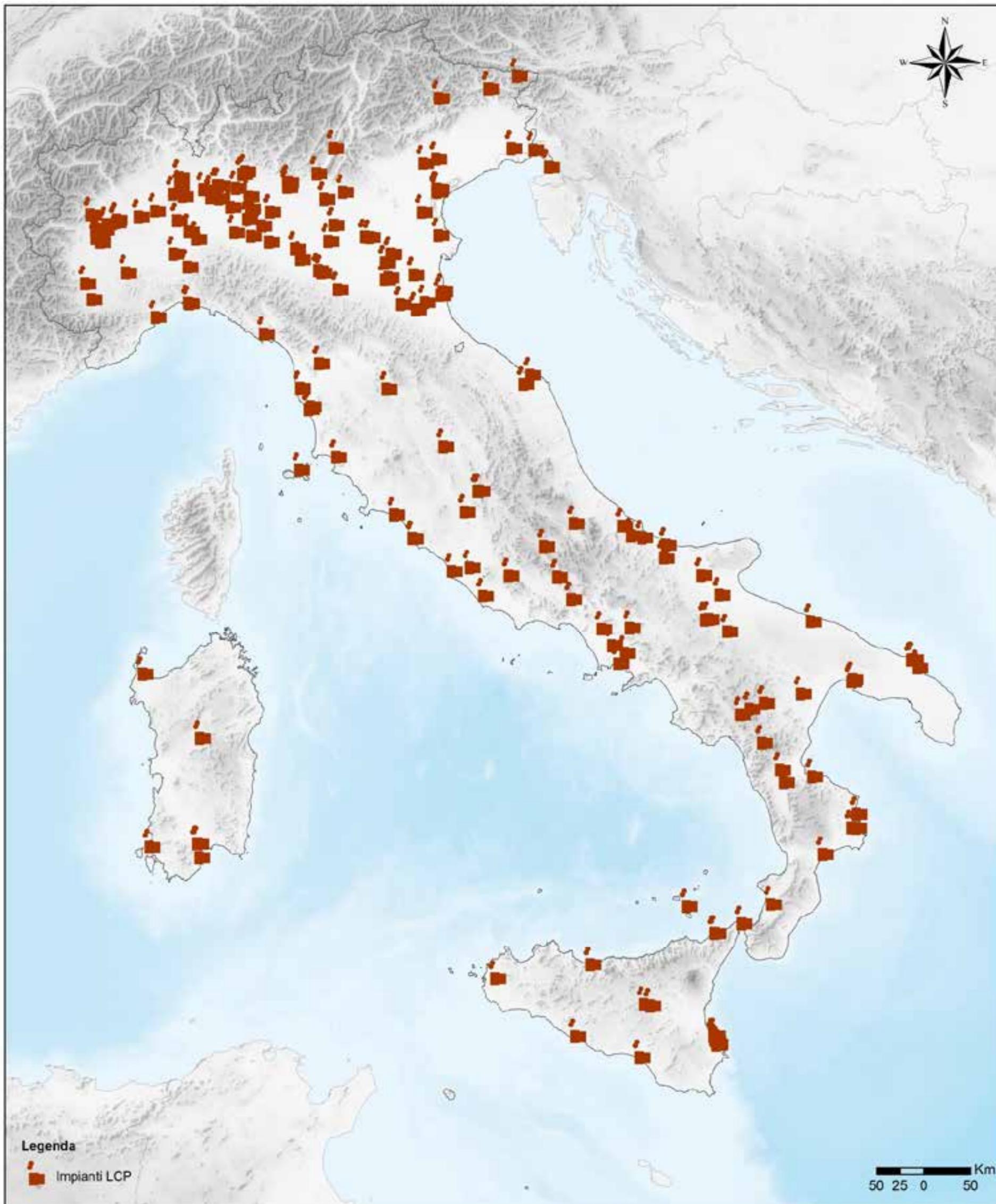
## I GRANDI IMPIANTI A COMBUSTIONE LCP



Il grafico mostra il numero di impianti LCP (Large Combustion Plant) per regione. I dati annualmente raccolti sono quelli relativi alla geometria dei camini, input energetico e i valori delle emissioni di NOx, SOx e Polveri in atmosfera.



La mappa mostra la posizione degli impianti LCP sul territorio nazionale.





**RIASSUNTO** - Le principali sorgenti elettromagnetiche a radiofrequenza (RF) installate sul territorio sono gli impianti radiotelevisivi (RTV) e le stazioni radio base per telefonia mobile (SRB). Molto diverse sono le loro caratteristiche di funzionamento, di localizzazione sul territorio e quindi di impatto in termini di esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici generati da tali impianti. Negli ultimi 15 anni sono stati notevoli gli sviluppi tecnologici che hanno portato ad una rapidissima evoluzione soprattutto degli impianti di telefonia mobile e che hanno richiesto necessariamente un adeguamento in campo tecnico-normativo e una capillare attività di monitoraggio dei livelli di campo elettromagnetico in ambiente portata avanti da SNPA. Tutto ciò che riguarda tali sorgenti e il territorio si evolve sempre nel rispetto di dettati normativi nazionali fondati sul principio di precauzione (art. 174 paragrafo 2 del trattato istitutivo dell'Unione Europea) che afferma che «la mancanza di dati scientifici accertati sulla nocività della esposizione ai campi elettromagnetici nel lungo periodo, implica l'adozione di misure di cautela volte a minimizzare l'incidenza di pericoli potenziali che minacciano l'incolumità dei soggetti esposti».

**ABSTRACT** -The main sources of radiofrequency (RF) electromagnetic waves installed in the area are radio and television broadcasting systems (RTV) and base transceiver stations (SRB) for mobile network. They have different operating characteristics, locations in the area, and therefore different impacts in terms of exposure of the population to the electromagnetic fields generated by these facilities. In the last 15 years, there have been significant technological developments that have led to a rapid evolution especially of mobile telephony systems, which have necessarily required technical and regulatory adjustments and widespread monitoring of electromagnetic field levels in the environment carried out by SNPA. Everything related to these sources and the area always evolves in compliance with national regulatory dictates based on the precautionary principle (Article 174, paragraph 2 of the Treaty on the Functioning of the European Union), which states that "even in the absence of scientific evidence regarding the harmfulness of exposure to electromagnetic fields in the long term, precautionary measures must be adopted to minimize the incidence of potential hazards that threaten the safety of exposed individuals.



*SRB installata in area urbana e RTV installato in zona montuosa*

Le principali sorgenti elettromagnetiche a radiofrequenza (RF) presenti sul territorio e oggetto di controllo ambientale da parte di SNPA sono:

- Impianti radiotelevisivi (RTV): apparati fissi di terra che consentono l'utilizzo del servizio di radiodiffusione televisiva o radiofonica;
- Stazioni radio base (SRB): apparati fissi di terra che permettono il funzionamento dei dispositivi di telefonia mobile.

Queste sorgenti introducono in ambiente delle onde elettromagnetiche che si propagano nello spazio interagendo con ciò che le circonda. Gli impianti radio televisivi e le stazioni radio base sono costituiti da antenne riceventi e trasmettenti. Il tema dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici generati da questi impianti è molto attuale, ampiamente trattato da molti anni sia in ambito normativo che tecnico.

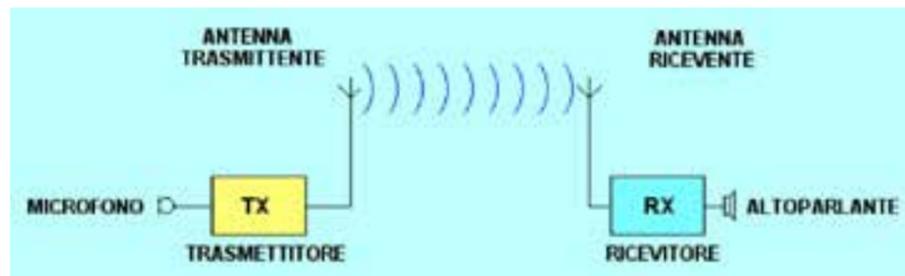


L'arrivo della nuova tecnologia di trasmissione 5G, "l'internet delle cose e non solo dei cellulari", porta con sé notevoli prospettive per lo sviluppo digitale nazionale. Nonostante le numerose rassicurazioni da parte degli organismi internazionali e nazionali deputati al controllo e alla regolamentazione, l'allarmismo sociale resta alto alimentato spesso da notizie reperibili in rete, che spesso rischiano di

creare confusione, se non una vera e propria disinformazione. Ciò che principalmente vincola l'installazione di impianti RTV e SRB sul territorio è il rispetto di distanze dagli stessi tali da assicurare un'esposizione della popolazione a livelli di campo elettrico e magnetico inferiore ai limiti imposti dalla normativa vigente in aree a permanenza prolungata (quali ad esempio abitazioni, scuole, parchi di intrattenimento etc.).



Sul territorio si evidenzia un costante impegno da parte di SNPA in termini di attività di monitoraggio delle sorgenti RF finalizzato al controllo del rispetto delle disposizioni normative, di rilascio di pareri tecnici nel processo autorizzativo per l'installazione di nuovi impianti e di sviluppo di efficaci strumenti di informazione al pubblico.



*Caratteristiche di funzionamento delle sorgenti RF*

Gli impianti RTV sono stati installati sul territorio nazionale soprattutto negli anni '70-'80. Ad oggi, le nuove installazioni sono in numero relativamente limitato, mentre più spesso si verificano adeguamenti tecnologici di impianti già esistenti, come ad esempio il passaggio dalla tecnica analogica a quella digitale avvenuta nel nostro Paese circa 10 anni fa. Le SRB sono state caratterizzate negli anni da un incremento continuo del numero di installazioni sul territorio dovuti alla continua evoluzione delle tecnologie che caratterizzano il settore della telefonia mobile. La comunicazione mobile si è evoluta moltissimo in pochi decenni, nei quali si sono avvicendate le varie generazioni di dispositivi e reti compatibili con i nuovi standard di telecomunicazione

I sistemi di prima generazione, apparsi negli anni '80 sotto la sigla 1G, trasmettevano in modalità analogica ed erano in grado di gestire solo il traffico voce. La qualità della comunicazione offerta dai telefoni cellulari di prima generazione, presentava evidenti limiti legati alla tipologia di segnale, come la scarsa qualità audio e le frequenti interruzioni. Allo scopo di migliorare la qualità di trasmissione, la capacità di sistema e la copertura del segnale, si sono susseguite le generazioni 2G, 3G e 4G arrivando ad ampliare i servizi fruibili multimediali ad esempio navigare su internet ed inviare e ricevere dati ad una velocità di connessione in grado di competere con la velocità delle connessioni domestiche.

People	Generation	Device	Specifications	Generation	Device	Specifications
	1G	Mobile phone	1G	3G	Smartphone	3G
2G	Mobile phone	2G	4G	Smartphone	4G	

Gli impianti RTV sono meno numerosi di quelli SRB ma rappresentano le sorgenti più critiche per l'emissione di campi elettromagnetici, per le maggiori potenze in gioco connesse al funzionamento del singolo impianto. La localizzazione di questi impianti spesso avviene in zone a bassissima densità abitativa (es. zone di montagna) e, quindi, non comporta impatti notevoli in termini di livelli di esposizione della popolazione.

Le SRB sono invece impianti che, considerate le minori potenze di funzionamento, generano campi elettromagnetici di entità sensibilmente inferiori ma che, a causa della loro capillare diffusione sul territorio nazionale, soprattutto in ambito urbano, sono spesso percepite dai cittadini come fattori di rischio per la salute, essendo maggiore la percentuale di popolazione esposta nelle aree circostanti le installazioni.



*Misurazioni di campi elettromagnetici in ambiente*



Nella mappa sottostante vengono riportati per regione la percentuale di impianti radiotelevisivi (RTV) e stazioni radio base per telefonia mobile (SRB) rispetto al totale di impianti a radiofrequenza (RF) presenti sul territorio locale. Tale percentuale, prescindendo dall'effettiva copertura spaziale dei dati a disposizione, dipende da vari fattori quali ad esempio estensione territoriale, orografia (zone montuose, collinari, pianeggianti), densità della popolazione.



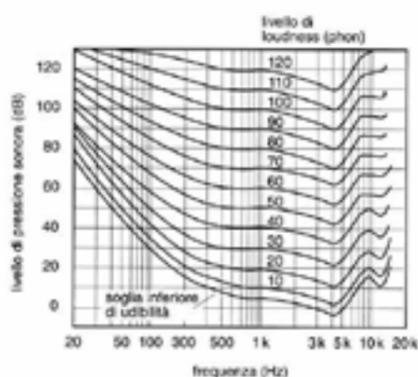


**RIASSUNTO** - Il rumore prodotto dal traffico, dalle industrie e da altre attività antropiche costituisce uno dei principali problemi ambientali, soprattutto nelle aree urbane. La legislazione nazionale (LQ 447/95 e decreti attuativi) prevede l'attuazione di una serie di adempimenti finalizzati alla progressiva riduzione dell'inquinamento acustico, che passano attraverso la pianificazione acustica, le azioni di risanamento, il monitoraggio e il controllo. Il prioritario strumento di pianificazione, regolamentazione e gestione del rumore ambientale è il Piano di classificazione acustica comunale.

**ABSTRACT** - Noise produced by traffic, industry and human activities is one of the main environmental problems, especially in urban areas. National legislation provides for the implementation of a series of obligations aimed at the progressive reduction of noise pollution, through acoustic planning, noise abatement actions, monitoring and control. The primary tool for planning, regulating and managing environmental noise is the Municipal Acoustic Classification Plan.

Il suono è un fenomeno fisico prodotto dalla vibrazione di un corpo in oscillazione e consiste in una successione di compressioni e espansioni (variazioni di pressione) delle molecole del mezzo elastico in cui si propaga.

In aria, l'onda sonora raggiunge l'orecchio e tramite un complesso meccanismo interno, crea una "sensazione uditiva" correlata alla natura della vibrazione. Il numero delle variazioni di pressione al secondo viene chiamata frequenza del suono ed è misurata in Hertz (Hz). L'intensità del suono percepito, corrispondente fisicamente con l'ampiezza dell'onda di pressione,



Il rumore prodotto dal traffico, dalle industrie e da altre attività antropiche costituisce uno dei principali problemi ambientali, soprattutto nelle aree urbane.

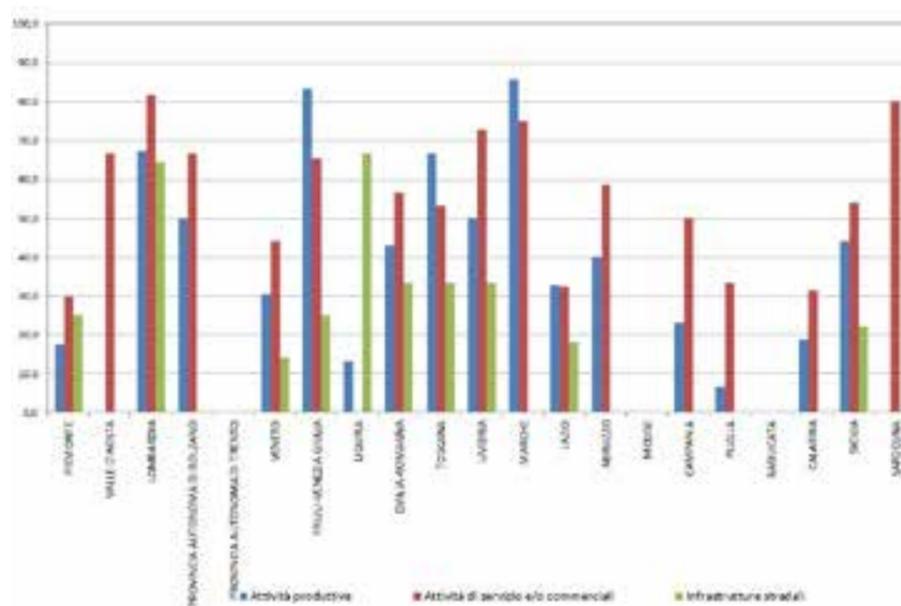
La legislazione nazionale (LQ 447/95 e decreti attuativi) prevede l'attuazione di una serie di adempimenti finalizzati alla progressiva riduzione dell'inquinamento acustico, che passano attraverso le seguenti fasi: pianificazione, verifica, risanamento e controllo.

Il prioritario strumento di pianificazione, regolamentazione

e gestione del rumore ambientale sul territorio è rappresentato dal Piano di Classificazione acustica comunale (o Zonizzazione Acustica). Per il contenimento dell'inquinamento acustico e quindi la regolamentazione delle sorgenti, la normativa nazionale ha definito, per le diverse tipologie di sorgenti, i valori limite, distinti in limiti per l'ambiente esterno, in relazione a quanto disposto dalla classificazione acustica del territorio comunale, e in limiti all'interno degli ambienti abitativi (limiti differenziali).

viene espressa in decibel con il livello di pressione sonora ( $L_p$ ). I suoni che l'orecchio umano è in grado di percepire sono quelli che si trovano all'interno della cosiddetta banda udibile, caratterizzata da frequenze comprese tra 20 Hz e 20.000 Hz; questo limite superiore tende ad abbassarsi con l'avanzare degli anni: molti adulti non sono in grado di udire frequenze oltre i 16 kHz (figura accanto).

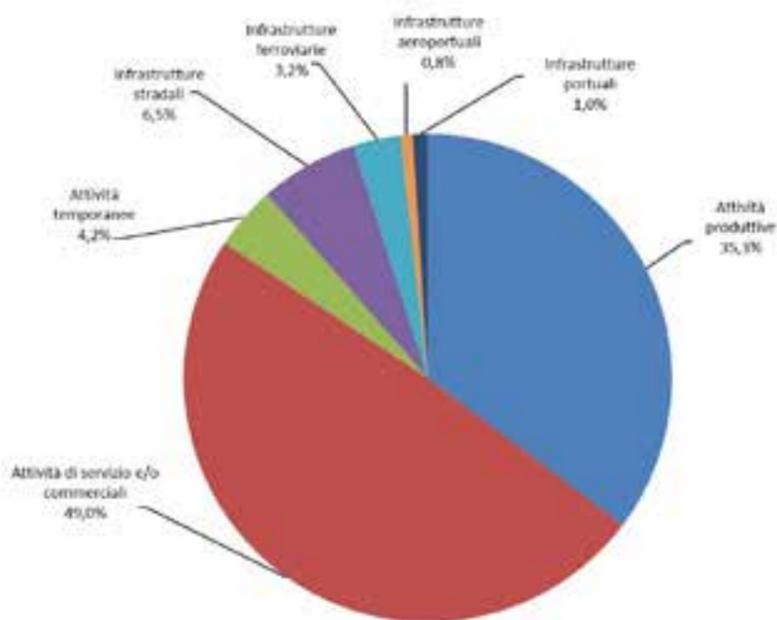
In relazione alle sue specifiche modalità di emissione, un suono può essere definito come continuo o discontinuo (se intervallato da pause di durata apprezzabile), stazionario o fluttuante (se caratterizzato da oscillazioni rapide del suo livello di pressione sonora superiori a  $\pm 1$  dB), costante o casuale (se presenta una completa irregolarità dei tempi e dei livelli di emissione), impulsivo (se il fenomeno sonoro determina un innalzamento del livello di pressione in tempi rapidissimi, ossia meno di 0,5 secondi).



Il grafico mostra i superamenti (%) per tipologia di sorgente controllata (attività di servizio e/o commerciali, attività produttive, infrastrutture stradali), nelle diverse regioni italiane (2021).

Nel 2021, sono state controllate da parte delle ARPA/APPA 1.519 sorgenti di rumore, suddivise in attività produttive, attività di servizio e/o commerciali, attività temporanee e infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie, aeroporti, porti). La maggior parte delle sorgenti, pari al 89,5%, sono state controllate a seguito di segnalazione/esperto da parte dei cittadini. Le attività di servizio e/o commerciali risultano le sorgenti più controllate (49% sul totale delle sorgenti controllate), seguite dalle attività produttive (35,3%); tra le infrastrutture di trasporto, che rappresentano l'11,5% delle sorgenti controllate, le strade sono quelle più controllate (6,5% sul totale delle sorgenti controllate).

Nel 42,7% delle sorgenti controllate è stato rilevato almeno un superamento dei limiti normativi, dato che evidenzia un problema di inquinamento acustico significativo e in aumento rispetto a quanto riscontrato nel 2020 (+5,3 punti percentuali). Nel 2021 le attività di servizio e/o commerciali hanno evidenziato la più elevata percentuale di superamenti dei limiti normativi, pari al 50,2%, seguono le attività produttive (38,2%); superamenti significativi si riscontrano anche per le infrastrutture ferroviarie (35,4%) e stradali (31,3%) e per le attività temporanee (28,1%).



Il grafico mostra i controlli sulle sorgenti per tipologia di sorgente (attività produttive, attività temporanee, attività commerciali, strade, ferrovie, aeroporti e porti) (2021).

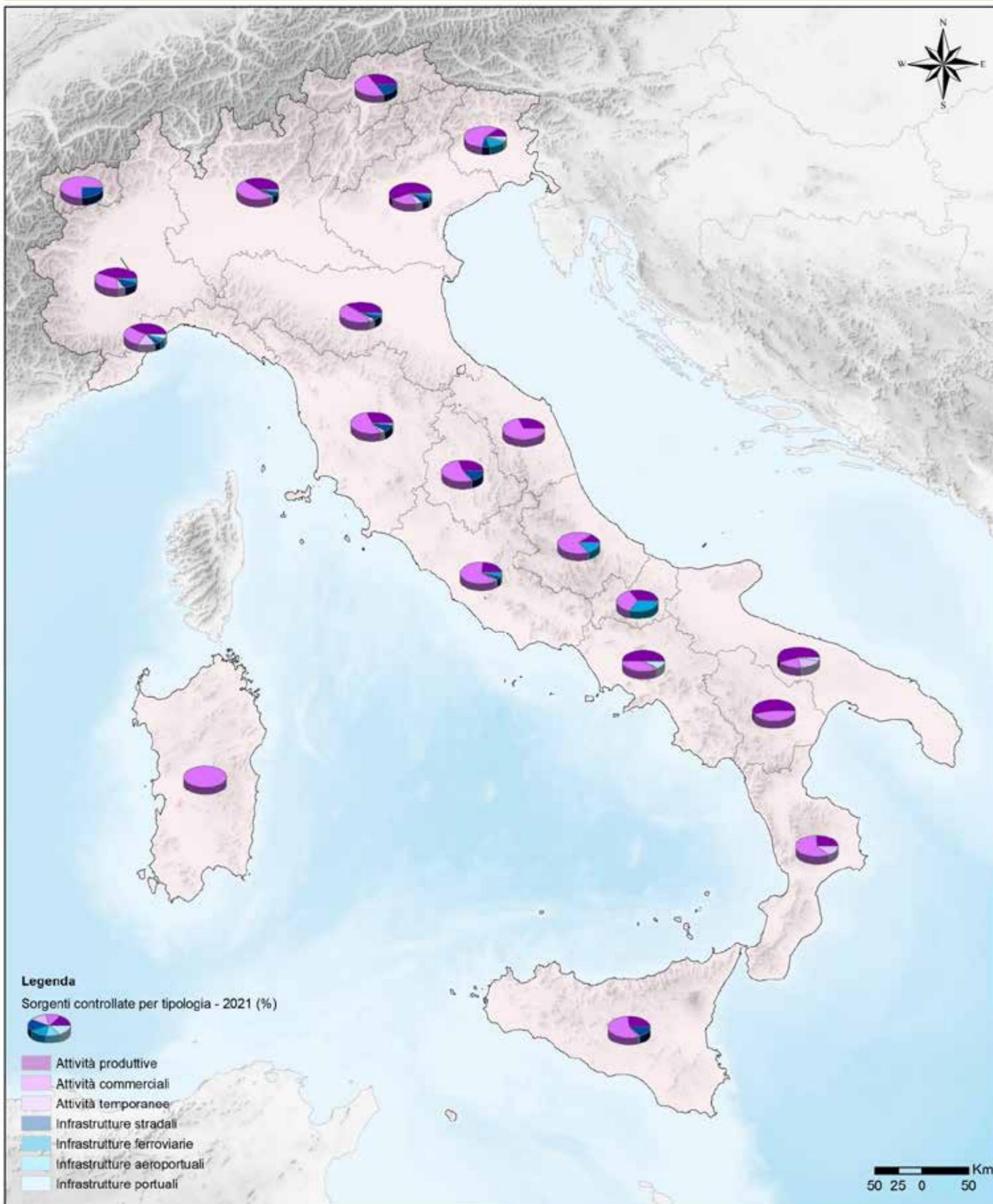
Per rumore si intende un suono che provoca una sensazione sgradevole, fastidiosa o intollerabile. L'esposizione umana al rumore può portare a annoyance, stress, disturbi del sonno e aumenti del rischio di ipertensione e di malattie cardiovascolari.

Il rumore oggi è fra le principali cause del peggioramento della qualità della vita nelle aree urbane. L'Agenzia Europea dell'Ambiente stima che almeno il 20% della popolazione europea vive in aree dove i livelli di rumore da traffico

stradale sono dannosi per la salute; circa 22 milioni di adulti risultano sottoposti al fastidio provocato dal rumore (high annoyance), 6,5 milioni soffrono di disturbi del sonno (chronic high sleep disturbance) e circa 12.500 bambini in età scolastica soffrono di problemi di apprendimento a causa degli effetti del rumore nei pressi dei principali aeroporti europei (<https://www.eea.europa.eu/publications/environmental-noise-in-europe/>)



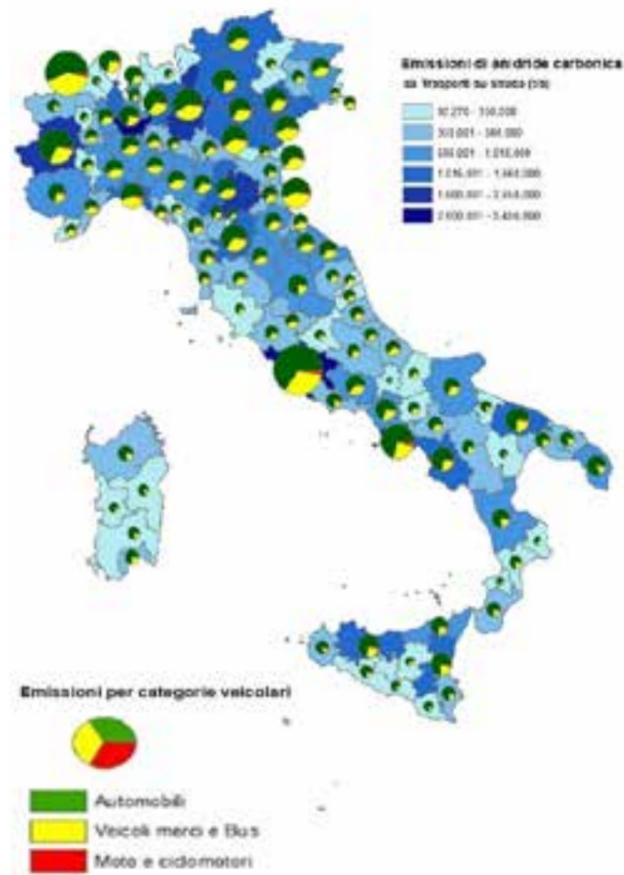
La mappa mostra i controlli sulle sorgenti per tipologia di sorgente (attività produttive, attività temporanee, attività commerciali, strade, ferrovie, aeroporti e porti).





**RIASSUNTO** – Un sistema di trasporti efficiente ed accessibile garantisce qualità nella nostra vita. Contemporaneamente i trasporti rappresentano una delle principali fonti di pressioni ambientali contribuendo al cambiamento climatico (gas serra di settore) e all'inquinamento atmosferico. I principali gas serra sono rappresentati da anidride carbonica (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e protossido di azoto (N<sub>2</sub>O); gli altri gas serra regolamentati (idrofluorocarburi, perfluorocarburi ed esafluoruro di zolfo) non sono rilevanti per il settore dei trasporti. I principali inquinanti atmosferici sono rappresentati dagli ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), dai composti organici volatili non metanici (COVNM), dal materiale particolato (PM), dal piombo (Pb), dal benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) e dagli ossidi di zolfo (SO<sub>x</sub>).

**ABSTRACT** - An efficient and accessible transport system guarantees quality in our life. At the same time, transport represents one of the main sources of environmental pressure, contributing to climate change (greenhouse gases from transport sector) and atmospheric pollution. The main greenhouse gases are: dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O); the other regulated greenhouse gases (hydrofluorocarbons, perfluorocarbons and sulfur hexafluoride) are not relevant for the transport sector. The main air pollutants are: nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), non-methane volatile organic compounds (NMVOC), particulate matter (PM), lead (Pb), benzene (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>) and sulfur oxides (SO<sub>x</sub>).

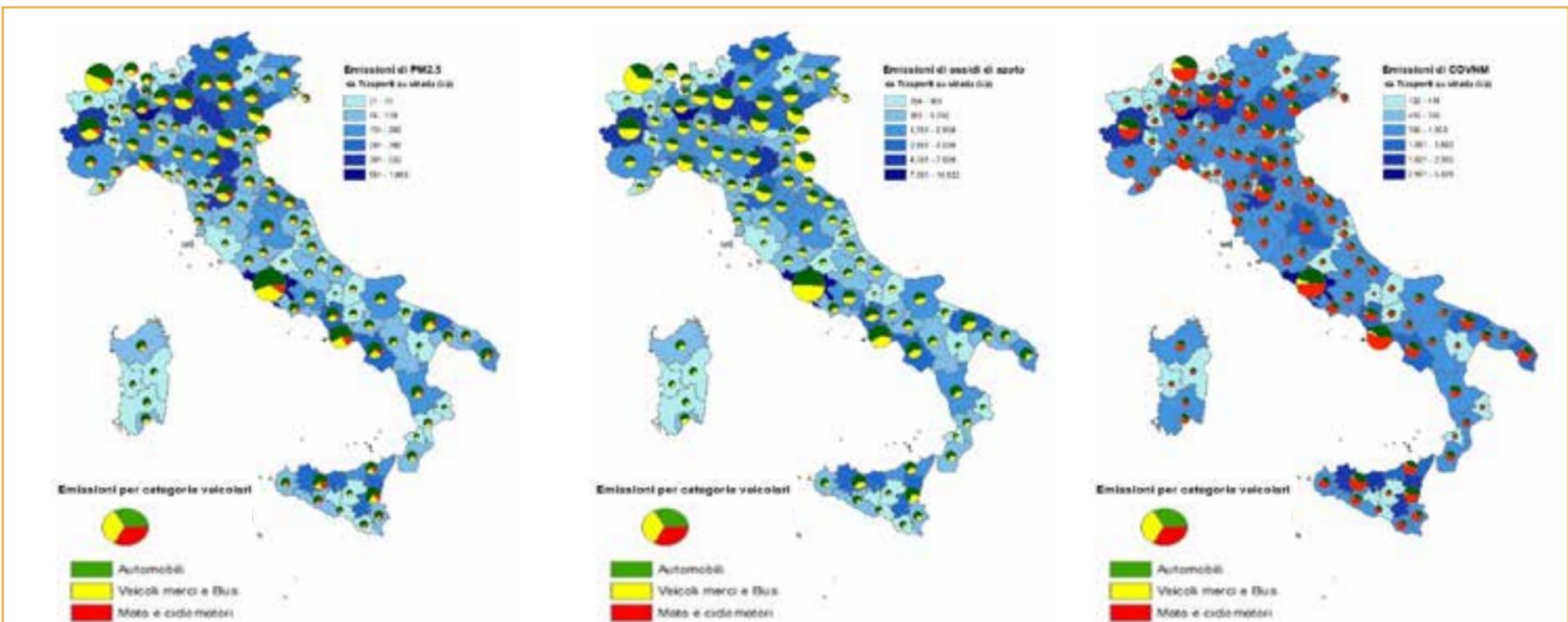


Nel 2020 le emissioni totali di gas serra nel settore trasporti sono pari a 85.436 kt CO<sub>2</sub>eq (22,4% rispetto al totale nazionale). Considerando la composizione per gas serra, l'anidride carbonica rappresenta il 98,86% del totale, il metano l'0,19% del totale, il protossido di azoto 0,95%. In particolare, nel 2020 il 68,4% delle emissioni di anidride carbonica del settore si produce nell'ambito del trasporto passeggeri; la quota di anidride carbonica dovuta al trasporto stradale, di passeggeri e di merci, è pari al 92,2%.

Considerando il trend, si osserva che nel periodo 1990 - 2019 le emissioni totali del settore trasporti (esclusi i trasporti internazionali/bunkers) crescono del 3,1%; nel 2020 si verifica una marcata riduzione (-18,9%) fondamentalmente imputabile alle misure di restrizione della mobilità dovute alla crisi pandemica. Nel complesso le emissioni del settore dal 1990 al 2020 si riducono del 16,4%.

I trasporti contribuiscono in modo determinante al totale nazionale delle emissioni di gas ad effetto serra. Il Green Deal Europeo del 2019 individua obiettivi ambiziosi prevedendo l'accelerazione della transizione verso una mobilità sostenibile e intelligente e, tra gli altri obiettivi al 2050 per conseguire la neutralità climatica: che le emissioni di gas serra dai trasporti vengano ridotte del 90% rispetto al 1990. Il Regolamento (UE) 2021/1119 che istituisce il quadro per il conseguimento della neutralità climatica ("Normativa europea sul clima") stabilisce per l'Unione l'obiettivo dell'azzeramento delle emissioni nette entro il 2050 e un obiettivo di riduzione delle emissioni nette di gas ad effetto serra di almeno il 55% rispetto ai livelli del 1990 entro il 2030. Il pacchetto "Fit for 55" è un insieme di proposte finalizzate ad allineare la normativa dell'UE all'obiettivo per il 2030. In tale contesto il Consiglio europeo a marzo 2023 ha adottato un regolamento che fissa livelli più rigorosi di prestazione in materia di emissioni di CO<sub>2</sub> per le autovetture e i furgoni nuovi, al fine di ridurre le emissioni dal trasporto su strada, che rappresentano la quota preponderante delle emissioni prodotte dai trasporti, e di spingere l'industria automobilistica verso una mobilità a zero emissioni, garantendone la continua innovazione: l'obiettivo è la riduzione delle emissioni di CO<sub>2</sub> del 55% per le autovetture nuove e del 50% per i furgoni nuovi dal 2030 al 2034 rispetto ai livelli del 2021 e la riduzione del 100% sia per le autovetture nuove che per i furgoni nuovi dal 2035.

I trasporti, in particolare su strada, continuano a costituire anche una fonte significativa di inquinamento atmosferico, sebbene, in Italia le emissioni di settore, per la maggior parte degli inquinanti, risultano in decrescita dal 1990 al 2020. La stima di tali emissioni viene elaborata sulla base della metodologia riportata nell'EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook, guida tecnica adottata a livello europeo ai fini della redazione degli inventari nazionali delle emissioni comunicati nell'ambito della Convenzione UNECE sull'inquinamento atmosferico transfrontaliero a lungo raggio (CLRTAP) e nell'ambito della Direttiva EU NEC.



Le emissioni di particolato hanno un forte impatto sulla salute umana, soprattutto per quanto riguarda la frazione fine (PM<sub>2.5</sub>), che riesce a penetrare in profondità nei polmoni. Il particolato è in parte emesso come tale (PM primario) e in parte si forma in atmosfera attraverso reazioni chimiche fra altre specie di inquinanti (PM secondario). Nel 2020, le emissioni di PM<sub>2.5</sub> primario da settore sono pari a 18.310,7 t; i trasporti contribuiscono per il 13,7% al totale nazionale di PM<sub>2.5</sub> primario; l'analisi delle emissioni di PM<sub>2.5</sub> per modalità di trasporto evidenzia come nel 2020 le principali fonti siano le attività marittime (38,1%), pneumatici, freni e manto stradale (31,9%) e le automobili (14,5%).

Gli ossidi di azoto contribuiscono alle piogge acide, all'eutrofizzazione e alla formazione dell'ozono troposferico, e, indirettamente, al riscaldamento globale e alle modifiche dello strato di ozono. Nel 2020, le emissioni di ossidi di azoto da settore sono pari a 313.731 t. I trasporti forniscono il maggiore contributo alle emissioni totali nazionali di ossidi di azoto (55,0% nel 2020). L'analisi delle emissioni di ossidi di azoto per modalità di trasporto evidenzia come nel 2020 le principali fonti siano le automobili (34,7%), le attività marittime (29,1%) e i veicoli pesanti P > 3.5 t e autobus (21,3%).

I composti organici volatili non metanici (COVNM) insieme agli ossidi di azoto sono considerati tra i precursori dell'ozono troposferico. Nel 2020 le emissioni di COVNM sono pari a 106.727,5 t. I trasporti contribuiscono per il 12,1% al totale nazionale di COVNM nel 2020. L'analisi delle emissioni di composti organici volatili non metanici per modalità di trasporto, evidenzia come il principale contributo derivi dalla strada, in particolare nel 2020: dalle emissioni evaporative dei motori a benzina (42,9%), dai ciclomotori e motocicli (25,0%), dalle automobili (15,5%).

Dall'analisi del trend si evidenzia che le emissioni provenienti dal trasporto per la maggior parte degli inquinanti risultano in decrescita dal 1990 al 2020 (Pb: -99,8%, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>: -96,2%, COVNM: -87,0%, PM<sub>2.5</sub> primario: -71,7%, NO<sub>x</sub>: -72,1% e di SO<sub>x</sub>: -95,8%); la diminuzione più rilevante si è registrata per le emissioni di piombo, che si sono praticamente annullate grazie all'esclusione dal mercato, dal 2002, delle benzine con piombo tetraetile nel trasporto su strada.

