

CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI EDIZIONE 2023 - SINTESI





CONSUMO DI SUOLO, DINAMICHE TERRITORIALI E SERVIZI ECOSISTEMICI EDIZIONE 2023 - SINTESI

REPORT DI SISTEMA SNPA | **38** 2023

ISBN 978-88-448-1179-2 | Roma, ottobre 2023

Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) è operativo dal 14 gennaio 2017, data di entrata in vigore della Legge 28 giugno 2016, n. 132 "Istituzione del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente e disciplina dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale".

Esso costituisce un vero e proprio Sistema a rete che fonde in una nuova identità quelle che erano le singole componenti del preesistente Sistema delle Agenzie Ambientali, che coinvolgeva le 21 Agenzie Regionali (ARPA) e Provinciali (APPA), oltre a ISPRA.

La legge attribuisce al nuovo soggetto compiti fondamentali quali attività ispettive nell'ambito delle funzioni di controllo ambientale, monitoraggio dello stato dell'ambiente, controllo delle fonti e dei fattori di inquinamento, attività di ricerca finalizzata a sostegno delle proprie funzioni, supporto tecnico-scientifico alle attività degli enti statali, regionali e locali che hanno compiti di amministrazione attiva in campo ambientale, raccolta, organizzazione e diffusione dei dati ambientali che, unitamente alle informazioni statistiche derivanti dalle predette attività, costituiscono riferimento tecnico ufficiale da utilizzare ai fini delle attività di competenza della pubblica amministrazione.

Attraverso il Consiglio del SNPA, il Sistema esprime il proprio parere vincolante sui provvedimenti del Governo di natura tecnica in materia ambientale e segnala al Ministero della Transizione Ecologica e alla Conferenza permanente per i rapporti tra lo Stato, le regioni e le province autonome di Trento e Bolzano l'opportunità di interventi, anche legislativi, ai fini del perseguimento degli obiettivi istituzionali. Tale attività si esplica anche attraverso la produzione di documenti, prevalentemente Linee Guida o Report, pubblicati sul sito del Sistema SNPA e le persone che agiscono per suo conto non sono responsabili per l'uso che può essere fatto delle informazioni contenute in queste pubblicazioni.

Citare questo documento come segue:

Munafò, M. (a cura di), 2023. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Sintesi. Report SNPA 38/23

ISBN 978-88-448-1179-2

© Report SNPA, 38/23

Ottobre 2023

Riproduzione autorizzata citando la fonte

Coordinamento tipografico: Daria Mazzella - ISPRA

Amministrazione: Olimpia Girolamo - ISPRA

Grafica: Antonella Monterisi, Valentina Falanga - ISPRA

Fotografia di copertina: Lanciano (CH), Antonello Cimini

Abstract

Il Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" è un prodotto del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che assicura le attività di monitoraggio del territorio e del consumo di suolo. Il Rapporto, insieme alla cartografia e alle banche dati di indicatori allegati, fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione della copertura del suolo e permette di valutare il degrado del territorio e l'impatto del consumo di suolo sul paesaggio e sui servizi ecosistemici.

"Land Consumption, Land Cover Changes, and Ecosystem Services" Report is published by the Italian National System for Environmental Protection, in charge for land cover and land consumption monitoring activities in Italy. The Report, with the annexed maps and indicators data bases, analyses land processes and assesses land degradation and land consumption impact on landscape and soil ecosystem services.

Parole chiave: *Land Consumption/Land Take, Soil Sealing, Land Cover, Land Use, Land Degradation, Soil Ecosystem Services.*

CURATORE DEL RAPPORTO

Michele Munafò (ISPRA)

michele.munafò@isprambiente.it

AUTORI

Membri della rete tematica per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA): Ines Marinosci (ISPRA), Giovanni Desiderio (ARTA Abruzzo), Gaetano Caricato (ARPA Basilicata), Luigi Dattola (ARPA Calabria), Gianluca Ragone (ARPA Campania), Monica Carati (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni (ARPA Friuli Venezia Giulia), Elena Trappolini (ARPA Lazio), Monica Lazzari (ARPA Liguria), Dario Bellingeri (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli (ARPA Marche), Gianluca Macoretta (ARPA Molise), Patrizia Lavarra (ARPA Puglia), Fulvio Raviola (ARPA Piemonte), Elisabetta Benedetti (ARPA Sardegna), Domenico Galvano (ARPA Sicilia), Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Raffaella Canepel (Provincia di Trento), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Federico Grosso (ARPA Valle d'Aosta), Ialina Vinci (ARPA Veneto).

Alberto Albanese, Francesca Assennato, Diana Bianchini, Claudia Cagnarini, Annagrazia Calò, Alice Cavalli, Luca Congedo, Marco d'Antona, Paolo De Fioravante, Enrico De Zorzi, Pasquale Dichicco, Marco Di Leginio, Chiara Giuliani, Alessandra Lasco, Lorella Mariani, Marco Montella, Michele Munafò, Stefano Pranzo, Francesca Pretto, Nicola Riitano, Andrea Strollo (ISPRA), Giulia Cecili, Valentina Falanga (Università del Molise), Angela Cimini, Alessia D'Agata (Sapienza, Università di Roma) Andrea Padovan, Giorgio Zanvetto (APPA Bolzano), Giorgio Tercilla (APPA Trento), Antonio Di Matteo (Tirocinante Università di Padova/ISPRA).

Con il contributo degli Osservatori/tavoli tecnici a supporto delle attività di monitoraggio del consumo di suolo e della pianificazione sostenibile del territorio e di Eugenia Bartolucci, Giovanni Braca, Martina Bussetini, Anna Cacciuni, Roberta Capogrossi, Caterina D'Anna, Riccardo De Lauretis, Enrico De Zorzi, Marco Falconi, Pierluigi Gallozzi, Carla Iadanza, Barbara Lastoria, Lucilla Laureti, Anna Luise, Emanuele Peschi, Alessandro Trigila, Antonella Vecchio (ISPRA), Giulia Guerri, Marco Morabito (CNR), Giovanni L'Abate (CREA), Carlo Blasi, Giulia Capotorti (Sapienza, Università di Roma), Marco Marchetti (Università del Molise), Gherardo Chirici, Saverio Francini (Università degli Studi di Firenze), Mauro Maesano, Giuseppe Scarascia Mugnozza (Università della Tuscia), Luca Benedetti, Paolo Liberatore, Alessio Agrillo, Vincenzo Surace (GSE), Calogero Schillaci (JRC).

Gli autori dei contributi degli Osservatori/tavoli tecnici di Regioni e Province autonome e dei contributi a cura del Comitato scientifico sono riportati direttamente all'interno dei rispettivi capitoli.

FOTOINTERPRETAZIONE, CLASSIFICAZIONE, PRODUZIONE CARTOGRAFIA, VALIDAZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

Alberto Albanese, Diana Bianchini, Claudia Cagnarini, Annagrazia Calò, Alice Cavalli, Luca Congedo, Marco D'Antona, Paolo De Fioravante, Pasquale Dichicco, Marco Di Leginio, Chiara Giuliani, Lorella Mariani, Ines Marinosci, Marco Montella, Michele Munafò, Francesca Pretto, Nicola Riitano, Andrea Strollo (ISPRA), Giovanni Desiderio, Roberto Luis Di Cesare (ARTA Abruzzo), Gaetano Caricato, Francesco Manicone, Giuseppe Miraglia (ARPA Basilicata), Luigi Dattola, Francesco Fullone (ARPA Calabria), Giuseppina Annunziata, Maria Daro, Diego Gugliemelli, Pasquale Iorio, Elio Luce, Michele Misso, Gianluca Ragone, Elio Rivera, Raimondo Romano, Valentina Sammartino Calabrese, Giovanni Stellato, Raffaele Tortorella (ARPA Campania), Bianca Maria Billi, Margherita Cantini, Monica Carati, Thomas Guercia, Francesco Lelli, Roberta Monti, Alessandro Pirola (ARPAE Emilia Romagna), Claudia Meloni (ARPA Friuli Venezia Giulia), Gabriele Del Gaizo, Elena Trappolini (ARPA Lazio), Monica Lazzari, Cinzia Picetti (ARPA Liguria), Dario Bellingeri, Dario Lombardi, Vito Sacchetti (ARPA Lombardia), Roberto Brascugli, Walter Vacca (ARPA Marche), Gianluca Macoretta (ARPA Molise), Teo Ferrero, Luca Forestello, Tommaso Niccoli, Gabriele Nicolò, Cristina Prola (ARPA Piemonte), Roberto Greco, Patrizia Lavarra (ARPA Puglia), Elisabetta Benedetti, Francesco Muntoni (ARPA Sardegna), Domenico Galvano, Stefano Pannucci, Paolo Gioia, Silvano Mastrolonardo, Federico Vincifori (ARPA Sicilia), Stefania Biagini, Antonio Di Marco, Cinzia Licciardello (ARPA Toscana), Luca Tamburi (ARPA Umbria), Fabrizia Joly (ARPA Valle D'Aosta), Andrea Dalla Rosa, Antea De Monte, Stefano Fogarin, Adriano Garlato, Silvia Obber, Antonio Pegoraro, Francesca Pocaterra, Francesca Raggazzi, Ialina Vinci, Paola Zamarchi, Nicola Andreello Leonardo Basso (ARPA Veneto), Andrea Padovan, Stefano Paoli, (Provincia Autonoma di Bolzano), Giuseppe Altieri, Ruggero Bonisolli (Osservatorio del paesaggio trentino - Provincia Autonoma di Trento), Giulia Cecili, Valentina Falanga (Università del Molise), Angela Cimini, Alessia D'Agata (Sapienza, Università di Roma), Gherardo Chirici, Saverio Francini (Università degli Studi di Firenze), Antonio Di Matteo (Tirocinante Università di Padova/ISPRA).

COMITATO SCIENTIFICO

Filiberto Altobelli (CREA), Andrea Arcidiacono (Politecnico di Milano, INU, CRCS), Maria Brovelli (Politecnico di Milano, CNR), Gherardo Chirici (Università di Firenze), Patrizia Colletta (Esperta Consiglio Superiore LL.PP.), Fausto Manes (Sapienza Università di Roma), Marco Marchetti (Università del Molise), Davide Marino (Università del Molise), Marco Morabito (CNR), Michele Munafò (ISPRA), Beniamino Murgante (Università della Basilicata), Elisabetta Peccol (Università di Udine), Paolo Pileri (Politecnico di Milano), Bernardino Romano (Università dell'Aquila), Luca Salvati (Sapienza Università di Roma), Tiziano Tempesta (Università di Padova), Fabio Terribile (Università di Napoli Federico II)

ORGANIZZAZIONE

Sabrina Panico (ISPRA)
consumosuolo@isprambiente.it

UFFICIO STAMPA

Alessandra Lasco (ISPRA)
stampa@isprambiente.it

DATI E CARTOGRAFIA

<http://www.consumosuolo.isprambiente.it>

<http://www.consumosuolo.it>



<https://www.isprambiente.gov.it/it/banche-dati>



L'elaborazione dei dati avviene sotto la responsabilità della rete tematica per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA). La classificazione dei cambiamenti al terzo livello e i nuovi indicatori sulla frammentazione sono stati sviluppati nell'ambito del progetto "Statistiche ambientali per le politiche di coesione 2014-2020" (PON Governance e Capacità Istituzionale 2014-2020). Le immagini aeree e satellitari utilizzate per l'elaborazione dei dati provengono dall'archivio di ISPRA e delle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente delle Regioni e Province Autonome, che gestiscono il Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), e sono state acquisite attraverso diverse fonti: Copernicus Open Access Hub (Sentinel-1, Sentinel-2), ESA (Agenzia Spaziale Europea), Geoportale Nazionale (Ministero della Transizione Ecologica; 2006-2012), Agenzia per le Erogazioni in Agricoltura (Agea), Agenzia per l'Ambiente Europea, © Google Earth (2019-2022), © ZY-3 (2019), © TripleSat (2019, 2022), © Planet Labs (2019), © Airbus DS (2019-2022).

Si ringraziano Agea, Agenzia delle Entrate - Osservatorio del Mercato Immobiliare, Agenzia Europea per l'Ambiente, ANCI, Arma dei Carabinieri - Comando Unità per la Tutela Forestale, Ambientale e Agroalimentare, Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, Commissione Europea/Joint Research Centre, CREA, ENEA, GSE, INGV, Istat, Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica, Ministero dell'agricoltura, della sovranità alimentare e delle foreste, Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, Ministero della cultura, Ministero delle imprese e del made in Italy e tutti gli altri soggetti che hanno messo a disposizione dati e informazioni fondamentali per alcune delle analisi riportate nel rapporto. Si ringrazia l'Associazione Nazionale Costruttori Edili (ANCE) per la collaborazione nell'aggiornamento e nella valutazione delle normative regionali su consumo di suolo e rigenerazione urbana.

I contenuti riportati all'interno del capitolo "Contributi degli osservatori e dei tavoli tecnici delle Regioni e delle Province autonome" e i contributi a cura del Comitato scientifico sono responsabilità, rispettivamente, dei soggetti individuati dalle strutture regionali coinvolte d'intesa con il SNPA e dei singoli autori proposti dal Comitato scientifico stesso.

PRESENTAZIONE

L'edizione 2023 del Rapporto "Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici" è la decima dedicata a questi temi e fornisce il quadro aggiornato dei processi di trasformazione del nostro territorio, che continuano a causare la perdita di una risorsa fondamentale, il suolo, con le sue funzioni e i relativi servizi ecosistemici. Il Rapporto analizza l'evoluzione del territorio e del consumo di suolo all'interno di un più ampio quadro di analisi delle dinamiche delle aree urbane, agricole e naturali ai diversi livelli, attraverso indicatori utili a valutare le caratteristiche e le tendenze del consumo, della crescita urbana e delle trasformazioni del paesaggio, ma anche dell'evoluzione, della distribuzione e delle caratteristiche della vegetazione, fornendo valutazioni sull'impatto della crescita della copertura artificiale del suolo, con particolare attenzione alle funzioni naturali perdute o minacciate. La tutela del patrimonio ambientale, del paesaggio e il riconoscimento del valore del suolo e del capitale naturale sono compiti e temi a cui richiama l'Europa, rafforzati dal Green Deal, dalla Legge per il ripristino della natura, dalla Strategia europea per il suolo per il 2030 e dalla recentissima proposta di direttiva europea per il monitoraggio e la resilienza del suolo, presentata dalla Commissione a luglio di quest'anno. Obiettivi che sono ancor più fondamentali per noi alla luce delle particolari condizioni di fragilità ambientali e di criticità climatiche del nostro Paese, che anche negli ultimi mesi si sono purtroppo manifestate con forza, e rispetto alle quali il Rapporto fornisce il proprio contributo di conoscenza, anche evidenziando le relazioni tra la trasformazione del territorio e la perdita della sua capacità di regolazione dei cicli naturali, come quello idrologico, e di fornire servizi ecosistemici fondamentali.

In questo contesto, anche in considerazione della disomogeneità delle azioni sul territorio, sarebbe importante arrivare all'approvazione di una legge nazionale sul consumo di suolo in conformità agli indirizzi europei, che affermi i principi fondamentali di riuso, rigenerazione urbana e limitazione del consumo dello stesso, sostenendo con misure positive il futuro dell'edilizia e la tutela e la valorizzazione dell'attività agricola. L'azzeramento del consumo netto di suolo è un obiettivo necessario anche per il raggiungimento dei target previsti dall'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile, dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza e dal Piano per la Transizione Ecologica. Lo stop al consumo di suolo dovrebbe avvenire sia minimizzando gli interventi di artificializzazione, sia aumentando il ripristino naturale delle aree più compromesse, quali gli ambiti urbani e le coste, ed è considerato una misura chiave anche per l'adattamento ai cambiamenti climatici. Arrestare il consumo di suolo nel nostro Paese permetterebbe di fornire un contributo fondamentale per affrontare le grandi sfide poste dai cambiamenti climatici, dal dissesto idrogeologico, dall'inquinamento dell'aria, dell'acqua e del suolo, dal diffuso degrado del territorio, del paesaggio e dell'ecosistema, dalla perdita di biodiversità.

I dati aggiornati al 2022, prodotti a scala nazionale, regionale e comunale, sono in grado di rappresentare anche le singole trasformazioni individuate con una grana di estremo dettaglio, grazie all'impegno del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA), che vede ISPRA insieme alle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle Regioni e delle Province Autonome, in un lavoro congiunto di monitoraggio svolto anche utilizzando le migliori informazioni che le nuove tecnologie sono in grado di offrire e le informazioni derivanti da satelliti di osservazione della terra, tra cui quelle del programma Copernicus. È infatti compito del Sistema, ai sensi della legge 132/2016, seguire le trasformazioni del territorio e la perdita di suolo naturale, agricolo e seminaturale, inteso come risorsa ambientale essenziale e fondamentale non rinnovabile, vitale per il nostro ambiente, il nostro benessere e la nostra stessa economia. Questo ruolo di sentinella è fondamentale soprattutto in una fase di attesa di una normativa nazionale compiuta sul consumo di suolo, che ci auguriamo possa garantire il progressivo rallentamento e il rapido azzeramento del consumo di suolo netto in Italia. I dati completi sul consumo del suolo, sullo stato del territorio e degli insediamenti, sugli impatti sui servizi ecosistemici, sul degrado e sulle altre variabili studiate, sono rilasciati in formato aperto e liberamente accessibili sui siti dell'ISPRA e del SNPA e costituiscono uno dei dataset di riferimento del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA). Costituiscono uno strumento che il Sistema rende disponibile all'intera comunità istituzionale e scientifica nazionale e una base conoscitiva a supporto delle diverse politiche, dello sviluppo del quadro normativo e delle decisioni a livello locale necessarie per arrivare all'obiettivo di arresto del consumo di suolo.

Il monitoraggio di quest'anno conferma la criticità del consumo di suolo nelle zone periurbane e urbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali, con un aumento della densità del costruito a scapito delle aree agricole e naturali, unitamente alla criticità delle aree nell'intorno del sistema infrastrutturale, più frammentate e oggetto di interventi di artificializzazione a causa della loro maggiore accessibilità e anche per la crescente pressione dovuta alla richiesta di spazi sempre più ampi per la logistica. I dati confermano l'avanzare di fenomeni quali la diffusione, la dispersione, la decentralizzazione urbana da un lato e, dall'altro, la forte spinta alla densificazione di aree urbane, che causa la perdita di superfici naturali all'interno delle nostre città, superfici preziose per assicurare l'adattamento ai cambiamenti climatici in atto. Tali processi riguardano soprattutto le aree costiere e le aree di pianura, mentre al contempo, soprattutto in aree marginali, si assiste all'abbandono delle terre e alla frammentazione delle aree naturali. La valutazione del degrado del territorio, strettamente legata alla perdita di servizi ecosistemici che un suolo sano è in grado di offrire, permette di avere un quadro completo dei fenomeni che impattano sulle funzioni del suolo e che limitano la capacità di "combattere la desertificazione, ripristinare terreni degradati e suolo, compresi i terreni colpiti da desertificazione, siccità e inondazioni, per realizzare la neutralità del degrado del territorio (Land Degradation Neutrality - LDN)" e di "far diventare più inclusive, sicure, resilienti e sostenibili le città" entro il 2030, come previsto dagli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile definiti dall'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite.

Gli ultimi dati ci mostrano che, purtroppo, il consumo di suolo, con le conseguenze analizzate approfonditamente in questo rapporto, non solo da due anni non rallenta più, ma nel 2022 accelera bruscamente e torna a correre a ritmi che, in Italia, non si vedevano da più di 10 anni. I fenomeni di trasformazione del territorio agricolo e naturale in aree artificiali hanno così sfiorato i 2,5 metri quadrati al secondo e riguardato quasi 77 chilometri quadrati in un solo anno, il 10% in più rispetto al 2021. Si tratta certamente di un ritmo non sostenibile, che dipende anche dall'assenza di interventi normativi efficaci in buona parte del Paese o dell'attesa della loro attuazione e della definizione di un quadro di indirizzo omogeneo a livello nazionale.

L'iniziativa delle Regioni e delle Amministrazioni locali sembra essere riuscita marginalmente, per ora, e solo in alcune parti del territorio, ad arginare l'aumento delle aree artificiali, rendendo evidente la forza del fenomeno e il fatto che gli strumenti attuali non abbiano mostrato ancora l'auspicata efficacia nel governo del consumo di suolo. Ciò rappresenta un grave vulnus per la capacità dell'Italia di adattarsi ai cambiamenti climatici, con nostri sempre più fragili territori che non possono più permettersi questo tasso di artificializzazione del suolo. Non possono permetterselo neanche dal punto di vista strettamente economico, come ci indica ormai da tempo la Commissione Europea. La perdita consistente di servizi ecosistemici e l'aumento dei "costi nascosti", dovuti alla crescente impermeabilizzazione del suolo, sono presentati in questo Rapporto al fine di assicurare la comprensione delle conseguenze dei processi di artificializzazione, delle perdite di suolo e del degrado a scala locale, anche in termini di erosione dei paesaggi rurali, perdita di servizi ecosistemici e vulnerabilità agli eventi estremi.

Un consistente contenimento del consumo di suolo, per raggiungere presto l'obiettivo europeo del suo azzeramento, è la premessa, quindi, per garantire una ripresa sostenibile dei nostri territori attraverso la promozione del capitale naturale e del paesaggio, la riqualificazione e la rigenerazione urbana e l'edilizia di qualità, oltre al riuso delle aree contaminate o dismesse. Per questo obiettivo sarà indispensabile fornire ai Comuni e alle Città Metropolitane indicazioni chiare e strumenti utili per rivedere anche le previsioni di nuove edificazioni presenti all'interno dei piani urbanistici e territoriali già approvati. In questo quadro lo sforzo del SNPA con il Rapporto si pone come punto fermo, fornendo un supporto conoscitivo autorevole per l'impostazione e la definizione di un efficace nuovo quadro normativo e per un maggiore orientamento delle politiche territoriali verso la sostenibilità ambientale e la tutela del paesaggio.

Stefano Laporta

Presidente dell'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) e del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA)

SOMMARIO

INTRODUZIONE	9
Il valore del suolo	9
Consumo, copertura, uso e degrado del suolo	9
Il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo in Italia	11
La tutela del suolo a livello globale, comunitario e nazionale	11
STATO ED EVOLUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO	15
Il consumo di suolo in Italia	15
Il livello regionale	18
Il livello provinciale	20
Il livello comunale	22
Gli scenari futuri	31
CAUSE DI CONSUMO DI SUOLO	32
Le nuove coperture artificiali	32
Le aree edificate	38
Il consumo di suolo nelle aree urbane	40
Cantieri e infrastrutture	43
Gli impianti fotovoltaici	44
Lo sviluppo dei poli logistici	48
DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DEL CONSUMO DI SUOLO	50
Distribuzione dei cambiamenti	50
Fascia costiera, corpi idrici, classi altimetriche e di pendenza	53
Classi di copertura e ambiti di uso del suolo	54
Aree a pericolosità idraulica, da frana e sismica	54
Aree protette e aree vincolate per la tutela paesaggistica	56
IMPATTO DEL CONSUMO DI SUOLO	57
L'area di impatto potenziale	57
La frammentazione del territorio e del paesaggio	57
L'isola di calore urbana	59
Impatto su aree ad alto valore ecologico e ad alta fragilità ambientale e perdita di ecosistemi	63
La perdita di servizi ecosistemici del suolo	65
DEGRADO DEL SUOLO E DEL TERRITORIO	67
BIBLIOGRAFIA	71

INTRODUZIONE

IL VALORE DEL SUOLO

Il suolo è lo strato superiore della crosta terrestre, costituito da componenti minerali, materia organica, acqua, aria e organismi viventi e rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua, ospitando gran parte della biosfera. È una risorsa vitale, limitata, non rinnovabile e insostituibile.

Un suolo sano costituisce la base essenziale dell'economia, della società e dell'ambiente, in quanto produce alimenti, accresce la nostra resilienza ai cambiamenti climatici, agli eventi meteorologici estremi, alla siccità e alle inondazioni e favorisce il nostro benessere. Riesce inoltre a immagazzinare carbonio, ha una maggiore capacità di assorbire, conservare e filtrare l'acqua e fornisce servizi vitali come alimenti sicuri e nutrienti e biomassa per i settori non alimentari della bioeconomia (Commissione Europea, 2023).

L'importanza di proteggere il suolo e di promuoverne la salubrità, tenendo conto del persistere del degrado di tale ecosistema vivente, di tale componente della biodiversità e di tale risorsa non rinnovabile, deriva anche dai costi dell'inazione riguardo al degrado del suolo, con stime che nell'Unione Europea superano i 50 miliardi di euro all'anno (Parlamento europeo, 2021).

Le funzioni ecologiche che un suolo di buona qualità è in grado di assicurare garantiscono, oltre al loro valore intrinseco, anche un valore economico e sociale attraverso la fornitura di servizi ecosistemici di approvvigionamento (prodotti alimentari e biomassa, materie prime, etc.); di regolazione e mantenimento (regolazione del clima, sequestro e stoccaggio del carbonio, controllo dell'erosione e regolazione degli elementi della fertilità, regolazione della qualità dell'acqua, protezione e mitigazione dei fenomeni idrologici estremi, riserva genetica, conservazione della biodiversità, etc.) e culturali (servizi ricreativi e culturali, funzioni etiche e spirituali, paesaggio, patrimonio naturale, etc.).

CONSUMO, COPERTURA, USO E DEGRADO DEL SUOLO

Terreni e suoli sono risorse fragili e limitate, soggette alla pressione di una sempre crescente ricerca di spazio: l'espansione urbana e l'impermeabilizzazione del suolo consumano la natura e trasformano preziosi ecosistemi in deserti di cemento (Commissione Europea, 2021).

Il consumo di suolo 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.



Figura 1. Un edificio in costruzione

Il **consumo di suolo** è, quindi, definito come la variazione da una copertura non artificiale (**suolo non consumato**) a una copertura artificiale del suolo (**suolo consumato**), distinguendo il consumo di suolo permanente (dovuto a una copertura artificiale permanente) e il consumo di suolo reversibile (dovuto a una copertura artificiale reversibile).

Il **consumo di suolo netto** è valutato attraverso il bilancio tra il consumo di suolo e l'aumento di superfici agricole, naturali e seminaturali dovuto a interventi di recupero, demolizione, de-impermeabilizzazione, rinaturalizzazione o altro (Commissione Europea, 2012).

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 copertura artificiale può essere di tipo permanente (edifici, fabbricati, infrastrutture pavimentate o ferrate, altre aree pavimentate o dove sia avvenuta un'impermeabilizzazione permanente del suolo) o di tipo reversibile (aree non pavimentate con rimozione della vegetazione e asportazione o compattazione del terreno dovuta alla presenza di infrastrutture, cantieri, piazzali, parcheggi, cortili, campi sportivi o depositi permanenti di materiale; impianti fotovoltaici a terra; aree estrattive non rinaturalizzate; altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole in cui la rimozione della copertura ripristini le condizioni naturali del suolo). Quindi, solo una parte dell'area di insediamento è davvero artificiale, poiché giardini, parchi urbani e altri spazi verdi non devono essere considerati (EEA, 2023). Rientrano, invece, tra le superfici artificiali anche quelle presenti nelle zone agricole e naturali (Commissione Europea, 2013).

L'**impermeabilizzazione del suolo**, ovvero la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo con materiali artificiali (quali asfalto o calcestruzzo) per la costruzione, ad esempio, di edifici e strade, costituisce la forma più evidente e più diffusa di copertura artificiale. Altre forme di consumo di suolo vanno dalla perdita totale della "risorsa suolo" attraverso la rimozione per escavazione (comprese le attività estrattive a cielo aperto), alla perdita parziale, più o meno rimediabile, della funzionalità della risorsa a causa di fenomeni quali, ad esempio, la compattazione in aree non asfaltate adibite a parcheggio. L'impermeabilizzazione può avvenire sia su aree non consumate, sia su aree già consumate ma non ancora impermeabilizzate.

Una diversa analisi delle trasformazioni territoriali che si intreccia, ma deve essere distinta dall'analisi del consumo di suolo, è quella basata sull'uso del suolo, che rappresenta il principale riferimento della pianificazione e lo strumento fondamentale per raggiungere l'obiettivo dell'azzeramento del consumo di suolo. L'**uso del suolo** (*Land Use*) è un concetto diverso dalla copertura del suolo, ovvero dall'effettivo stato biofisico, poiché rappresenta un riflesso delle interazioni tra l'uomo e il suolo e costituisce quindi una descrizione di come esso

venga (o possa essere) impiegato in attività antropiche. La direttiva 2007/2/CE definisce l'uso del suolo 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).

Il **degrado del suolo** è il fenomeno di alterazione delle condizioni del suolo dovuto alla riduzione o alla perdita di produttività biologica o economica a causa principalmente dell'attività dell'uomo (Oldeman *et al.*, 1991). Oltre alla produttività, altri fattori come la copertura del suolo, l'erosione idrica o il contenuto di carbonio organico possono essere usati per valutare il degrado del suolo (Lal, 2015). Altre definizioni di degrado del suolo evidenziano la perdita, talvolta irreversibile, di biodiversità, delle funzioni e della capacità di fornire servizi ecosistemici (Orgiazzi *et al.*, 2016).



Figura 2. Consumo di suolo di 5,67 ettari ad Ardea (Roma) per la realizzazione di un nuovo polo logistico. In alto l'immagine relativa all'anno 2021, in basso al 2022

IL MONITORAGGIO DEL TERRITORIO E DEL CONSUMO DI SUOLO IN ITALIA

Il monitoraggio del consumo di suolo in Italia è compito dell'ISPRA e del Sistema nazionale a rete per la protezione dell'ambiente previsto dalla L.132/2016. Il monitoraggio permette di avere un quadro aggiornato annualmente sull'evoluzione del consumo di suolo, delle dinamiche di trasformazione del territorio e della crescita urbana, in particolare, attraverso la produzione della cartografia ufficiale di riferimento e l'elaborazione di indicatori ambientali e territoriali.

Tabella 1. Sistema di classificazione del consumo di suolo

<p>11. Consumo di suolo permanente</p> <p>111. Edifici, fabbricati</p> <p>112. Strade pavimentate</p> <p>113. Sede ferroviaria</p> <p>114. Aeroporti (piste e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)</p> <p>115. Porti (banchine e aree di movimentazione impermeabili/pavimentate)</p> <p>116. Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate (piazze, parcheggi, cortili, campi sportivi, etc.)</p> <p>117. Serre permanenti pavimentate</p> <p>118. Discariche</p>
<p>12. Consumo di suolo reversibile</p> <p>121. Strade non pavimentate</p> <p>122. Cantieri e altre aree in terra battuta (piazze, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale, etc.)</p> <p>123. Aree estrattive non rinaturalizzate</p> <p>124. Cave in falda</p> <p>125. Impianti fotovoltaici a terra</p> <p>126. Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali del suolo</p>
<p>20. Altre forme di copertura non incluse nel consumo di suolo</p> <p>201. Corpi idrici artificiali (escluse cave in falda)</p> <p>202. Aree permeabili intercluse tra svincoli e rotonde stradali, aree pertinenziali associate alle infrastrutture viarie</p> <p>203. Serre non pavimentate</p> <p>204. Ponti e viadotti su suolo non artificiale</p> <p>205. Impianti fotovoltaici a bassa densità</p>

La cartografia completa e sempre aggiornata sul consumo di suolo in Italia, anche a livello comunale, è disponibile sull'EcoAtl@nte (ecoatlante.isprambiente.it)

e all'interno del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA), oltre che sul portale nazionale del consumo di suolo (<http://www.consumosuolo.it>).

LA TUTELA DEL SUOLO A LIVELLO GLOBALE, COMUNITARIO E NAZIONALE

Le azioni relative al suolo e al territorio sono prioritarie a livello globale (Figura 3). Nell'ambito della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC), della Convenzione delle Nazioni Unite per combattere la desertificazione (UNCCD), del *Global Soil Partnership* della FAO e, più in generale, nell'azione esterna dell'UE e della cooperazione allo sviluppo, sono numerosi i riferimenti alla tutela del suolo al fine di evitarne il consumo e di non aumentare il degrado del territorio. In particolare l'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile delle Nazioni Unite (UN, 2015), definisce gli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile e indica, tra gli altri, alcuni target di particolare interesse per il territorio e per il suolo, da integrare nei programmi nazionali a breve e medio termine, da raggiungere entro il 2030 e da monitorare attraverso un sistema di indicatori, tra cui alcuni specifici per assicurare che il consumo di suolo non superi la crescita demografica, per assicurare l'accesso universale a spazi verdi e spazi pubblici sicuri, inclusivi e accessibili e per raggiungere un *land degradation neutral world*, quale elemento essenziale per mantenere le funzioni e i servizi ecosistemici (UN, 2015):

- 11.3.1 - allineamento del consumo alla crescita demografica entro il 2030;
- 15.3.1 - bilancio non negativo del degrado del territorio entro il 2030.

A livello comunitario, la Commissione Europea ha approvato nel 2021 la nuova Strategia dell'UE per il suolo per il 2030 per ribadire come la salute del suolo sia essenziale per conseguire gli obiettivi in materia di clima e di biodiversità del *Green Deal* europeo. La Strategia definisce un quadro e misure concrete per proteggere e ripristinare i suoli e garantire che siano utilizzati in modo sostenibile. Determina una visione e gli obiettivi per i terreni sani entro il 2050, con azioni concrete entro il 2030. La Commissione, con l'approvazione della Strategia, si è impegnata, inoltre, ad approvare una nuova legge sulla salute del suolo entro il 2023 per garantire parità di condizioni e un elevato livello di protezione

dell'ambiente e della salute (Commissione Europea, 2021). La prospettiva della nuova strategia è di avere entro il 2050 tutti gli ecosistemi dei suoli dell'UE in buona salute e dunque più resilienti. Per questo, sono ritenuti necessari cambiamenti molto profondi nel corso dell'attuale decennio e vengono definiti obiettivi di medio termine e di lungo periodo, tra cui non aumentare il degrado del suolo (entro il 2030) e raggiungere il consumo netto di suolo pari a zero (entro il 2050).

Con riferimento al consumo e all'impermeabilizzazione del suolo, la Strategia prevede una serie di azioni. In particolare, gli Stati membri dovrebbero:

- stabilire entro il 2023 degli ambiziosi obiettivi nazionali, regionali e locali per ridurre il consumo netto di suolo entro il 2030, così da contribuire in modo quantificabile all'obiettivo dell'UE per il 2050 e registrare i progressi compiuti;
- integrare la "gerarchia del consumo di suolo" (Tabella 2) nei piani comunali e dare priorità al riutilizzo e al riciclo di terreni già costruiti e impermeabilizzati, tutelando i suoli a livello nazionale, regionale e locale, attraverso le idonee iniziative di regolamentazione e la graduale abolizione degli incentivi finanziari contrari a questa gerarchia, come ad esempio eventuali incentivi fiscali locali per la conversione di terreni agricoli o naturali in ambienti edificati.

Tabella 2. La "gerarchia del consumo di suolo" prevista dalla strategia dell'UE per il suolo per il 2030 (Commissione Europea, 2021)

Gerarchia del consumo di suolo

1. Evitare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo
2. In caso di nuove necessità, riutilizzare terreni già consumati e impermeabilizzati
3. Se non è possibile evitare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo, utilizzare aree già degradate
4. Infine, solo per interventi assolutamente inevitabili, applicare misure di mitigazione per ridurre al minimo la perdita di servizi ecosistemici e per la loro compensazione attraverso interventi come la rinaturalizzazione di una superficie con qualità e funzione ecologica equivalente

Prima della nuova Strategia, anche il Parlamento europeo, con la risoluzione del 28 aprile 2021 sulla protezione del suolo, aveva chiesto alla Commissione di pre-

disporre una direttiva vincolante su questi temi e di prevedere "misure efficaci in materia di prevenzione e/o riduzione al minimo dell'impermeabilizzazione del suolo e qualsiasi altro uso del suolo che influisca sulle sue prestazioni, dando priorità al riuso dei terreni e del suolo dismessi e al riuso dei siti abbandonati rispetto all'uso di terreni non impermeabilizzati, al fine di conseguire l'obiettivo di non degrado del territorio entro il 2030 e di occupazione netta di suolo pari a zero al più tardi entro il 2050, con un obiettivo intermedio entro il 2030, per raggiungere un'economia circolare, nonché a includere il diritto a una partecipazione e consultazione effettive e inclusive del pubblico riguardo alla pianificazione dell'uso del territorio e a proporre misure che prevedano tecniche di costruzione e drenaggio che consentano di preservare quanto più possibile le funzioni del suolo, laddove sia presente l'impermeabilizzazione del suolo" (Parlamento europeo, 2021).

Il 5 luglio 2023 la Commissione Europea ha adottato una proposta di direttiva denominata "*Soil Monitoring and Resilience*". Rispetto all'attesa legge sulla salute del suolo, annunciata nella Strategia europea del suolo per il 2030, la Commissione Europea ha preferito un approccio a due tempi, anticipando il monitoraggio e la valutazione della qualità dei suoli rispetto all'entrata in vigore di stringenti limiti di legge, i quali sono rimandati alla fase di valutazione della direttiva, sei anni dopo la sua approvazione.

La proposta di direttiva fissa tre obiettivi principali:

1. la creazione di un sistema coerente di monitoraggio del suolo;
2. l'adozione di pratiche sostenibili di gestione del suolo;
3. la gestione dei siti contaminati.

Nell'Allegato I della proposta vengono descritti gli indicatori di degrado che costituiscono la base per la valutazione della salute dei suoli, nonché le metodologie standardizzate da seguire per determinare i punti di campionamento, eseguire il campionamento ed effettuare l'analisi dei campioni. Sono inoltre definiti i principi per la gestione sostenibile dei suoli, la cui valutazione e ottimizzazione è basata sui dati del monitoraggio.

A livello nazionale, con la promulgazione della Legge costituzionale 11 febbraio 2022 n. 1 (G.U. n. 44 del 22

febbraio) il Parlamento italiano ha compiuto un'importante innovazione normativa che introduce due diverse modifiche alla Carta costituzionale:

- all'articolo 9, inserisce tra i principi fondamentali un nuovo comma volto alla "tutela dell'ambiente, della biodiversità e degli ecosistemi, anche nell'interesse delle future generazioni" e pone sotto la legislazione dello Stato la tutela degli animali;
- all'articolo 41, inserisce tra i diritti e doveri dei cittadini nell'ambito della libera iniziativa economica privata al comma 2 la previsione di svolgersi "in modo da non arrecare danno alla salute e all'ambiente" e, al comma 3, che sia indirizzata e coordinata, oltre ai già previsti fini sociali, anche "ai fini ambientali".

In particolare, quest'ultimo è un comando precettivo, cioè, va rispettato e fatto rispettare anche in assenza di norme regolatrici della materia. In generale, comunque, queste modifiche dovranno necessariamente indirizzare verso una profonda revisione delle politiche e delle norme di tutela del suolo e di governo dei processi di trasformazione del territorio ai diversi livelli, in una chiara prospettiva di sostenibilità ambientale e di conservazione e ripristino delle risorse naturali, degli ecosistemi e della biodiversità, mettendo al centro l'azzeramento del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo che, evidentemente, quando effettivamente compiuti, arrecano un danno alla salute e all'ambiente quasi sempre irreversibile e assai difficilmente compensabile.

La Strategia Nazionale per la Biodiversità al 2030, adottata con il Decreto n. 252 del Ministro dell'ambiente e della sicurezza energetica il 3 agosto 2023, in coerenza con gli obiettivi della Strategia Europea per la Biodiversità al 2030, punta a invertire l'attuale tendenza alla perdita di biodiversità e al collasso degli ecosistemi e a contribuire all'obiettivo internazionale di garantire che entro il 2050 tutti gli ecosistemi del pianeta siano ripristinati, resilienti e adeguatamente protetti. Il testo riporta, tra gli altri, diversi obiettivi specifici di particolare interesse per la tutela del suolo, tra cui (Ministero per la Transizione Ecologica, 2022):

- garantire il non deterioramento di tutti gli ecosistemi e ripristinare vaste superfici di quelli degradati, con particolare attenzione a quelli più idonei

a catturare e stoccare il carbonio nonché a prevenire e ridurre l'impatto delle catastrofi naturali;

- arrestare la perdita di ecosistemi verdi urbani e periurbani e favorire il rinverdimento urbano e le soluzioni basate sulla natura;
- raggiungere la neutralità del degrado del territorio e l'aumento zero del consumo del suolo, compiere progressi significativi nella bonifica e nel ripristino dei siti con suolo degradato e contaminato;
- approvare e attuare una legge nazionale sul consumo del suolo che consideri il suolo come bene comune e risorsa non rinnovabile e stabilisca obiettivi nazionali e regionali, coerenti con gli obiettivi di sviluppo sostenibile (11.3.1, 15.3.1), con gli obiettivi europei e con il sistema di monitoraggio SNPA, favorendo, di conseguenza, la rigenerazione urbana;
- fissare l'obiettivo di allineamento del consumo di suolo alla dinamica demografica entro il 2030 a livello nazionale per poi recepirlo a livello regionale in base alla capacità di carico dei territori per "ripartire" le superfici a livello comunale con conseguente obbligo di rivedere i piani urbanistici;
- definire e attuare misure concrete e decise per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo adottando la "*Land take hierarchy*" indicata dalla Strategia europea per il suolo per il 2030 che prevede, in ordine di priorità decrescente, di: a) evitare il consumo e l'impermeabilizzazione del suolo; b) riutilizzare le aree già consumate e impermeabilizzate; c) utilizzare aree già degradate in caso di interventi assolutamente non evitabili; d) in questo ultimo caso, compensare gli interventi per arrivare a un bilancio non negativo di consumo e di impermeabilizzazione del suolo e per mantenere o ripristinare i servizi ecosistemici;
- avviare processi di rinaturalizzazione di suoli degradati, anche ai fini della mitigazione del rischio idrogeologico, in ambito urbano e periurbano.

Per la messa a sistema dell'attuazione dell'Agenda 2030, lo strumento di riferimento è rappresentato dalla Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile (SNSvS), presentata al Consiglio dei ministri a ottobre 2017 (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Terri-

torio e del Mare, 2017) e approvata dal CIPE a dicembre dello stesso anno. La SNSvS 2017-2030 si configura, anche alla luce dei cambiamenti intervenuti a seguito della crisi economico-finanziaria degli ultimi anni, come lo strumento principale per la creazione di un nuovo modello economico circolare, a basse emissioni di CO₂, resiliente ai cambiamenti climatici e agli altri cambiamenti globali causa di crisi locali, come, ad esempio, la perdita di biodiversità, la modificazione dei cicli biogeochimici fondamentali (carbonio, azoto, fosforo) e i cambiamenti nell'utilizzo del suolo. Al fine di garantire la gestione sostenibile delle risorse naturali (scelta II) "Arrestare il consumo del suolo e la desertificazione" è stato individuato come uno degli obiettivi strategici (obiettivo II.2) che, quindi, dovrebbe essere anticipato al 2030.

Sulla Gazzetta Ufficiale del 15 giugno 2022 è stata pubblicata la delibera del Comitato Interministeriale per la Transizione Ecologica (CITE) con l'approvazione del Piano per la transizione ecologica (PTE). Il contrasto al consumo di suolo è presente tra gli ambiti prioritari individuati dal Piano e posto alla base del processo di transizione ecologica della nostra economia.

L'obiettivo del Piano è arrivare a un consumo netto pari a zero entro il 2030, anticipando di vent'anni l'obiettivo

europeo e allineandosi alla data fissata dall'Agenda Globale per lo sviluppo sostenibile. L'azzeramento del consumo di suolo, secondo il PTE, dovrà avvenire sia minimizzando gli interventi di artificializzazione, sia aumentando il ripristino naturale delle aree più compromesse, quali gli ambiti urbani e le coste ed è considerato una misura chiave anche per l'adattamento ai cambiamenti climatici, da normare attraverso un'apposita legge nazionale, come già richiamato anche dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR).

Con riferimento al consumo di suolo, oltre a confermare la necessità e l'urgenza dell'approvazione della Legge nazionale sul consumo di suolo, prevista tra le riforme del PNRR, sono proposte una serie di azioni coordinate, tra cui il potenziamento del sistema di monitoraggio nazionale del suolo e del degrado del territorio, integrato con la rilevazione delle destinazioni d'uso e delle previsioni non attuate degli strumenti di pianificazione e del monitoraggio degli interventi di rigenerazione urbana, la realizzazione di una rete di laboratori sul territorio, la realizzazione di interventi di de-impermeabilizzazione, rinaturalizzazione e di rigenerazione all'interno di una strategia unitaria.



Figura 3. Principali obiettivi e indicatori a livello globale, europeo e nazionale relativi al consumo e al degrado del suolo

STATO ED EVOLUZIONE DEL CONSUMO DI SUOLO

IL CONSUMO DI SUOLO IN ITALIA¹

Il **consumo di suolo**² continua a trasformare il territorio nazionale con velocità elevate e crescenti. Nell'ultimo anno, le nuove coperture artificiali hanno riguardato altri **76,8 km²** (Tabella 3), il 10,2% in più del 2021. Si tratta, in media, di **più di 21 ettari al giorno**, il valore più elevato degli ultimi 11 anni, in cui non si erano mai superati i 20 ettari.

La crescita delle superfici artificiali ha interessato 2,4 metri quadrati di suolo ogni secondo ed è stata solo in piccola parte compensata dal ripristino³ di aree naturali, (che ha riguardato 6 km², per lo più associati al recupero di aree di cantiere o di altro suolo consumato reversibile), facendo risultare ancora lontano l'obiettivo di azzeramento del **consumo di suolo netto**, che, negli ultimi dodici mesi, è invece risultato pari a **70,8 km²** (19,4 ettari al giorno, 2,2 m²/sec, Figura 4) di cui 14,8 km² di consumo permanente. A quest'ultimo valore vanno aggiunti altri 7,5 km² passati, nell'ultimo anno, da suolo consumato reversibile (rilevato nel 2021) a permanente, portando nell'ultimo anno a una crescita complessiva dell'**impermeabilizzazione di 22,3 km²**.

Nel complesso, la crescita netta delle superfici artificiali dell'ultimo anno equivale a una densità di consumo di suolo di 2,35 m² per ogni ettaro di territorio italiano.

Tabella 3. Stima nazionale per il periodo 2021-2022 del consumo di suolo annuale (nuova superficie a copertura artificiale), del consumo di suolo annuale netto (bilancio tra nuovo consumo e aree ripristinate nell'ultimo anno), della densità del consumo (incremento in metri quadrati per ogni ettaro di territorio), impermeabilizzazione complessiva (conversione di aree naturali o di suolo consumato reversibile in nuovo suolo consumato permanente). Con "incremento di altre coperture non considerate" si intendono le variazioni dovute a serre permanenti e altre forme di copertura del suolo che non sono, con l'attuale sistema di classificazione, considerate consumo di suolo permanente o reversibile. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Consumo di suolo (km²)	76,8
Consumo di suolo netto (km²)	70,8
Consumo di suolo netto (incremento %)	0,33
Densità del consumo di suolo netto (m²/ha)	2,35
Impermeabilizzazione complessiva (km²)	22,3
Incremento altre coperture non considerate (km²)	8,5

¹ Le stime sono elaborate da ISPRA sulla base dei dati del Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) e della cartografia prodotta dalla rete dei referenti per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo (ISPRA/ARPA/APPA) nell'ambito delle attività di sviluppo del Sistema Informativo Nazionale Ambientale (SINA). Cartografia e indicatori derivati sono disponibili sui siti ISPRA e SNPA con una licenza che ne permette il pieno utilizzo (CC BY 4.0 IT). L'aggiornamento dei dati di quest'anno ha rivisto anche le cartografie degli anni precedenti sulla base dei nuovi dati satellitari disponibili, rivedendo le stime relative. Nelle aree dove nel passato non erano disponibili immagini a elevata risoluzione si possono riscontrare aumenti delle stime del *consumo di suolo* rispetto a quelle riportate nell'edizione precedente del rapporto a causa della possibilità di rilevare an-

che le trasformazioni più piccole. Anche i dati di quest'anno potrebbero essere rivisitati e migliorati nei prossimi rapporti sulla base della disponibilità, in futuro, di dati satellitari a maggiore risoluzione.

Le stime riportate sono, quindi, da intendersi cautelative e preliminari.

² Si ricorda che con *consumo di suolo* si intende l'incremento della copertura artificiale del suolo, generalmente su base annuale, mentre con *suolo consumato* si intende la quantità complessiva di suolo a copertura artificiale in un dato momento (il riferimento per i dati citati è il mese di maggio ± 2 mesi di ogni anno). Ad esempio, il consumo di suolo netto 2021-2022 è uguale alla differenza tra il suolo consumato 2022 e il suolo consumato 2021, ovvero alla crescita delle superfici artificiali in un anno tra il 2021 e il 2022.

³ I dati del ripristino sono rilevati sulle superfici classificate come "suolo consumato reversibile" negli anni precedenti.



Figura 4. Velocità del consumo di suolo giornaliero netto (2006-2022). La linea tratteggiata rappresenta la media mobile (periodo=2). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

I dati della nuova cartografia SNPA del consumo di suolo, che aggiorna e rivede l'intera serie storica sulla base delle nuove immagini satellitari ad alta risoluzione, consentono un'analisi più accurata del territorio permettendo di ottenere nuove stime sul **suolo consumato**. A livello nazionale, la copertura artificiale del suolo è stimata in oltre **21.500 km²** a cui devono essere aggiunti altri 646 km² di aree soggette ad altre forme di alterazione diretta associate alla copertura artificiale del suolo e non considerate come causa di consumo di suolo, come, ad esempio, le serre non pavimentate e i ponti. Il suolo consumato copre il **7,14%** del territorio (7,25% al netto della superficie dei corpi idrici permanenti) con valori in crescita continua (Figura 5).

I cambiamenti rilevati nell'ultimo anno si concentrano in alcune aree del Paese (Figura 7), rimanendo particolarmente elevati nella pianura Padana, con maggiore intensità nella parte lombarda e veneta (in particolare lungo l'asse Milano-Venezia) e lungo la direttrice della via Emilia. Il fenomeno rimane molto intenso lungo tutta la costa adriatica, dal Veneto alla Puglia e con elevate densità di trasformazione in tratti del litorale romagnolo, marchigiano e in Puglia. Il Salento, in particolare, conferma la tendenza degli ultimi anni con una fortissima presenza di cambiamenti. Tra le aree metropolitane più colpite compaiono ancora Roma e Napoli. La maggior densità del consumo di suolo si registra lungo la fascia costiera entro un chilometro dal mare, nelle aree di pianura, nelle città e nelle zone urbane e periurbane dei principali poli e dei comuni di cintura della frangia urbana.

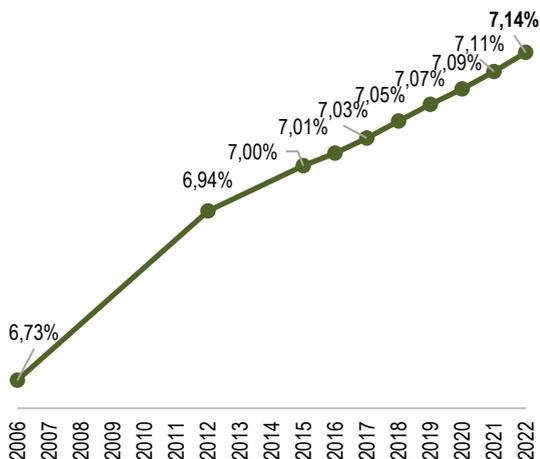


Figura 5. Stima del suolo consumato (2006-2022) in percentuale a livello nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Si conferma, anche nel 2022, l'assenza di un legame diretto tra le dinamiche della popolazione e i processi di urbanizzazione e di infrastrutturazione. Si assiste, infatti, a una crescita delle superfici artificiali anche in presenza di stabilizzazione, in molti casi di decrescita, della popolazione residente. Anche a causa della flessione demografica, il **suolo consumato pro capite** aumenta così di 2,46 m²/ab nell'ultimo anno e di 16,23 m²/ab dal 2006, passando da circa 348 m²/ab del 2006 ai circa **364 m²/ab** del 2022 (Figura 6); aumenta anche il **consumo di suolo annuale pro capite** che passa da 1,24 a **1,30 m²/ab**.

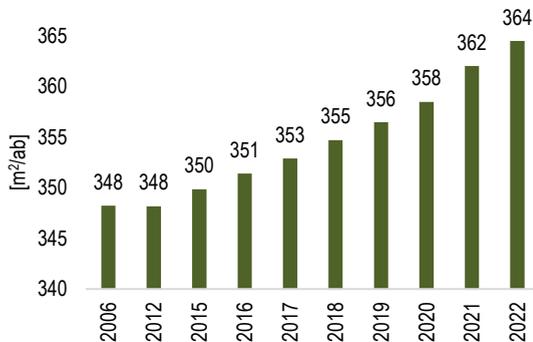


Figura 6. Suolo consumato pro capite a livello nazionale per anno. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

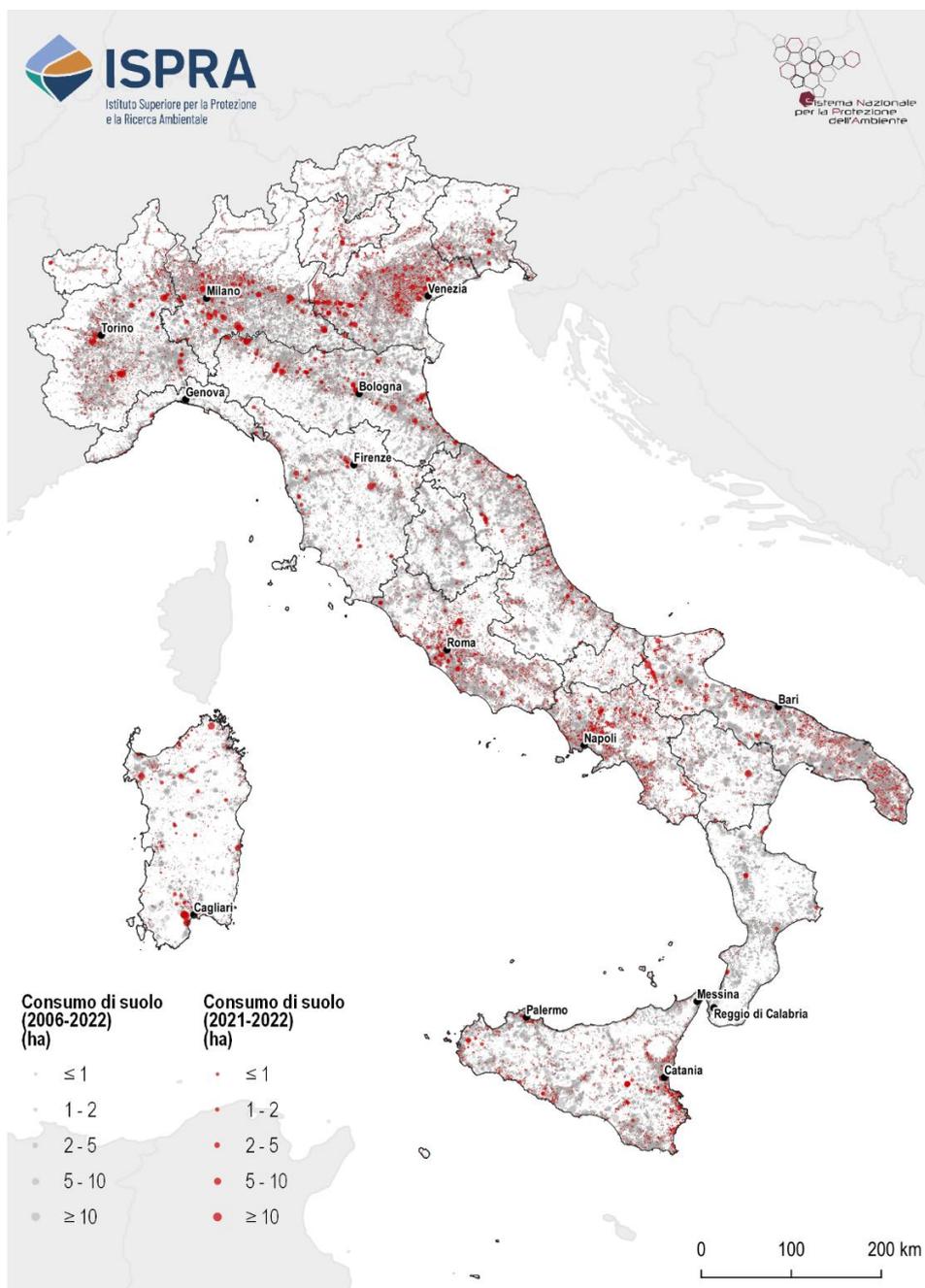


Figura 7. Localizzazione dei principali cambiamenti dovuti al consumo di suolo tra il 2006 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

IL LIVELLO REGIONALE

In 15 regioni il suolo consumato stimato al 2022 supera il 5% (Tabella 4), con i valori percentuali più elevati in **Lombardia (12,16%)**, **Veneto (11,88%)** e **Campania (10,52%)**. La **Lombardia** detiene il primato anche in termini assoluti, con **oltre 290mila ettari** di territorio artificializzati (il 13,5% del suolo consumato in Italia è in questa regione).

Gli incrementi maggiori, in termini di **consumo di suolo netto** avvenuto nell'ultimo anno, riguardano **Lombardia** (con **908 ettari** in più), **Veneto (+739 ettari)**, **Puglia (+718 ettari)**, **Emilia-Romagna (+635)**, **Piemonte (+617)**. L'andamento a livello regionale del consumo di suolo netto negli anni tra il 2006 e il 2022 è riportato in Figura 8.

In termini di incremento percentuale rispetto alla superficie artificiale dell'anno precedente, il valore più elevato è quello della Sardegna (+0,67%), seguono Molise (+0,46%) e Puglia (+0,45%). Sopra la media nazionale (+0,33%), ci sono anche Campania, Sicilia, Piemonte, Lazio, Veneto e Marche.

La densità dei cambiamenti netti del 2022, ovvero il consumo di suolo rapportato alla superficie territoriale, presenta i valori più alti in Campania (4,09 m²/ha), Veneto (4,03 m²/ha), Lombardia (3,80 m²/ha) e Puglia (3,71 m²/ha). Si tratta di valori più alti della media nazionale (che, nell'ultimo anno, è stata di 2,10 m²/ha) e più alta rispetto alla media del periodo 2006-2022, confermando la ripresa del fenomeno, del resto già ravvisata nella scorsa rilevazione.

In termini di suolo consumato pro capite (Figura 9), i valori regionali più alti risentono della bassa densità abitativa tipica di alcune regioni: il Molise presenta il valore più alto (598 m²/ab, quasi 20 m² in più rispetto allo scorso anno), di molto superiore al valore nazionale (362 m²/ab), seguito da Basilicata (588 m²/ab) e Valle d'Aosta (569 m²/ab). Lazio, Campania, Liguria e Lombardia presentano i valori più bassi e al di sotto del valore nazionale. Limitandosi alla crescita annuale, risaltano anche in questo caso i valori elevati di consumo di suolo pro capite della Sardegna (3,39 m²/ha), quasi il triplo del dato nazionale (1,20 m²/ab). Mentre in Liguria si registra il valore più basso (0,22 m²/ab).

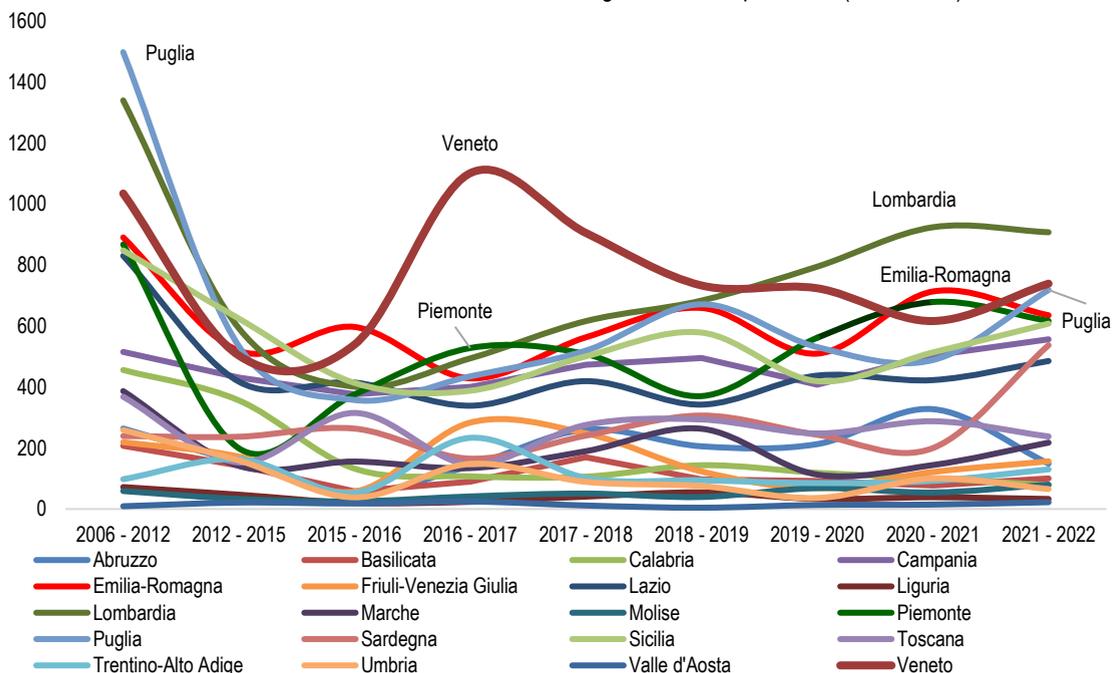


Figura 8. Andamento del consumo di suolo annuale netto a livello regionale dal 2006 al 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Tabella 4. Indicatori di consumo di suolo a livello regionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Regione	Suolo consumato 2022 (ha)	Suolo consumato 2022 (%)	Consumo di suolo netto 2021-2022 (ha)	Consumo di suolo netto 2021-2022 (%)	Consumo di suolo netto 2006-2022 (ha)	Densità consumo di suolo netto 2021-2022 (m ² /ha)	Densità consumo di suolo netto 2006-2022 (m ² /ha)
Piemonte	170.199	6,70	617	0,36	9.445	2,43	37,18
Valle d'Aosta	7.025	2,15	22	0,32	226	0,68	6,93
Lombardia	290.278	12,16	908	0,31	14.642	3,80	61,32
Liguria	39.327	7,26	33	0,08	816	0,61	15,05
Friuli-Venezia Giulia	63.528	8,02	156	0,25	2.888	1,98	36,47
Trentino-Alto Adige	41.061	3,02	130	0,32	1.866	0,96	13,71
Emilia-Romagna	200.025	8,89	635	0,32	11.009	2,82	48,93
Veneto	217.825	11,88	739	0,34	13.079	4,03	71,33
Umbria	44.434	5,26	65	0,15	2.584	0,77	30,56
Marche	64.940	6,96	218	0,34	3.962	2,33	42,49
Toscana	141.842	6,17	238	0,17	4.472	1,03	19,45
Lazio	140.430	8,16	485	0,35	9.098	2,82	52,88
Basilicata	31.825	3,19	100	0,32	2.356	1,00	23,58
Molise	17.489	3,94	80	0,46	812	1,80	18,30
Abruzzo	54.012	5,00	149	0,28	3.394	1,38	31,44
Calabria	76.451	5,07	78	0,10	4.591	0,52	30,44
Puglia	159.459	8,24	718	0,45	14.314	3,71	73,96
Campania	143.020	10,52	557	0,39	7.601	4,09	55,89
Sardegna	80.582	3,34	537	0,67	4.105	2,23	17,02
Sicilia	167.684	6,52	608	0,36	10.386	2,36	40,38
Italia	2.151.437	7,14	7.075	0,33	121.646	2,35	40,36

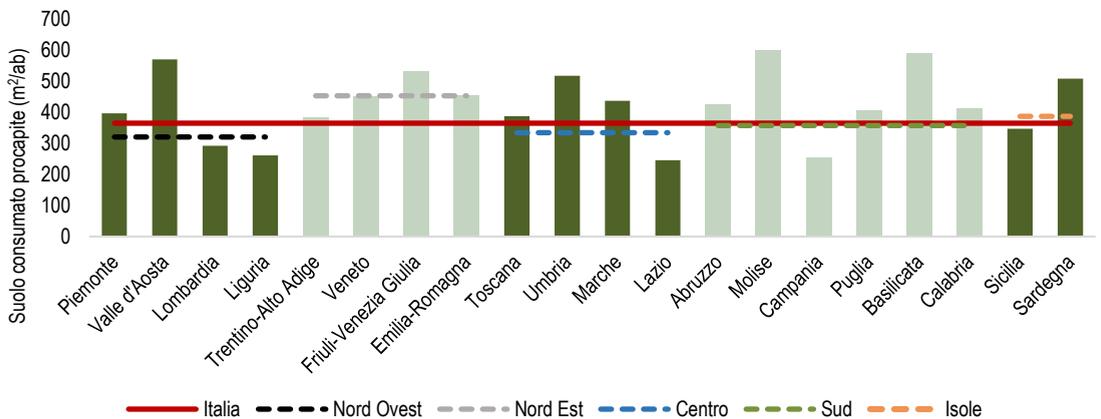


Figura 9. Suolo consumato pro capite nel 2022 in metri quadrati per abitante, con valore nazionale (in rosso) e per ripartizione geografica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati di popolazione Istat

IL LIVELLO PROVINCIALE

Monza e Brianza si conferma la provincia con la percentuale di suolo artificiale più alta al 2022, con circa il 41% di suolo consumato in rapporto alla superficie provinciale (Figura 11) e un ulteriore incremento di 48 ettari, dopo i quasi 11 dello scorso anno. Sopra il 30% troviamo anche le province di Napoli (35%) e Milano (32%), e sopra al 20% ci sono Trieste (21%) e Varese (21%) e, poco al di sotto, Padova (19%) e Treviso (17%).

La crescita percentuale maggiore è avvenuta nell'ultimo anno a Cagliari (1,80%), Lodi e Foggia (entrambe 1,13%), con valori superiori all'unità e molto maggiori della media nazionale (0,33).

La provincia di Foggia è anche tra quelle con il maggiore aumento di consumo di suolo netto nell'ultimo anno (+313 ettari), insieme a Verona (+296 ettari) e

Roma (+236 ettari), mentre i valori più bassi si registrano nelle province di Pistoia, Genova e Vibo Valentia, dove il consumo di suolo si attesta al di sotto dei cinque ettari.

In termini assoluti, la città metropolitana di Roma si conferma quella con la maggiore superficie consumata al 2022, con oltre 70.300 ettari, aumentati di ulteriori 235 ettari dell'ultimo anno (124 dei quali nel territorio comunale della Capitale). La provincia di Roma è seguita da Torino (circa 58.500 ettari), con un incremento di 168 ettari. Milano sorpassa, nel 2022, la soglia dei 50.000 ettari (184 in più nell'ultimo anno), scavalcando Brescia, la cui superficie consumata è di poco inferiore (50.142 ettari). Più di un quinto (il 22%, oltre 4.600 km²) del suolo artificiale in Italia nel 2022, è concentrato nel territorio amministrato dalle 14 città metropolitane.

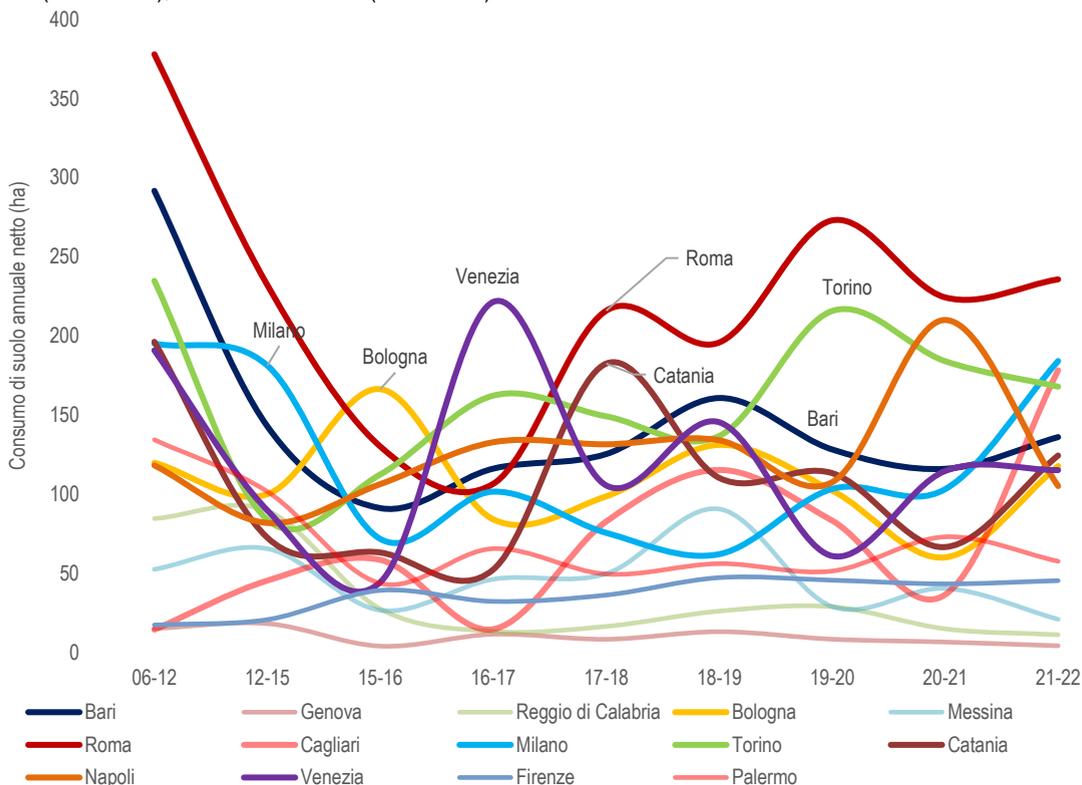


Figura 10. Consumo di suolo annuale netto in ettari tra il 2006 e il 2022 nelle città metropolitane. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

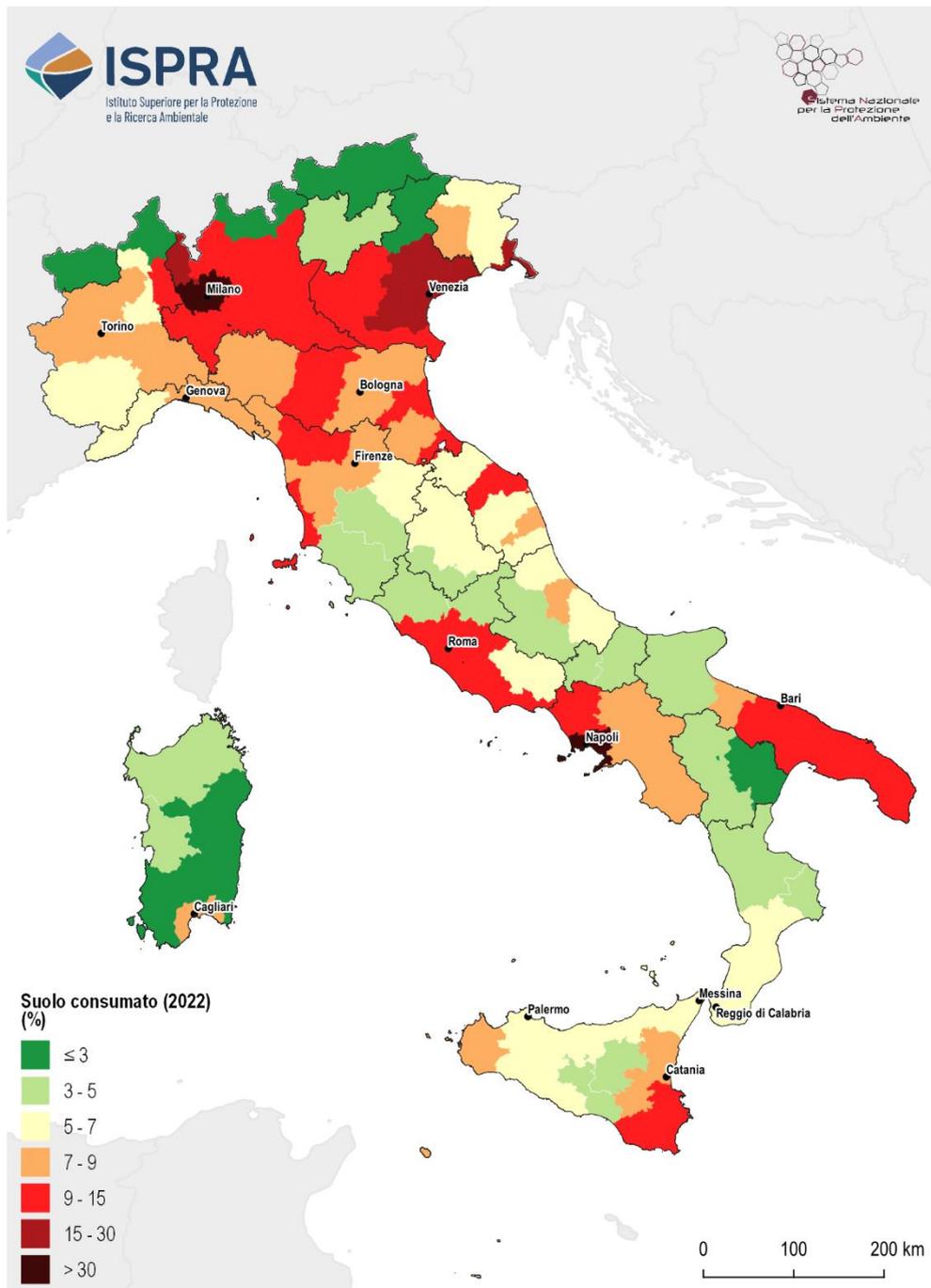


Figura 11. Suolo consumato al 2022 a livello provinciale. Fonte: elaborazioni ISPRa su cartografia SNPA

IL LIVELLO COMUNALE

Roma Capitale è il comune con il consumo di suolo più elevato anche nel 2022 (Figura 12, Figura 13, Figura 19), ma la tendenza alla riduzione, che sembrava essersi innescata nel periodo precedente, quest'anno subisce un'inversione di tendenza e la crescita delle superfici artificiali raggiunge livelli mai registrati prima, attestandosi a 124 ettari di nuovo consumo di suolo netto (Tabella 6, Figura 5). La quasi totalità dei cambiamenti di estensione maggiore di un ettaro si concentrano nel quadrante Sud-Ovest. A conferma della tendenza degli anni precedenti, più del 67% dei nuovi cambiamenti è riconducibile a cantieri o aree sterrate, circa il 17% in-

vece ad aree estrattive; il restante si divide prevalentemente tra aree pavimentate o comunque impermeabili (8%) ed edifici (4%).

Dopo Roma, compaiono Uta (in provincia di Cagliari) e Casalpusterlengo (Lodi), con, rispettivamente, 98 e 63 ettari di nuovo consumo di suolo netto nell'ultimo anno. Uta deve la quasi totalità delle sue trasformazioni a un grande impianto fotovoltaico di circa 80 ettari (Figura 14), mentre a Casalpusterlengo circa 50 ettari di territorio comunale sono stati interessati dai cantieri della S.P.141 (Figura 15).



Figura 12. Un esempio di consumo di suolo nel comune di Roma Capitale (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 13. Esempio di consumo di suolo a Roma (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 14. Impianto fotovoltaico nel comune di Uta (immagini 2019, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 15. Cantiere nel comune di Casalpusterleno, in provincia di Lodi (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)

Oltre ai tre comuni appena citati, anche Piacenza e Sassari superano i 50 ettari di nuovo consumo di suolo. A Piacenza (circa 55 ettari) la trasformazione maggiore è dovuta all'ampliamento di un polo logistico, che ha coperto più di 34 ettari tra edifici, aree di pertinenza e aree di cantiere (Figura 18). Sassari invece è caratterizzata da un cambiamento di circa 40 ettari (Figura 17) per l'ampliamento di una cava, su circa 51 ettari totali di cambiamenti dell'intero territorio comunale. Tra i primi 10 comuni dove il consumo è stato maggiore, oltre quelli già citati, troviamo Reggio nell'Emilia (46 ettari), Cerignola (42 ettari), Aidone (41 ettari), Viterbo (40 et-

tari), Venezia (37 ettari). Aidone e Viterbo hanno entrambi un grande impianto fotovoltaico, rispettivamente di 40 e di 34 ettari, che giustifica quasi interamente il loro aumento di suolo consumato dell'ultimo anno. A Venezia invece è stato rilevato l'ampliamento di un polo logistico di circa 11 ettari (Figura 16) ma è da sottolineare anche un grande cantiere di quasi 8 ettari per la mitigazione del rischio idrogeologico che sarà probabilmente rinaturalizzato al termine dei lavori.

Roma (+124 ettari) Venezia (+37) e Milano (+26) si confermano i tre capoluoghi regionali con gli aumenti maggiori, mentre Trento (+17), Palermo (+17), Bologna

(+14), Bari (+12), Ancona (+11) e Torino (+11) presentano valori comunque superiori ai 10 ettari.

Al contrario, i comuni che, sulla base del sistema di valutazione che definisce i cosiddetti comuni “risparmia suolo”, sono risultati più virtuosi, sono riportati in Tabella 5. Considerando solo i comuni capoluogo delle 14 città metropolitane, i valori di consumo di suolo netto inferiore registrati nell’ultimo anno si riscontrano a Genova, Reggio Calabria e Firenze (tra 1,3 e 2,3 ettari).

Tabella 5. Comuni “risparmia suolo” 2023, individuati sulla base dei valori di consumo di suolo lordo per il periodo 2019-2022

Categoria	Comune
Comuni grandi (>50.000 ab.)	Ercolano (Città metropolitana di Napoli)
Comuni medi (10.000≤ab.≤50.000)	Montale (Provincia di Pistoia)
Comuni piccoli (<10.000 ab.)	San Martino Siccomario (Provincia di Pavia)

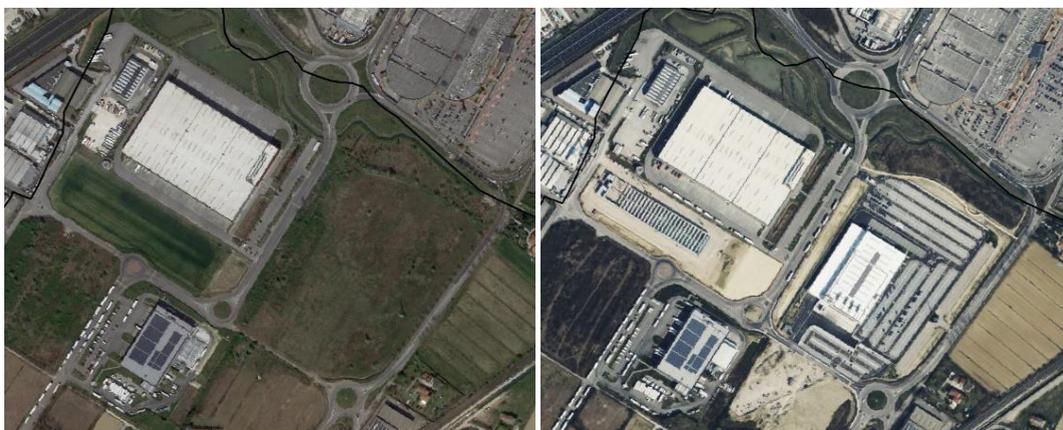


Figura 16. Ampliamento di un polo logistico a Venezia (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 17. Ampliamento di un’area estrattiva nel comune di Sassari (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 18. Cantieri e nuove costruzioni nel comune di Piacenza (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 19. Esempio di consumo di suolo a Roma (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)

Tabella 6. Consumo di suolo annuale netto in ettari (incremento 2021-2022) a livello comunale (primi tre comuni per ogni regione).
Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Regione	Comune	Consumo di suolo 2021-2022 (ha)
Piemonte	Roddi	32,80
	Novara	27,73
	Tortona	19,26
Valle d'Aosta	Courmayeur	7,54
	Emarèse	3,68
	Torgnon	2,45
Lombardia	Casalpusterlengo	63,33
	Mantova	32,60
	Milano	26,01
Trentino-Alto Adige	Trento	16,88
	Chienes	4,37
	Varna	3,36
Veneto	Venezia	37,18
	Verona	29,66
	Valeggio sul Mincio	22,59
Friuli-Venezia Giulia	Pavia di Udine	9,37
	S. Dorligo della Valle	8,03
	Remanzacco	6,82
Liguria	Sarzana	4,49
	Vado Ligure	4,47
	La Spezia	4,38
Emilia-Romagna	Piacenza	54,92
	Reggio nell'Emilia	46,29
	Parma	26,04
Toscana	Cavriglia	12,67
	Pisa	10,10
	Campi Bisenzio	8,86
Umbria	Perugia	8,06
	Terni	5,81
	Corciano	5,34
Marche	Camerino	17,25
	Falconara Marittima	14,90
	Matelica	13,05
Lazio	Roma	123,95
	Viterbo	40,49
	Montalto di Castro	23,14
Abruzzo	Cepagatti	10,02
	L'Aquila	9,56
	Ortona	7,90
Molise	S. Croce di Magliano	10,16
	Rotello	5,76
	Larino	5,58
Campania	Maddaloni	20,24
	Nola	18,01
	Telese Terme	16,86
Puglia	Cerignola	42,17
	Foggia	29,52
	Lucera	26,04
Basilicata	Ferrandina	22,79
	Lauria	6,96
	Irsina	5,81
Calabria	Montalto Uffugo	15,65
	Trebisacce	12,08
	Gioia Tauro	9,14
Sicilia	Aidone	40,74
	Augusta	24,90
	Catania	23,80
Sardegna	Uta	97,75
	Sassari	51,44
	Alghero	35,94

Tabella 7. Suolo consumato in percentuale sulla superficie comunale (2022), primi tre comuni per ogni regione. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Regione	Comune	Suolo consumato 2022 (%)
Piemonte	Torino	65,1
	Beinasco	58,4
	Grugliasco	56,8
Valle d'Aosta	Aosta	29,2
	Pont-Saint-Martin	17,7
	Verrè	14,5
Lombardia	Lissone	71,4
	Sesto San Giovanni	68,9
	Lallio	67,1
Trentino-Alto Adige	Lavis	27,1
	Bolzano	26,0
	Merano	22,8
Veneto	Padova	49,8
	Spinea	43,2
	Noventa Padovana	43,2
Friuli-Venezia Giulia	Monfalcone	46,0
	Udine	42,4
	Pordenone	40,7
Liguria	San Lorenzo al Mare	37,2
	Diano Marina	33,3
	Vallecrosia	32,9
Emilia-Romagna	Cattolica	61,8
	Riccione	51,7
	Fiorano Modenese	36,4
Toscana	Forte dei Marmi	46,2
	Firenze	42,0
	Viareggio	38,6
Umbria	Bastia Umbra	25,8
	Corciano	14,8

Regione	Comune	Suolo consumato 2022 (%)
Marche	Terni	12,7
	San Benedetto del Tronto	37,7
	Porto San Giorgio	36,9
Lazio	Gabicce Mare	32,6
	Ciampino	42,6
	Anzio	35,0
Abruzzo	Frosinone	29,6
	Pescara	51,5
	Montesilvano	34,3
Molise	San Salvo	33,6
	Campobasso	20,0
	Termoli	18,0
Campania	Isernia	8,7
	Casavatore	91,4
	Arzano	83,5
Puglia	Melito di Napoli	81,3
	Bari	43,2
	Modugno	42,0
Basilicata	Aradeo	28,5
	Potenza	10,8
	Melfi	8,6
Calabria	Policoro	8,5
	Tropea	35,2
	Villa San Giovanni	27,9
Sicilia	Soverato	27,3
	Isola delle Femmine	54,0
	Gravina di Catania	50,8
Sardegna	Villabate	48,7
	Monserrato	41,7
	Elmas	31,6
	Cagliari	24,9

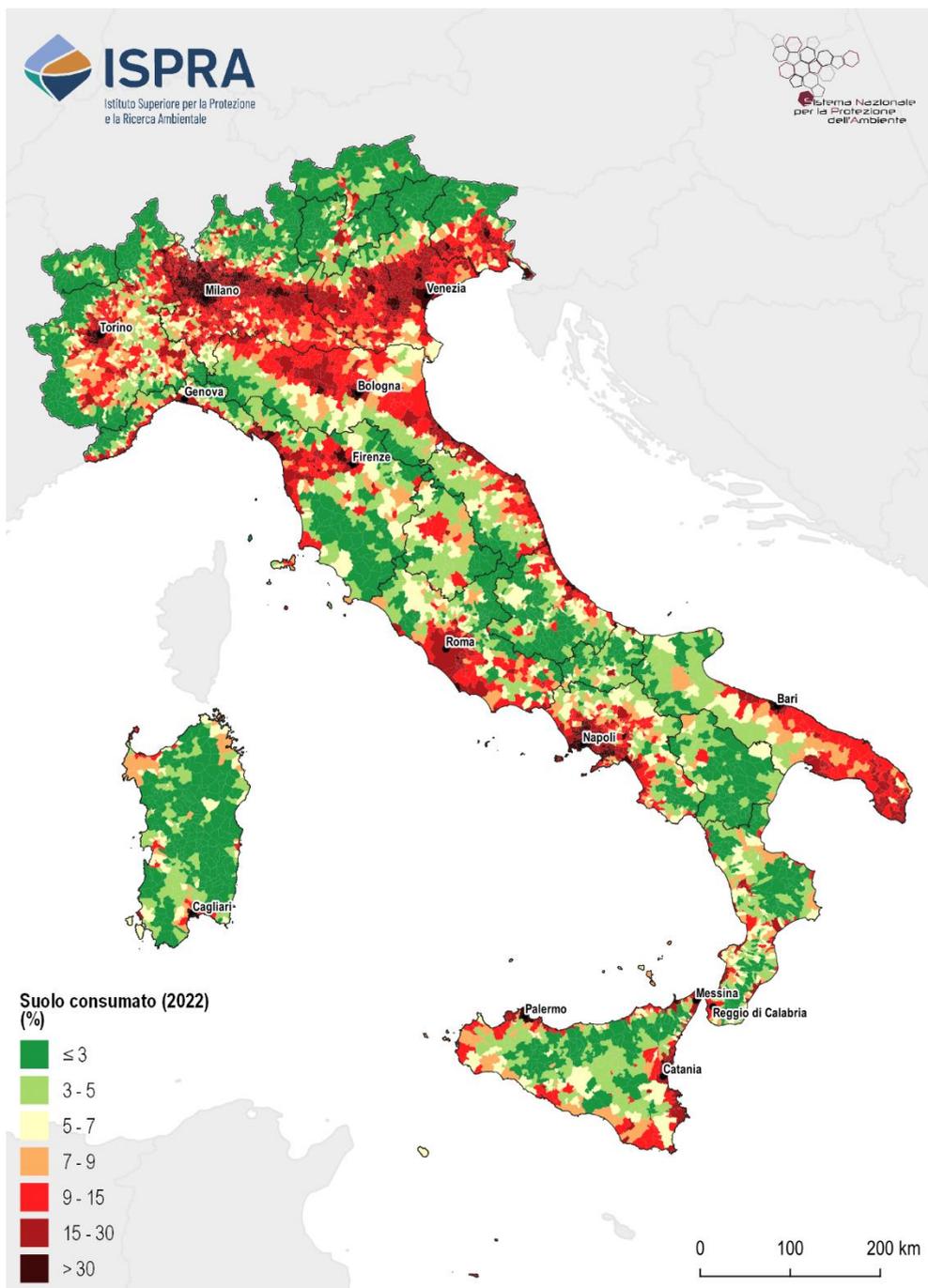


Figura 20. Suolo consumato a livello comunale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

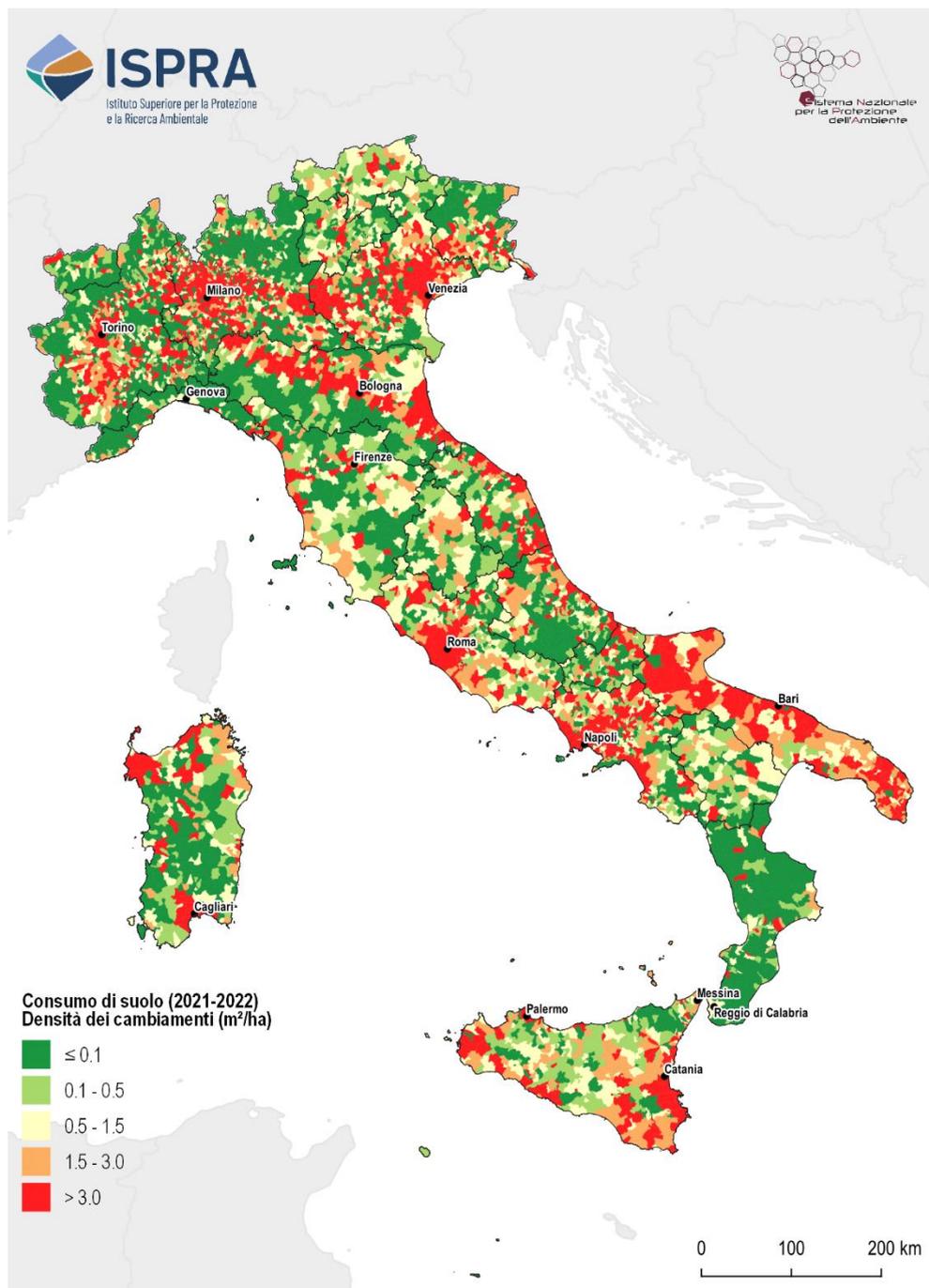


Figura 21. Densità del consumo di suolo annuale netto a livello comunale. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Oltre che in termini di suolo consumato e consumo di suolo pro capite, la relazione che intercorre tra dinamiche insediative e demografiche può essere rappresentata anche in termini di *land use efficiency* e di consumo di suolo marginale.

Il termine di *land use efficiency* viene adoperato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente per indicare l'utilizzo delle superfici artificiali in rapporto al numero di abitanti e per il calcolo dell'indicatore SDG 11.3.1 delle Nazioni Unite (*Ratio of land consumption rate to population growth rate*), che analizza il rapporto tra il tasso di variazione del suolo consumato e il tasso di variazione della popolazione. Il valore positivo di *land use efficiency* si registra quest'anno solamente per 1.313 municipalità, di questi solamente 978 comuni possono considerarsi "virtuosi" rispetto alle chiavi di lettura dell'SDG 11.3.1.

Il consumo marginale di suolo è il rapporto tra il consumo di suolo netto e i nuovi residenti tra un anno e il successivo. A valori positivi elevati di questo indicatore corrisponde un alto e più insostenibile consumo di suolo a fronte di una crescita non significativa della popolazione, mentre valori negativi indicano un aumento del consumo di suolo in presenza di decrescita della

popolazione, ovvero in assenza dei meccanismi di domanda che generalmente giustificano la richiesta di consumare suolo (Pileri, 2017). A livello nazionale l'indicatore rivela come, negli ultimi dodici mesi, per ogni abitante in meno si sia consumato suolo per 343 m². Nell'anno precedente la diminuzione della popolazione aveva prodotto valori negativi meno marcati (158 m²/ab). Il consumo marginale di suolo assume il valore massimo per il comune di Siracusa, nel quale a fronte di due soli abitanti in più sono stati consumati 15 ettari. Sono 1.992 i comuni che hanno valori positivi, mentre quelli in cui il consumo di suolo aumenta anche quando la popolazione diminuisce sono 3.073. I casi di ripristino del suolo a fronte di una crescita di popolazione è un'evenienza registrata quest'anno per 66 comuni.

Un'ultima categorizzazione dei comuni è stata fatta considerando la variazione demografica fra la popolazione residente relativa al 1° gennaio 2021 e quella al 1° gennaio 2022. Le variazioni percentuali sono state raggruppate in 5 classi; tra queste, la classe che rappresenta la stabilità demografica, con variazioni relativamente contenute ($-0,5 \leq p < 0,5$) contiene l'apporto maggiore di consumo di suolo con oltre 3.400 ettari (Tabella 8).

Tabella 8. Suolo consumato (2022) e consumo di suolo annuale netto (ettari 2021-2022), densità di consumo di suolo annuale netto (m²/ha 2021-2022) e consumo marginale (m²/nuovi abitanti 2021-2022) per classe di variazioni demografiche. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Istat e cartografia SNPA

Classi di variazione demografica (%)	Numero di comuni	Suolo consumato (km ²)	Consumo di suolo (ha)	Densità di consumo di suolo (m ² /ha)	Consumo marginale (m ² /ab)
$p < -1$	2.100	3.737	1.072	1,35	-68
$-1 \leq p < -0,5$	1.233	4.436	1.406	2,40	-133
$-0,5 \leq p < 0,5$	2.911	10.310	3.432	2,87	-1.886
$0,5 \leq p < 1$	728	1.639	593	2,79	207
$p \geq 1$	929	1.393	573	2,52	124

GLI SCENARI FUTURI

Alla luce di questo complesso e articolato sistema di obiettivi, politiche e azioni a diverso livello, è difficile realizzare una valutazione realistica degli scenari di trasformazione del territorio italiano. Di certo, nel caso in cui la velocità di trasformazione dovesse confermarsi pari a quella attuale anche nei prossimi anni, si potrebbe stimare il nuovo consumo di suolo, che sarebbe pari a 1.981 km² tra il 2022 e il 2050 e a 566 km² se l'azzeramento fosse anticipato al 2030 (Figura 22). Se invece si dovesse tornare alla velocità media registrata nel periodo 2006-2012, si sfiorerebbero i 3.000 km². Nel caso in cui si attuasse una progressiva riduzione della velocità di trasformazione, ipotizzata nel 15% ogni triennio, si avrebbe un incremento delle aree artificiali di 379 km², prima dell'azzeramento al 2030, o di 851 km², prima dell'azzeramento al 2050. Sono tutti valori

molto lontani dagli obiettivi di sostenibilità dell'Agenda 2030 che, sulla base delle attuali previsioni demografiche, imporrebbero addirittura un saldo negativo del consumo di suolo. Ciò significa che, a partire dal 2030, la "sostenibilità" dello sviluppo richiederebbe un aumento netto delle aree naturali di 309 km² o addirittura di 888 km² che andrebbero recuperati nel caso in cui si volesse anticipare tale obiettivo a partire da subito.

Considerando i costi annuali medi dovuti alla perdita di servizi ecosistemici, sia per la componente legata ai flussi, sia per la componente legata allo stock (cfr. § *La perdita di servizi ecosistemici del suolo*), si può stimare, se fosse confermata la velocità media 2012-2022 anche nei prossimi 9 anni e quindi la crescita dei valori economici dei servizi ecosistemici persi, un costo cumulato complessivo, tra il 2012 e il 2030, compreso tra 80,2 e 98,7 miliardi di euro.

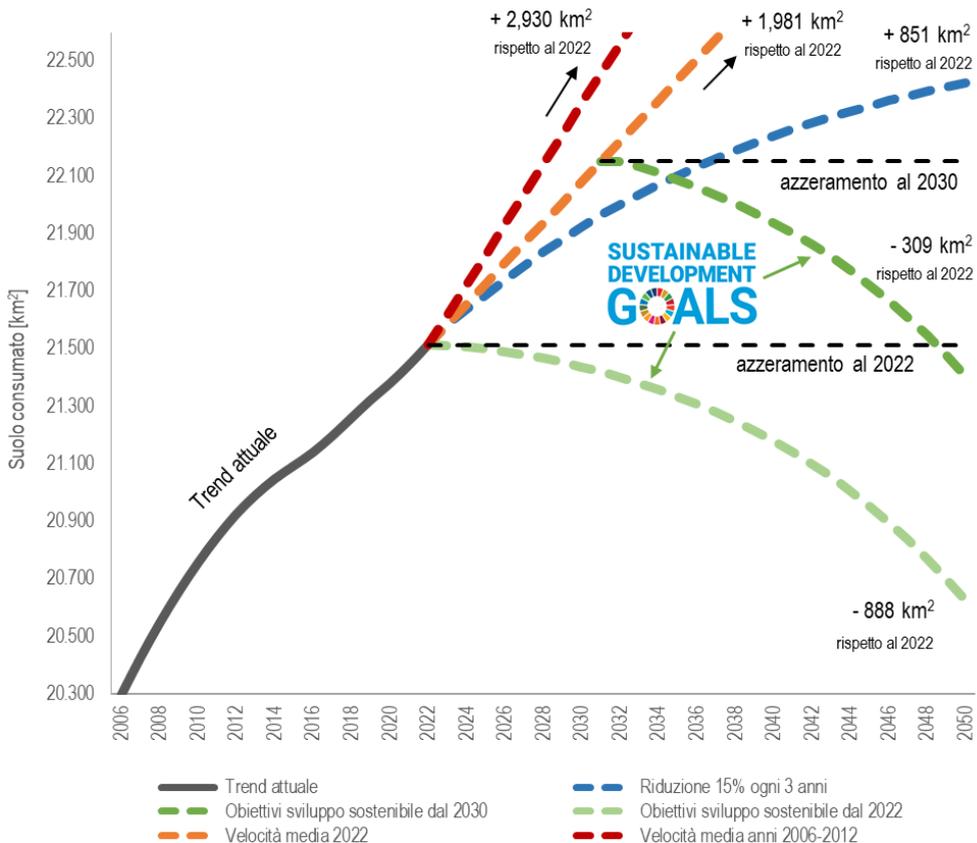


Figura 22. Scenari di consumo di suolo in Italia (km² di suolo consumato a livello nazionale al 2050). Fonte: elaborazione ISPRA

CAUSE DI CONSUMO DI SUOLO

LE NUOVE COPERTURE ARTIFICIALI

Tra il 2006 e il 2022 in Italia sono stati consumati **1.216 km²** di suolo naturale o seminaturale a causa dell'espansione urbana e delle sue trasformazioni collaterali. Alla luce dell'accelerazione degli ultimi anni, considerando anche il valore più alto di quest'anno dal 2012, i 76 km² di suolo consumato in media ogni anno devono far riflettere circa l'efficacia delle misure intraprese negli ultimi sedici anni per il contenimento di questo fenomeno e sull'urgenza di un quadro normativo di riferimento che riesca a porre freno in maniera decisa alla grave e prolungata perdita di suoli fertili e ricchi di biodiversità. Dai numeri in Tabella 9 si rileva che la densità del consumo di suolo netto in questi anni ha portato a consumare, per ogni ettaro del nostro territorio, più di 40 m² di suolo, con una media annuale di 2,52 m²/ha).

Tabella 9. Consumo di suolo tra il 2006 e il 2022. Fonte: elaborazione ISPRA su dati SNPA

	2006-2022
Consumo di suolo netto (km ²)	1.216
Consumo di suolo permanente (km ²)	739
Densità del consumo di suolo netto (m ² /ha)	40,36
Densità media annuale del consumo di suolo netto (m ² /ha)	2,52

Analizzando i cambiamenti monitorati tra il 2006 e il 2022 al terzo livello di classificazione (Tabella 10), se non si considerano le nuove aree di cantiere (classe 122), che rappresentano generalmente situazioni in evoluzione, il consumo permanente rappresenta il 34,56% del totale dei cambiamenti 2006-2022, con una prevalenza di edifici (classe 111), strade asfaltate (classe 112) e piazzali pavimentati (classe 116). Tra le classi di consumo reversibile si nota la quota dovuta ai pannelli fotovoltaici a terra, che, con 150 km², rappresentano una fetta importante dei cambiamenti, seppure con impatti diversi a seconda del tipo di impianto.

Per l'ultima annualità le modalità con cui viene consumato il suolo, sono sintetizzate in Tabella 11. Rispetto all'anno precedente aumenta leggermente la quota della componente reversibile, che arriva a 6.192 ettari (281 ettari in più rispetto allo scorso anno). Si tratta nella maggior parte dei casi di aree di cantiere (5.346 ettari), che rappresentano quasi il 70% dei cambiamenti totali e che sono destinati prevalentemente alla realizzazione di nuovi edifici e infrastrutture, e dunque a divenire, in buona parte, nuovo consumo permanente in futuro. Nell'ultimo anno sono stati consumati in maniera irreversibile 1.485 ettari (oltre 50 ettari in più rispetto al periodo 2021-2022), con una prevalenza dell'edificato, che aumenta di 724 ettari (oltre la metà del consumo permanente).

Tabella 10. Classi di consumo di suolo tra il 2006 e il 2022. Fonte: elaborazione ISPRA su dati SNPA

	Sistema di classificazione del consumo di suolo	Consumo di suolo 2006-2022 (ha)	Ripartizione consumo di suolo per classe 2006-2022 (%)
1	Consumo di suolo	121.646	100
1xx	(non classificato)	30.307	24,9
11	Consumo di suolo permanente	43.071	35,4
111	Edifici, fabbricati	19.290	15,9
112	Strade pavimentate	9.962	8,2
113	Sede ferroviaria	278	0,2
114	Aeroporti	143	0,1
115	Porti	68	0,1
116	Altre aree impermeabili/pavimentate non edificate	9.736	8
117	Serre permanenti pavimentate	133	0,1
118	Discariche	890	0,7
11x	(altro consumo permanente non classificato)	2.571	2,1
12	Consumo di suolo reversibile	48.269	39,7
121	Strade non pavimentate	1.214	1
122	Cantieri e altre aree in terra battuta (piazze, parcheggi, cortili, campi sportivi, depositi permanenti di materiale, etc.)	25.330	20,8
123	Aree estrattive non rinaturalizzate	5.032	4,1
124	Cave in falda	421	0,3
125	Impianti fotovoltaici terra	15.006	12,3
126	Altre coperture artificiali non connesse alle attività agricole la cui rimozione ripristini le condizioni iniziali suolo	182	0,1
12x	(altro consumo reversibile non classificato)	1.085	0,9

Tabella 11. Consumo di suolo tra il 2020 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

		2020-2021	2021-2022			2020-2021	2021-2022
Consumo di suolo permanente	ha	1.433	1.485	Edifici	ha	726	724
				Infrastrutture		78	728
				Altro		629	33
	%	19,5	19,3	Edifici	%	9,9	9,4
				Infrastrutture		1,1	1,0
				Altro		8,6	8,9
Consumo di suolo reversibile	ha	5.911	6.192	Cantieri	ha	5.179	5.346
				Altro		731,4	846
	%	80,5	80,7	Cantieri	%	58,0	69,6
				Altro		13,3	11,0

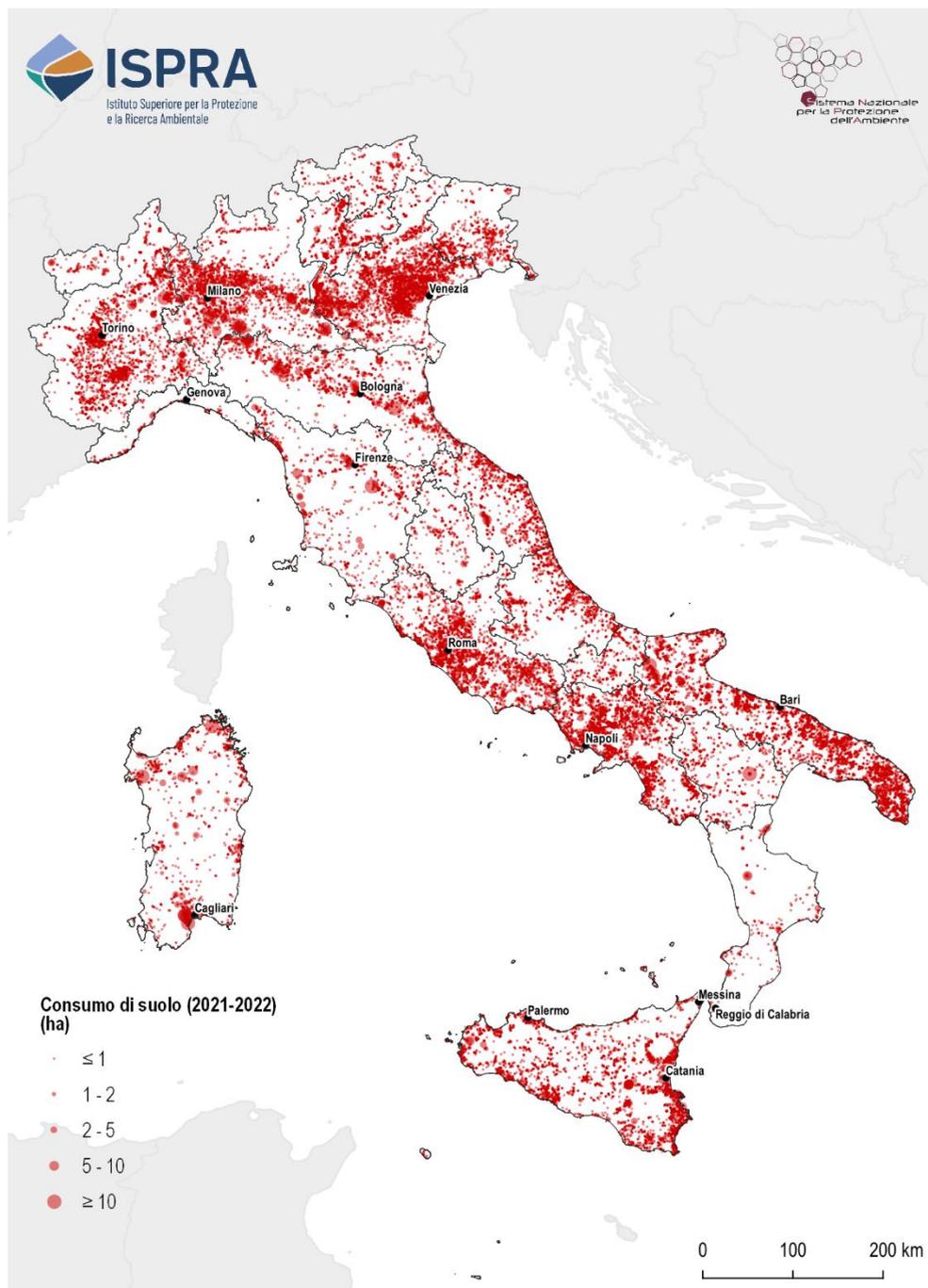


Figura 23. Localizzazione dei principali cambiamenti dovuti al consumo di suolo tra il 2021 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

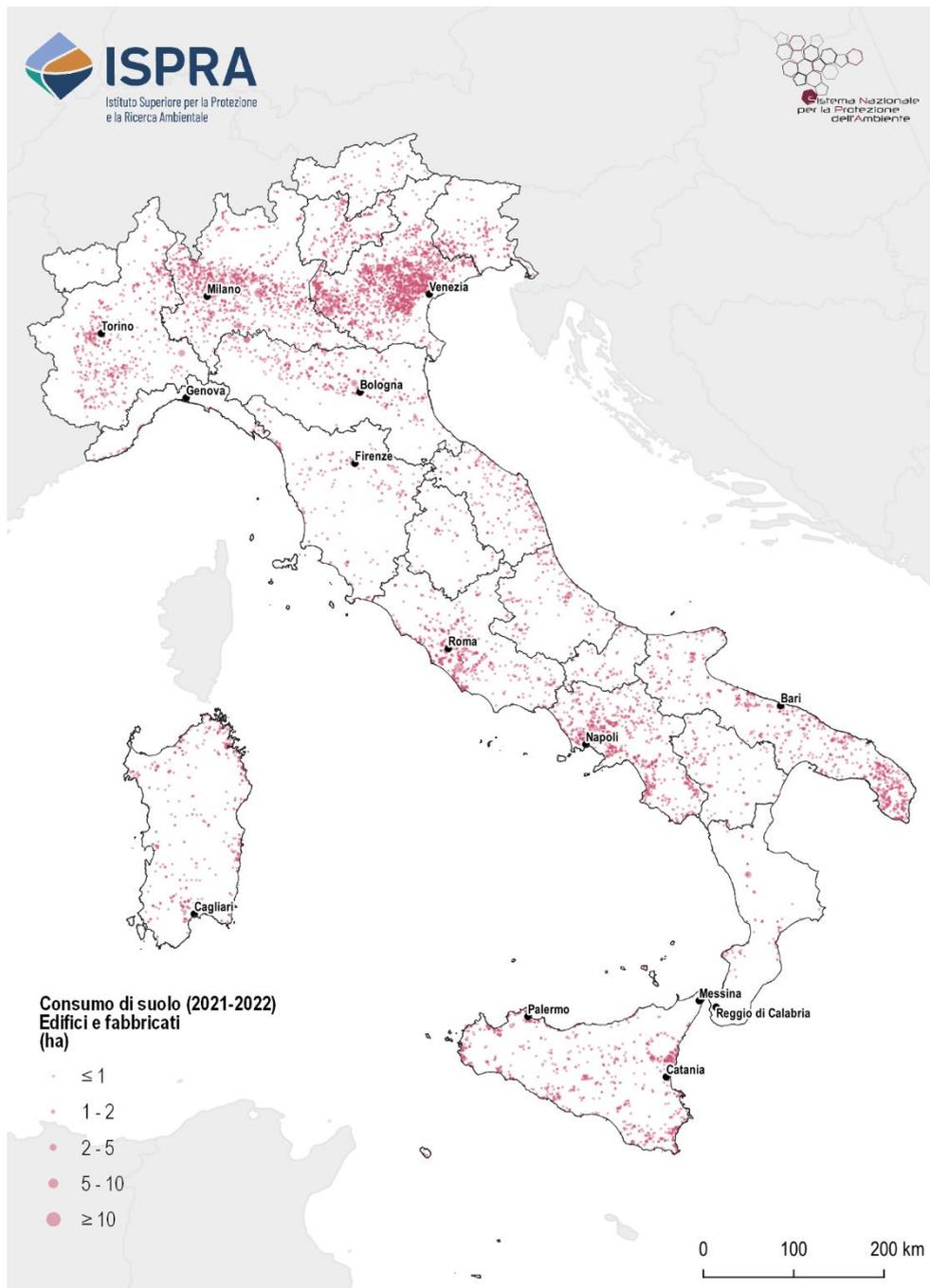


Figura 24. Localizzazione dei principali cambiamenti dovuti al consumo di suolo per nuovi edifici e fabbricati (classe 111) tra il 2021 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

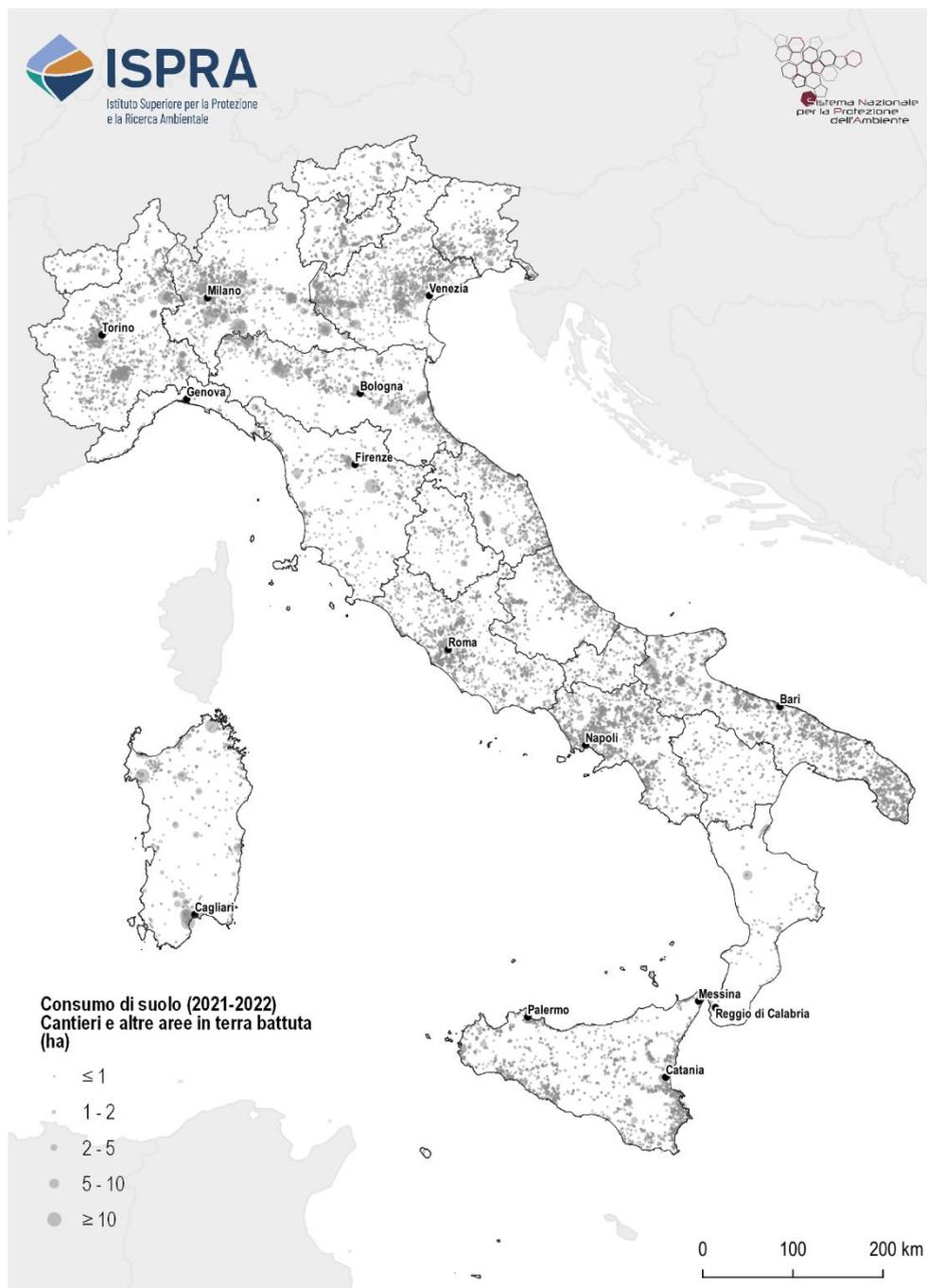


Figura 25. Localizzazione dei principali cambiamenti dovuti al consumo di suolo per nuovi cantieri (classe 122) tra il 2021 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

LE AREE EDIFICATE

Le aree edificate comprendono tutte le superfici coperte da edifici e fabbricati identificate dalla classe 111 del sistema di classificazione del consumo di suolo (Tabella 1).

Analizzando i dati della cartografia SNPA, le aree edificate occupano 5.414 km² (un territorio grande quanto tutta la Liguria), equivalente all'1,8% del territorio nazionale e ad oltre il 25% dell'intero suolo consumato, con

un massimo in Lombardia con circa 839 km² (pari al 3,5% dell'intera regione). Nell'ultimo anno l'aumento netto delle aree edificate è stato di circa 994 ettari (Tabella 12). Analizzando la parte di suolo coperta da edifici e fabbricati in relazione a quella complessivamente consumata, il Veneto è la regione che ha il maggior tasso di aree edificate (33,1% del suolo consumato della regione), seguita da Piemonte, Lombardia, Emilia-Romagna e Campania, tutte con valori percentuali superiori alla media nazionale (25,2%).

Tabella 12. Suolo consumato 2022 e consumo di suolo 2021-2022 per aree edificate. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Regione	Edifici e fabbricati				
	Suolo consumato (ha)	Consumo di suolo (ha)	Suolo consumato (%)	Suolo consumato sul consumato totale (%)	Suolo consumato pro capite (m ² /ab)
Piemonte	50.699	90,0	2,0	29,8	119
Valle d'Aosta	1.191	0,6	0,4	17,0	97
Lombardia	83.881	201,7	3,5	28,9	84
Trentino-Alto Adige	7.972	20,0	0,6	19,4	74
Veneto	72.031	283,3	3,9	33,1	149
Friuli-Venezia Giulia	15.698	13,7	2,0	24,7	131
Liguria	9.105	2,8	1,7	23,2	60
Emilia-Romagna	52.790	93,4	2,3	26,4	119
Toscana	33.102	19,4	1,4	23,3	90
Umbria	8.884	7,2	1,1	20,0	103
Marche	14.882	12,8	1,6	22,9	100
Lazio	31.730	30,8	1,8	22,6	56
Abruzzo	11.829	16,5	1,1	21,9	93
Molise	3.125	3,0	0,7	17,9	107
Campania	36.836	41,3	2,7	25,8	65
Puglia	34.399	47,5	1,8	21,6	88
Basilicata	4.342	7,2	0,4	13,6	80
Calabria	15.333	11,0	1,0	20,1	83
Sicilia	37.962	55,8	1,5	22,6	79
Sardegna	15.551	35,7	0,6	19,3	98
Italia	541.389	993,6	1,8	25,2	92

Dall'analisi della distribuzione delle superfici edificate rispetto alla presenza di aree a pericolosità da frana, idraulica e sismica⁴ (Tabella 13), il 36,2% (195.873 ettari) della superficie edificata nazionale ricade in aree a pericolosità sismica, con un massimo nelle Marche, dove il 100% del territorio è esposto a pericolosità sismica (e di conseguenza anche tutti i 14.882 ettari di edifici presenti nella regione), in Calabria (95% degli edifici esposti) e Umbria (92% degli edifici esposti).

L'8,6% della superficie edificata nazionale (46.498 ettari) ricade in area a pericolosità da frana; concentrandosi per quasi un quarto in Toscana, con 10.518 ettari, pari a circa il 32% delle aree coperte da edifici dell'intera Regione. Il 12,8% delle aree edificate (69.550 ettari) ricade in aree a pericolosità idraulica media e poco meno della metà di questi (33.116 ettari) si trova in Emilia-Romagna (complessivamente circa il 63% della superficie edificata della regione ricade in zone a pericolosità idraulica media).

Tabella 13. Distribuzione degli edifici (2022), a livello regionale, in ettari e percentuali, all'interno di aree a pericolosità sismica, a pericolosità da frana e a pericolosità idraulica (classe media). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA, ISPRA e ING

Regioni	Edifici e fabbricati in aree a pericolosità					
	Pericolosità sismica		Pericolosità da frana		Pericolosità idraulica media	
	ha	%	ha	%	ha	%
Piemonte	1	0,0	1.927	3,8	2.533	5,0
Valle d'Aosta	0	0,0	658	55,3	104	8,7
Lombardia	3.497	4,2	2.889	3,4	3.949	4,7
Trentino-Alto Adige	106	1,3	929	11,7	1.406	17,6
Veneto	26.894	37,3	327	0,5	7.071	9,8
Friuli-Venezia Giulia	11.131	70,9	93	0,6	1.658	10,6
Liguria	418	4,6	4.538	49,8	1.368	15,0
Emilia-Romagna	36.117	68,4	3.067	5,8	33.116	62,7
Toscana	6.451	19,5	10.518	31,8	7.886	23,8
Umbria	8.177	92,0	1.591	17,9	551	6,2
Marche	14.882	100,0	680	4,6	935	6,3
Lazio	10.615	33,5	1.670	5,3	1.299	4,1
Abruzzo	8.616	72,8	700	5,9	700	5,9
Molise	2.621	83,9	329	10,5	135	4,3
Campania	21.025	57,1	9.548	25,9	1.981	5,4
Puglia	5.086	14,8	1.001	2,9	1.116	3,2
Basilicata	2.908	67,0	620	14,3	64	1,5
Calabria	14.543	94,8	750	4,9	1.674	10,9
Sicilia	22.783	60,0	1.453	3,8	1.060	2,8
Sardegna	0	0,0	3.209	20,6	945	6,1
Italia	195.873	36,2	46.498	8,6	69.550	12,8

⁴ Nuove mosaicature nazionali ISPRA 2021 realizzate sulla base dei Piani di Assetto Idrogeologico – PAI Frane (v. 4.0 – 2020-2021) e delle mappe di pericolosità idraulica redatte dalle Autorità di bacino distrettuali, secondo gli scenari del D. Lgs 49/2010 di recepimento

della direttiva alluvioni (2007/60/CE). Per le aree a pericolosità sismica i dati SNPA sono confrontati con i dati di riferimento dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.

I dati sulle aree edificate sono stati incrociati con i dati relativi alle caratteristiche degli edifici, raccolti da Istat nell'ambito del censimento 2011 e relativi a numerosità, destinazione d'uso, utilizzo e stato di conservazione degli edifici ad uso residenziale (Tabella 14). Dall'analisi

risultano circa 249 km² di edifici non utilizzati a livello nazionale, con un massimo in Lombardia e Sicilia, mentre dal punto di vista della destinazione d'uso prevale il residenziale (4.456 km², pari all'84% del totale).

Tabella 14. Superficie degli edifici (2012) a livello regionale suddivisa per uso. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Istat

Regione	Superficie edifici non utilizzati (ha)	Superficie edifici ad uso residenziale (ha)	Superficie edifici ad uso non residenziale (ha)	Superficie edifici ad uso residenziale pro capite (m ² /ab)
Piemonte	2.288	41.474	6.076	95
Valle d'Aosta	151	855	161	67
Lombardia	2.870	69.058	10.412	71
Trentino-Alto Adige	202	6.849	652	67
Veneto	2.577	60.016	7.085	124
Friuli-Venezia Giulia	555	13.358	1.484	110
Liguria	478	7.585	985	48
Emilia-Romagna	1.726	43.442	6.905	100
Toscana	935	26.934	4.821	73
Umbria	404	7.309	1.023	83
Marche	701	12.390	1.572	80
Lazio	1.343	25.021	3.450	45
Abruzzo	1.092	9.365	1.213	72
Molise	272	2.517	274	80
Campania	2.166	30.745	3.378	53
Puglia	1.677	28.981	2.843	72
Basilicata	256	3.617	360	63
Calabria	1.392	12.164	1.414	62
Sicilia	2.849	30.928	3.526	62
Sardegna	937	13.008	1.397	79
Italia	24.869	445.615	59.030	75

IL CONSUMO DI SUOLO NELLE AREE URBANE

I nuclei urbani principali esercitano una significativa azione attrattiva nei confronti della diffusione delle aree artificializzate. Se da un lato questo si traduce nella tendenza alla saturazione dei vuoti interclusi nel tessuto urbano denso e semi-denso, dall'altro i fenomeni di urbanizzazione avvengono con sempre maggiore intensità ai margini della città consolidata e in contesti agricoli e naturali ad elevata valenza ecologica. Alla tendenza all'aggiunta successiva dei nuclei urbani consolidati, si associano nuove forme urbane discontinue, eterogenee e frammentate, che generano aree ibride e disperse non definibili propriamente né in termini di

area urbana né di area rurale. Tale sfrangiamento dei margini delle aree urbane ne rende complessa la delimitazione e pone dei limiti alla definizione di un criterio univoco per circoscriverle. In questo senso, nell'ambito del monitoraggio annuale del consumo di suolo, vengono considerati diversi approcci alla rappresentazione delle aree urbanizzate.

ISPRA propone due diverse metodologie per la rappresentazione delle aree urbane, entrambe basate sulla Carta nazionale del suolo consumato. Nel primo caso la delimitazione delle diverse tipologie di tessuto urbano considera esclusivamente la distribuzione spaziale dell'uso e della copertura del suolo, in termini di

densità media delle superfici artificiali in un raggio di 300 metri, individuando tre classi (Figura 26): Artificiale compatto (aree urbane, con densità di costruito $\geq 50\%$), Artificiale a media/bassa densità (aree suburbane, con densità tra il 10 e il 50%) e Artificiale assente o rado (aree rurali, con densità di costruito $\leq 10\%$).

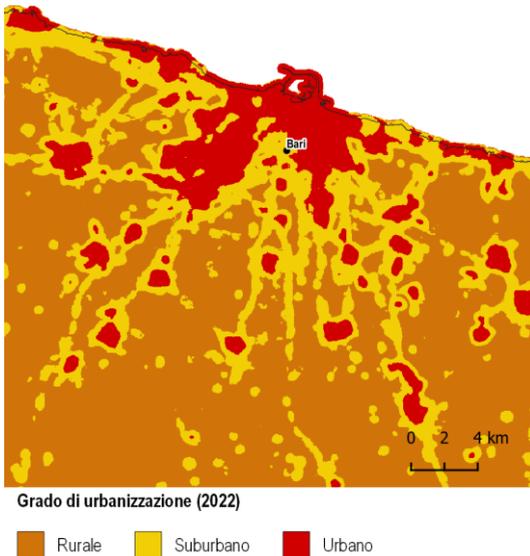


Figura 26 Caratterizzazione del grado di urbanizzazione nell'area di Bari. A livello nazionale, al 2022 l'artificiale compatto occupa il 3,0% della superficie nazionale (con una prevalenza in Lombardia, sia in termini di estensione totale che di percentuale sulla superficie regionale), l'artificiale a media/bassa densità il 15,5% del territorio, mentre il restante 81,5% della superficie è occupato da aree rurali con superfici artificiali rade o assenti, che mostrano una tendenza alla diminuzione (in particolare in Puglia). L'artificiale a media/bassa densità è la classe più dinamica, in primo luogo per la predisposizione alla trasformazione delle aree libere rimaste incluse nelle aree urbanizzate o intercluse tra gli assi infrastrutturali o in territori che hanno già perso il carattere di diffusa naturalità. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Oltre la metà (54,1%) del nuovo consumo di suolo mappato tra il 2021 e il 2022 avviene densificando le aree di frangia urbana e circa un terzo si concentra nelle aree rurali, mentre i processi di densificazione delle aree urbane compatte riguardano circa il 10% dei cambiamenti totali. In tutte le regioni del Centro-Nord, del Nord e nelle regioni tirreniche alle dinamiche di densificazione dei nuclei urbani consolidati si associa la diffusione di superfici artificiali in prossimità dei margini che

tende ad alimentare lo sviluppo spaziale del tessuto insediativo. In particolare, in Liguria, Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia e Campania, circa tre quarti dei cambiamenti avvengono all'interno dei contesti prevalentemente artificiali a media o bassa densità. Nelle regioni del Sud (esclusa la Campania) prevale la tendenza alla dispersione insediativa.

La seconda rappresentazione del continuum urbano-rurale proposta da ISPRA (Figura 27) integra l'informazione sulla densità del costruito con dati sulla densità di popolazione, secondo una procedura simile a quella proposta dal *Joint Research Centre* (JRC), e classifica il territorio nazionale in: Classe 1, in aree urbane ad alta densità di popolazione (>1.500 ab/km²) e di suolo consumato ($> 50\%$), classe 2 in aree urbane a media densità di popolazione (tra 300 e 1.500 ab/km²) e di suolo consumato (tra il 10% e il 50%), classe 3 in aree rurali con basse densità sia di popolazione che di suolo consumato e, infine, classe 4 in zone ad alta densità di suolo consumato ($> 50\%$) e basse densità di popolazione (<300 ab/km²).

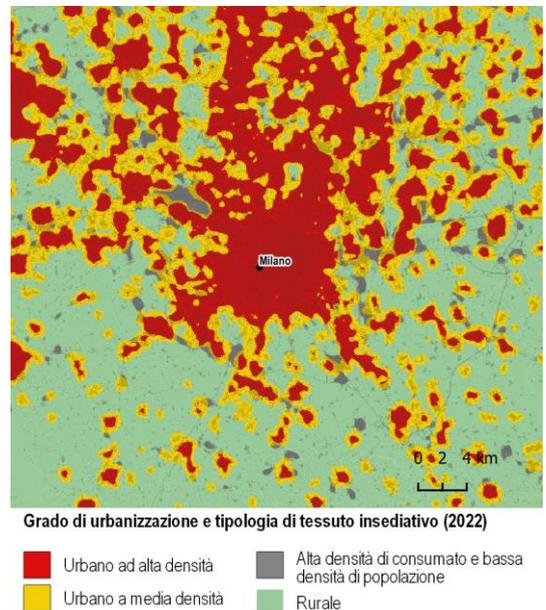


Figura 27. Caratterizzazione delle aree urbane nel comune di Milano utilizzando dati di densità di costruito e popolazione. L'informazione sulla densità di popolazione consente di distinguere le aree ad alta densità di costruito quelle destinate ad attività produttive, infrastrutture o servizi (ad esempio quartieri fieristici, aree estrattive, aeroporti) o aree di recente costruzione non ancora abitate, caratterizzate da

alta densità del costruito e pochi o nessun abitante residente. Si nota una decisa riduzione della superficie delle aree a media densità rispetto al risultato ottenuto considerando il solo grado di urbanizzazione (si passa dal 15,5 al 7,3% della superficie nazionale). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Quasi due terzi (64%) dei cambiamenti rilevati nell'ultimo anno ricadono nelle aree rurali (classe 3), che comunque, per via della notevole estensione, presenta valori di densità del consumo di suolo (m^2/ha) molto più bassi delle altre classi.

Le aree urbane (classe 1 e classe 2) mostrano incrementi simili, con densità più elevate rispetto alla media nazionale e che si aggirano intorno agli 8 m^2 per ogni ettaro di superficie.

La classe 4 risulta la più critica, con valori di densità di consumo di suolo (circa 20 m^2/ha) e di suolo consumato pro capite (9.827 m^2 /abitante, Figura 28) decisamente più elevati rispetto alle altre classi.

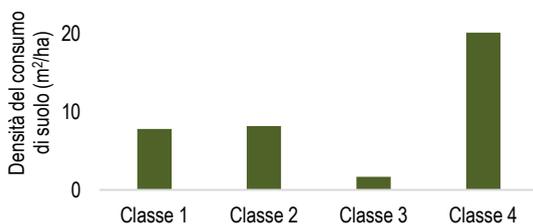


Figura 28. Densità (m^2/ha) del consumo di suolo tra il 2021 e il 2022 per tipologia di area urbana. Alla classe 1 appartengono i centri urbani ad alta densità, nella classe 2 rientrano i gruppi urbani a media densità, la classe 3 è rappresentata dalle zone rurali, alla classe 4 appartengono le aree ad alta antropizzazione e con bassa popolazione. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Le tendenze alla densificazione delle aree suburbane ai margini del tessuto insediativo consolidato, e alla dispersione insediativa nelle aree rurali si riscontrano anche dall'analisi della distribuzione spaziale del consumo di suolo rispetto alle 182 città classificate come "poli" nella Mappa Aree Interne 2020, prodotto dell'Agenzia per la Coesione Sociale, che mostra come la più elevata densità di cambiamenti sia localizzata entro i primi 3 km dai centri città, sia con riferimento al consumo 2006-2022 che rispetto all'ultimo anno; nella fascia che va dagli 1,6 ai 2,1 km di distanza dal centro, dove nell'ultimo anno sono stati raggiunti 10,2 m^2/ha di densità di consumo di suolo (Figura 29).

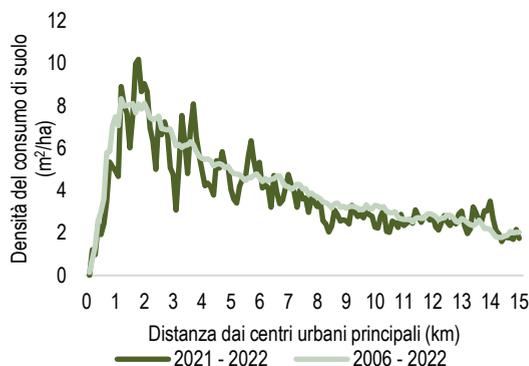


Figura 29. Confronto tra la densità del consumo di suolo netto annuale tra il 2006 e il 2022 e la densità di consumo di suolo tra il 2021 e il 2022 in relazione alla distanza dai centri urbani principali. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Un ulteriore strumento per descrivere la distribuzione spaziale del consumo di suolo si basa sull'osservazione dei valori immobiliari, riferiti alla zonizzazione fornita dall'Osservatorio del Mercato Immobiliare (OMI) dell'Agenzia delle Entrate, che associa alle diverse superfici edificate delle aree urbane e periurbane valori economici sulla base dei prezzi di compravendita, individuando zone omogenee contigue: centrale (nel centro urbano), semicentrale (a metà tra fascia centrale e periferica), periferica (margine esterno dell'insediamento edificato), suburbana (agglomerati urbanizzati separati dal nucleo centrale) ed extraurbana (aree rurali).

L'analisi del dato mostra come il valore immobiliare e la rendita rappresentino ancora un significativo driver per le nuove artificializzazioni del suolo, evidenziando una maggiore concentrazione delle aree artificiali e del nuovo consumo di suolo all'interno delle zone con alti valori immobiliari. Il suolo consumato e il consumo di suolo sono quasi equamente ripartiti tra le aree extraurbane (44% del suolo consumato e 57% dei cambiamenti), e quelle urbane (che ospitano circa il 56% del suolo oggi consumato e il 43% dei cambiamenti), benché queste ultime occupino poco più del 12% del territorio nazionale. In generale, le aree con alti valori immobiliari, mostrano un'elevata "saturazione" del territorio con percentuali medie di suolo consumato sempre superiori al 30% e la densità dei cambiamenti è decisiva.

mente superiore nelle aree urbane, più di 6 volte rispetto alla densità del consumo di suolo in area extraurbana.

CANTIERI E INFRASTRUTTURE

A partire dal terzo livello di classificazione della Carta Nazionale del suolo consumato, è stato condotto un approfondimento (Tabella 15 e Tabella 16) sulle superfici occupate al 2022 dalle aree di cantiere (con riferimento alle classi di consumato 12, 121 e 122) e alle infrastrutture (classi di suolo consumato permanente 112, 113, 114 e 115, relative a strade pavimentate, ferrovie, aeroporti e porti, rispettivamente).

Le aree destinate a cantieri e strade sterrate occupano nel complesso il 5,3% della superficie nazionale, concentrandosi per circa il 40% in Emilia-Romagna (18.317 ettari, pari allo 0,8% della superficie regionale, il doppio del valore nazionale), Piemonte (14.059 ettari) e Lombardia (12.742 ettari). Il consumo di suolo 2021-2022

per queste classi costituisce il 60% dei cambiamenti totali rilevati a livello nazionale e ha interessato maggiormente la Puglia con 538,8 ettari, la Lombardia con 527,4 ettari e l'Emilia-Romagna con 439,8 ettari, mentre la Basilicata mostra i valori più alti di percentuale occupata dalla classe rispetto al suolo consumato regionale e di consumo di suolo pro capite (rispettivamente 9% e 54 m²/ab).

Le infrastrutture occupano complessivamente 616.252 ettari, pari al 2% del territorio nazionale e al 28,6% del consumato totale (il valore supera il 45% in Molise, Basilicata e Valle d'Aosta, che sono anche le regioni con i valori più alti di consumato pro-capite dovuto alle infrastrutture). Lombardia e Veneto mostrano i valori più alti di suolo consumato associato alle infrastrutture, sia in termini assoluti (rispettivamente 76.316 e 54.676 ettari) che in percentuale sull'estensione della regione (3,2% e 3,0%; Tabella 16).

Tabella 15. Suolo consumato 2022 e consumo di suolo 2021-2022 di cantieri e strade sterrate (classi di suolo consumato reversibile: 12,121, 122)

Regione	Cantieri e strade sterrate				
	Suolo consumato (ha)	Consumo di suolo (ha)	Suolo consumato (%)	Suolo consumato sul consumato totale (%)	Suolo consumato pro capite (m ² /ab)
Piemonte	14.059	339,7	0,6	8,3	33
Valle d'Aosta	602	17,5	0,2	8,6	49
Lombardia	12.742	527,4	0,5	4,4	13
Trentino-Alto Adige	2.057	93,2	0,2	5,0	19
Veneto	9.811	130,1	0,5	4,5	20
Friuli-Venezia Giulia	4.533	117,7	0,6	7,1	38
Liguria	880	21,3	0,2	2,2	6
Emilia-Romagna	18.317	439,8	0,8	9,2	41
Toscana	8.505	166,1	0,4	6,0	23
Umbria	2.010	50,5	0,2	4,5	23
Marche	2.261	165,3	0,2	3,5	15
Lazio	6.096	272,1	0,4	4,3	11
Abruzzo	1.767	90,4	0,2	3,3	14
Molise	1.073	70,9	0,2	6,1	37
Campania	4.402	427,0	0,3	3,1	8
Puglia	7.679	538,8	0,4	4,8	20
Basilicata	2.908	56,0	0,3	9,1	54
Calabria	2.234	51,1	0,1	2,9	12
Sicilia	5.946	373,7	0,2	3,5	12
Sardegna	5.365	285,4	0,2	6,7	34
Italia	113.244	4.233,9	0,4	5,3	19

Tabella 16. Suolo consumato 2022 e consumo di suolo 2021-2022 delle aree di suolo consumato permanente (strade pavimentate, ferrovie, aeroporti e porti, classi: 112, 113, 114, 115)

Regione	Infrastrutture				
	Suolo consumato (ha)	Consumo di suolo (ha)	Suolo consumato (%)	Suolo consumato sul consumato totale (%)	Suolo consumato pro capite (m ² /ab)
Piemonte	34.987	13,2	1,4	20,6	82
Valle d'Aosta	3.176	0,0	1,0	45,2	257
Lombardia	76.316	20,6	3,2	26,3	77
Trentino-Alto Adige	17.269	1,5	1,3	42,1	161
Veneto	54.676	61,6	3,0	25,1	113
Friuli-Venezia Giulia	15.593	1,6	2,0	24,5	131
Liguria	15.073	0,4	2,8	38,3	100
Emilia-Romagna	54.554	21,8	2,4	27,3	123
Toscana	46.138	5,8	2,0	32,5	126
Umbria	16.812	0,0	2,0	37,8	196
Marche	20.061	15,8	2,2	30,9	135
Lazio	38.126	3,6	2,2	27,1	67
Abruzzo	20.238	4,9	1,9	37,5	159
Molise	8.136	0,3	1,8	46,5	278
Campania	34.274	4,9	2,5	24,0	61
Puglia	42.289	21,2	2,2	26,5	108
Basilicata	14.399	0,8	1,4	45,2	266
Calabria	27.171	5,9	1,8	35,5	146
Sicilia	48.076	12,4	1,9	28,7	99
Sardegna	28.888	13,1	1,2	35,8	182
Italia	616.252	209,1	2,0	28,6	104

GLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

I dati SNPA relativi all'individuazione di nuovi impianti fotovoltaici installati a terra rilevati tra il 2021 e il 2022⁵ riportano un totale di 243 ettari di consumo di suolo, corrispondenti a una potenza di circa 135 MW⁶, un dato abbastanza distante dai 70 ettari rilevati nel 2021 e in linea con i 241 ettari rilevati nel 2020 e i 246 del 2019.

La regione in cui nell'ultimo anno si è destinato più territorio al fotovoltaico a terra è la Sardegna, che ha consumato oltre 91 ettari (circa il 37% dei cambiamenti totali ascrivibili alla classe); seguono la Sicilia e il Lazio, rispettivamente con 59 e 56 ettari (Tabella 17). L'unica

regione che riporta valori negativi di consumo sono le Marche (-1,1 ha), in particolare il comune di Jesi, dove un impianto di fotovoltaico a terra è stato temporaneamente rimosso in vista di una successiva sostituzione dei moduli.

Il diffondersi di diverse tecnologie e tipologie di impianti fotovoltaici ha portato, durante l'ultimo monitoraggio, all'individuazione di una nuova classe di copertura del suolo, gli "impianti fotovoltaici a bassa densità" (codice 205). La metodologia utilizzata per il monitoraggio del consumo di suolo considera consumate le superfici su

⁵ I dati dei nuovi impianti fotovoltaici rilevati dal monitoraggio ISPRA/SNPA si riferiscono a nuovi impianti individuati tramite dati satellitari e/o servizi immagini ad alta risoluzione e non danno informazioni relative alla loro entrata in esercizio.

⁶ La stima dei MW installati è stata fatta considerando un parametro del GSE che pone a 1,8 ettari la superficie lorda occupata da ogni MW installato a terra (GSE, Rapporto Statistico 2022, Solare Fotovoltaico).

cui l'artificializzazione interessa più del 50% della singola cella della griglia di rilevazione (porzione di territorio di 10x10 metri). Molti dei nuovi impianti rilevati mostrano una percentuale di superficie coperta dai moduli fotovoltaici inferiore alla soglia metodologica (Figura 30). Pur non considerando suolo consumato queste aree, si è ritenuto opportuno tenere comunque traccia di questo tipo di evoluzione della copertura del suolo assegnando un codice appartenente alle classi dei suoli non consumati (2xx). Nell'ultimo anno oltre 250 ettari di suolo sono stati classificati come impianti fotovoltaici a bassa densità (classe 205), più della superficie consumata nel periodo 2021-2022 dagli impianti fotovoltaici a più alta densità (classe 125). Circa il 73% di questa superficie è situato in Sicilia (182 ettari) e il restante 27% nel Lazio (69 ettari).

Tabella 17. Distribuzione del consumo di suolo 2021-2022 dovuto a nuovi impianti fotovoltaici a terra (classe 125). Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Regione	Consumo di suolo (ha)
Piemonte	8,6
Valle d'Aosta	0,0
Lombardia	0,0
Trentino-Alto Adige	0,0
Veneto	0,0
Friuli-Venezia Giulia	0,0
Liguria	0,0
Emilia-Romagna	0,0
Toscana	0,0
Umbria	0,0
Marche	-1,1
Lazio	56,3
Abruzzo	11,6
Molise	0,0
Campania	0,0
Puglia	0,0
Basilicata	17,5
Calabria	0,0
Sicilia	59,4
Sardegna	91,3
Italia	243,4

A livello nazionale, risultano occupati da impianti fotovoltaici circa 17.830 ettari, equivalenti a più di 9.900 MW di potenza, risultati che differiscono di circa il 13%

da quelli pubblicati nel rapporto statistico Solare Fotovoltaico 2022 del GSE (che riporta una superficie di 15.700 ettari e una potenza totale pari a circa 8.520 MW) per via della differente risoluzione dei dati.

La distribuzione dei pannelli fotovoltaici installati a terra a livello regionale, ricavabile dai dati SNPA, mostra una situazione abbastanza eterogenea con un picco in Puglia (che, con 6.116 ettari, ospita circa il 34% di tutti gli impianti nazionali), e un minimo in Valle d'Aosta (1,2 ha) e Liguria (0,2 ha).



Figura 30. Esempio di impianto fotovoltaico a bassa densità (circa 110 ettari; codice 205), comune di Mazara del Vallo (Trapani). Le informazioni fornite dalla ditta installatrice riportano un'altezza dei moduli inseguitori da terra, in posizione orizzontale degli stessi, di circa 2,6 metri e una distanza tra le file (considerando il piede delle strutture di supporto) di circa 12 metri. Questa distanza si riduce a circa 9,6 metri considerando l'ingombro dei moduli completamente inclinati e a 7,4 metri con i moduli orizzontali

Il Piano Nazionale Integrato Energia e Clima (PNIEC), nel suo aggiornamento di giugno 2023, prevede per il 2030 un incremento di circa 74 GW dell'energia prodotta da fonti rinnovabili rispetto al 2021, 57 dei quali derivanti da fotovoltaico. Lo stesso PNIEC, nell'ottica della "riduzione del consumo del territorio" e la preservazione del suolo utile (Figura 31), suggerisce di "indi-

rizzare la diffusione della significativa capacità incrementale di fotovoltaico prevista per il 2030, promuovendone l'installazione innanzitutto su edificato, tettoie, parcheggi, aree di servizio, etc.” e prevedendo la diffusione di impianti agrivoltaici (Figura 32), in modo tale da coniugare la tutela del suolo e la spinta sulle rinnovabili.

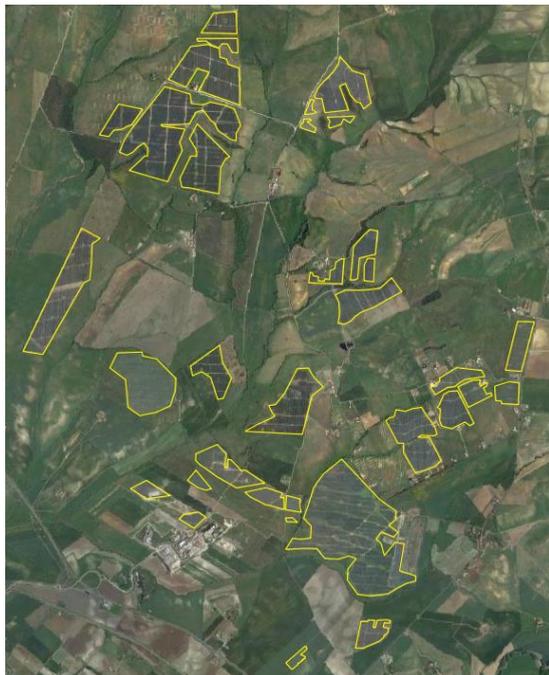


Figura 31. Esempio di impianti fotovoltaici installati su suolo utile (circa 405 ettari), comune di Montalto di Castro (Viterbo)

A partire dalla classe 111, rappresentata da edifici e fabbricati della carta del suolo consumato 2022, è stata stimata la superficie potenzialmente disponibile per l'installazione di impianti fotovoltaici sui tetti, con relative ipotesi sulla potenza fotovoltaica installabile (Figura 33).

Diversi fattori possono incidere sulla superficie effettivamente disponibile all'installazione di nuovi impianti, tra i principali ci sono i comignoli, gli impianti di condizionamento, l'ombreggiamento da elementi costruttivi o edifici vicini, etc. È stato stimato, coerentemente con le valutazioni del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea, che la percentuale dei tetti adatti a

ospitare impianti può variare, a livello europeo, tra il 49 e il 64% (Bòdis *et al.*, 2019). Un'ulteriore riduzione del 60% di superficie da non considerare è dovuta alla distanza necessaria tra i pannelli per permetterne la manutenzione (*ibidem*). Dall'analisi sono stati anche esclusi i centri storici dei principali comuni e tutti i centri urbani minori, in cui l'installazione dei pannelli può essere inopportuna o soggetta a vincoli di natura storico-paesaggistica.



Figura 32. Impianto agrivoltaico elevato ad inseguimento su doppio asse. Comune di Monticelli d'Angina (circa 17 ettari; Piacenza). In basso una vista da Google Street View da cui si nota l'altezza di installazione e la presenza di coltivazioni cerealicole

I risultati mostrano che la superficie netta disponibile può variare da 757 a 989 km². Ipotizzando tetti piani e

la necessità di disporre di 10,3 m² per ogni kW installato⁷, si stima una potenza installabile sui fabbricati esistenti variabile dai 73 ai 96 GW. A questa potenza si potrebbe aggiungere quella installabile in aree di parcheggio, in corrispondenza di alcune infrastrutture, in aree dismesse o in altre aree impermeabilizzate, senza aumentare il consumo di suolo. Ipotizzando che sul 4% dei tetti⁸ sia già installato un impianto, si può concludere che, sfruttando gli edifici disponibili, ci sarebbe posto per una potenza fotovoltaica compresa fra 70 e 92 GW, un quantitativo sufficiente a coprire l'aumento di energia rinnovabile complessiva previsto dal PNIEC al 2030. In generale, data la vasta disponibilità di superfici a minore impatto ambientale, si potrebbe formulare un mix di localizzazioni che non solo risponde alle esigenze energetiche, ma minimizza anche il consumo di suolo.

Uscendo dallo scenario che considera le nuove installazioni sulle superfici già consumate, volendo fare una previsione di quanto suolo verrebbe consumato a causa dei nuovi impianti fotovoltaici, le superfici coinvolte dipendono dalla quota della nuova energia da produrre che verrà realmente affidata al solare fotovoltaico e dal rapporto tra impianti che saranno realizzati a terra e impianti che saranno realizzati su coperture. Al 2022, come risultato della storia della diffusione di questa tecnologia nel nostro Paese, la ripartizione risulta pari al 34% circa a terra e al 66% non a terra. Ipotizzando di fissare l'attenzione su tutti i 55 GW incrementali previsti (più di 2 GW, dei 57 previsti, sono già stati installati nel corso del 2022), e di mantenere una ripartizione analoga, utilizzando come coefficienti medi di occupazione valori non molto dissimili da quelli attuali, si potrebbe calcolare, in via teorica, una superficie di circa 340 km² di nuovo suolo consumato. Si tratta, tuttavia, di un calcolo teorico soggetto a enorme variabilità al variare degli scenari. Nell'ipotesi estrema in cui tutta la nuova potenza prevista venisse installata a terra, per esempio, si potrebbero consumare fino a 990 km² di suolo.



Figura 33. Esempi di tetti fotovoltaici (circa 1,2 ettari), comune di Altavilla Milicia (Palermo)

⁷ Parametro ricavato dal simulatore GSE per i tetti in piano (www.autoconsumo.gse.it).

⁸ Valore derivante dall'ipotesi che tutta la potenza installata non a terra sia sui tetti.

LO SVILUPPO DEI POLI LOGISTICI

Logistica e grande distribuzione organizzata figurano tra le principali cause di incremento della superficie consumata in Italia. In questo senso è stato condotto un approfondimento sulle superfici consumate per lo sviluppo dei poli logistici nel periodo 2006-2022 (Tabella 18). In termini assoluti il primato è del Nord-Est con 1.671 ettari, corrispondenti al 5,8% del totale del consumo di suolo per il periodo 2006-2012 nella stessa ripartizione. Seguono il Nord-Ovest con 1.540 ettari (6.1%) e il Centro (940 ettari; 4,7%). Restano marginali, seppur importanti in termini di ettari, i contributi di Sud e Isole.

In Emilia-Romagna si raggiunge il valore più alto di cambiamenti associati alla logistica rispetto ai cambiamenti totali regionali 2006-2021 (7,7%) e il picco annuale di consumo, pari a 126 ettari tra 2021 e il 2022.

Osservando l'andamento temporale dei risultati si riscontra una tendenza in aumento a livello nazionale, indipendente da variabili geografiche. Sempre a scala nazionale, il periodo con il valore più elevato di consumo di suolo legato ad attività di logistica risulta essere l'ultimo analizzato (506 ettari).

Analizzando dal punto di vista tipologici il consumo di suolo associato alla logistica (Figura 34), circa due terzi dei cambiamenti afferiscono al settore produttivo/industriale (considerando le nuove strutture destinate sia ad attività produttive industriali che ad attività logistiche per la gestione e il trasporto delle merci), mentre la restante porzione è ripartita tra e-commerce e grande distribuzione/commerciale (in cui sono stati inseriti tutti i nuovi centri per la distribuzione di generi alimentari e agroalimentari, centri commerciali, outlet, etc.), con una lieve prevalenza di quest'ultima.

Tabella 18. Consumo di suolo legato ad attività di logistica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Regione	Consumo di suolo da logistica										
	2006 - 2012 (ha)	2012 - 2015 (ha)	2015 - 2016 (ha)	2016 - 2017 (ha)	2017 - 2018 (ha)	2018 - 2019 (ha)	2019 - 2020 (ha)	2020 - 2021 (ha)	2021 - 2022 (ha)	2006 - 2022 (ha)	%sul totale 2006 - 2022
Piemonte	171	43	11	63	29	12	84	43	60	514	5,4
V. d'Aosta	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	0,3
Lombardia	460	92	48	45	71	57	106	52	81	1.012	6,9
Liguria	6	0	0	0	2	1	2	-	-	12	1,5
Friuli-V. Giulia	10	3	0	18	2	0	1	-	-	35	1,2
Trentino-A. Adige	3	2	-	4	0	2	2	1	6	21	1,1
Emilia-Romagna	290	48	39	37	98	91	50	63	126	843	7,7
Veneto	244	48	25	73	108	73	47	37	116	772	5,9
Umbria	20	24	-	3	6	6	2	5	4	69	2,7
Marche	38	5	2	1	9	8	6	4	5	77	2,0
Toscana	99	31	14	4	9	21	9	7	7	201	4,5
Lazio	257	82	18	18	79	36	39	43	20	592	6,5
Basilicata	14	5	0	1	2	2	4	0	0	29	1,2
Molise	1	0	-	-	8	1	1	1	1	12	1,5
Abruzzo	27	7	-	5	3	3	3	6	9	63	1,9
Calabria	31	4	1	0	2	1	2	0	18	59	1,3
Puglia	143	18	1	7	9	7	12	14	12	224	1,6
Campania	113	20	12	12	35	31	15	31	26	296	3,9
Sardegna	11	1	2	1	2	0	1	8	3	30	0,7
Sicilia	114	29	3	3	25	26	20	10	11	241	2,3
Italia	2.052	464	176	295	500	379	406	326	506	5.104	4,2

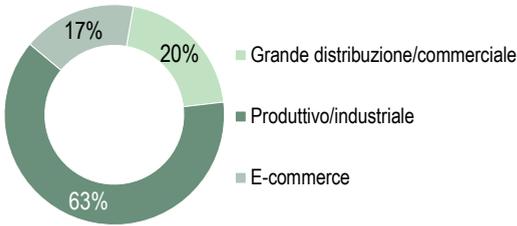


Figura 34. Ripartizione delle tipologie di cambiamenti dovuti alla logistica. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

La distribuzione spaziale del consumo di suolo legato alle attività di logistica rispetto alle quattro classi individuate da ISPRA per la descrizione del *continuum* urbano-rurale (aree urbane ad alta densità, aree urbane a media densità, aree rurali, aree a bassa densità di popolazione e alta densità di suolo consumato) mostra una tendenza dei cambiamenti a concentrarsi principalmente nelle zone rurali e nelle zone ad alta densità di suolo consumato e bassa densità di popolazione. A differenza degli anni passati, tra il 2021 e il 2022 il valore più alto di densità di consumo di suolo è stato riscontrato in aree rurali (Figura 35).

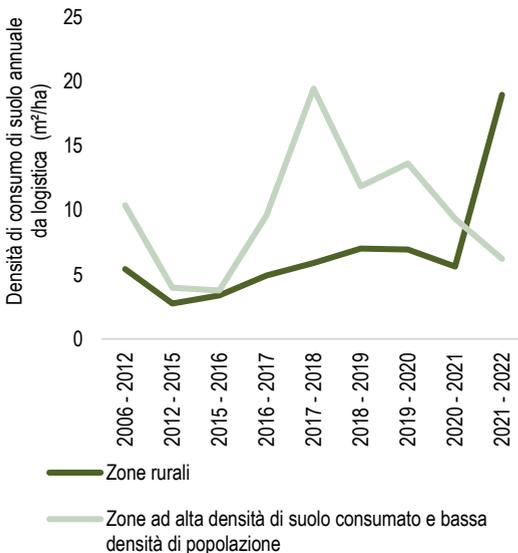


Figura 35. Densità del consumo di suolo da logistica nelle classi di urbanizzazione 3 e 4. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA



Figura 36. Ampliamento del polo logistico presso San Pietro Mosezzo (Novara), consumo di suolo di circa 12 ettari (dall'alto, immagini 2020, 2021 e 2022)

DISTRIBUZIONE TERRITORIALE DEL CONSUMO DI SUOLO

DISTRIBUZIONE DEI CAMBIAMENTI

Per analizzare l'effetto delle nuove coperture artificiali sull'evoluzione recente del territorio italiano è essenziale tenere in considerazione la grande variabilità che caratterizza il nostro paese dal punto di vista geologico, climatico, morfologico e idrografico, ma anche dal punto di vista della biodiversità, della ricchezza di ecosistemi e della presenza di strumenti di tutela introdotti per preservarli, senza dimenticare gli aspetti storici, socio-economici e culturali che hanno portato all'evoluzione del paesaggio e dell'uso del suolo e alla nascita e allo sviluppo degli insediamenti e delle vie di comunicazione, spesso situati anche in aree critiche dal punto di vista della gestione degli eventi climatici estremi. Comprendere la distribuzione delle trasformazioni del

suolo consumato e la loro variazione nel tempo in relazione a queste variabili è uno sforzo che si rende necessario per fornire una caratterizzazione efficace del fenomeno, in grado di essere, al contempo, base conoscitiva, supporto e riscontro analitico per le politiche sul territorio e per la tutela delle aree più fragili del nostro Paese. La Tabella 19 sintetizza i valori nazionali relativi alla distribuzione territoriale del suolo consumato al 2022 e della sua variazione registrata nel periodo 2021-2022, con riferimento a diversi ambiti territoriali, dalle aree su cui insistono strumenti di protezione e tutela della natura, alle aree a pericolosità naturale e ambientale, passando per la composizione dell'uso e della copertura del suolo e la presenza di aree urbane, fino ad arrivare al ruolo dell'orografia e della morfologia del territorio (descritto con riferimento a fasce di quota e pendenza e di distanza dalla linea di costa e dai corpi idrici).

Tabella 19. Distribuzione del suolo consumato (2022) e del consumo di suolo annuale netto⁹ (2021-2022) nei diversi ambiti analizzati. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia ISPRA/SNPA e altre fonti

Distribuzione territoriale del consumo di suolo		Suolo consumato (ha)	Suolo consumato (%)	Consumo di suolo (ha)	Densità di consumo di suolo (m ² /ha)	Densità di consumo di suolo al netto delle aree già consumate (m ² /ha)
Aree EUAP (Elenco Ufficiale Aree Protette)	all'interno	58.381	1,9	104	0,3	0,3
	all'esterno	2.093.056	7,8	6.971	2,6	2,8
Aree vincolate per la tutela paesaggistica	all'interno	560.447	5,4	1.501	1,4	1,5
	all'esterno	1.590.990	8,0	5.575	2,8	3,1
Aree a pericolosità idraulica	Elevata	103.222	6,4	334	2,1	2,2
	Media	280.704	9,3	918	3,0	3,3

⁹ Le classi in tabella contrassegnate da un asterisco si riferiscono solo a una parte del territorio nazionale (cfr. i paragrafi successivi per maggiori dettagli).

	Bassa	471.494	11,1	1.458	3,4	3,9
	altro	1.679.943	6,5	5.617	2,2	2,3
Aree a pericolosità da frana	P4	22.427	2,4	46	0,5	0,5
	P3	42.707	2,5	80	0,5	0,5
	P2	68.714	4,7	153	1,1	1,1
	P1	72.126	5,7	162	1,3	1,4
	AA	29.413	4,2	89	1,3	1,3
	altro	1.916.051	7,9	6.547	2,7	2,9
Aree a pericolosità sismica	molto alta	85.381	4,6	220	1,2	1,2
	alta	735.555	7,0	2.293	2,2	2,4
	altro	1.330.502	7,5	4.563	2,6	2,8
Aree percorse dal fuoco*	all'interno	3.979	1,14	17	0,5	0,5
	all'esterno	1.787.579	8,01	6.149	2,8	3,0
Siti contaminati di interesse nazionale	all'interno	22.832	13,4	184	10,8	12,4
	all'esterno	2.128.605	7,1	6.892	2,3	2,5
Corpi idrici	0-150 m	232.703	8	817	2,8	3,1
	> 150 m	1.918.734	7	6.258	2,3	2,5
Fascia costiera	0-300 m	63.250	22,5	86	3,1	3,9
	300-1.000 m	87.989	19	240	5,2	6,4
	1.000-10.000 m	370.626	8,7	1.446	3,4	3,7
	>10.000 m	1.629.572	6,5	5.305	2,1	2,3
Classi altimetriche	Pianura	1.596.588	11,4	5.808	4,1	4,7
	Collina	360.829	5,4	800	1,2	1,3
	Montagna	194.020	2,1	468	0,5	0,5
Classi di pendenza	0-10 %	1.554.331	13,2	5.779	4,9	5,7
	>10 %	597.106	3,2	1.296	0,7	0,7
Copertura del suolo	Superfici consolidate	-	-	5	0,11	-
	Superfici non consolidate	-	-	8	0,26	-
	Latifoglie	-	-	861	0,88	-
	Conifere	-	-	70	0,37	-
	Arbusteti	-	-	204	1,01	-
	Erb. periodico (agricolo)	-	-	3.351	3,72	-
	Erb. permanente (prati stabili)	-	-	2.553	4,13	-
	Corpi idrici permanenti	-	-	18	0,39	-
	Ghiacci e nevi perenni	-	-	0	0,00	-
	Zone umide	-	-	6	1,14	-
Uso del suolo	Seminativi	-	-	2.979	3,71	-
	Foraggere	-	-	466	5,05	-
	Colture permanenti	-	-	509	2,19	-
	Aree agroforestali	-	-	20	1,19	-
	Altre aree agricole	-	-	501	2,36	-

	Foreste e arboricoltura da legno	-	-	336	0,36	-
	Cave e miniere	-	-	50	23,23	-
	Urbano e aree assimilate	-	-	1.696	7,24	-
	Usi d'acqua	-	-	18	0,39	-
	Zone umide	-	-	6	1,14	-
	Altri usi non economici	-	-	495	1,13	-
Tipologie di comuni - perifericità	A - Polo	414.254	17,0	1314	5,4	6,5
	B - Polo intercomunale	44.578	12,0	162	4,4	5,0
	C - Cintura	942.846	9,8	3.288	3,4	3,8
	D - Intermedio	421.180	5,6	1.369	1,8	1,9
	E - Periferico	277.861	3,5	807	1,0	1,1
	F - Ultraperiferico	50.718	2,3	135	0,6	0,6
Densità demografica (ab/km²)	0	145.685	1,3	846	0,7	0,8
	0 - 1	34.765	2,3	165	1,1	1,1
	1 - 20	230.240	3,7	1.202	1,9	2,0
	20 - 100	362.266	7,1	1.487	2,9	3,1
	100 - 150	106.887	10,4	424	4,1	4,6
	150 - 200	78.704	11,9	259	3,9	4,4
	200 - 500	280.050	15,7	805	4,5	5,4
	500 - 1.000	238.938	24,4	650	6,6	8,8
	1.000 - 5.000	523.475	46,0	1.122	9,9	18,2
	5.000 - 10.000	110.502	75,1	104	7,0	28,3
> 10.000	39.925	86,0	11	2,3	16,3	
Caratteri demografici - indice di dipendenza	0	278.091	2,5	388	1,2	1,3
	0-25	70.525	6,0	2.681	3,3	3,5
	25-50	770.449	10,3	2.001	3,6	4,0
	50-75	821.995	11,4	326	2,8	3,1
	75-100	121.813	8,6	244	2,3	2,5
	100-125	64.137	5,3	27	2,0	2,1
	125-150	10.357	4,9	42	1,3	1,3
	>150	14.030	4,7	388	1,4	1,5
Aree urbane e tipologia di tessuto urbano	Centri urbani ad alta densità	421.798	75,7	436	7,8	32,1
	Aree urbane a media densità	635.133	29,0	1.798	8,2	11,5
	Zone rurali	979.039	3,6	4.550	1,7	1,7
	Alta artificializzazione e bassa popolazione	115.467	79,9	292	20,2	99,7
Densità delle coperture artificiali	Rurale	485.660	2,0	2.076	0,8	0,9
	Suburbano	1.002.248	21,6	4.058	8,8	11,2
	Urbano	663.592	75,8	941	10,8	44,6
Distanza dai centri urbani principali	< 2 km	133.366	44,2	232	7,7	15,3
	2 km -5 km	277.693	17,8	888	5,7	7,8

	5 km -10 km	510.771	10,1	1.773	3,5	4,5
	10 km – 50 km	1.207.275	3,1	4.099	1,0	1,9
Valori del mercato immobiliare	Extraurbano	949.207	3,6	4.023	1,5	1,6
	<1.000 €/m ²	364.182	31,2	983	8,4	12,2
	1.000-1.500 €/m ²	421.627	32,0	944	7,16	10,5
	1.500-2.000 €/m ²	225.115	33,2	580	8,54	12,8
	2.000-2.500 €/m ²	86.743	37,3	205	8,84	14,1
	>2.500 €/m ²	103.455	34,4	273	9,08	13,8

FASCIA COSTIERA, CORPI IDRICI, CLASSI ALTIMETRICHE E DI PENDENZA

Da una prima lettura dei dati in Tabella 19, per la cui discussione a scala di maggiore dettaglio si rimanda alla versione completa del rapporto, si conferma la concentrazione del suolo consumato e la tendenza a consumare nuovo suolo nelle aree maggiormente accessibili. La percentuale di suolo consumato nelle aree di pianura (con quota inferiore ai 300 metri s.l.m.) è doppia rispetto a quello delle aree di collina e oltre cinque volte maggiore di quella delle aree di montagna (Figura 37); allo stesso modo, nelle aree più pianeggianti (pendenza inferiore al 10%), il suolo consumato è 4 volte maggiore rispetto alle aree ad alta pendenza. I cambiamenti registrati nell'ultimo anno confermano questa tendenza, concentrandosi per oltre l'80% in aree pianeggianti a bassa quota.

Tra le aree accessibili, la pressione è particolarmente intensa sulla costa (Figura 38) e nei pressi dei principali

corpi idrici; il suolo consumato nei primi 300 metri dalla linea di costa è triplo rispetto alla media nazionale, arrivando a oltre il 45% della superficie della fascia in Liguria e nelle Marche; in questa fascia si osservano anche i valori più alti di densità di cambiamenti, che in Emilia-Romagna e nelle Marche arriva, rispettivamente, a 12,62 e 8,53 metri quadri di nuovo suolo per ettaro di estensione della fascia. Significativo anche il valore relativo alla fascia di territorio tra 300 e 1000 metri dalla linea di costa, dove la densità di cambiamenti è più che doppia rispetto al valore nazionale. Con riferimento ai corpi idrici permanenti, è stata analizzata una fascia di ampiezza 150 metri, al cui interno la percentuale di suolo consumato è superiore alla media nazionale, attestandosi sull'8%, con picchi del 17,3% in Liguria); ivi ricade oltre il 10% del consumo di suolo verificatosi tra il 2021 e il 2022 (e quasi un terzo di questi interessa Piemonte e Lombardia).

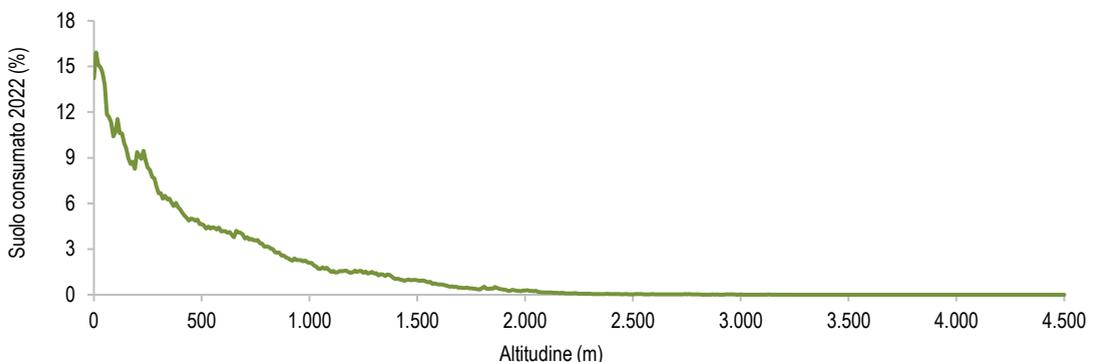


Figura 37. Andamento del suolo consumato rispetto all'altitudine, elaborato incrociando la Carta Nazionale del suolo consumato di ISPRA-SNPA con il modello digitale di elevazione su una griglia di 10x10m. L'asse delle ordinate riporta la percentuale di suolo consumato rispetto al totale della superficie italiana per i diversi valori di altitudine. I valori sono espressi al netto dei corpi idrici permanenti. L'andamento decrescente della curva mostra come le zone con un'altitudine prossima al livello del mare siano quelle più interessate dalla presenza di suolo consumato, raggiungendo valori prossimi al 20%. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

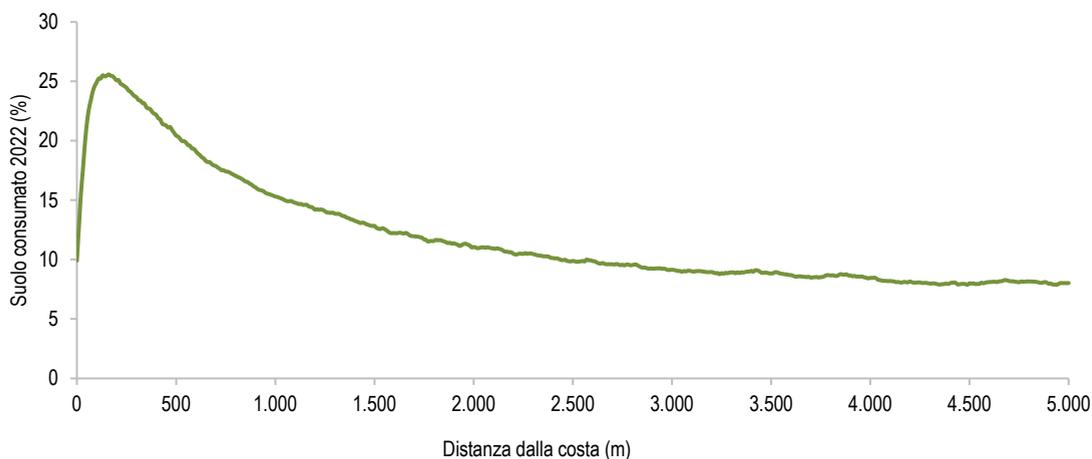


Figura 38. Il confronto tra la carta nazionale di suolo consumato e la distanza dalla linea di costa, depurata dai corpi idrici permanenti interni e dalle zone umide, mostra un massimo di suolo consumato (con valori superiori al 25%) a una distanza di 110 m dalla linea di costa. Superata quella distanza il suolo consumato comincia a decrescere con andamento parabolico per poi assestarsi dai 4 km ai 10 km (distanza massima dell'elaborazione). Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA

CLASSI DI COPERTURA E AMBITI DI USO DEL SUOLO

Oltre alla morfologia del territorio, un ulteriore importante fattore che condiziona la presenza e la diffusione delle aree artificializzate è l'attrattiva esercitata dai nuclei urbani principali; intorno ad essi si osserva da un lato la comparsa di nuovo consumo di suolo ai margini della città consolidata, verso le aree rurali e periurbane, e dall'altro la saturazione dei vuoti interclusi nel tessuto urbano denso e semi-denso consolidato. Queste tendenze sono riscontrabili anche dall'analisi del consumo di suolo rispetto alle classi di copertura e agli ambiti di uso del suolo (Tabella 19), da cui risulta che quasi la metà dei cambiamenti rilevati per il periodo 2021-2022 ricade in aree vegetate a copertura erbacea periodica (il valore sale all'80% del totale considerando anche l'erbaceo permanente), con valori di densità di cambiamenti significativamente superiori a quelli medi nazionali (oltre 4 metri quadrati di nuovo consumo di suolo per ogni ettaro coperto da vegetazione erbacea permanente e 3,72 m²/ha per la vegetazione erbacea periodica). Limitato il consumo di suolo nelle aree percorse dal fuoco tra il 2012 e il 2022, rilevate dal Comando Carabinieri Tutela Forestale, che nell'ultimo anno ha riguardato 17 ettari, 15,85 dei quali classificati come consumo di suolo reversibile (con una prevalenza della

classe di "cantieri e altre aree in terra battuta", in cui ricadono 13,08 ettari).

Dal punto di vista dell'uso del suolo, i cambiamenti avvenuti tra il 2021 e il 2022 a livello nazionale hanno interessato soprattutto le aree agricole, con particolare riferimento ai seminativi, dove si sono concentrati oltre il 40% dei cambiamenti (2.975 ettari). Importante anche il nuovo consumo di suolo nelle aree già a uso urbano e aree assimilate, dove ricade quasi un quarto dei cambiamenti e i valori di densità più alti dopo le aree destinate ad attività estrattive. Per la conduzione di queste valutazioni si è fatto riferimento alle carte di uso e copertura a 10 metri di risoluzione prodotte da ISPRA integrando la Carta Nazionale del consumo di suolo con i principali dati di uso e copertura del suolo afferenti al Servizio di Land Monitoring del Programma Copernicus.

AREE A PERICOLOSITÀ IDRAULICA, DA FRANA E SISMICA

Gli ambiti territoriali ad alto livello di accessibilità e connettività risultano il principale polo di attrazione del consumo di suolo, costituendo una criticità quando insistono su aree a pericolosità (Trigila *et al.*, 2021).

Nelle aree a pericolosità idraulica media (Tabella 19) ricade il 13% del suolo consumato totale, che va a coprire l'11,1% della superficie della classe, un valore

sensibilmente superiore alla media nazionale. La Liguria è la regione con le percentuali maggiori di suolo consumato in aree a pericolosità idraulica per tutti e tre gli scenari di pericolosità, con valori compresi tra il 23% e il 33%, mentre valori superiori al 9% in aree a pericolosità idraulica media si registrano in Trentino-Alto Adige, Veneto, Liguria, Emilia-Romagna, Toscana, Marche, Lazio, Abruzzo, Campania e Sicilia. Sempre nelle aree a pericolosità idraulica media, l'incremento di suolo artificializzato rilevato nell'ultimo anno raggiunge in valore assoluto i 917,6 ettari, dei quali poco meno della metà (433,1 ettari) in Emilia-Romagna.

Nelle aree a pericolosità da frana ricade circa l'11% del suolo consumato nazionale totale, con un incremento

tra il 2021 e il 2022 di 529 ettari, un quarto dei quali in aree a pericolosità elevata e molto elevata.

Le aree a pericolosità sismica alta risultano consumate per quasi l'8% della loro estensione, con un massimo in Lombardia (13,5%), Veneto (12,3%) e Campania (10,7%), mentre il valore scende al 4,6% nella fascia a pericolosità molto alta, con punte in Campania, Calabria e Sicilia (rispettivamente con 7%, 5,9% e 5,8% di suolo consumato). Nelle aree a pericolosità sismica alta si concentra un terzo dei cambiamenti 2021-2022 e in quella a pericolosità molto alta circa il 3%, quasi tre quarti dei quali localizzati in Campania, Sicilia e Calabria.



Figura 39. Consumo di suolo di circa 15 ettari per la realizzazione di un nuovo supermercato nel comune di Montalto Uffugo (Cosenza), realizzato in area a elevata pericolosità idraulica (immagini 2019, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 40. Consumo di suolo all'interno di un'area a pericolosità da frana (P3) nel comune di Casole d'Elsa in provincia di Siena (immagini 2019, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 41. Consumo di suolo all'interno di un'area a pericolosità da frana (P4 molto elevata e in Area di attenzione AA) nel comune di Gioia Sannitica in provincia di Caserta (immagini 2019, a sinistra, e 2022, a destra)



Figura 42. Consumo di suolo di 9,3 ettari, per la realizzazione di un nuovo polo logistico nel comune di Sala Bolognese (Bologna) in area a elevata pericolosità idraulica (immagini 2021, a sinistra, e 2022, a destra)

AREE PROTETTE E AREE VINCOLATE PER LA TUTELA PAESAGGISTICA

Nelle aree del territorio nazionale in cui sono in vigore strumenti di protezione e tutela della natura (Tabella 19), l'artificializzazione si mantiene al di sotto del valore nazionale sia in termini di suolo consumato al 2022 che di cambiamenti rilevati tra il 2021 e il 2022: il suolo consumato copre l'1,9% delle aree protette EUAP, con una presenza di cambiamenti di 0,4 metri quadri per ettaro

di territorio e una concentrazione di oltre metà dei 104,4 ettari di cambiamenti in Lazio, Campania e Puglia. Per quanto riguarda le aree vincolate per la tutela paesaggistica (ai sensi del Codice Urbani, D.lgs. 42/2004), queste raccolgono un quinto del consumo di suolo 2021-2022, un terzo dei quali concentrato in Veneto, Sicilia e Campania, mentre il suolo consumato (5,4% della superficie totale vincolata) si mantiene al di sotto della media nazionale.

IMPATTO DEL CONSUMO DI SUOLO

L'AREA DI IMPATTO POTENZIALE

La valutazione dell'area di impatto potenziale del consumo di suolo punta a fornire una stima degli effetti indiretti sui servizi ecosistemici e la biodiversità anche in aree limitrofe a quelle costruite, cui si associano fenomeni di degrado collegati all'urbanizzazione e all'espansione delle aree artificiali, tra cui ad esempio: il disturbo acustico, la contaminazione locale, la diffusione di specie alloctone, con i relativi rischi della loro diffusione spontanea.

La stima è condotta tramite un criterio di influenza basato sulla distanza, considerando dei buffer di 60, 100 e 200 metri dal suolo consumato. I valori massimi in tutte e tre le fasce si osservano in Puglia (dove la percentuale del territorio regionale interessata da impatto potenziale è del 45% se si considerano i primi 60 metri dalle aree consumate e sale all'82,9% per il *buffer* a 200 metri), mentre complessivamente oltre un terzo del territorio nazionale ricade entro 60 metri dal suolo consumato e circa due terzi entro 200 metri.

LA FRAMMENTAZIONE DEL TERRITORIO E DEL PAESAGGIO

La frammentazione del territorio è il processo che genera una progressiva riduzione della superficie degli ambienti naturali e seminaturali e un aumento del loro isolamento a causa del verificarsi di fenomeni come l'espansione urbana e lo sviluppo della rete infrastrutturale. Ne deriva una riduzione della connettività ecologica, che influenza negativamente la resilienza e la capacità degli habitat di fornire servizi ecosistemici e aumenta l'isolamento delle specie, con conseguenze sulla qualità del paesaggio e sulle attività agricole.

Le aree a frammentazione molto bassa sono localizzate prevalentemente in corrispondenza degli ecosistemi a più alto grado di naturalità, in particolare

nell'arco alpino e in limitate aree di alcune regioni meridionali e insulari, mentre nel complesso quasi un quarto del territorio nazionale (23,27%) è a frammentazione alta e il 17,48% a frammentazione molto alta (Figura 43, Tabella 20). Le classi a maggiore grado di frammentazione si concentrano nelle aree costiere e di pianura e in corrispondenza delle aree più urbanizzate: oltre l'80% del territorio ad alta densità di urbanizzazione ricade in classi a frammentazione molto elevata e anche le aree suburbane, malgrado la media e bassa densità delle coperture artificiali, presentano livelli di frammentazione alta e molto alta per oltre tre quarti della loro estensione.

Le variazioni rilevate sul dato 2022 rispetto al 2006 e al 2012 mostrano un generale aumento del grado di frammentazione del territorio, con passaggi dalle classi meno frammentate a quelle più frammentate. I cambiamenti più rilevanti hanno riguardato i territori a frammentazione bassa (classe 2) che hanno registrato una riduzione di quasi 2 punti percentuali (-1,79%) tra il 2012 e il 2022 e di oltre 2 punti percentuali rispetto al 2006 (-2,17%).

Tabella 20. Classi di frammentazione (2022) e variazioni rispetto al 2006 e al 2012. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

Classi di frammentazione	2022		Variazioni 2006-2022		Variazioni 2012-2022	
	km ²	%	km ²	%	km ²	%
molto bassa	40.561	13,46	-2.405	-5,6	-87	0,21
bassa	54.549	18,1	-1.209	-2,17	-995	1,79
media	83.466	27,69	-1.458	-1,72	-430	0,51
elevata	70.136	23,27	1.532	2,23	250	0,36
molto elevata	52.687	17,48	3.540	7,2	1.262	2,45

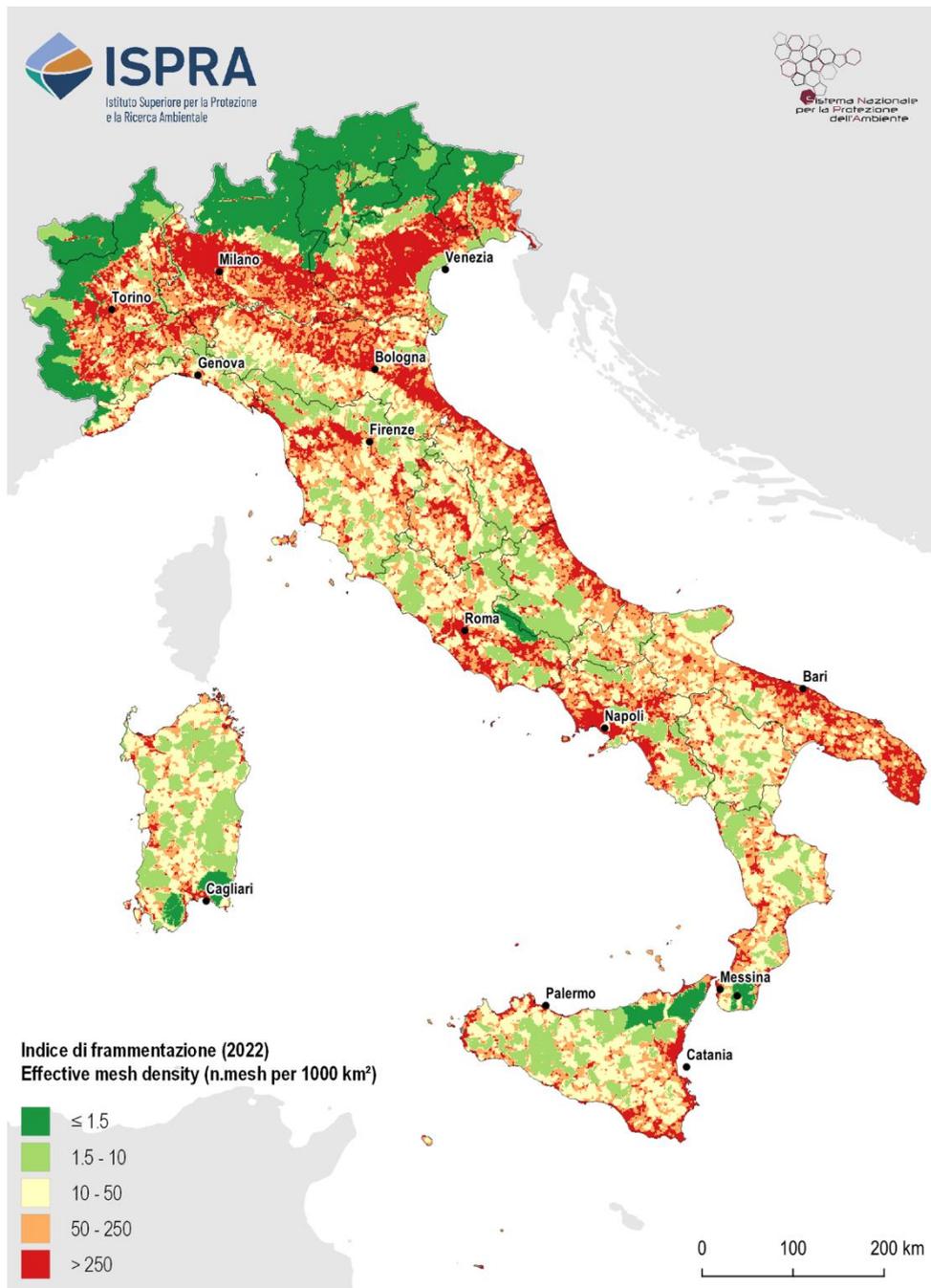


Figura 43. Indice di frammentazione (*effective mesh density*) su griglia regolare a 1 km² nel 2022. Valori più bassi dell'indice identificano livelli di frammentazione minori. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA

L'ISOLA DI CALORE URBANA

L'isola di calore urbana è un fenomeno fortemente connesso con la densità e la configurazione spaziale delle aree urbane, in questo senso la temperatura superficiale al suolo (*Land Surface Temperature – LST*) è generalmente più elevata laddove la densità di suolo consumato è maggiore e la copertura arborea è scarsa, come spesso accade nei luoghi in cui l'evoluzione del tessuto insediativo ha portato alla nascita di aree urbane compatte.

In questo paragrafo sono state correlate la LST (nello specifico, la temperatura media diurna estiva ottenuta da dati satellitari Landsat 8) per il periodo 2017-2022 con la densità del suolo consumato, la densità di copertura arborea e l'altimetria.

Confrontando le temperature medie estive rilevate nelle diverse classi di densità di costruito (Tabella 21), nel complesso la temperatura nelle aree urbane risulta più alta di quella delle aree rurali nel Nord e nel Centro, mentre sono presenti valori negativi (cioè temperature

più basse nelle aree urbane rispetto alle aree rurali) in alcune aree di Puglia e Sicilia, dove la LST nei mesi estivi è influenzata dalle particolari condizioni climatiche e dalla presenza di vaste aree agricole con scarsa copertura vegetazionale nelle zone rurali (Figura 44). Questa tendenza si riscontra anche analizzando le due fasce altimetriche e risulta più accentuata nelle aree a quota più alta.

Le differenze di temperatura sono più contenute se si considera la variazione rilevata tra aree suburbane e rurali, e si attestano sui 0,4°C sotto i 200 m di altitudine e 0,5°C tra 200 e 600 m.

A livello nazionale si rileva la tendenza delle aree arboreate a far registrare temperature inferiori rispetto alle aree con vegetazione scarsa o assente (Tabella 22). La capacità di mitigazione delle temperature operata dalla vegetazione arborea risulta maggiore nelle aree rurali e via via meno incisiva all'aumentare della densità del costruito.

Tabella 21. Differenza di temperatura (LST) media in °C dei mesi estivi 2017-2022 tra aree urbane e suburbane rispetto alle aree rurali, anche con riferimento all'altimetria. Sono state considerate due fasce altimetriche (<200 m e tra 200 e 600 metri), mentre per la distinzione tra urbano, suburbano e rurale è stata calcolata e poi riclassificata in tre classi la densità di coperture artificiali in un raggio di 300 metri, valutata a partire dalla carta nazionale del consumo di suolo. Elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8

Regione	Differenza di temperatura °C				
	Urbano - Rurale	Altitudine < 200 m		Altitudine 200-600 m	
		Suburbano - Rurale	Urbano - Rurale	Suburbano - Rurale	Urbano - Rurale
Piemonte	11,3	3,3	7,7	2,6	8,0
Valle d'Aosta	15,2	-	-	3,9	10,2
Lombardia	12,3	3,1	8,1	4,1	9,5
Trentino-Alto Adige	14,4	5,5	11,1	3,2	9,6
Veneto	10,0	1,5	5,3	3,2	8,5
Friuli-Venezia Giulia	11,0	1,8	5,8	3,6	8,5
Liguria	11,0	3,6	7,8	3,1	8,5
Emilia-Romagna	7,6	1,4	4,4	2,6	7,0
Toscana	8,1	0,8	4,2	2,8	6,4
Umbria	7,8	3,6	6,3	3,6	6,3
Marche	5,4	0,6	1,8	2,1	4,8
Lazio	7,2	2,3	5,3	2,3	5,3
Abruzzo	8,3	1,8	5,3	1,8	5,3
Molise	5,9	0,8	4,2	0,8	4,2
Campania	8,0	1,9	4,7	1,9	4,7
Puglia	0,9	0,8	0,5	0,8	0,5
Basilicata	5,0	0,2	2,6	0,2	2,6
Calabria	7,3	1,5	5,8	1,5	5,8
Sicilia	1,0	-0,3	1,0	-0,3	1,0
Sardegna	3,6	2,8	3,5	2,8	3,5
Italia	7,5	0,4	3,8	0,5	4,1

Tabella 22. Differenza di temperatura (LST) media in °C dei mesi estivi 2017-2022 tra aree a copertura arborea e con copertura arborea scarsa o nulla. La presenza di alberature è stata valutata riclassificando in due classi ("presenza di copertura arborea" e "copertura arborea assente o rada") la densità di coperture arboree nelle aree non consumate, in un raggio di 300 metri, valutate a partire dalla carta di copertura del suolo realizzata da ISPRA da integrazione di dati Copernicus. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8

Regione	Differenza di temperatura °C tra aree a copertura arborea e aree con copertura arborea scarsa o nulla					
	Altitudine < 200 m			Altitudine 200 - 600 m		
	Rurale	Suburbano	Urbano	Rurale	Suburbano	Urbano
Piemonte	2,2	3,1	1,0	3,7	3,1	0,7
Valle d'Aosta	-	-	-	3,6	3,0	2,0
Lombardia	1,4	1,9	0,9	5,1	3,7	1,9
Trentino-Alto Adige	-3,1	0,2	-0,4	1,8	1,8	0,7
Veneto	3,1	2,9	1,8	3,0	2,6	1,7
Friuli-Venezia Giulia	2,6	2,3	1,5	4,0	2,0	0,4
Liguria	2,8	3,1	1,1	3,8	2,5	0,7
Emilia-Romagna	4,6	3,1	1,4	4,5	3,7	1,6
Toscana	6,3	3,7	2,1	6,9	4,7	2,6
Umbria	5,1	3,8	1,2	5,0	3,6	2,8
Marche	5,0	4,0	1,5	5,5	4,1	1,7
Lazio	5,6	3,6	2,0	5,4	3,2	2,2
Abruzzo	1,9	1,5	1,2	4,2	2,2	1,4
Molise	4,3	1,4	0,4	5,6	1,9	0,5
Campania	3,5	2,8	2,2	5,5	3,6	1,4
Puglia	0,1	0,6	0,5	3,5	0,6	0,4
Basilicata	3,7	4,6	2,5	6,5	3,9	1,2
Calabria	3,2	1,2	-0,9	4,1	2,4	1,0
Sicilia	2,1	2,5	1,1	4,9	3,0	1,3
Sardegna	3,4	1,6	0,8	4,7	4,0	1,1
Italia	1,0	0,3	1,1	6,8	3,2	1,3

Nelle principali città italiane, la temperatura cresce all'aumentare della densità di coperture artificiali, raggiungendo valori compresi tra 43 e 46 °C nelle aree più saturate e seguendo andamenti diversi a seconda delle caratteristiche del territorio circostante (Figura 45, Figura 46).

I grafici di Figura 47 rappresentano l'influenza della copertura del suolo sulla temperatura superficiale nell'area urbana e mostrano un forte abbassamento

delle temperature nei punti in cui la sezione è posta in corrispondenza di un'area verde, dove si osserva un picco della copertura arborea e un minimo di temperatura e densità di costruito. La presenza di alberature con media-bassa densità in un contesto altamente artificializzato esercita solo una lieve azione di mitigazione delle temperature, mentre nel pieno centro cittadino ad alta densità di edificato si raggiungono i valori di temperatura più alti.

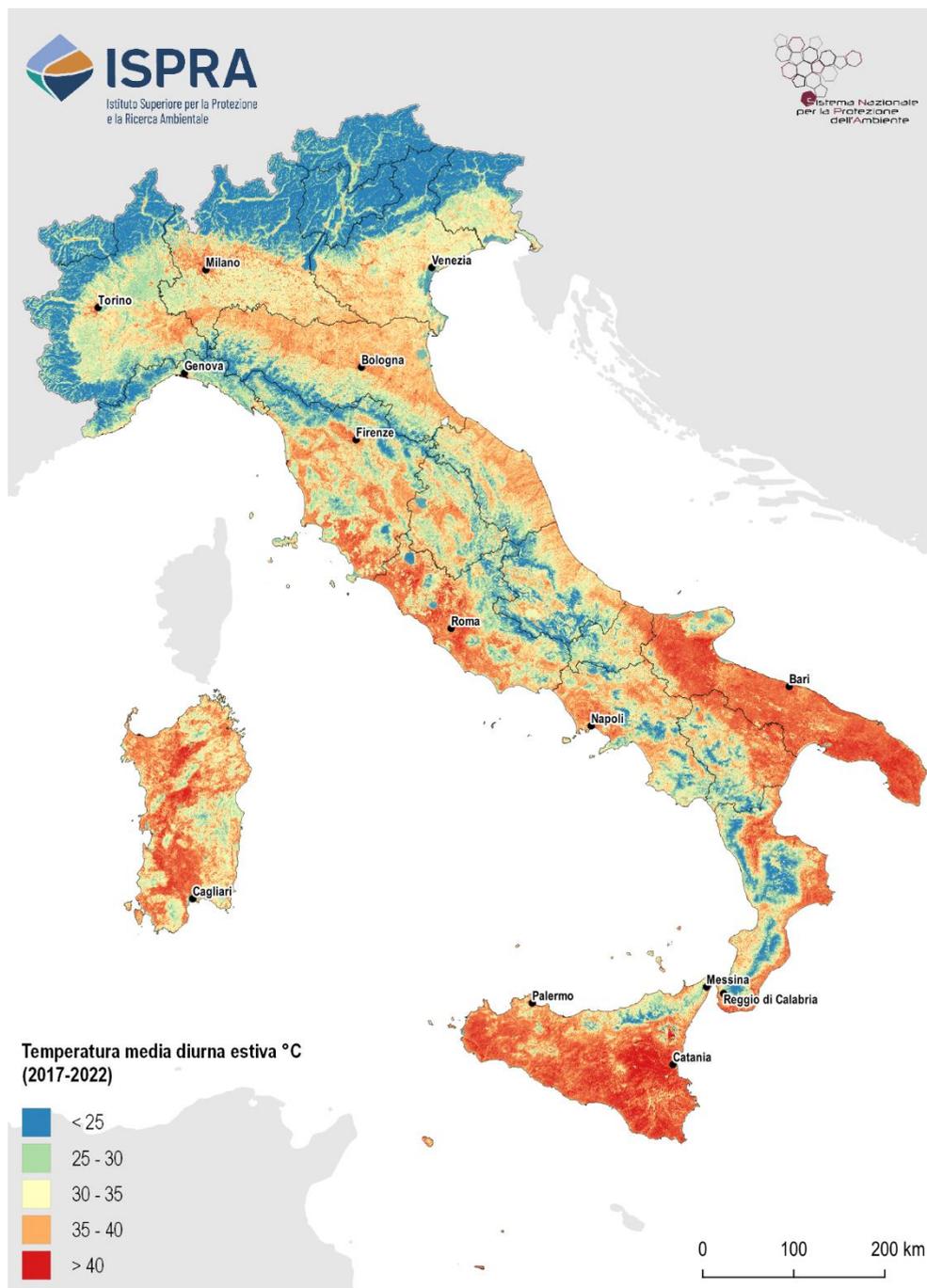


Figura 44. Temperatura (LST) media diurna estiva (°C) per gli anni dal 2017 al 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8

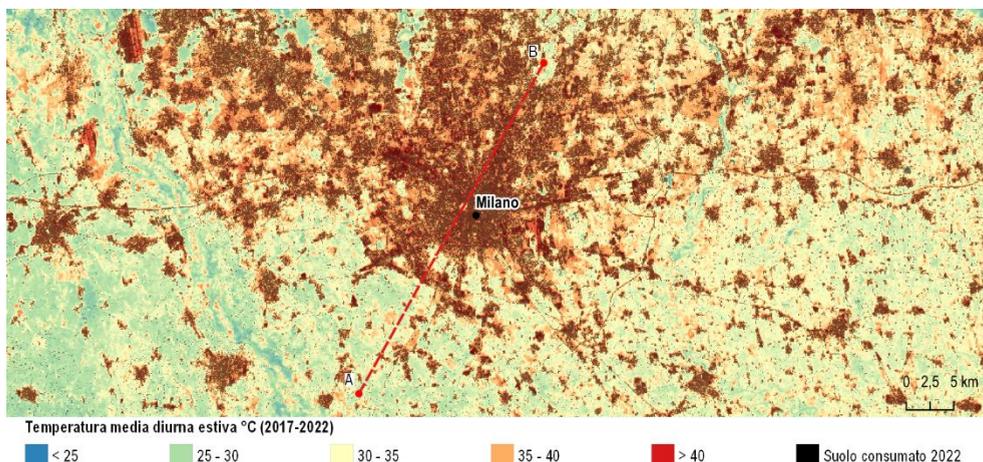


Figura 45. Temperatura (LST) media diurna estiva (°C) per gli anni dal 2017 al 2022 nell'area di Milano. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8

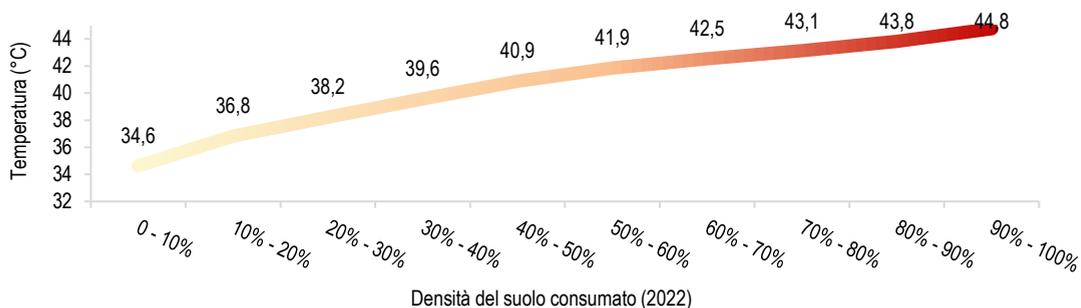


Figura 46. Andamento della temperatura (LST) media diurna estiva (°C) per gli anni dal 2017 al 2022 valutato su classi di densità delle superfici artificiali nella area della provincia di Milano. Fonte: elaborazioni ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8

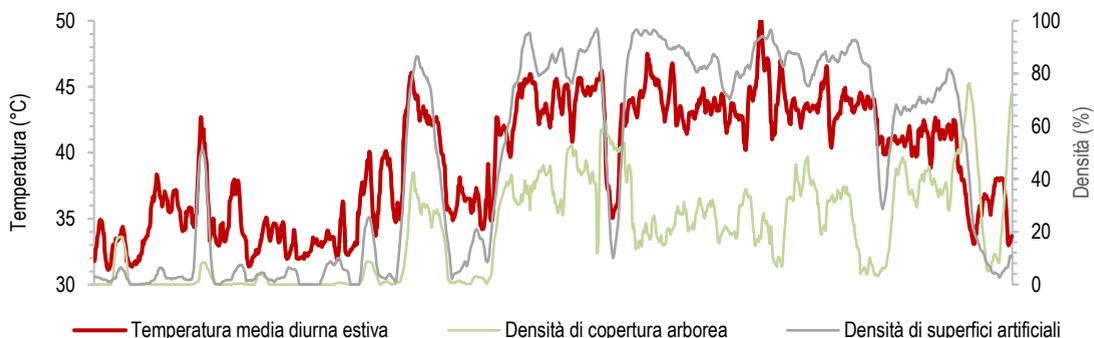


Figura 47. Profilo della temperatura (LST) media diurna estiva (°C) per gli anni dal 2017 al 2022 e profili della densità di superfici artificiali e arboree in un transetto rurale-urbano (A-B, Figura 45) della provincia di Milano. Fonte: elaborazione ISPRA su cartografia SNPA e dati Landsat 8

IMPATTO SU AREE AD ALTO VALORE ECOLOGICO E AD ALTA FRAGILITÀ AMBIENTALE E PERDITA DI ECOSISTEMI

L'analisi dei dati di suolo consumato e consumo di suolo rispetto ai paesaggi individuati dal progetto della Carta della Natura mostra una forte presenza di aree artificializzate nelle unità fisiografiche descrittive di paesaggi di pianura e collina, in particolare la Pianura costiera (18,8% di suolo consumato rispetto all'estensione della classe), le Colline moreniche (18,2%), la Pianura aperta (14,7%) e di fondovalle (14,1%), confermando il quadro nazionale che rileva una percentuale maggiore di suolo consumato nelle aree più accessibili.

L'analisi del suolo consumato tra il 2021 e il 2022 mostra come il fenomeno si verifichi maggiormente nei paesaggi tipicamente interessati da attività agricola e in presenza di zone urbanizzate e di strutture antropiche grandi e/o diffuse, con un massimo nell'unità fisiografica descrittiva della Pianura aperta (con 2.460 ettari di nuovo suolo consumato).

Tra gli indicatori derivati dalla Carta della Natura, quelli che sintetizzano gli obiettivi della legge quadro in merito alla segnalazione dei "valori naturali" e dei "profili di vulnerabilità" sono, rispettivamente, il "valore ecologico" e la "fragilità ambientale". L'indice di valore ecologico esprime il valore naturale di un biotopo dal punto di vista ambientale e mette in evidenza aree in cui sono presenti aspetti peculiari di naturalità del territorio; l'indice di fragilità ambientale, invece, esprime il livello di vulnerabilità ponendo in risalto i biotopi che, a causa della compresenza di determinati fattori naturali e disturbi antropici, risultano più sensibili. Entrambi vengono rappresentati a livello cartografico tramite una suddivisione

del territorio in cinque classi: molto bassa, bassa, media, alta e molto alta.

I valori di suolo consumato (Tabella 23) e di consumo di suolo (Tabella 24) all'interno delle classi di valore ecologico e fragilità ambientale, mostrano una maggiore artificializzazione nelle aree a basso e molto basso valore ecologico (che sono anche quelle in cui si concentra la maggior parte dei nuovi cambiamenti), ma anche in quelle a alta e molto alta fragilità ambientale (dove però il nuovo consumo di suolo risulta più limitato).

Pur tenendo conto di fattori di scala tra le carte, le analisi del consumo di suolo rispetto ai tipi di paesaggio, ma anche rispetto alle classi di valore ecologico e di fragilità ambientale, mostrano che il consumo di suolo insiste soprattutto su paesaggi, habitat ed ecosistemi accessibili, e dunque su pianure e aree collinari. Nelle aree a maggior disturbo antropico possono rimanere lembi residuali con un discreto livello di naturalità ed alto livello di fragilità, e alto rischio di artificializzazione.

Tabella 23. Suolo consumato (2022) per classe di valore ecologico e di fragilità ambientale a livello nazionale. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Carta della Natura e cartografia SNPA

Regioni	Suolo consumato 2022 (%)				
	Molto basso	Basso	Medio	Alto	Molto alto
Valore ecologico	5,3	5,2	2,2	1,6	1
Fragilità ambientale	3,7	3,2	3,0	3,7	5,2

Tabella 24. Consumo di suolo annuale (2021–2022) per classe di valore ecologico e fragilità ambientale, in ettari e variazione percentuale. Fonte: elaborazione ISPRA su dati Carta della Natura e cartografia SNPA

Regioni	Consumo di suolo 2021 - 2022									
	Molto basso		Basso		Medio		Alto		Molto alto	
	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Valore ecologico	1357,8	0,7	2065,3	0,6	347,7	0,4	334,3	0,4	54	0,3
Fragilità ambientale	2.211,2	0,6	1.354,8	0,6	449,5	0,7	115,1	0,5	28,5	1,2

Un ulteriore strumento per analizzare l'impatto del consumo di suolo sulle aree naturali e semi-naturali è la nuova carta degli ecosistemi d'Italia (Blasi *et al.*, 2022, Comitato Capitale Naturale, 2022), che consente di valutare la distribuzione delle coperture artificiali all'interno delle 98 tipologie di ecosistemi presenti sul territorio italiano e di valutare le pressioni esercitate su di essi dai nuovi cambiamenti rilevati tra il 2021 e il 2022. Anche dall'analisi di questo dato emerge la maggiore concentrazione di suolo consumato e cambiamenti negli ecosistemi a carattere più spiccatamente agricolo (agroecosistemi) e urbano (ecosistemi artificiali e aree

verdi urbane), con un valore massimo di 3.021 ettari di cambiamento in corrispondenza dei seminativi (B1).

Con riferimento agli ecosistemi a maggiore tasso di naturalità, la percentuale di suolo consumato risulta più alta della media nazionale negli ecosistemi psammofili nord adriatici (13,37%), peninsulari (15,64%) e delle Isole maggiori (8,59%), afferenti, nella seguente tabella di sintesi (Tabella 25), agli "Ecosistemi erbacei radi o privi di vegetazione"; nei restanti ecosistemi il suolo consumato si attesta su valori inferiori alla metà della media nazionale.

Tabella 25. Sintesi dei dati su suolo consumato e consumo di suolo annuale per ecosistemi. Fonte: elaborazioni ISPRA su dati Blasi *et al.*, 2022 e cartografia SNPA

Ecosistema	Suolo Consumato 2022 (ha)	Suolo Consumato 2022 (%)	Consumo di suolo 2021-2022 (ha)	Densità di consumo di suolo 2021-2022 (m ² /ha)
Ecosistemi artificiali e aree verdi urbane	1.026.783	62,13	1696	10,27
Agroecosistemi	982.202	6,26	5.048	3,22
Ecosistemi forestali di latifoglie sempreverdi	6.700	0,88	8	0,11
Ecosistemi forestali di latifoglie decidue	69.846	1,30	125	0,23
Ecosistemi forestali di aghifoglie	16.513	0,95	51	0,29
Ecosistemi erbacei	13.256	0,76	48	0,28
Ecosistemi arbustivi	26.238	1,22	69	0,32
Ecosistemi erbacei radi o privi di vegetazione	1.839	0,36	1	0,03
Ecosistemi igrofilii	3.567	2,16	21	1,31
Ecosistemi acquatici	3.732	1,15	3	0,12
Italia	2.150.680	7,14	7.075	2,35

LA PERDITA DI SERVIZI ECOSISTEMICI DEL SUOLO

La valutazione dell'impatto che i cambiamenti di uso e copertura del suolo hanno sulla capacità di un suolo naturale o agricolo di fornire servizi ecosistemici, in particolare quando si assiste alla variazione da una copertura naturale o agricola a una artificiale, è utile al fine del riconoscimento del valore del suolo per la regolazione dei principali processi ambientali, per la produzione di cibo e prodotti agricoli, per supportare la biodiversità e per il benessere della popolazione.

Considerando l'obiettivo dell'inserimento della protezione delle funzioni del suolo nella pianificazione territoriale, è necessario richiamare l'attenzione anche sull'importanza della quantificazione biofisica dei servizi (quest'anno non riportata) e, in particolare, su quella di considerare una gerarchia nei servizi, individuando servizi prioritari come quelli di regolazione. Ciò perché troppo spesso, nella valutazione economica, ad esempio, i servizi di regolazione sono meno considerati a causa della difficoltà di valutazione. Si vuole richiamare infine, per una corretta interpretazione dei dati forniti, il fatto che la valutazione economica viene fornita come supporto alla comprensione della dimensione dell'impatto ambientale prodotto con il consumo di suolo e che questi valori rappresentano intrinsecamente una sottostima del valore delle risorse naturali. Di conseguenza, generare un modello di compensazione basato su tali valori deve essere considerato insufficiente dal punto di vista della protezione ambientale.

Anche quest'anno sono stati analizzati i flussi annui e gli stock del capitale naturale perso a causa del consumo di suolo, sia in termini biofisici che economici. Nei precedenti rapporti la valutazione economica dei servizi ecosistemici persi a causa del consumo di suolo è stata eseguita con analisi spaziali, utilizzando la cartografia ad alta risoluzione di copertura del suolo prodotta da ISPRA attraverso la mosaicatura degli strati ad alta risoluzione di Copernicus, integrati con la serie storica della carta nazionale del consumo di suolo, e utiliz-

zando dei modelli spazialmente espliciti¹⁰. Da tali valutazioni si è individuata la perdita di servizi ecosistemici che mediamente è da attribuire a una singola unità di superficie a causa dell'intervento antropico. Il consumo di suolo 2021-2022 è stato, quindi, moltiplicato per il valore medio per ettaro¹¹ dei dati nazionali pubblicati lo scorso anno e i risultati sono stati sommati alla serie storica.

L'analisi del flusso di servizi ecosistemici evidenzia che l'impatto economico del consumo di suolo in Italia produce perdite che si confermano molto elevate. La stima dei costi totali della perdita del flusso annuale di servizi ecosistemici varia da un minimo di 7,8 a un massimo di 9,5 miliardi di euro, persi ogni anno a causa del consumo di suolo avvenuto tra il 2006 e il 2022 (Tabella 26). Il valore più alto di perdita è associato al servizio di regolazione del regime idrologico, ovvero all'aumento del deflusso superficiale prodotto dal consumo di suolo che è, infatti, tra gli effetti più significativi. Analizzando i valori di perdita del flusso annuale tra il 2006 e il 2022 la variabilità va da un minimo di 7,1 miliardi a un massimo di 8,3 miliardi di euro l'anno. Analogamente al periodo 2006-2022, il valore più alto di perdita tra il 2021 e il 2022 è connesso al servizio di regolazione del regime idrologico con una perdita di 452 milioni di euro l'anno (Tabella 28), mentre complessivamente nell'ultimo anno si stima una perdita del flusso di servizi ecosistemici che varia da un minimo di 451 a un massimo di 551 milioni di euro l'anno. Il valore perso di stock nel periodo 2006-2022 varia tra 18,4 miliardi e 23,3 miliardi di euro, come perdita patrimoniale sempre a causa delle trasformazioni avvenute a partire dal 2006 (Tabella 27), di cui più di un miliardo dovuto al consumo di suolo dell'ultimo anno (Tabella 29). La perdita di stock più elevata rimane quella della produzione agricola. Questa analisi conferma che il maggiore impatto del consumo di suolo avviene a discapito delle principali funzioni ovvero della regolazione dei cicli naturali (in particolare quello idrologico) e della produzione di beni e materie prime (che, in questo caso, assolvono bisogni primari come acqua e cibo).

¹⁰ Per approfondimenti sulla metodologia si rimanda all'edizione precedente del rapporto (Munafò, 2022).

¹¹ La perdita economica del flusso annuale dei servizi ecosistemici è stimata in un valore medio di 70.835 €/ha, mentre la perdita di stock è stimata in un valore medio di 171.277 €/ha.

Tabella 26. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici tra il 2006 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA

Servizi ecosistemici	Valore minimo [€/anno]	Valore medio [€/anno]	Valore massimo [€/anno]
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-799.369	-2.510.192	-4.221.016
Qualità degli habitat	-48.094.941	-48.094.941	-48.094.941
Produzione agricola	-363.867.656	-363.867.656	-363.867.656
Produzione di legname	-107.104.677	-107.104.677	-107.104.677
Impollinazione	-23.003.171	-26.858.399	-30.713.625
Regolazione del microclima	-11.290.196	-28.225.488	-45.160.782
Rimozione particolato e ozono	-4.982.399	-10.060.311	-15.138.222
Disponibilità di acqua	-7.258.490	-90.731.122	-174.203.754
Regolazione del regime idrologico	-7.188.018.960	-7.782.228.527	-8.376.438.094
Purificazione dell'acqua	-1.098.066	-157.176.662	-313.255.259
Totale	-7.755.517.921	-8.616.857.975	-9.478.198.026

Tabella 27. Valutazione economica della perdita di stock di servizi ecosistemici tra il 2006 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA

Servizi ecosistemici	Valore minimo [€]	Valore medio [€]	Valore massimo [€]
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-176.525.813	-554.329.430	-932.133.046
Produzione agricola	-18.112.385.953	-20.195.848.275	-22.279.310.597
Produzione di legname	-85.088.687	-85.088.687	-85.088.687
Totale	-18.374.000.452	-20.835.266.392	-23.296.532.330

Tabella 28. Valutazione economica della perdita di flussi di servizi ecosistemici tra il 2021 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA

Servizi ecosistemici	Valore minimo [€/anno]	Valore medio [€/anno]	Valore massimo [€/anno]
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-46.495	-146.004	-245.514
Qualità degli habitat	-2.797.424	-2.797.424	-2.797.424
Produzione agricola	-21.164.225	-21.164.225	-21.164.225
Produzione di legname	-6.229.703	-6.229.703	-6.229.703
Impollinazione	-1.337.971	-1.562.209	-1.786.446
Regolazione del microclima	-656.690	-1.641.725	-2.626.760
Rimozione particolato e ozono	-289.799	-585.154	-880.509
Disponibilità di acqua	-422.187	-5.277.341	-10.132.495
Regolazione del regime idrologico	-418.088.405	-452.650.380	-487.212.355
Purificazione dell'acqua dai contaminanti	-63.869	-9.142.121	-18.220.374
Totale	-451.096.768	-501.196.287	-551.295.805

Tabella 29. Valutazione economica della perdita di stock di servizi ecosistemici tra il 2021 e il 2022. Fonte: elaborazioni ISPRA

Servizi ecosistemici	Valore minimo [€]	Valore medio [€]	Valore massimo [€]
Stoccaggio e sequestro di carbonio	-10.267.557	-32.242.362	-54.217.166
Produzione agricola	-1.053.500.082	-1.174.683.880	-1.295.867.678
Produzione di legname	-4.949.151	-4.949.151	-4.949.151
Totale	-1.068.716.790	-1.211.875.393	-1.355.033.996

DEGRADO DEL SUOLO E DEL TERRITORIO

La complessità del tema rende la definizione di una metodologia per la valutazione del degrado del suolo ancora oggetto di dibattito scientifico. La Commissione Statistica delle Nazioni Unite ha definito l'indicatore 15.3.1 degli Obiettivi di Sviluppo Sostenibile (SDG) come percentuale di aree degradate sul territorio nazionale, da valutare mediante tre sub-indicatori: la copertura del suolo, la produttività e il contenuto in carbonio organico (*Soil Organic Carbon*, SOC). Il degrado complessivo viene valutato rispetto a un periodo di baseline e a un successivo periodo di reporting, considerando come aree stabili o degradate quelle dove almeno uno dei tre sub indicatori assume un valore in peggioramento (UNCCD, 2021).

Le aree degradate a causa di cambiamenti di copertura del suolo sono state derivate a partire dagli strati di cambiamento del dato CORINE *Land Cover*, riclassificati rispetto al sistema di classificazione a 7 categorie adottato dall'UNCCD (foreste, prati e pascolo, aree agricole, aree artificiali, suolo nudo, corpi idrici e zone umide) e integrati con la carta nazionale del consumo di suolo. Sono stati quindi distinti i flussi di cambiamento che causano aumento di degrado dalle trasformazioni che portano a un miglioramento dello stato del suolo. A questi flussi si aggiunge il consumo di suolo, assunto come ulteriore causa di aumento di degrado.

Il degrado associato alla perdita di produttività del suolo viene valutato in termini di produttività primaria netta (NPP), ossia la quantità netta di carbonio assimilato attraverso la fotosintesi in un dato periodo di tempo (Clark *et al.* 2001). Il calcolo viene condotto su prodotti MODIS e AVHRR e si basa sulla valutazione di tre variabili: traiettoria, stato e performance¹².

La valutazione della perdita di carbonio organico nel suolo si basa sui dati CORINE *Land Cover*, sulla carta nazionale del suolo consumato e sulla mappa globale del carbonio organico del suolo prodotta dalla *Global Soil Partnership*.

Il calcolo finale dell'SDG 15.3.1 al 2019, considerando l'apporto del degrado registrato nel periodo di *baseline* e nel periodo di *reporting* (o *progress*) stima il degrado per il livello nazionale al 21,2%, con valori al di sopra della media nelle regioni del Centro (Tabella 30, Tabella 31).

Considerato il bilancio delle aree degradate al netto di quelle in cui si verifica un miglioramento delle condizioni del suolo, per il territorio nazionale il valore dell'indicatore SDG 15.3.1 al 2019 si attesta al 17,4%. Secondo l'indicatore Lazio (33,9%) e Umbria (32,7%) sono le regioni con i valori più alti.

¹² L'andamento della produttività, ovvero la traiettoria, viene valutato attraverso la *Water Use Efficiency* (WUE; Ponce-Campos *et al.* 2013) che mette in relazione l'evapotraspirazione e l'NDVI. Gli indicatori di stato e di prestazione consentono di valutare i cambiamenti

recenti nella produttività primaria rispetto a un periodo di riferimento (stato) e la produttività locale rispetto a quella di aree con caratteristiche simili in termini di condizioni bioclimatiche, vegetazione, classi di copertura del suolo (prestazione).

Tabella 30. Risultati dell'SDG 15.3.1 per il periodo di Baseline, del progress period e il valore combinato finale, come da linee guida UNCCD

	Degrado del suolo (ha)			Degrado del suolo (% al netto dei corpi idrici)		
	Baseline 2000-2015	Progress Period 2004-2019	Combinato 2019	Baseline 2000-2015	Progress Period 2004-2019	Combinato 2019
Italia	5.320.736	3.935.132	6.319.586	18,5	13,7	17,4

Tabella 31. Risultati calcolo indicatore SDG 15.3.1 per il livello nazionale e regionale

Regione	SDG 15.3.1 - 2019						
	Stabile	Degradato	Migliorato	Stabile	Degradato	Migliorato	SDG 15.3.1
	(ha)	(ha)	(ha)	(%)	(%)	(%)	(%)
Piemonte	1.793.724	517.688	117.999	71,3	20,6	4,7	15,9
Valle d'Aosta	266.866	24.260	11.160	82,6	7,5	3,5	4,1
Lombardia	1.552.157	469.207	133.302	65,7	19,8	5,6	14,2
Liguria	388.000	115.993	12.984	72,3	21,6	2,4	19,2
Friuli-Venezia Giulia	585.588	100.081	45.893	74,7	12,8	5,9	6,9
Trentino-Alto Adige	1.152.037	87.021	67.125	85,5	6,5	5,0	1,5
Emilia-Romagna	1.448.202	581.009	126.495	65,0	26,1	5,7	20,4
Veneto	1.167.662	284.291	186.412	64,3	15,7	10,3	5,4
Umbria	525.237	283.050	8.965	62,8	33,8	1,1	32,7
Marche	620.280	276.090	14.659	67,2	29,9	1,6	28,3
Toscana	1.614.514	537.991	76.094	70,9	23,6	3,3	20,3
Lazio	1.019.360	602.448	25.904	59,9	35,4	1,5	33,9
Basilicata	785.962	175.133	20.424	79,5	17,7	2,1	15,6
Molise	315.913	114.258	8.619	71,9	26,0	2,0	24,0
Abruzzo	753.436	293.920	14.998	70,5	27,5	1,4	26,1
Calabria	1.174.528	198.277	94.191	78,7	13,3	6,3	7,0
Puglia	1.516.125	255.637	55.582	79,1	13,3	2,9	10,4
Campania	909.751	334.769	32.831	67,6	24,9	2,4	22,4
Sardegna	1.675.921	641.606	20.085	70,2	26,9	0,8	26,0
Sicilia	1.970.169	426.856	65.542	77,4	16,8	2,6	14,2
Italia	21.278.374	6.319.586	1.139.264	71,3	21,2	3,8	17,4

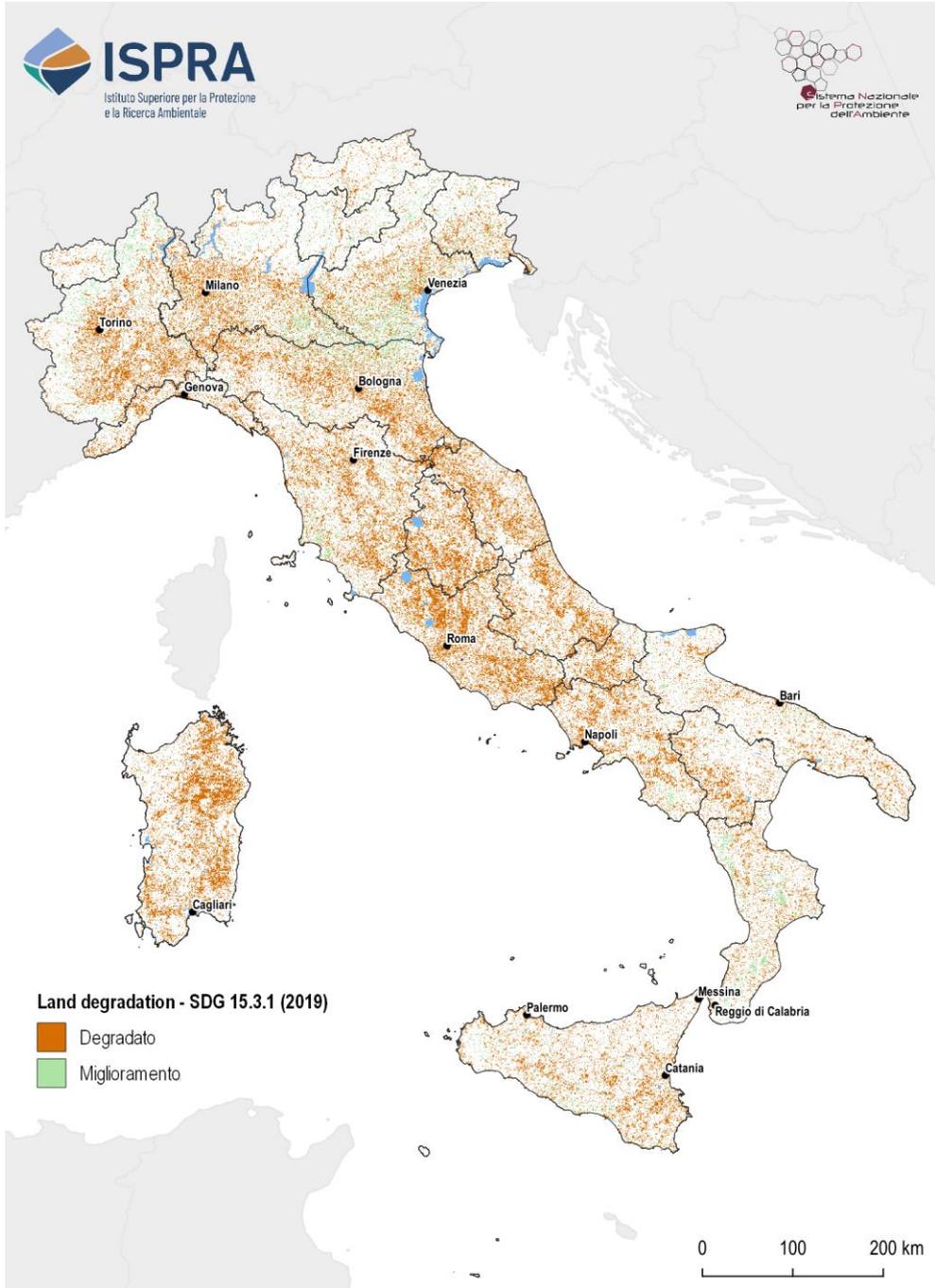


Figura 48. Aree degradate al 2019 secondo la metodologia di calcolo SDG 15.3.1

La valutazione appena presentata è comunque da considerarsi parziale, in quanto non tiene conto di altri importanti fenomeni di degrado del suolo quali salinizzazione, contaminazione, compattazione, etc., che andrebbero quindi ad aumentare l'effettiva superficie degradata.

Per completare la stima del degrado, vengono considerati anche altri fattori legati ad attività antropiche e a effetti indiretti del consumo di suolo, che consentono di valutare la superficie in cui si è verificato un aumento di degrado nei periodi 2006-2019 (considerando i sub-indicatori SDG 15.3.1 e gli altri fattori) e 2019-2022 (considerando solo gli altri fattori di degrado).

Sono stati considerati i seguenti fattori (Tabella 32):

- l'aumento del grado di frammentazione,
- l'area di impatto potenziale del consumo di suolo a 60 m, nei periodi 2006-2019 e 2019-2022;
- l'aumento di aree ad alta e media densità di coperture artificiali;

- l'aumento di spazi naturali inferiori a 1.000 m²;
- la presenza di aree percorse dal fuoco.

Nel complesso, circa 59.850 km² di suolo hanno subito un aumento di degrado dal 2006 al 2019 (Tabella 33) e circa 12.340 km² tra il 2019-2022.

Tabella 32. Degrado del suolo dovuto a fattori addizionali legati ad attività antropiche e ad effetti indiretti del consumo di suolo

Fattori	Degrado del suolo			
	2006-2019		2019-2022	
	km ²	% terr. naz.	km ²	% terr. naz.
Frammentazione	38.962	12,91	10.539	3,49
Impatto potenziale	1.166	0,39	278	0,09
Aree artificiali a alta e media densità	3.090	1,02	541	0,18
Spazi non consumati inferiori a 1.000 m ²	45	0,015	12	0,004
Aree percorse dal fuoco	2.612	0,87	1.233	0,41

Tabella 33. Aree in km² con aumento di degrado nel periodo 2006-2019 e nel periodo 2019-2022 dovuto a una o più cause di degrado

Regione	2006-2019				2019-2022			
	1 causa	2 cause	3 o più cause	Totale	1 causa	2 cause	3 o più cause	Totale
Piemonte	3882,74	282,4	32,28	4197,43	841,13	18,99	2,57	862,70
Valle d'Aosta	111,98	2,49	0,43	114,90	11,83	0,23	0,00	12,06
Lombardia	5.405,48	389,83	51,49	5.846,79	1.682,80	33,44	3,67	1.719,91
Liguria	723,03	22,06	0,92	746,01	79,57	0,29	0,00	79,86
Friuli-Venezia Giulia	1.226,88	55,63	9,37	1.291,88	215,15	4,16	0,40	219,70
Trentino-Alto Adige	498,77	17,39	2,84	519,00	56,53	0,89	0,04	57,46
Emilia-Romagna	5.571,06	449,71	47,14	6.067,91	912,95	23,71	2,95	939,61
Veneto	5.104,30	296,68	50,08	5.451,06	1.552,19	27,36	2,82	1.582,37
Umbria	1.657,25	89,12	9,50	1.755,87	139,73	2,26	0,07	142,05
Marche	1.793,18	120,22	15,01	1.928,41	254,64	8,54	1,27	264,46
Toscana	3.709,99	141,92	13,29	3.865,20	453,70	7,30	0,77	461,77
Lazio	5.173,15	398,42	40,89	5.612,46	1.010,67	12,66	0,63	1.023,95
Basilicata	1.105,74	61,29	7,74	1.174,77	104,64	1,44	0,02	106,10
Molise	735,72	32,95	2,14	770,81	97,84	1,65	0,07	99,55
Abruzzo	2.008,38	99,53	13,06	2.120,97	423,11	9,37	0,43	432,92
Calabria	3.037,33	228,63	15,94	3.281,90	467,33	1,80	0,12	469,25
Puglia	4.466,64	345,70	53,50	4.865,84	1.331,48	26,75	2,04	1.360,27
Campania	3.352,02	197,48	18,23	3.567,73	1.242,87	15,92	0,96	1.259,75
Sardegna	2.123,23	67,03	14,69	2.204,95	275,72	9,31	0,90	285,93
Sicilia	4.242,66	196,54	24,42	4.463,63	944,02	14,39	0,67	959,07
Italia	55.930,00	3.495,00	423,00	59.848,00	12.098,00	220,00	20,00	12.339,00

BIBLIOGRAFIA

- Blasi C., Capotorti G., Del Vico E., Copiz R., Zavattero L., Paolanti M., Carta degli Ecosistemi d'Italia V2.0, in pubbl.
- Bódis K., Kougias I., Jäger-Waldau A., Taylor N., Szabó S. A high-resolution geospatial assessment of the rooftop solar photovoltaic potential in the European Union. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 114 (2019) 109309.
- Clark D.A., Brown S., Kicklighter D.W., Holland E.A. (2001), Net Primary Production in Tropical Forests: An Evaluation and Synthesis of Existing Field Data, *Ecological Applications* 11(2):371-384.
- Commissione Europea (2006), Strategia tematica per la protezione del suolo, COM(2006) 231. Bruxelles, 22.9.2006.
- Comitato Capitale Naturale (2022), Quinto Rapporto sullo Stato del Capitale Naturale in Italia. Roma.
- Comitato Interministeriale per la Transizione Ecologica (2022), Piano per la transizione ecologica. Delibera CITE n. 1, 8 marzo 2022.
- Commissione Europea (2012), Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo. Bruxelles, SWD(2012) 101.
- Commissione Europea (2013), Superfici impermeabili, costi nascosti. Alla ricerca di alternative all'occupazione e all'impermeabilizzazione dei suoli. Lussemburgo.
- Commissione Europea (2020), Strategia dell'UE sulla biodiversità per il 2030. Ripartire la natura nella nostra vita. COM(2020) 380 final.
- Commissione Europea (2021), Strategia dell'UE per il suolo per il 2030. Suoli sani a vantaggio delle persone, degli alimenti, della natura e del clima. COM(2021) 699 final.
- Commissione Europea (2023), Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council on Soil Monitoring and Resilience (Soil Monitoring Law). COM(2023) 416 final.
- EEA (2021), Land take and land degradation in functional urban areas, EEA Report n. 17/2021, European Environment Agency, Copenhagen.
- EEA (2023), Explanatory Documentation of the EAGLE Concept. V. 3.2. European Environment Agency, Copenhagen.
- Governo Italiano (2021), Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza #NextGenerationItalia. Italia Domani.
- Lal, R. (2015), Restoring Soil Quality to Mitigate Soil Degradation. *Sustainability* 2015, 7, 5875-5895.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2017), Strategia Nazionale per lo Sviluppo Sostenibile, approvata dal CIPE il 22 dicembre 2017.
- Ministero della Transizione Ecologica (2022), Strategia Nazionale Biodiversità 2030, 14 aprile 2022.
- Munafò, M. (a cura di) (2023). Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2023. Report SNPA 37/2023.
- Oldeman, L.R., R.T.A. Hakkeling, W.G. Sombroek (1991), World map of the status of human-induced soil degradation: an explanatory note. Wageningen: International Soil Reference and Information Centre; Nairobi: United Nations Environment Programme.
- Orgiazzi, A., Bardgett, R.D., Barrios, E., Behan-Pelletier, V., Briones, M.J.I., Chotte, J-L., De Deyn, G.B., Eggleton, P., Fierer, N., Fraser, T., Hedlund, K., Jeffery, S., Johnson, N.C., Jones, A., Kandeler, E., Kaneko, N., Lavelle, P., Lemanceau, P., Miko, L., Montanarella, L., Moreira, F.M.S., Ramirez, K.S., Scheu, S., Singh, B.K., Six, J., van der Putten, W.H., Wall, D.H. (Eds.), (2016), *Global Soil Biodiversity Atlas*. European Commission, Publications Office of the European Union, Luxembourg.
- Parlamento europeo (2021), Risoluzione del Parlamento europeo sulla protezione del suolo n. 2021/2548(RSP), April 2021.
- Pileri P. (2017), Persistente e inefficiente: così è il consumo di suolo nel Paese. ISPRA (2017), Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici - Edizione 2017.
- Ponce-Campos, G. E., Moran, M. S., Huete, A., Zhang, Y., Bresloff, C., Huxman, T. E., ... & Starks, P. J. (2013). Ecosystem resilience despite large-scale altered hydroclimatic conditions. *Nature*, 494(7437), 349-352.
- Trigila A., Iadanza C., Lastoria B., Bussetini M., Barbano A. (2021) Dissesto idrogeologico in Italia: pericolosità e indicatori di rischio - Edizione 2021. ISPRA, Rapporti 356/2021.
- UN (2015), Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1, United Nations.
- UNCCD (2021), Good Practice Guidance SDG Indicator 15.3.1 Proportion of land that is degraded over total land area, Version 2.0. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn, Germany.

