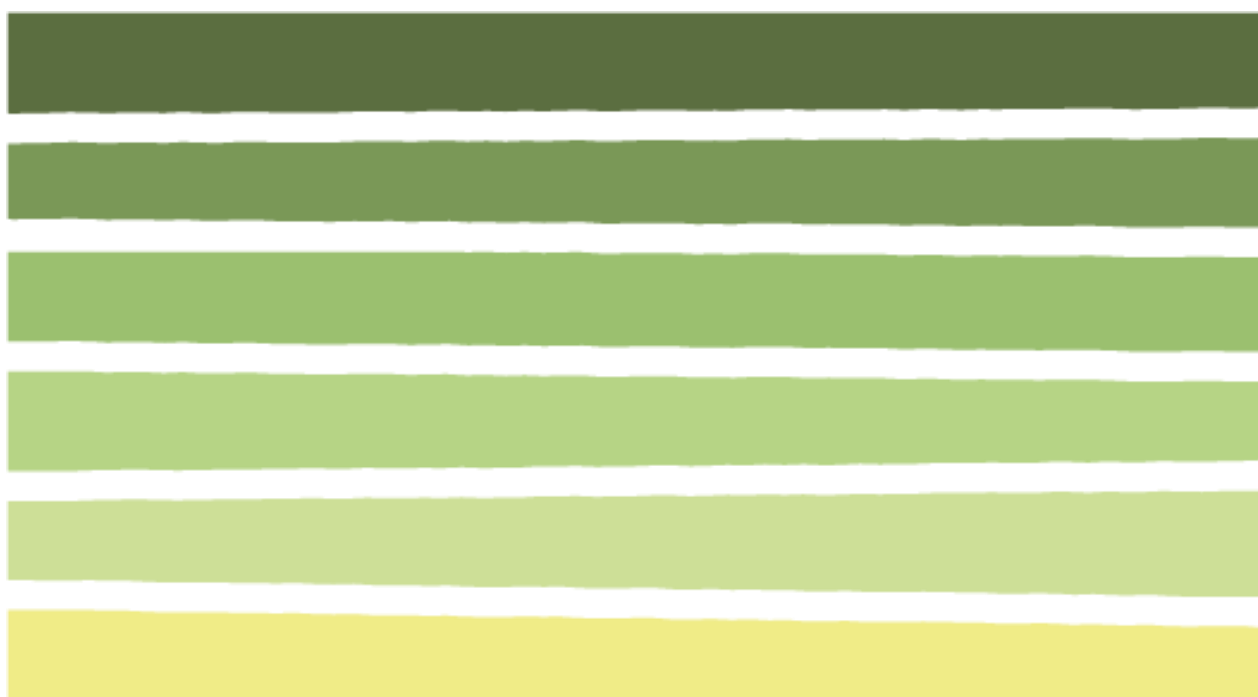


Linee guida volontarie per l'uso sostenibile del Suolo per i professionisti dell'area tecnica

Indirizzi per la tutela del suolo dai processi di impermeabilizzazione e dalla perdita di materia organica



soil4life
L'essenziale è invisibile agli occhi

FACEBOOK
INSTAGRAM
TWITTER
YOUTUBE
@LEGAMBIENTELAB

WWW.SOIL4LIFE.EU
INFO@SOIL4LIFE.EU
#SOIL4LIFE

Progetto cofinanziato da



Beneficiario coordinatore



Beneficiari associati



Linee guida volontarie per l'uso sostenibile del Suolo per i professionisti dell'area tecnica

Indirizzi per la tutela del suolo dai processi di impermeabilizzazione e dalla perdita di materia organica

Documento redatto nell'ambito del Progetto Soil4Life (LIFE17 GIE/IT/000477)
Action B.4: Campagna di sensibilizzazione per tecnici/professionisti

A cura di:

Andrea Arcidiacono, Claudia Canedoli, Viviana di Martino, Silvia Ronchi

LabPPTE – Piani, Paesaggio, Territori, Ecosistemi.

Politecnico di Milano, Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (DAStU) – Project leader Action B.4

Con:

Francesca Assennato, Michele Munafò (ISPRA)

Damiano Di Simine (Legambiente Lombardia)

Stefano Brenna (ERSAF)

Con la collaborazione di:



Con il contributo di (in ordine alfabetico):

Alessandra Attanasio (ISPRA)
Stefano Bazzocchi (Comune di Forlì)
Anna Benedetti (CREA)
Lorenzo Benedetto (CNGeologi)
Alessandro Bonifazi (Politecnico di Bari)
Costanza Calzolari (CNR)
Giuseppe Cornacchia (CIA)
Edoardo Costantini (Libero professionista)
Serena D'Ambrogi (ISPRA)
Marco D'Antona (ISPRA)
Andrea Dalla Rosa (ARPA Veneto)
Carmelo Dazzi (Università degli studi di Palermo)
Dora De Mutiis (CNI, Comune di Potenza Picena Marche)
Marco Di Leginio (ISPRA)
Renato Ferretti (CONAF)
Gianluca Formichetti (Libero professionista)
Ciro Gardi (European Food Safety Authority - EFSA)
Carolina Giaimo (INU, Politecnico di Torino)
Pierpaolo Giovannini (CNGeGL)
Tiziana Guida (CNGeologi)
Sabrina Lai (Università degli Studi di Cagliari)
Giampiero Lombardini (INU, Università degli studi di Genova)
Pietro Lucchesi (CNGeGL)
Laura Manelli (ISPRA)
Ines Marinosci (ISPRA)
Francesco Domenico Moccia (Università degli Studi di Napoli Federico II)
Luca Montanarella (Joint Research Centre - JRC, EU Commission)
Beniamino Murgante (Università degli studi della Basilicata)
Simone Ombuen (INU, Università ROMA III)
Mauro Palombella (CNGeologi)
Alessandra Penna (ARPA Piemonte)
Fabrizio Pistolesi (CNAPPC)
Gabriele Ponzoni (CNGeologi)
Astrid Raudner (ISPRA)
Enrico Rispoli (CNGeGL)
Giovanna Sacchi (Libero professionista)
Pasquale Salvatore (Libero professionista)
Riccardo Santolini (Università degli studi di Urbino)
Giulio Senes (Università degli studi di Milano)
Raffaele Solustri (CNI)
Andrea Strollo (ISPRA)
Fabio Terribile (Università degli studi di Napoli Federico II)
Simona Tondelli (INU, Università degli studi di Bologna)

Indice

1. Introduzione	pag. 8
1.1. Il progetto Soil4Life	
1.2. I destinatari delle Linee guida e il percorso partecipato dei Forum	
1.3. Gli obiettivi delle Linee guida	
1.4. La sottoscrizione e l'utilizzo	
1.5. La struttura degli indirizzi per la tutela del suolo dai processi di impermeabilizzazione e dalla perdita di materia organica	
2. Definizione del problema	pag. 12
2.1. L'impermeabilizzazione e il consumo di suolo	
2.1.1. Definizioni	
2.1.2. Cause	
2.1.3. Effetti	
2.1.4. Misurare l'impermeabilizzazione e il consumo di suolo	
2.1.5. Una legge nazionale per il contenimento del consumo di suolo	
2.2. Il declino della materia organica nei suoli	
2.2.1. Definizione	
2.2.2. Cause	
2.2.3. Effetti	
2.2.4. Misurare il contenuto di Sostanza organica (SO)	
3. Glossario	pag. 22
4. Indirizzi per la tutela del suolo dai processi di impermeabilizzazione e dalla perdita di materia organica	pag. 31
1. ACCRESCERE LA CONSAPEVOLEZZA SUL VALORE DEL SUOLO MEDIANTE UN PERCORSO DI PARTECIPAZIONE, COMUNICAZIONE E FORMAZIONE	
▪ Attivare percorsi partecipativi	
▪ Comunicare il valore del suolo e dei benefici ad esso connessi: partecipazione e consapevolezza	
▪ Prevedere percorsi formativi interdisciplinari per tecnici e professionisti	
2. CONTENERE IL CONSUMO DI SUOLO NEI PROCESSI DI GOVERNO DEL TERRITORIO ADOTTANDO UN APPROCCIO BASATO SUI SERVIZI ECOSISTEMICI PER LA DEFINIZIONE DI LIMITI QUALI-QUANTITATIVI E DI MISURE DI MITIGAZIONE E COMPENSAZIONE ECOLOGICA	
▪ Limitare, mitigare e compensare: misure per un modello di piano a consumo di suolo netto pari a zero	
▪ Definire le strategie di piano a partire da un approccio transdisciplinare basato sui Servizi ecosistemici	
▪ Mappare e valutare i Servizi ecosistemici: il ruolo della Valutazione Ambientale Strategica	

3. AUMENTARE LA FORNITURA DI SERVIZI ECOSISTEMICI ATTRAVERSO LA PROGETTAZIONE DI INFRASTRUTTURE VERDI E BLU

- *Adottare le infrastrutture verdi e blu come struttura strategica della pianificazione territoriale*
- *Regolare il microclima urbano utilizzando Nature-based solutions*
- *Ripristinare il suolo degradato attuando tecniche di de-impermeabilizzazione*
- *Regolare il ciclo delle acque utilizzando Sistemi di drenaggio urbano sostenibile*

4. DARE PRIORITÀ ALLA RIGENERAZIONE DELLE AREE DISMESSE O SOTTOUTILIZZATE E AL RIPRISTINO DEI SUOLI CONTAMINATI PER CONTENERE IL CONSUMO DI SUOLO

- *Introdurre meccanismi di fiscalità urbanistica locale per disincentivare il consumo di suolo*
- *Introdurre meccanismi di incentivazione e agevolazione fiscale per promuovere interventi di rigenerazione urbana sostenibili*
- *Prevedere obiettivi di performance ecosistemica nelle strategie per la rigenerazione urbana*
- *Favorire la bonifica dei suoli contaminati anche attraverso l'individuazione di usi temporanei compatibili*

5. MONITORARE E OTTIMIZZARE IL CONTENUTO DI SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI

- *Promuovere campagne di monitoraggio della Sostanza organica a supporto della definizione di politiche di gestione sostenibile dei suoli*
- *Adottare metodi diretti o indiretti per la valutazione del contenuto di Sostanza organica nei suoli*
- *Conservare la frazione di Sostanza organica stabile (humus) nei suoli*
- *Aumentare il contenuto di Sostanza organica dei suoli mediante l'apporto di materiale organico*
- *Apportare ai suoli materiale organico di qualità*

6. AUMENTARE O RIPRISTINARE LA SOSTANZA ORGANICA E GARANTIRE LA FORNITURA DI SERVIZI ECOSISTEMICI ATTRAVERSO L'ADOZIONE DI PRATICHE CONSERVATIVE DI GESTIONE DEI SUOLI

- *Stimolare l'attività biologica dei suoli assicurando la copertura permanente delle colture agricole (cover crop) e aumentando la produzione di biomassa vegetale*
- *Aumentare la biodiversità dei suoli favorendo l'avvicendamento colturale e l'adozione di sistemi integrati di produzione agricola vegetale e animale*
- *Ridurre al minimo il disturbo del suolo dovuto alle operazioni meccaniche promuovendo l'adozione di tecniche di lavorazione conservative*
- *Promuovere l'adozione di modelli di gestione conservativa dei suoli attraverso azioni di accompagnamento e divulgazione*
- *Integrare l'applicazione dei principi conservativi nelle strategie di gestione del territorio a diversi livelli*

7. AUMENTARE LA RESILIENZA DEI SUOLI RISPETTO AGLI EFFETTI DEI CAMBIAMENTI CLIMATICI

- *Assicurare la regolazione dei flussi idrici attraverso l'adozione di tecniche di gestione conservativa dei suoli*
- *Migliorare la capacità di ritenzione idrica dei suoli ottimizzando il contenuto di Sostanza organica*
- *Contrastare i fenomeni di stress idrico promuovendo forme di gestione sostenibile della risorsa acqua*

- *Promuovere forme integrate di gestione e manutenzione territoriale per migliorare la capacità di adattamento ai cambiamenti climatici dei suoli*
- 8. MANTENERE L'AGRO-BIODIVERSITÀ PER FAVORIRE LA SOSTANZA ORGANICA E LA FORNITURA DI SERVIZI ECOSISTEMICI**
- *Migliorare l'agro-biodiversità e la qualità del paesaggio rurale promuovendo forme di gestione conservativa dei suoli*
 - *Utilizzare strumenti di valutazione e monitoraggio della biodiversità dei suoli*
 - *Salvaguardare e promuovere l'agro-biodiversità mediante strategie di pianificazione territoriale e paesaggistica*

Elenco delle siglepag. 76

Bibliografiapag. 77

Allegato 1: Normativa

Allegato 2: Banche dati

Abstract

The voluntary guidelines aim to collect and analyses tools, strategies and methods for soil protection and its sustainable management with specific regard on two threats: the increase of soil sealing and land take process, and the decline and loss of soil organic matter.

The main purpose of the document is to spread awareness on Soil value among professionals - respectively to agronomists, architects, geologists, geometers, and engineers – sharing knowledge and experiences on best practices and innovative solutions for soil protection.

The Voluntary guidelines are articulated in 8 main strategic actions concerning: 1) spread the awareness of the soil value through a participation, communication and training activities; 2) reduce the land take process in territorial planning adopting an Ecosystem Services-based approach for setting qualitative and quantitative limits and ecological mitigation and compensation measures; 3) increase the ecosystem services provision through the design of green and blue infrastructures; 4) prioritise the regeneration of brownfields and underutilised areas restoring the contaminated soils; 5) monitor and optimise the soil organic matter; 6) increase and restore the soil organic matter for enhancing the ecosystem services provision through the adoption of conservative soil management practices; 7) enhance soil resilience to climate change; 8) promote agro-biodiversity conservation strategies for increase the soil organic matter and the provision of ecosystem services.

The 8 actions are presented through a summary sheet articulated in objectives, stakeholders involved in the action, techniques and methods of action implementation, leading best practices, references and manuals useful for the practical operationalisation of the action.

The document includes a glossary section, aiming to set common definitions and terminologies among professionals, a focus on available regional soil database, and a framework on existing regulations on soil protection useful for professional activities.

1. Introduzione

1.1. Il progetto Soil4Life

Soil4Life è un progetto, cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma LIFE 2014-2020, che coinvolge un partenariato di associazioni ed enti di ricerca italiani ed europei, con l'obiettivo di promuovere l'uso sostenibile ed efficiente del suolo, in quanto risorsa strategica, limitata e non rinnovabile. Soil4Life si pone in linea con l'impegno sottoscritto dai Paesi Europei al tavolo delle Nazioni Unite, attraverso l'adesione agli obiettivi globali di sviluppo sostenibile (*Sustainable Development Goals - SDG*), e persegue l'applicazione delle Linee Guida Volontarie per la Gestione Sostenibile del suolo promosse dalla FAO, adattandole ai contesti nazionali, regionali e locali. Alla base del progetto vi è la consapevolezza che il suolo rappresenti una risorsa limitata, non rinnovabile ed essenziale per il benessere dell'uomo e per lo svolgimento di importanti funzioni ecosistemiche. Il deterioramento del suolo ha ripercussioni dirette sulla qualità delle acque e dell'aria, sulla biodiversità e sui cambiamenti climatici, ma incide anche sulla salute dei cittadini e mette in pericolo la salubrità e la sicurezza delle produzioni destinate all'alimentazione umana e animale (Commission of the European Communities, 2006). La risorsa suolo deve essere, quindi, protetta e utilizzata nel modo idoneo affinché possa continuare a svolgere la propria insostituibile funzione sul pianeta in qualità di elemento fondamentale dell'ambiente, dell'ecosistema e del paesaggio. Il suolo subisce una serie di processi di degrado ed è sottoposto a molteplici minacce: erosione; contaminazione locale o diffusa, impermeabilizzazione, compattazione, perdita della biodiversità, salinizzazione, frane, alluvioni e desertificazione. Gran parte dei processi di degrado hanno in comune il declino del contenuto di materia organica del suolo, che si associa a una perdita di fertilità e di produttività vegetale, ma anche a una diminuzione della resilienza del suolo e del suo biota dovuta ad agenti fisici, chimici e/o biologici, in concorso con fattori climatici e modalità colturali, determinando una maggiore vulnerabilità al rischio di desertificazione. Il rischio di desertificazione per estesi territori dell'Europa mediterranea e orientale è conclamato e appare ormai destinato a crescere, alla luce degli scenari di cambiamento climatico atteso (Corte dei Conti Europea, 2018). Nonostante ciò, fino ad oggi non sono state messe in campo politiche europee specificatamente indirizzate a prevenire e mitigare tale minaccia (Corte dei Conti Europea, 2018), benché l'UE e i suoi Stati Membri figurino tra i firmatari della Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta contro la desertificazione (UNCCD) siglata nel 1994. Il progetto Soil4Life, articolato in diverse azioni, mira nel complesso a migliorare la *governance* dei processi decisionali in materia di suolo a livello nazionale, regionale e locale, sensibilizzando le istituzioni nazionali e comunitarie sulla necessità di adottare normative adeguate a contrastare il consumo di suolo e prevenirne il degrado. Soil4Life intende fornire ai *decision maker* e ai portatori di interesse gli elementi informativi e gli strumenti necessari al fine di prevenire il consumo di suolo in sede di pianificazione urbana e territoriale, accrescendo la consapevolezza delle aziende, non solo agricole, e degli *stakeholders* (istituzioni, tecnici, cittadinanza) rispetto all'importanza dei Servizi ecosistemici (SE) forniti dal suolo e alla necessità di mantenerli e incrementarli con l'adozione di pratiche idonee a conservare o ripristinare adeguati contenuti di Carbonio organico nei suoli agricoli, e aumentando il consenso dei cittadini nei confronti delle politiche a favore della tutela del suolo. Il presente documento è stato realizzato nell'ambito dell'azione B.4 del progetto, finalizzata alla sensibilizzazione di tecnici e professionisti (ingegneri, architetti, agronomi e forestali, geologi, geometri) che, nello svolgimento delle loro attività, possono contribuire concretamente alla riduzione del consumo di suolo favorendone al contempo un uso sostenibile attraverso l'adozione di idonee pratiche e tecniche. L'azione, coordinata dal Politecnico di Milano con la partecipazione di Ispra e Legambiente, si è avvalsa del supporto e della collaborazione dell'Istituto Nazionale di Urbanistica e

della Rete delle Professioni Tecniche, che hanno preso parte a tutte le fasi di organizzazione e gestione delle attività dei Forum partecipati propedeutici all'elaborazione del documento.

1.2. I destinatari delle Linee guida e il percorso partecipato dei Forum

Le Linee guida volontarie per l'uso sostenibile del Suolo si rivolgono prioritariamente ai tecnici e ai progettisti (ingegneri, architetti, agronomi e forestali, geologi, geometri, etc.) che nel settore pubblico o privato si trovano a intervenire e a collaborare, a diverse scale, nella definizione di strategie e scelte pianificatorie e progettuali che hanno un impatto diretto sulla gestione della risorsa suolo, operando a diversi livelli: quello degli enti territoriali responsabili della pianificazione; delle aziende agricole e forestali che conducono o effettuano interventi sui fondi; delle imprese che progettano e realizzano interventi infrastrutturali ed edilizi; delle Istituzioni preposte ad assicurare il raggiungimento degli obiettivi di tutela, anche attraverso la valutazione e il monitoraggio dei progetti e dei programmi. Le Linee guida si configurano come un documento di indirizzo che mira innanzitutto a far emergere la trasversalità delle tematiche trattate rispetto alle diverse competenze professionali coinvolte. Tale approccio transdisciplinare ha caratterizzato anche il processo di costruzione del documento stesso, che ha visto nel percorso partecipato dei Forum per la gestione sostenibile del suolo un fondamentale momento di confronto con il mondo delle professioni e dei saperi esperti per la definizione della struttura, dei contenuti e delle finalità delle Linee guida. Il percorso partecipato dei Forum si è sviluppato in una serie di momenti successivi di lavoro, a partire dal coinvolgimento della Rete delle Professioni Tecniche (RPT), con la formazione di un primo gruppo di lavoro ristretto formato dai referenti delle cinque categorie professionali coinvolte, rappresentate rispettivamente dal Consiglio Nazionale degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori, dal Consiglio Nazionale degli Ingegneri, dal Consiglio Nazionale Geometri e Geometri Laureati, dal Consiglio Nazionale dei Dottori Agronomi e dei Dottori Forestali e dal Consiglio Nazionale dei Geologi. Il 12 dicembre 2019 è stata organizzata a Roma presso la sede di Ispra, una giornata di discussione collegiale a partire dalla presentazione di una prima bozza delle Linee Guida; i lavori, organizzati nella prima parte della giornata in modalità plenaria e nel pomeriggio per tavoli interdisciplinari, hanno visto la partecipazione di più di quaranta invitati, tra rappresentanti del mondo delle professioni, ricercatori ed esperti. L'esito del confronto e della discussione tra i presenti ha permesso di far emergere temi, questioni e indicazioni rilevanti nella strutturazione e definizione del documento. Nei mesi successivi inoltre, tutti i partecipanti hanno confermato la loro partecipazione attiva alla stesura definitiva delle Linee Guida, inviando ulteriori contributi, che sono stati raccolti, classificati e integrati nella versione finale. Le Linee guida volontarie per l'uso sostenibile del Suolo per i professionisti dell'area tecnica sono quindi l'esito del contributo scientifico dei gruppi di ricerca dei tre partner di progetto, di ricercatori esperti a livello nazionale sul tema e dell'apporto tecnico e conoscitivo di professionisti afferenti alle cinque categorie professionali a cui il documento di rivolge.

1.3. Gli obiettivi delle Linee guida

Le **Linee guida volontarie per l'uso sostenibile del Suolo per i professionisti dell'area tecnica** rappresentano un tassello fondamentale del percorso avviato tramite il progetto Soil4Life che porterà alla stesura di analoghe Linee Guida volontarie destinate ad altri attori e *target group* che si trovano a operare sul suolo e a beneficiarne dei servizi forniti (Pubbliche amministrazioni e cittadini). In particolare, le Linee guida volontarie destinate a tecnici e professionisti si fondano su un approccio multidisciplinare integrato che, mettendo a confronto diverse competenze e professionalità, mira a raccogliere e analizzare tecniche, strategie, modalità e orientamenti per la tutela e la gestione sostenibile del suolo con riferimento specifico alla prevenzione di due effetti critici: l'incremento

dell'impermeabilizzazione e la perdita della materia organica. La finalità principale del documento è quindi quella di contribuire alla sensibilizzazione del mondo dei professionisti rispetto alle tematiche connesse alla tutela del suolo, attraverso una capillare diffusione delle informazioni e una condivisione delle conoscenze sulle migliori soluzioni tecniche e pratiche ambientali che possono essere adottate e promosse nell'ambito delle rispettive competenze professionali. Le Linee guida pertanto, pur mantenendo un carattere strettamente operativo, non si configurano come un manuale né come un documento scientifico, rimandando per gli aspetti di natura più tecnica e teorica a specifici riferimenti bibliografici di approfondimento, bensì come uno strumento attraverso cui attivare e stimolare un confronto, restituito in forma sintetica, tra saperi ed esperienze appartenenti a diversi campi professionali, al fine di promuovere e diffondere un approccio condiviso e sostenibile alla progettazione e gestione della risorsa suolo.

1.4. La sottoscrizione e l'utilizzo delle Linee guida

Alla luce delle finalità generali del progetto, l'elaborazione delle Linee guida non si configura come l'esito finale di un percorso, ma vuole costituire il momento di avvio di un processo virtuoso di condivisione e divulgazione all'interno del mondo delle professioni e dei saperi tecnici, che possa contribuire concretamente a stimolare nuovi approcci e ad arricchire il bagaglio di competenze di chi opera quotidianamente sul suolo alle diverse scale e con differenti impegni e ruoli progettuali. Di qui la scelta di accompagnare la diffusione e la presentazione delle Linee guida al mondo delle professioni con l'organizzazione di uno specifico percorso formativo, finalizzato ad approfondire i temi e le questioni trattate nel documento. Attraverso le Linee guida viene quindi promossa una visione di sistema e integrata delle principali tematiche alla base di un approccio sostenibile all'uso e alla gestione del suolo, che costituisce il quadro di riferimento entro cui vengono definiti i moduli tematici delle singole iniziative formative promosse nell'ambito del progetto. L'elaborazione delle Linee guida attraverso il percorso partecipato dei Forum, e l'organizzazione delle iniziative formative accreditate, rappresentano le due attività principali attraverso cui si realizza la campagna di sensibilizzazione promossa dal progetto, che vede nella sottoscrizione delle Linee guida da parte dei professionisti che prendono parte ai corsi di formazione, il momento di verifica dell'effettivo raggiungimento degli obiettivi alla base della campagna stessa. **La sottoscrizione del documento è volontaria** e non implica alcun impegno formale da parte del sottoscrittore, ma rappresenta comunque un segnale concreto di condivisione, da parte del professionista, delle linee culturali e delle strategie operative promosse da progetto.

1.5. La struttura degli indirizzi per la tutela del suolo dai processi di impermeabilizzazione e dalla perdita di materia organica

Le Linee guida si compongono di **8 indirizzi** per la tutela del suolo dai processi di impermeabilizzazione e dalla perdita di materia organica, a loro volta declinati in sotto-indirizzi di maggior dettaglio. Gli 8 indirizzi sono definiti con riferimento ai diversi aspetti connessi alla pianificazione e alla gestione della risorsa suolo e affrontano questioni di carattere procedurale, metodologico, progettuale e gestionale. Per ciascun indirizzo è stata elaborata una scheda sintetica che definisce la cornice di riferimento delle questioni affrontate rispetto al tema generale della gestione sostenibile del suolo, indicando quali obiettivi potrebbero essere raggiunti attraverso l'attuazione di quello specifico indirizzo, quali strumenti e quali attori dovrebbero essere coinvolti e quali azioni progettuali sono connesse all'attuazione dell'indirizzo stesso precisando, laddove possibile, tecniche e modalità di attuazione. A integrazione delle singole schede vengono inoltre riportate buone pratiche esemplificative di riferimento e una selezione di manuali e testi utili per l'approfondimento degli

aspetti tecnici specifici connessi al tema. Gli 8 indirizzi sono tra loro strettamente interconnessi: i rimandi sono indicati all'interno di ciascuna scheda e sono sintetizzati nella seguente tabella.

Relazione tra gli indirizzi per la tutela del suolo

① Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione		②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
② Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica	①		③	④				⑧
③ Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu	①	②		④	⑤		⑦	⑧
④ Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo	①	②	③		⑤			
⑤ Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli	①		③	④		⑥	⑦	⑧
⑥ Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli	①				⑤		⑦	⑧
⑦ Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici	①		③		⑤	⑥		⑧
⑧ Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici	①	②	③		⑤	⑥	⑦	

2. Definizione del problema

2.1. L'impermeabilizzazione e il consumo del suolo

2.1.1. Definizioni

L'**impermeabilizzazione** del suolo è l'esito della **copertura permanente** di suoli originariamente agricoli, naturali o seminaturali **con materiale artificiale** (quale asfalto, cemento o calcestruzzo) tale da eliminarne o ridurne la permeabilità.

Nel documento "*Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo*" (2012), la Commissione Europea ha definito l'impermeabilizzazione come una delle principali cause di degrado del suolo in Europa, in quanto "comporta un rischio accresciuto di inondazioni e di scarsità idrica, contribuisce al riscaldamento globale, minaccia la biodiversità e suscita particolare preoccupazione allorché vengono ad essere ricoperti terreni agricoli fertili". Tale fenomeno rappresenta la componente principale e più impattante del consumo di suolo, come evidenziato dal monitoraggio nazionale elaborato dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (Munafò, 2019).

Il **consumo di suolo** è un fenomeno complesso. In Italia, la definizione introdotta a livello nazionale dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA), e adottata dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) che deve assicurarne il monitoraggio, individua il consumo di suolo come la crescita della copertura artificiale del suolo a scapito di aree agricole, naturali e seminaturali. Tuttavia, le definizioni esistenti per descrivere tale fenomeno a livello regionale sono ancora numerose e non sempre univoche; spesso le differenti accezioni fanno riferimento a quadri normativi settoriali che propongono enunciazioni del consumo di suolo calibrate rispetto al contesto territoriale ma anche motivate da valutazioni di carattere economico e sociale.

A livello europeo, sono numerosi gli enti che nel corso degli anni si sono occupati di suolo e nello specifico di monitorare i fenomeni di impermeabilizzazione e di consumo di suolo (ad esempio Eurostat, Environment European Agency - EEA, Joint Research Center - JRC). La Commissione Europea, nell'ambito del programma *Copernicus*, ha previsto una serie di servizi per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo a livello continentale, sotto la responsabilità della stessa EEA, a cui è opportuno fare riferimento.

Attualmente sono due le principali definizioni utilizzate dalla Commissione europea: *Land take*¹, ovvero la quantità di superfici agricole, naturali, semi-naturali, nonché di aree umide e corpi idrici che, in un determinato periodo di tempo, sono state trasformate in aree urbane e artificiali; *Soil Sealing*, ovvero la copertura del suolo con materiali impermeabili.

L'indicatore di *Land take* è attualmente basato sulle analisi della classe "copertura artificiale" della banca dati *Corine Land Cover (CLC)*, con le relative difficoltà di risoluzione e tipologiche (unità minima mappabile 25 ha); mentre l'indicatore di *Soil sealing* misura direttamente l'impermeabilizzazione sulla base di dati ad alta risoluzione *HRL Imperviousness*². Il concetto di *Land take* coincide dunque con la trasformazione antropica del territorio (antropizzazione) dovuta alla espansione di aree urbanizzate

¹ Land Take is the amount of agriculture, forest, semi-natural/natural land, wetland or water taken by urban and other artificial land development (EEA, 2016)

² The added value of the imperviousness indicator, in combination with the 'land take' indicator, lies in the fact that it is more directly based on changes in sealing. While the CLC-based land take reflects and documents complex changes in land use, it cannot be easily used as a proxy for soil sealing, given that CLC classes reflect ranges in soil sealing rather than distinct soil sealing profiles for each land cover parcel. Also, once classified into one of the urban classes, further filling-in of green spaces or brownfield development is not captured if the land cover change covers less than 5 ha (the minimum mapping unit of CLC change). By using its 'degree of imperviousness (%)' variable, the imperviousness indicator captures all soil sealing changes at 0.04 ha level

(o superfici artificiali), generalmente a scapito delle aree rurali, per effetto della attuazione di previsioni pianificatorie o di progetti infrastrutturali.

L'antropizzazione si configura pertanto come la trasformazione funzionale e non solo fisica del suolo; le superfici antropizzate includono aree urbanizzate (con differenti gradi di impermeabilizzazione dei suoli) e aree permeabili o parzialmente permeabili destinate a verde pubblico o privato. La Commissione sottolinea l'importanza delle aree verdi urbane permeabili, soprattutto nell'ambito dei programmi di riuso e rigenerazione urbana, in quanto preziose per la resilienza dell'area urbanizzata e per la fornitura di importanti Servizi ecosistemici urbani, a partire dalla regolazione del microclima e del regime delle acque connessi agli effetti derivanti dai cambiamenti climatici. Anche per tali motivi, l'EEA ha aggiornato la definizione di copertura artificiale del suolo con una nota specifica in cui evidenzia che: *"Urban greenery may be artificial and under human maintenance and form part of settlements, but after all it is vegetation and not to be considered under 'Artificial' but under 'Biotic Vegetated'"* (European Environment Agency, 2017). Di conseguenza, tanto il *target* quanto l'indicatore *land take* terranno conto dei suoli effettivamente artificializzati all'interno delle aree urbanizzate e lo stesso programma europeo di monitoraggio sta sviluppando le nuove banche dati che sostituiranno il *Corine Land Cover*.

L'agenzia Europea per l'Ambiente (EEA) evidenzia come i recenti processi di urbanizzazione avvengano, in Europa, prevalentemente a scapito di aree precedentemente agricole (seminativi, prati, pascoli, circa il 74%). In Italia, tali variazioni di uso del suolo sono ancor più rilevanti, difatti circa il 92% del suolo di recente urbanizzazione aveva un utilizzo precedentemente agricolo, mentre solo l'8% era forestale o incolto (EEA 2019), configurando i processi di urbanizzazione come esito di diretta competizione tra mantenimento degli usi produttivi agricoli e trasformazione insediativa o infrastrutturale, in cui un peso determinante è dovuto alla valorizzazione fondiaria prodotta dalla rendita urbana.

L'indicatore di *Land take* è inoltre utilizzato in considerazione della strategia europea promossa con la comunicazione *"Roadmap to a Resource Efficient Europe"* (COM(2011) 571) (European Commission, 2011) che per la prima volta ha definito un *target* di **"no net land take by 2050"** in linea con gli Obiettivi di Sviluppo globale delle Nazioni Unite, limitando l'espansione urbana attraverso un migliore uso delle aree attualmente urbanizzate. Questo obiettivo è stato in seguito ripreso nel 7° Programma di Azione Ambientale, dando un'ulteriore rilevanza politica all'indirizzo definito dalla Commissione.

La Roadmap europea prevede come priorità l'azzeramento netto dei processi di consumo di suolo; cioè contempla la possibilità che, laddove di verifichino delle trasformazioni antropiche di suoli liberi agricoli o naturali, queste risultino a saldo zero, ovvero si prevedano contestuali azioni di de-sealing ripristinando ad usi agricoli o seminaturali aree di pari superficie in precedenza urbanizzate e impermeabilizzate. Il bilanciamento delle superfici è stimato a parità di condizioni di funzionalità ecosistemica, dunque con riferimento alla effettiva capacità di recupero e al tempo necessario di ripristino. Nel caso di trasformazioni antropiche è prevista comunque l'adozione di misure di mitigazione e compensazione per limitare gli impatti degli effetti derivanti da tale fenomeno.

Il monitoraggio nazionale del consumo di suolo, svolto annualmente nel nostro Paese dal Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente, vede ISPRA, insieme alle Agenzie per la protezione dell'ambiente delle diverse Regioni e delle Province Autonome, impegnata in un lavoro congiunto svolto utilizzando le informazioni più accurate che le nuove tecnologie sono in grado di offrire, e in particolare quelle del programma *Copernicus* che applicano una metodologia definita a livello europeo per le attività di monitoraggio del territorio, basata sul sistema di classificazione EAGLE (EIONET Action Group on Land monitoring in Europe³). Questa attività di monitoraggio misura annualmente il

³ <https://land.copernicus.eu/eagle>

consumo di suolo, inteso come la trasformazione del suolo da una copertura naturale o seminaturale ad artificiale, includendo oltre all'impermeabilizzazione anche altre forme di degrado quali la compattazione e l'asportazione del suolo.

Il processo di impermeabilizzazione è certamente l'effetto più grave sul suolo poiché impedisce di svolgere le naturali funzioni ecosistemiche, determinandone il completo degrado (European Commission, 2012), comportando una perdita definitiva di capitale naturale, raramente quantificata e valutata nel percorso pianificatorio e progettuale.

2.1.2. Cause

Nel 2012, all'atto della formulazione degli Orientamenti in materia di **limitazione, mitigazione e compensazione** dei fenomeni di impermeabilizzazione da parte della Commissione europea, i dati evidenziano un incremento significativo delle superfici urbanizzate: "la quota rilevata d'incremento di terreno occupato nell'UE fra il 1990 e il 2000 era pari a circa 1.000 km² l'anno, ovvero 275 ettari al giorno (European Commission, 2012). Per il periodo più recente, i dati dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), elaborati in base agli aggiornamenti degli usi e delle coperture del suolo grazie al programma *Copernicus*, evidenziano un trend di marcato rallentamento delle dinamiche di crescita dell'urbanizzazione: si è passati da 922 km²/anno nel periodo 2000-2006 a 440 km²/anno nel periodo 2012-2018 (EU28), espressi in termini di *Net Land Take*, con una chiara riduzione soprattutto dei fenomeni diffusi di *urban sprawl*, il cui tasso di crescita si è ridotto del 60% nel periodo 2012-2018 rispetto al dato dell'intero periodo 2000-2018 (European Environment Agency, 2019). In buona parte tale riduzione può essere spiegata con fattori congiunturali, legati alla crisi economica e alla contrazione dei cicli di espansione che avevano caratterizzato la fase del grande sviluppo moderno nella seconda parte del secolo scorso; le future rilevazioni potranno permettere di capire se il dato esprime una tendenza transitoria o se siamo di fronte a cambiamenti di natura strutturale nei processi urbanizzativi⁴.

Nel periodo **2000-2018 vi è stato comunque un notevole incremento di superfici urbanizzate pari a oltre 18.000 km²** (sull'area EEA 39 paesi), un'area leggermente più piccola della Slovenia (European Environment Agency, 2019). Il confronto con il dato di 1,71 milioni di km² che costituiscono l'intera Superficie Agricola Utile (SAU) dell'UE rende l'idea della dimensione complessiva assunta dal fenomeno a livello europeo. L'impermeabilizzazione del suolo è di conseguenza aumentata, l'ultimo dato disponibile a livello europeo indica un totale di 77.323 km² al 2015 (EU28) che corrisponde al 1,77% del territorio dell'Unione ormai sigillato. Il cambiamento nell'ultimo triennio monitorato (2012-2015) indica un tasso di incremento di 223 km² all'anno di crescita dell'impermeabilizzazione.

Le **cause** dell'aumento considerevole di superfici impermeabilizzate risiedono in diversi fattori che dipendono da un **modello di sviluppo sociale ed economico** che dipende strettamente dal settore delle costruzioni e dal suo incremento. Il passaggio deciso da un modello di sviluppo basato sullo sfruttamento intensivo delle risorse naturali ad un modello orientato alla loro gestione conservativa, a partire dal suolo, rappresenta quindi una delle principali sfide dell'antropocene (Steffen, Crutzen, & McNeill, 2007). L'adesione all'European Green Deal rende prioritario un paradigma di sviluppo che superi l'idea che la crescita sia l'indicatore più importante di un'economia per mettere al centro la soddisfazione dei bisogni delle persone in termini ecologici, di prevenzione contro il degrado delle risorse naturali, e in termini sociali (Raworth, 2017).

⁴ Si precisa che tali dati non sempre contengono le trasformazioni del suolo derivanti da infrastrutture in quanto dipende dalla risoluzione della mappatura in termini di Unità minima rilevata

Tra le principali cause dell'impermeabilizzazione e del consumo di suolo rimane ancora oggi la **dispersione insediativa** (lo *sprawl* urbano) che ha caratterizzato la dinamica di trasformazione territoriale degli ultimi decenni, con impatti significativi dal punto di vista ambientale, sociale ed economico (Bhat, Shafiq, Mir, & Ahmed, 2017; Christiansen & Loftsgarden, 2011; Epstein, Payne, & Kramer, 2002; ESPON, 2010). Si tratta di un modello di sviluppo dei sistemi urbani, contraddistinto da tipologie insediative mono-bifamiliari, a bassa densità abitativa, localizzate in aree periferiche rispetto ai maggiori nuclei urbani, con il conseguente incremento di infrastrutturazione, che determina un sovra sfruttamento della risorsa suolo e la perdita di aree agricole e periurbane destinate alla produzione alimentare. Tale modello di espansione urbanizzativa che ha impattato fortemente sulla qualità paesaggistica dei territori, è strettamente intrecciato a un nuovo modello di sviluppo economico, contraddistinto da nuove forme di produzione e **nuovi luoghi del lavoro**, di cui sono un esempio le **attività logistiche**, sempre più numerose e in continua espansione anche per la rapida crescita dell'e-commerce, e dalle **grandi strutture della distribuzione commerciale**, che continuano a consolidarsi come modelli prevalenti non solo per l'acquisto dei beni ma anche quali luoghi **della fruizione sociale**, per il tempo libero e lo svago.

Inoltre, a partire dal secondo dopoguerra, la diffusione della mobilità veicolare di massa ha portato a una sempre più ampia accessibilità dei territori non centrali, determinando una crescita considerevole della dotazione infrastrutturale per la mobilità e per il trasporto su gomma, con impatti considerevoli sul suolo e sul degrado dei relativi Servizi ecosistemici (SE). Tuttora, molte delle **attività sociali, economiche e finanziarie** italiane ed europee dipendono strettamente dalle **reti infrastrutturali di trasporto** (su ferro e su gomma). In Italia, l'impermeabilizzazione legata alla realizzazione di nuove infrastrutture rimane la principale causa di degrado del suolo con impatti irreversibili (diretti e indiretti) sulla sua qualità, sulla componente paesaggistica, sulle connessioni ecologiche e sul mantenimento della biodiversità determinando, di conseguenza, delle alterazioni nella fornitura dei SE necessari per il benessere umano.

A queste dinamiche si unisce un carattere peculiare dello **stile di vita della popolazione e delle famiglie italiane**. Il rapido miglioramento delle condizioni economiche negli anni '60 e '70 e una politica nazionale di sostegno al settore delle costruzioni hanno stimolato una forte crescita del mercato delle **secondo case** per fini turistici proseguita seppur con minor intensità fino agli anni più recenti, determinando una domanda estesa di residenze stagionali e generando una ulteriore urbanizzazione anche in aree di pregio paesistico e ambientale, come le coste marine e lacuali, le aree montane e collinari, e anche nelle prossimità di parchi e riserve naturali, dove poter godere del cosiddetto *park-view effect* (Brambilla & Ronchi, 2016). Infine, la determinante forse più rilevante nel contribuire all'incremento del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo nel nostro Paese è relativa al ruolo della **rendita fondiaria**, quale incremento di valore determinato dalle previsioni urbanizzative dei suoli agricoli determinate dalle scelte di piano; una dinamica che negli anni recenti è stata ulteriormente acuita dalla scarsità di risorse e dalla possibilità, introdotta nel 2007 (oggi fortunatamente non più consentita), per gli enti locali di utilizzare gli oneri di urbanizzazione per le spese correnti; una situazione che ha spinto molte amministrazioni, messe in crisi dal taglio dei trasferimenti statali e dall'eliminazione della tassazione locale sugli immobili, a 'fare cassa' attraverso una mercificazione del suolo, garantendo ampie possibilità agli operatori privati di realizzare nuovi interventi edilizi su suoli liberi, sia urbani sia extraurbani (e quindi agricoli o naturali). Processi di sviluppo urbanizzativo assecondati dalle previsioni della pianificazione locale, in cui regole e limitazioni al consumo di suolo, a fronte di una pressione immobiliare forte e costante, non apparivano tra le priorità politiche. Processi di urbanizzazione intensa del territorio che in altri Paesi europei cominciavano a essere limitati, già nei primi anni duemila, sia attraverso forme di regolazione degli usi del suolo, con la formazione di cinture verdi, sia con meccanismi di fiscalità locale volti a penalizzare (o

a impedire) espansioni urbane su aree libere, attraverso forme di tassazione incrementali che da un lato vanno a ridurre la convenienza, determinata dalla rendita urbana, dei processi di trasformazione urbanizzativa dei suoli liberi e dall'altra rendono disponibili risorse a sostegno di interventi di riuso e di rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate o di incremento delle dotazioni ambientali urbane. La mancanza di politiche e di misure regolative per il contenimento del consumo di suolo ha contribuito a rendere sempre più vantaggiosa l'urbanizzazione di suoli liberi, sia per il minor costo d'acquisto di aree ad uso agricolo distanti dai centri urbani, sia per una maggiore semplicità nel realizzare operazioni di nuova urbanizzazione sui suoli liberi (con una più immediata e redditizia remunerazione dei capitali investiti) rispetto a interventi di ristrutturazione o ricostruzione all'interno dei tessuti urbani consolidati. Una condizione che ha contribuito di fatto al perdurare di un fenomeno di degrado diffuso dei valori ambientali e paesaggistici del territorio, riducendo la disponibilità di suolo, risorsa limitata e non rinnovabile, e riducendone le funzionalità ecosistemiche con conseguenze sul benessere umano.

In Italia le dinamiche di consumo di suolo si sono mostrate particolarmente rilevanti nei **comuni di piccole e medie dimensioni**, lontani dalle grandi aree urbane, ma con ancora elevate qualità ambientali, con costi immobiliari contenuti e in generale capaci di offrire buone condizioni abitative; una situazione 'favorevole' che ha portato ad un incremento considerevole delle superfici urbanizzate nonostante tendenze demografiche in contrazione che, pur comuni in tutto il Paese, con limitate eccezioni, risultavano particolarmente evidenti proprio in questi contesti territoriali.

Come anticipato, il rallentamento delle dinamiche di crescita della superficie urbanizzata, registrato negli ultimi anni a livello europeo dall'EEA e a scala nazionale da ISPRA, può essere in gran parte spiegato con fattori congiunturali, legati alla crisi economica e al rallentamento del processo edilizio e infrastrutturale che ha dominato la seconda parte del secolo scorso; le future rilevazioni potranno permettere di capire se il dato esprime una fase transitoria o se siamo di fronte a cambiamenti di natura strutturale nei processi urbanizzativi.

2.1.3. Effetti

La perdita di suolo derivante dai processi di antropizzazione e di impermeabilizzazione determina numerosi impatti a lungo termine sulle risorse ambientali, ecologiche e paesaggistiche. Oggi la definizione di tali impatti e la loro quantificazione viene generalmente espressa nella capacità di un suolo di fornire SE, che rappresentano i benefici multipli che vengono forniti dagli ecosistemi a favore del genere umano e che contribuiscono al benessere, alla sicurezza e, in generale, al miglioramento della qualità della vita delle persone (Millennium Ecosystem Assessment, 2005).

I SE si dividono in:

- **servizi di supporto** (supporto fisico, decomposizione e mineralizzazione di materia organica, habitat delle specie, conservazione della biodiversità);
- **servizi di approvvigionamento** (produzione alimentare e di materiali rinnovabili);
- **servizi di regolazione** (il suolo concorre al mantenimento degli habitat necessari per garantire la propria biodiversità intrinseca e quella che dal suolo dipende, a partire dai paesaggi vegetali; svolge un'azione di regolazione delle acque filtrando e moderando il loro flusso verso le falde e rimuovendo le sostanze inquinanti; agisce sul microclima urbano riducendo l'effetto isola di calore soprattutto in contesti ad alta densità urbana);
- **servizi culturali** (funzioni estetiche, paesaggistiche, ricreative e sociali).

L'antropizzazione e la copertura del suolo con materiale impermeabile riducono o annullano le capacità del suolo di svolgere le sue funzioni ecosistemiche e quindi di garantire i relativi SE, determinando impatti sulla biodiversità, sul ciclo delle acque, sulla capacità di filtraggio e tampone,

sulla micro regolazione climatica, aumentando il rischio del fenomeno dell'*Urban Heat Island*, e infine sulla produzione e sul sostentamento alimentare. Effetti che ulteriormente concorrono all'aumento del rischio di inondazioni, frane, dissesti idrogeologici, diminuendo considerevolmente la resilienza dei territori e aumentandone la fragilità di fronte agli impatti derivanti da eventi climatici estremi.

Proprio per affrontare questi aspetti, ISPRA e SNPA dal 2016 producono annualmente una valutazione a livello nazionale degli effetti del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo in termini di perdita di SE per aumentare il livello di consapevolezza nelle Istituzioni e tra i cittadini del valore del suolo. Tra i Servizi ecosistemici sono considerati in particolare: la produzione agricola, la produzione di legname, lo stoccaggio di carbonio, il controllo dell'erosione, l'impollinazione, la regolazione del microclima, la rimozione di particolato e ozono, la disponibilità e purificazione dell'acqua e la regolazione del ciclo idrologico; a questi si aggiunge la qualità degli habitat, anche in considerazione della strategia dell'Unione Europea sulla Biodiversità (2020) che prevede la valutazione e la mappatura dello stato degli ecosistemi e dei loro servizi, al fine di supportare le scelte di pianificazione e protezione degli ecosistemi.

La valutazione dei SE è condotta attraverso l'utilizzo di software GIS, e in alcuni casi, attraverso la suite di modelli *InVEST* (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Trade-offs*, Natural Capital Project)⁵, sulla base delle carte di copertura e di uso del suolo prodotte da ISPRA e la carta nazionale del consumo di suolo prodotta dal SNPA con una metodologia specifica per ciascun servizio (Assennato et al., 2018). All'analisi del flusso dei SE viene inoltre associato un valore economico che mostra con particolare evidenza l'entità dell'impatto del consumo di suolo anche in termini monetari.

2.1.4. Misurare l'impermeabilizzazione e il consumo di suolo

L'**impermeabilizzazione** viene riconosciuta come una delle principali cause di degrado del suolo nell'Unione Europea (Commission of the European Communities, 2006).

La misurazione del grado di antropizzazione e di impermeabilizzazione dei suoli avviene a livello europeo nell'ambito del programma *Copernicus* (precedentemente noto come *GMES - Global Monitoring for Environment and Security*) quale sistema di raccolta di informazioni da molteplici fonti, per lo più satelliti di osservazione, sensori di terra, mare e aviotrasportati.

A livello europeo, il programma di monitoraggio *Copernicus* elabora una serie di *dataset* su uso e copertura del suolo producendo il *Corine Land Cover* (disponibile per gli anni 1990, 2000, 2006, 2012, e 2018) e i prodotti ad alta risoluzione *High Resolution Layer (HRL)*. Tra questi ultimi, vi è l'informazione relativa all'impermeabilizzato (*Imperviousness*) disponibile per gli anni 2006, 2009, 2012 e 2015 con una risoluzione spaziale di 20*20 metri e una frequenza di aggiornamento ogni 3 anni. Gli *HRL* relativi all'impermeabilizzazione, sono derivati dal *Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)* su immagini satellitari ad alta risoluzione, integrati da informazioni in-situ. I *dataset* dell'*Imperviousness* sono costituiti da tre diversi prodotti: *Imperviousness Degree (IMD)* che rappresenta lo 'status layer', *Imperviousness Change (IMC)* e *Imperviousness Classified Change (IMCC)* che rappresentano i 'change layer'. I *dataset* dell'*Imperviousness Degree* stimano la copertura impermeabile a livello di pixel e sono mappati come grado di impermeabilizzazione espresso in valori percentuali da 0 a 100, i *dataset* dell'*Imperviousness Change (IMC)* stimano il grado di cambiamento della copertura impermeabile da -100% a +100% e i *dataset* dell'*Imperviousness Classified Change (IMCC)* rappresentano un prodotto classificato. I *change layers IMC* e *IMCC* fanno riferimento alle serie temporali 2006-2009, 2009-2012, 2012-2015 e in aggiunta 2006-2012 per mantenere la coerenza temporale con il *Corine Land Cover*. (Fonte: ISPRA, <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/suolo-e-territorio/copertura-del-suolo/high-resolution-layer>).

⁵ <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/software/invest>

Nell'ambito del programma *Copernicus*, sono resi disponibili, in modo completamente aperto e gratuito, tutti i dati dei servizi e le immagini acquisite dalla costellazione di satelliti *Sentinel*. Tali satelliti forniscono immagini radar e ottiche ad alta risoluzione del nostro pianeta, permettendo il monitoraggio del territorio (copertura vegetale, suolo e acqua, etc.), del mare (temperatura, andamento della superficie marina, etc.) e dell'atmosfera.

Il quadro conoscitivo rispetto all'indicatore di **consumo di suolo** per l'Italia è disponibile grazie ai dati aggiornati annualmente da parte del SNPA e, in particolare, della cartografia prodotta dalla rete dei referenti per il monitoraggio del territorio e del consumo di suolo del SNPA, costituita da ISPRA e dalle Agenzie per la Protezione dell'Ambiente delle Regioni e delle Province autonome, come previsto dalla L.n. 132/2016. Seguendo gli orientamenti europei e internazionali, il SNPA ha strutturato il monitoraggio del consumo di suolo con riferimento alle diverse forme di artificializzazione, di impermeabilizzazione e di alterazione della copertura del suolo che ne compromettono le funzioni ecologiche, classificando ogni porzione di territorio in primo luogo sulla base della tipologia di consumo (irreversibile o reversibile) e in secondo luogo sulla base della tipologia di copertura. Questo sistema consente di monitorare le trasformazioni del territorio con estremo dettaglio, consentendo analisi con diversi indicatori, rispondendo pienamente al mandato di seguire le trasformazioni del territorio e la perdita di suolo naturale, agricolo e seminaturale, inteso come risorsa ambientale essenziale e fundamentalmente non rinnovabile, vitale per il nostro ambiente, il nostro benessere e la nostra stessa economia.

2.1.5. Una legge nazionale per il contenimento del consumo di suolo

Una politica di limitazione del consumo di suolo avrebbe senz'altro bisogno del supporto di una decisa azione legislativa. In Italia continua a mancare una legge nazionale per il contenimento del consumo di suolo, per quanto molte Regioni abbiano in questi anni approvato normative, sia di settore sia generali, volte a indirizzare le strategie di governo del territorio non solo per contenere i processi di urbanizzazione del suolo, ma anche per sostenere azioni diffuse di rigenerazione urbana e territoriale, quale strategia prioritaria per rispondere alle esigenze di nuovo efficientamento della città esistente, e per garantire condizioni di sostenibilità ambientale nelle scelte di sviluppo urbano. Fino a oggi le proposte normative sembrano privilegiare misure di contenimento quantitativo del consumo di suolo, senz'altro prioritarie e necessarie. Sarebbe però altrettanto importante sostenere i meccanismi di contenimento del consumo di suolo con una più ampia riforma, sia della fiscalità locale, sia degli strumenti di pianificazione; in particolare è quanto mai necessario riaffermare il carattere non conformativo dei piani di livello strutturale/strategico e la loro scala territoriale, nonché sancire la decadenza delle previsioni urbanistiche non attuate (in un arco temporale ragionevole di 5 anni), liberando le scelte di pianificazione dal peso del 'residuo' di piano, che ancora difficilmente si riesce ad annullare nelle operazioni di aggiornamento degli strumenti di pianificazione comunale.

2.2. Il declino della materia organica nei suoli

2.2.1. Definizione

La Sostanza organica (SO) può essere definita come il complesso di tutto il materiale organico presente nel suolo, sia esso di origine animale o vegetale, e sia esso vivo, morto o in uno stato di decomposizione (Lefèvre, Rekik, Alcantara, & Wiese, 2017). Della SO del suolo fanno parte anche i residui animali e vegetali non più viventi presenti sulla superficie. Nel suo insieme rappresenta **una componente del suolo fondamentale**, un miscuglio complesso e dinamico di composti formati

principalmente da carbonio, ma anche da molecole di azoto, ossigeno, idrogeno e in misura minore di fosforo, zolfo, ferro, alluminio, potassio, etc.

La SO rappresenta solamente una piccola percentuale del suolo, che nei climi temperati varia generalmente dall'1 al 5% a seconda delle tipologie di suolo, ma costituisce la sua frazione più importante e ne può influenzare molte delle caratteristiche chimico-fisiche e biologiche, risultando anche un indicatore fondamentale per valutare lo stato di qualità dei suoli, con riflessi sostanziali sulla fertilità. Infatti, la SO migliora la struttura del suolo, la capacità di scambio cationico e di ritenzione dell'acqua e ha effetti positivi sulla capacità di stoccaggio di carbonio: l'accumulo a lungo termine di SO nei suoli agisce come un assorbimento di gas a effetto serra (Di Leginio, Fumanti, Giandon, & Vinci, 2014). La presenza di humus (la frazione di SO più stabile presente nel suolo perché degradata più lentamente) rende un terreno meno fragile perché ne migliora le proprietà meccaniche proteggendolo dall'erosione, costituisce una fonte di cibo per i microorganismi favorendo il mantenimento della biodiversità edafica, e ha la capacità di legare alcuni ioni restituendoli poi lentamente alle piante che ne hanno bisogno per crescere. I suoli ricchi di SO permettono quindi la ritenzione di nutrienti importanti per lo sviluppo vegetale, trattenendoli a livello di orizzonti superficiali e prevenendone la perdita per solubilizzazione verso gli orizzonti profondi e la falda.

La SO presente nel suolo riveste altresì un ruolo fondamentale nel ciclo globale del carbonio. Il carbonio contenuto nel suolo rappresenta infatti la più importante riserva del pianeta e costituisce circa $\frac{3}{4}$ del carbonio terrestre totale (1500–2000 Gt rispetto a 500-700 Gt nelle piante e 760 Gt nell'atmosfera), al netto del carbonio stoccato negli oceani, nei depositi fossili e nelle rocce carbonatiche. Esso è di fondamentale importanza e richiede grande attenzione anche perché è quello più influenzabile, positivamente o negativamente, dalle attività umane (ad esempio dai cambiamenti di uso e copertura del suolo). Pertanto, la preservazione della SO nei suoli, risulta fondamentale per molteplici aspetti, sia per quanto riguarda gli interessi agronomici, che ambientali ed economici.

In condizioni non perturbate si instaura un equilibrio per cui i contributi e le perdite di carbonio nei vari comparti ambientali (vegetazione, acqua, aria, suolo) si bilanciano portando a determinati contenuti nei comparti terrestri che vengono regolati da processi fisici, chimici e biologici. La perdita di SO con rilascio di gas climalteranti (CO_2 e CH_4) nel comparto atmosferico è un fenomeno che ha interessato e interessa i suoli di tutto il globo, e ha avuto inizio con le attività umane, in particolare con la trasformazione in colture di suoli precedentemente forestali, intensificandosi a partire dall'era industriale con l'uso di combustibili fossili e le estensive deforestazioni che hanno determinato una forte diminuzione della biomassa vegetale e della Sostanza organica dei terreni coltivati in modo sempre più intensivo. La perdita di SO nei suoli è anche uno dei principali fattori che compromettono la funzionalità dei suoli in termini di processi pedologici e biologici (*Commission of The European Communities, 2006*). Ad oggi esiste un'emergenza rispetto alla perdita di SO nei suoli e le tradizionali tecniche di lavorazione dirette, così come gli approcci territoriali, non possono più prescindere dal considerare il contenuto di SO, e più in generale la qualità dei suoli, come aspetto chiave per la sostenibilità dei nuovi paesaggi.

La crescente consapevolezza della sua importanza e del ruolo fondamentale che svolge nei delicati equilibri ambientali ha fatto includere lo stock di carbonio nel concetto di *Land Degradation Neutral World*, affermatosi all'interno di processi di negoziato internazionale e proposto per la prima volta in occasione della Conferenza Rio+20 e contenuto nel suo rapporto finale "*The future we want*".

L'indicatore proposto dal *Global Indicator Framework* per il monitoraggio del target 15.3.1 è la proporzione di territorio degradato, sul totale del territorio. Il trend del contenuto di Carbonio organico è tra i tre sub-indicatori (oltre all'uso/copertura del suolo e alla produttività) necessari per determinare l'indicatore proposto dalle Nazioni Unite per monitorare gli obiettivi di sviluppo sostenibile.

2.2.2. Cause

Diverse politiche agricole internazionali hanno promosso la messa a punto di misure atte a invertire il fenomeno del declino della Sostanza organica nei suoli, considerata **una delle principali cause di compromissione della funzionalità dei suoli** (Lefèvre et al., 2017).

Le principali cause di perdita di SO nei suoli sono da ricercarsi nelle alterazioni prodotte dalle attività antropiche, e in particolare nelle trasformazioni di uso del suolo. Le estese deforestazioni, la conversione di foreste in terreni agricoli, la conversione dei pascoli in terreni arabili e l'urbanizzazione hanno avuto effetti devastanti sulla qualità dei suoli di queste aree. Inoltre, la tipologia di pratiche agricole (soprattutto a partire dall'agricoltura intensiva) hanno avuto effetti negativi significativi. Alcune pratiche convenzionali come la rimozione dei residui colturali, la monocoltura continua, l'agricoltura intensiva, l'abbandono del legame tra agricoltura e allevamento, l'utilizzo intenso di fertilizzanti e fitofarmaci, l'aratura convenzionale e l'irrigazione superficiale hanno influito e influiscono negativamente sul mantenimento di buoni livelli di SO nei suoli.

2.2.3. Effetti

La perdita di SO produce effetti negativi sui suoli, principalmente legati al mantenimento delle diverse funzioni che esso svolge. Una minore quantità di SO implica innanzitutto una **diminuzione della produzione vegetale**, in termini di resa (quantità per unità di superficie) e qualità, in quanto determina una carenza o ridotta disponibilità degli elementi nutritivi necessari per un efficiente sviluppo della biomassa vegetale: un suolo povero in SO è infatti più soggetto a dilavamento e perdita di minerali solubili. I bassi livelli di SO rendono i suoli meno strutturati e più fragili, con una minore capacità di infiltrazione dell'acqua che di conseguenza scorre superficialmente ricaricando in minor misura la falda e aumentando il ruscellamento superficiale che genera **fenomeni erosivi**. A loro volta, i fenomeni erosivi asportando la parte di suolo più ricca di materia organica, che è appunto concentrata negli strati più superficiali (i primi centimetri di profondità), intensificano la gravità del problema. Per questi motivi l'adozione di misure di protezione della superficie del suolo dall'erosione rappresenta una delle strategie utili per il mantenimento della SO. La mancanza di azioni preventive della perdita di SO in terreni coltivati è una delle principali cause, combinata con le forzanti meteorologiche, dei fenomeni di desertificazione di estese aree del pianeta.

Gli organismi che vivono nel suolo e che ne costituiscono la comunità biotica sono negativamente influenzati da una diminuzione di SO perché essa rappresenta la loro riserva trofica, e ne condiziona l'attività di crescita e riproduzione, portando conseguentemente a **minori livelli di biodiversità** che a loro volta compromettono la funzionalità ecosistemica del suolo e delle vegetazioni sovrastanti. Esistono inoltre criticità legate alla perdita di SO per gli effetti del surriscaldamento globale che potrebbe provocare un innalzamento medio della temperatura del suolo, accelerando i processi di decomposizione della SO (mineralizzazione) con conseguente aumentata emissione di CO₂ in atmosfera (Lal, 2004b).

2.2.4. Misurare il contenuto di Sostanza organica (SO)

La valutazione delle variazioni del contenuto di SO presente nei suoli può essere effettuata con metodi diretti o indiretti. La valutazione diretta prevede ripetizioni nel tempo della misurazione del contenuto di carbonio nel suolo. Questo prevede il campionamento di suolo minerale e della lettiera e l'analisi dei campioni attraverso tecniche laboratoristiche (ad esempio tramite analizzatore elementare) per la quantificazione del Carbonio organico (CO). Il contenuto di CO e la SO sono legati da un fattore di conversione per cui il risultato viene espresso in base al parametro che interessa mostrare. Il valore

del fattore di correzione (fattore di Van Bemmelen) è generalmente indicato in 1,724, sulla base del presupposto che la SO contenga mediamente il 58% di carbonio. La misurazione indiretta consiste invece nel misurare gli input (lettiera e radici morte) e gli output (la CO₂ derivante dalla respirazione del suolo) e calcolarne la differenza, ripetendo la misurazione nel tempo.

Per i soli orizzonti organici (la lettiera) la misurazione della SO (che rappresenta mediamente l'80-90% di tutta la materia) si può anche effettuare direttamente attraverso una quantificazione diretta in laboratorio della massa di SO combusta ottenendo un valore esprimibile in % o in g/Kg.

Per il contesto nazionale, ISPRA ha prodotto una mappatura delle variazioni del Carbonio organico nel suolo (SOC) (Munafò, 2019). I cambiamenti nel SOC sono particolarmente difficili da valutare per diversi motivi: l'elevata variabilità spaziale delle proprietà del suolo, la diversa frequenza dei monitoraggi nonché le differenti metodologie di indagine. Per stimare i cambiamenti di Carbonio organico nel suolo (nei primi 30 cm), sono stati utilizzati i dati di copertura del suolo con risoluzione di 10 metri negli anni di riferimento 2012 e 2018 e la carta mondiale nazionale del Carbonio organico realizzata nell'ambito delle attività della *Global Soil Partnership (GSP)* istituita presso la FAO. L'elaborazione, relativa ai livelli più superficiali (*topsoil*), è stata fatta attraverso tecniche di *Digital Global Soil Mapping*, utilizzando i dati provenienti da circa 6.700 *Organic Carbon Map* (FAO e ITPS, 2018), ottenuta dall'analisi di 6.748 profili associati a una serie di *covariate* categoriche (uso del suolo, tipo di suoli, geologia, etc.) e continue (clima, pendenza, profondità del suolo, pH, etc.). Il contributo italiano è servito a produrre una prima stima delle variazioni del contenuto in Carbonio organico del suolo dovute a nuove superfici consumate nel periodo compreso tra il 2012 e il 2018 (Munafò, 2019), secondo le linee guida proposte dall'UNCCD. Le elaborazioni relative all'indicatore di degrado dovuto alla perdita di Carbonio organico nel suolo sono state realizzate tramite *Trends.earth*. Da tale analisi risulta che lo 0,22% del territorio nazionale è in aumento di degrado tra il 2012 e il 2018 a causa della perdita di Carbonio organico nel suolo (Munafò, 2019).

3. Glossario

Il presente glossario intende fornire le definizioni di alcuni concetti chiave, in forma sintetica, con lo scopo di precisare che cosa si intende con un determinato termine, evitando interpretazioni disomogenee e orientando i professionisti e tecnici all'utilizzo di un linguaggio comune, coerente e condiviso.

Le definizioni – in ordine alfabetico - si attengono e riprendono i contenuti promossi in documenti scientifici già esistenti con lo scopo di non sovrapporsi a saperi consolidati ma di fornire tali conoscenze per un utilizzo nell'ambito professionale.

A

Agricoltura conservativa

L'Agricoltura Conservativa ha lo scopo di conservare, migliorare e rendere più efficiente l'uso delle risorse naturali attraverso una gestione integrata del suolo, dell'acqua e delle risorse biologiche congiuntamente agli input esterni. Essa contribuisce alla conservazione dell'ambiente nonché al sostegno e al miglioramento della produzione agricola. Può essere indicata anche come un modo efficace ed efficiente di uso delle risorse in agricoltura (Rinaldi & Troccoli, 2017).

Tra le principali tecniche di lavorazione e preparazione dei suoli nell'ambito dell'agricoltura conservativa vi sono:

1. *Minimum tillage* (Minima lavorazione): lavorazione del terreno a profondità molto limitata, massimo 20 cm, che permette in pochi passaggi (uno o due) di ottenere un buon letto di semina: gli attrezzi per la lavorazione devono essere dotati di organi lavoranti non mossi dalla presa di forza o idraulicamente, e devono minimizzare il disturbo del suolo.
2. *Vertical tillage* (Lavorazione verticale): lavorazione del terreno molto superficiale (dai 3 ai 5 cm), con lavorazione senza rimescolamento del suolo e con il mantenimento dei residui colturali in superficie;
3. *Strip tillage* (Lavorazione a strisce): lavorazione che prevede di preparare il terreno per la semina in strisce di dimensioni ridotte (tipicamente la larghezza entro i 15-20 cm e la profondità di lavorazione massimo 15 cm); le strisce di semina nel loro complesso dovrebbero interessare una percentuale dal 25% al 33% della superficie totale dell'area produttiva, in modo da conservare i vantaggi del *no tillage*.
4. *No tillage* (Non lavorazione): nessuna lavorazione del terreno, al di fuori del minimo disturbo operato dagli organi di semina; la semina delle colture è effettuata pertanto su terreno 'sodo' in presenza dei residui della coltura precedente, che sono lasciati integralmente sul terreno.

Agricoltura convenzionale

L'Agricoltura convenzionale (basata sull'aratura): Tecnica tradizionale di preparazione dei terreni per le semine, che comprende l'aratura e una serie di successive lavorazioni complementari di affinamento, effettuate con erpici, coltivatori e altre macchine operatrici simili. L'aratura implica il rivoltamento del terreno, normalmente a 30-40 cm e, soprattutto nei terreni argillosi, anche a profondità maggiori. Essa, insieme alle lavorazioni che la seguono, altera e disturba fortemente l'attività biologica del suolo. Tale pratica è inoltre dispendiosa economicamente ed energeticamente per l'elevato numero e costo delle macchine necessarie per eseguirla e per l'alto consumo di combustibile che comporta, causa inoltre di consistenti emissioni di gas climalteranti (Rinaldi & Troccoli, 2017).

Agro-biodiversità

L'agro-biodiversità (diversità biologica agricola) include la variabilità di geni, specie ed ecosistemi di interesse agrario. È il risultato delle interazioni tra le risorse genetiche, l'ambiente e i sistemi agricoli, in cui hanno ruoli chiave la selezione naturale, le condizioni ambientali e gli sviluppi sociali, culturali, economici e tecnici. L'agro-biodiversità sostiene le funzioni, le strutture e i processi centrali degli ecosistemi agricoli. Essa fornisce agli esseri umani cibo e materie prime per altri prodotti agricoli, fonti e mezzi di sostentamento e fornisce una serie di Servizi ecosistemici tra cui la preservazione di suolo, acqua, fertilità e impollinazione, essenziali per il benessere umano. Inoltre, essa offre a specie e comunità la capacità di adattarsi ai cambi ambientali (inclusi quelli climatici) e di evolvere, aumentando la resistenza a eventi meteorologici estremi, parassiti e patogeni.

Ambiente

L'ambiente è un sistema aperto, capace di autoregolarsi e di mantenere un equilibrio dinamico, all'interno del quale si verificano scambi di energia e di informazioni. Esso include elementi non viventi o abiotici (acqua, aria, minerali, energia), ed elementi viventi o biotici, tra i quali si distinguono organismi produttori (vegetali), consumatori (animali) e decompositori (funghi e batteri) (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010).

Approccio ecosistemico

L'approccio ecosistemico è una metodologia generale per l'attuazione della Convenzione per la Diversità Biologica (1992) che vede la comunità umana come parte integrante degli ecosistemi e dei meccanismi che li regolano e non come 'elemento disturbatore' dell'equilibrio naturale come secondo i criteri conservazionistici (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010).

B

Biodiversità

La biodiversità è la varietà e la variabilità degli organismi viventi e dei sistemi ecologici in cui essi vivono (Convenzione ONU sulla Diversità Biologica). Con tale termine si intendono tre tipologie di diversità:

- diversità di ecosistema: definisce il numero e l'abbondanza degli habitat, delle comunità viventi e degli ecosistemi all'interno dei quali i diversi organismi vivono e si evolvono.
- diversità di specie: comprende la ricchezza di specie, misurabile in termini di numero delle stesse specie presenti in una determinata zona, o di frequenza delle specie, cioè la loro rarità o abbondanza in un territorio o in un habitat.
- diversità genetica: definisce la differenza dei geni all'interno di una determinata specie; essa corrisponde quindi alla totalità del patrimonio genetico a cui contribuiscono tutti gli organismi che popolano la Terra.

C

Consumo di suolo (Land Take)

Il Consumo di Suolo è inteso come incremento della superficie a copertura artificiale del suolo a scapito di aree agricole, naturali e semi-naturali; il consumo di suolo include le aree impermeabilizzate e le aree urbanizzate, determinate a seguito della realizzazione di costruzioni e infrastrutture

permanenti, come ad esempio insediamenti residenziali, industriali, commerciali, infrastrutture per la mobilità, servizi e le aree verdi urbane (EEA, 2019).

Copertura del suolo

Per copertura del suolo si intende la copertura biofisica della superficie terrestre. Una definizione viene dalla direttiva 2007/2/CE del Parlamento europeo e del consiglio: la copertura fisica e biologica della superficie terrestre comprese le superfici artificiali, le zone agricole, i boschi e le foreste, le aree seminaturali, le zone umide, i corpi idrici. Una copertura artificiale del suolo avviene in presenza di una copertura biofisica artificiale del terreno di tipo permanente (ad esempio: edifici, fabbricati, infrastrutture e altre aree pavimentate) o di tipo reversibile (ad esempio: cantieri, impianti fotovoltaici a terra, aree estrattive). L'impermeabilizzazione del suolo costituisce la forma più evidente di copertura artificiale.

D

Degrado ambientale

Perdita dei caratteri originari delle strutture, degli elementi e delle relazioni fra le componenti dell'ecosistema, con conseguente impoverimento del flusso energetico e degli scambi materiali esistenti (Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010)

De-sealing (o de-impermeabilizzazione)

La procedura di *de-sealing* riguarda il ripristino di parte del suolo precedente impermeabilizzato rimuovendo il materiale impermeabile che lo ricopre come asfalto o calcestruzzo, dissodando il terreno sottostante, rimuovendo materiale estraneo e ristrutturandone il profilo. L'obiettivo è recuperare un reale collegamento col sottosuolo naturale (European Commission, 2012)

E

Ecosistema

Con il termine ecosistema si intende l'unità basica funzionale con la quale l'uomo deve operare poiché essa include organismi e ambienti non viventi, ognuno influenzante le proprietà dell'altro e tutti e due necessari per il mantenimento della vita quale noi abbiamo sulla Terra (Odum, 1971). Il suolo rappresenta un elemento di caratterizzazione degli ecosistemi ma rappresenta esso stesso un ecosistema (Giordano, 1999).

F

Fiscalità urbanistica locale

Partendo dall'assunto secondo cui la città è un *bene collettivo* il cui valore economico, sociale e ambientale è definito da investimenti e azioni sia pubbliche che private (Camagni, 2008), con il concetto di 'fiscalità urbanistica locale' possiamo intendere in generale l'insieme delle misure di tassazione che possono non solo consentire all'ente pubblico locale di recuperare una quota del plusvalore immobiliare prodotto, attraverso le scelte di pianificazione, da investimenti o interventi pubblici, ma anche permettere di limitare interventi privati che determinino una riduzione dei valori

collettivi urbani (economici e ambientali) o di contro incentivare interventi e investimenti privati nel perseguimento di specifici obiettivi di interesse collettivo.

Le misure di fiscalità locale previste, in relazione alla attuazione di interventi edilizi e urbanistici sono: gli oneri di urbanizzazione, il contributo sul costo di costruzione (di cui all'art. 16 del DPR 380/2001 'Testo Unico sull'edilizia'), l'imposta di scopo (di cui all'art 1, co. 145-151 L.n 296/2006) e gli extra-oneri negoziali (contributo straordinario ai sensi dell'art. 17 del DL 133/2014 'Sblocca Italia').

Gli **oneri di urbanizzazioni** costituiscono (insieme al contributo di costruzione) la forma ordinaria di tassazione negli interventi edilizi e urbanistici, e sono destinati esclusivamente (L.n. 232/2016) alla realizzazione di opere di urbanizzazione primaria e secondaria o di altre categorie di intervento di interesse collettivo funzionali alla qualità urbana (compreso il sostegno alla realizzazione di interventi di rigenerazione urbana o di valorizzazione ambientale). Gli **extra-oneri** negoziali vengono previsti come tassazione della rendita di trasformazione, cioè quale contributo straordinario "sul plus-valore generato da interventi su aree o immobili in variante urbanistica, in deroga o con cambio di destinazione d'uso (...), da determinare in misura non inferiore al 50%". Tale contributo rappresenta dunque un gettito aggiuntivo, non scomputabile, pari almeno al 50% dei plusvalori generati ottenibile nell'ambito dei processi di negoziazione pubblico privato a seguito di rilevanti valorizzazioni immobiliari, che permette il recupero della rendita urbana e l'investimento vincolato verso interventi di miglioramento delle dotazioni e delle performance urbane, anche in prospettiva ambientale ed ecologica.

L'**imposta di scopo** infine, nell'ambito dei principi di autonomia di entrata e di spesa degli enti locali (art.12 della L.n. 42/2009), attribuisce ai comuni la facoltà di istituire, con regolamento, un'imposta vincolata a finanziare la realizzazione di opere pubbliche, tra cui opere per la mobilità, interventi di sistemazione e realizzazione del verde e interventi di carattere culturale e di conservazione dei beni architettonici.

G

Gestione sostenibile del suolo

La gestione del suolo è sostenibile se i servizi di sostegno, approvvigionamento, regolamentazione e culturali forniti dal suolo, sono mantenuti o migliorati senza compromettere in modo significativo le funzioni del suolo che li consentono. L'equilibrio tra servizi di sostegno della produzione vegetale e i servizi di regolamentazione che il suolo offre in termini di qualità e disponibilità idrica, e di composizione atmosferica dei gas a effetto serra suscitano particolare preoccupazione (FAO, 2017).

Green and blue infrastructure

(vedi Infrastrutture Verdi e blu)

H

Humus

L'Humus è il prodotto finale del lungo processo di decomposizione del materiale organico a opera degli organismi presenti nel suolo (European Commission, 2002). Generalmente, l'humus è di colore scuro, poroso e di consistenza spugnosa, viene classificato a seconda del grado di trasformazione. Le quantità di sostanza umica dipendono dalle quantità e qualità dei residui e dei concimi organici che

pervengono al suolo, e dalla velocità e dal tipo di processi di mineralizzazione e umificazione a cui tali residui sono sottoposti.

I

Impermeabilizzazione del suolo

L'impermeabilizzazione del suolo avviene con la copertura permanente di parte del terreno e del relativo suolo in materiale artificiale (quale cemento, calcestruzzo o asfalto) utilizzato per la realizzazione di abitazioni, edifici industriali e commerciali, infrastrutture per il trasporto e altro. Una superficie urbana è solo parzialmente impermeabilizzata poiché i giardini, i parchi urbani e altri spazi verdi non sono coperti da una superficie impermeabile ma presentano differenti livelli di permeabilità (European Commission, 2012).

L'impermeabilizzazione del suolo ha effetti sia diretti che indiretti: l'impatto sulla biodiversità è uno degli effetti diretti, mentre la frammentazione dell'habitat è una conseguenza indiretta dovuta per lo più alla realizzazione di infrastrutture di trasporto e alla conseguente localizzazione di attività edilizie connesse alla rete infrastrutturale. Allo stesso modo, l'impermeabilizzazione impatta sui suoli agricoli, anche su quelli al margine delle aree urbane, riducendone l'assorbimento idrico (effetto diretto) e, in modo indiretto, impone maggiore pressione antropica sul sistema agricolo restante con effetti in termini di riduzione della produzione alimentare (effetto indiretto).

Infrastrutture verdi e blu

Le Infrastrutture verdi e blu (dette anche *Green and blue infrastructure* o Reti verdi e blu) vengono definite come "una rete di aree naturali e seminaturali pianificata a livello strategico con altri elementi ambientali, progettata e gestita in maniera da fornire un ampio spettro di Servizi ecosistemici. Ne fanno parte gli spazi verdi (o blu, nel caso degli ecosistemi acquatici) e altri elementi fisici in aree sulla terraferma (incluse le aree costiere) e marine. Le Infrastrutture verdi e blu coinvolgono aree in un contesto rurale, naturale e urbano e rappresentano uno strumento progettuale strategico per ottenere benefici ecologici, economici e sociali, e per la realizzazione di soluzioni naturali (dette *Nature-based solution*). Le infrastrutture verdi si basano sul principio che l'esigenza di proteggere e migliorare la natura e i processi naturali, nonché i molteplici benefici che la società umana può trarne, sia consapevolmente integrata nella pianificazione e nello sviluppo territoriale (European Commission, 2013).

Le Infrastrutture verdi e blu si caratterizzano per i seguenti elementi strutturali:

Integrazione/ Integration: il verde, che include tutte le superfici non impermeabilizzate anche in ambito urbano, deve essere progettato come una infrastruttura, dotata della adeguata capacità e connessione interna, integrata con altre infrastrutture urbane in termini di relazioni fisiche e funzionali (ad esempio le infrastrutture della mobilità sostenibile, le reti energetiche e digitali, i sistemi di gestione delle acque, i tessuti costruiti da riabilitare);

Multifunzionalità / Multifunctionality: le Infrastrutture verdi e blu combinano differenti funzioni di tipo ecologico, sociale ed economico, abiotiche, biotiche e culturali degli spazi verdi;

Connessione / Connectivity: le Infrastrutture verdi e blu definiscono collegamenti fisici e funzionali tra spazi aperti, naturali, agricoli e verdi urbani, a diverse scale e da diverse prospettive;

Approccio multi-scalare / Multi-scale approach: le Infrastrutture verdi e blu costituiscono il supporto progettuale per la definizione di interventi alle diverse scale, dall'intervento sul singolo lotto, alla scala di quartiere e urbana, alla dimensione regionale e nazionale, operando in modo sinergico tra le differenti scale;

Approccio multi-oggetto / Multi-object approach: le Infrastrutture verdi e blu comprendono differenti tipologie di spazi aperti, urbani ed extraurbani, verdi e blu; ad esempio aree naturali e seminaturali, corpi d'acqua, spazi pubblici e privati come parchi e giardini, ma anche le coperture verdi di edifici e infrastrutture (Hansen & Pauleit, 2014).

N

Nature-based solutions

Le *Nature-based solutions (NBS)* vengono definite dall'Unione Internazionale per la Conservazione della Natura (IUCN) come l'insieme di soluzioni basate sulla natura per conservare, gestire e preservare sostenibilmente la funzionalità degli ecosistemi naturali o ristabilirla in ecosistemi alterati/degradati dall'azione umana. Nel 2015 la Commissione Europea ha pubblicato il rapporto finale *Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities* nel quale promuove l'utilizzo della componente naturale come strumento importante a supporto di processi di riqualificazione urbana in un'ottica di resilienza territoriale e urbana, e per lo sviluppo della green economy (European Commission, 2015). Le *NBS* determinano molteplici benefici, non solo ambientali ma anche sociali ed economici, sviluppando processi rigenerativi finalizzati a: incrementare il benessere umano e la biodiversità, contrastare i cambiamenti climatici, garantire la sicurezza alimentare e idrica, ridurre il verificarsi di rischi ed eventi catastrofici, incentivare un tipo di sviluppo sociale ed economico che sia sostenibile dal punto di vista ambientale.

Le *NBS* rappresentano lo strumento operativo per l'applicazione di strategie di Infrastrutture verdi e blu finalizzate ad aumentare la resilienza territoriale e urbana migliorando la fornitura dei servizi ecosistemici.

R

Resilienza del suolo

La resilienza del suolo è definita come la capacità di recuperare la sua integrità funzionale e strutturale dopo un disturbo esterno, continuando a svolgere regolarmente le sue funzioni. Per resistenza del suolo si intende, invece, la capacità del suolo di mantenere invariate le proprie funzioni a seguito di un disturbo esterno (APAT, 2008).

Resilienza ecosistemica

La resilienza ecosistemica è la proprietà dei sistemi complessi di reagire ai fenomeni di stress, attivando strategie di risposta e di adattamento al fine di ripristinare i meccanismi di funzionamento. I sistemi resilienti, a fronte di uno stress, reagiscono rinnovandosi ma mantenendo la funzionalità e la riconoscibilità dei sistemi stessi (Gunderson & Pritchard, 2002).

Rete ecologica

La rete ecologica può essere definita come un'infrastruttura naturale e ambientale che persegue il fine di interrelazionare e di connettere ambiti territoriali dotati di una maggior presenza di naturalità ove migliore è stato ed è il grado di integrazione delle comunità locali con i processi naturali, recuperando e ricucendo ambiti relitti e dispersi nel territorio che hanno mantenuto viva una seppur residua struttura originaria; ambiti la cui permanenza è condizione necessaria per il sostegno complessivo di una diffusa e diversificata qualità naturale nel nostro paese (Ministero dell'Ambiente, 2001). Una rete

ecologica è caratterizzata da un sistema di **aree centrali di naturalità** (*Core Areas*) con funzione di serbatoio di biodiversità e, quando possibile, di produzione di risorse eco-compatibili) collegate da un insieme di **corridoi** (*Corridors*), ovvero linee di spostamento della fauna con funzione di vie di mobilità, di captazione di nuove specie colonizzatrici. Essi possono essere costituiti da fasce di paesaggio libero e di qualità, o vicariati da *stepping stones*, ovvero serie di unità di appoggio, e circondate da **aree tampone** (*Buffers*) nei confronti delle pressioni esterne.

Rete Verde

(vedi Infrastrutture Verdi e blu)

Rigenerazione urbana

La rigenerazione urbana costituisce un processo di interventi diffusi e di diversa intensità finalizzati alla riqualificazione e al recupero urbanistico, edilizio, ambientale e sociale di ambiti urbani degradati sottoutilizzati e/o dismessi (spazi aperti ed edifici, pubblici e privati) con l'obiettivo di aumentare la qualità, la vivibilità e le performance urbane attraverso l'adozione di criteri di sostenibilità ambientale-paesaggistica, sociale ed economica. Gli interventi di rigenerazione possono comprendere la demolizione di edifici esistenti con il ripristino delle funzioni naturali dei suoli, la progettazione di nuovi spazi aperti per usi sociali, la realizzazione di aree con alto valore ambientale, la realizzazione di spazi per la mobilità pedonale e ciclabile, interventi di ridisegno infrastrutturale, nonché l'edificazione di nuovi edifici (o densificazioni) garantendo una significativa *mixité* funzionale, adeguate quote di edilizia residenziale sociale e in generale garantendo un significativo miglioramento della permeabilità urbana. La rigenerazione urbana rappresenta un'azione strategica fondamentale a supporto delle azioni di riduzione e di contenimento del consumo di suolo in quanto finalizzata al recupero di aree urbane per le quali è previsto un miglioramento della qualità ambientale.

S

Servizi ecosistemici

I Servizi ecosistemici (SE) vengono definiti come i benefici multipli forniti dagli ecosistemi a favore del genere umano (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Il *Millennium Ecosystem Assessment* suddivide le funzioni ecosistemiche in 4 categorie principali:

- servizi di **supporto** (*Supporting*), ovvero le funzioni necessarie per la produzione di tutti gli altri Servizi ecosistemici concorrendo alla conservazione della diversità biologica e genetica e dei processi evolutivi;
- servizi di **regolazione** (*Regulating*), ovvero i servizi che regolano il clima e le precipitazioni, l'acqua, i rifiuti e la diffusione delle malattie. Essi comportano dei benefici diretti e indiretti per l'uomo solitamente non riconosciuti fino al momento in cui vengono persi o degradati;
- servizi di **approvvigionamento** (*Provisioning*), ovvero le risorse che gli ecosistemi naturali e semi-naturali producono come ossigeno, acqua, cibo, etc.;
- **servizi culturali** (*Cultural*), ovvero relativi alla bellezza, all'ispirazione e allo svago che contribuiscono al nostro benessere spirituale.

I SE sono strettamente connessi con gli elementi costituenti del benessere umano quali sicurezza, la produzione di beni essenziali per una buona qualità della vita, oltre che per la salute e le buone relazioni sociali, e quindi con la vivibilità delle aree urbane. È un concetto che rivede e amplia le considerazioni in materia ambientale con uno sguardo antropocentrico finalizzato a evidenziare come la componente naturale si integra con gli elementi urbani per accrescere il benessere umano.

Sistemi di gestione sostenibile del drenaggio urbano

I sistemi di gestione sostenibile del drenaggio urbano (detti anche *Sustainable Urban Drainage Systems* - SUDs) regolano in situ le acque meteoriche riducendo i volumi che vengono confluiti nella rete fognaria evitando i problemi di sovraccarico, e rallentando lo scorrimento delle acque stoccandola e trattenendola per poi farla defluire progressivamente nelle reti.

L'eccessiva impermeabilizzazione del suolo e l'aumento dell'intensità delle precipitazioni dovuto anche ai cambiamenti climatici, richiedono di integrare l'approccio SUDs nella progettazione delle aree verdi e degli spazi pubblici attrezzati. I sistemi SUDs hanno come obiettivo principale la non alterazione del ciclo delle acque a livello locale utilizzando il principio dell'invarianza idraulica e idrologica, ovvero le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle devono rimanere invariate rispetto a quelle preesistenti.

Attraverso l'implementazione di sistemi SUDs è possibile ridurre il carico inquinante dovuto ai solidi sospesi, ai nutrienti e ai metalli pesanti, in quanto la vegetazione concorre considerevolmente all'azione di trattenimento degli stessi. I SUDs attenuano i picchi di portata associati a eventi meteorici, prevenendo i rischi di allagamento e alleggerendo le reti di drenaggio delle acque urbane, limitando così le disfunzioni e le attivazioni dei by-pass collocati in testa agli impianti di trattamento delle acque di scarico, riducendo così gli apporti di acque non trattate ai corpi idrici superficiali. Inoltre, i SUDs concorrono alla costruzione di infrastrutture verdi quali reti strategiche multifunzionali basate sulla fornitura di Servizi ecosistemici e attuate attraverso soluzioni naturali.

I SUDs prevedono l'adozione di strategie progettuali finalizzate alla regolazione del ciclo delle acque, anche attraverso l'utilizzo di *Nature-based solutions*, quali ad esempio:

- Bacini permeabili con funzioni di ritenzione o di infiltrazione;
- Fossi inondabili;
- *De-sealing* (vedi *De-Sealing*);
- *Rain Gardens*, ovvero aiuole depresse in grado di intercettare acqua piovana proveniente da tetti, strade, parcheggi, piazze;
- Superfici permeabili e filtranti;
- Piazze della pioggia, ovvero spazi pubblici dedicati alla fruizione e alla ricreazione che, in caso di eventi meteorici intensi, possono essere allagati in modo controllato e temporaneo;
- Verde pensile;
- Cisterne e serbatoi realizzati su edifici esistenti;
- Pozzi perdenti o di infiltrazione.

Sostanza organica

La Sostanza organica (SO) può essere definita come il complesso di tutto il materiale organico presente nel suolo, sia esso di origine animale o vegetale, e sia esso vivo, morto o in uno stato di decomposizione (Lefèvre, Rejik, Alcantara & Wiese, 2017). Della Sostanza organica del suolo fanno parte anche i residui animali e vegetali non più viventi presenti sulla superficie. Nel suo insieme rappresenta una componente del suolo fondamentale, un miscuglio complesso e dinamico di composti formati principalmente da carbonio, ma anche da molecole di azoto, ossigeno, idrogeno e in misura minore di fosforo, zolfo, ferro, alluminio, potassio, etc.

Sprawl urbano

Con il termine *Sprawl* urbano (ovvero dispersione urbana) si intende un modello di urbanizzazione diffusa e dispersa, sviluppatosi nelle aree periurbane e rurali esterne ai centri urbani consolidati, caratterizzato da insediamenti residenziali a bassa densità e discontinui, intervallati da funzioni commerciali e produttive. Pur se pianificato, lo *sprawl* urbano presenta caratteri e morfologie

insediative disordinate, funzionalmente connesse alla infrastrutturazione viabilistica e all'utilizzo prevalente della mobilità su gomma, con effetti intensi sul consumo e sulla impermeabilizzazione del suolo agricolo e con rilevanti impatti ambientali sulla frammentazione dei sistemi ecologici (European Commission, 2012).

Suolo

Il suolo viene definito come “lo strato superiore della crosta terrestre, costituito da componenti minerali, organici, acqua, aria e organismi viventi. Rappresenta l'interfaccia tra terra, aria e acqua e ospita gran parte della biosfera” (Commission of the European Communities, 2006) ed è “(...) capace di sostenere la vita delle piante, è caratterizzato da una flora e fauna propria e da una particolare economia dell'acqua. Si suddivide in orizzonti aventi caratteristiche fisiche, chimiche e biologiche proprie” (Soil Conservation Society of America, 1986).

Il suolo è una risorsa finita, non rinnovabile, sottoposta a numerose minacce (impermeabilizzazione, erosione, perdita di biodiversità, diminuzione della materia organica, salinizzazione, contaminazione, compattazione, consumo di suolo, desertificazione, inondazione e smottamenti, inquinamento) che incidono fortemente sulle sue funzioni ecologiche e quindi nella fornitura di Servizi ecosistemici influenzando, in forma diretta o indiretta, il benessere umano e la qualità della vita delle persone.

Suolo rigenerato

Con il termine suolo rigenerato (New soil) si intende il substrato terroso artificiale creato a partire da una miscela di terreno da lavori di scavo in città (privo di contaminanti) integrato con l'aggiunta di Sostanza organica proveniente dal compostaggio di materiali vegetali e rifiuti umidi, per dare nuova vita a un terreno attualmente povero e non fertile. Il suolo rigenerato non può in ogni caso garantire le medesime funzionalità ecosistemiche di un suolo naturale (rif. Progetto 'proGReg').

U

Uso del suolo

L'uso del suolo è inteso come un riflesso delle interazioni tra l'uomo e la copertura del suolo e costituisce una descrizione di come il suolo venga impiegato nelle attività antropiche. La direttiva C2007/2/CE del Parlamento europeo e del consiglio lo definisce come una classificazione del territorio in base alla dimensione funzionale o alla destinazione socioeconomica presenti e programmate per il futuro (ad esempio a uso residenziale, industriale, commerciale, agricolo, silvicolo, ricreativo, etc).

V

Valutazione Ambientale Strategica (VAS)

La VAS è un processo che riguarda i piani e i programmi che possono avere impatti significativi sull'ambiente e sul patrimonio culturale. La VAS ha la finalità di garantire un elevato livello di protezione dell'ambiente e contribuire all'integrazione di considerazioni ambientali all'atto dell'elaborazione, dell'adozione e approvazione di detti piani e programmi assicurando che siano coerenti e contribuiscano alle condizioni per uno sviluppo sostenibile. Il processo comprende lo svolgimento di una verifica di assoggettabilità, l'elaborazione del rapporto ambientale, lo svolgimento di consultazioni, la valutazione del piano o del programma, del rapporto e degli esiti delle consultazioni, l'espressione di un parere motivato, l'informazione sulla decisione e il monitoraggio (Dlgs 152/2006).

4. Indirizzi per la tutela del suolo dall'impermeabilizzazione e dalla perdita di materia organica

1

Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione

La formulazione di strategie di sviluppo territoriale, così come la realizzazione di piani e progetti alla scala locale, o la definizione delle scelte che riguardano l'orientamento e la gestione della produzione agricola, devono necessariamente avvenire in seguito al riconoscimento del valore del suolo quale bene comune da preservare e valorizzare, considerando quali possano essere gli effetti delle decisioni e delle azioni pubbliche e professionali sulla qualità del suolo e sulla fornitura dei relativi Servizi ecosistemici (SE). Una sempre più ampia diffusione della consapevolezza rispetto alle funzioni e ai SE forniti dal suolo è pertanto centrale per perseguire un modello di sviluppo sostenibile dal punto di vista ambientale, con particolare riferimento alla conservazione delle risorse naturali non rinnovabili. Per raggiungere questi obiettivi è auspicabile un **percorso partecipativo** di formazione e informazione rispetto a tali tematiche che possa essere funzionale a diffondere la consapevolezza del valore del suolo e dei SE per la qualità della vita dell'uomo e che favorisca il necessario dialogo con le componenti tecnico - scientifiche che dovranno assicurare la disponibilità di strumenti di valutazione adeguati.

ATTIVARE PERCORSI PARTECIPATIVI

Il riconoscimento del valore del suolo deve avvenire a più livelli: quello dai *policy-makers* e dei professionisti coinvolti nel supportare i decisori nella definizione di scelte territoriali; quello dei tecnici, che operando all'interno delle Pubbliche Amministrazioni danno attuazione a tali scelte; e infine quello della popolazione, in quanto soggetto direttamente interessato dalle ricadute delle scelte prese dalla sfera politica. Questo può avvenire attraverso l'attivazione di percorsi di comunicazione e formazione strutturati in base alle diverse tipologie di portatori di interesse, che comprendano iniziative di carattere divulgativo volte a sensibilizzare la popolazione, le aziende e gli operatori locali, iniziative formative dedicate a tecnici e professionisti del settore pubblico e privato, attività di comunicazione per la diffusione di buone pratiche e riferimenti di indirizzo, nonché processi di partecipazione che, attraverso un'attività di consultazione/ascolto, promuovano il coinvolgimento dei cittadini e degli enti detentori di interessi territoriali e consentano di acquisirne le istanze e i bisogni specifici.

COMUNICARE IL VALORE DEL SUOLO E DEI BENEFICI AD ESSO CONNESSI: PARTECIPAZIONE E CONSAPEVOLEZZA

A livello generale, in Italia il problema del consumo di suolo viene percepito quasi esclusivamente in funzione del dissesto idrogeologico, in concomitanza del verificarsi di eventi catastrofici come frane e alluvioni. La consapevolezza dell'importanza della risorsa suolo e dei SE da esso forniti di contro risulta ad oggi ancora scarsa. Proteggere e conservare il suolo non significa solo mitigare i fenomeni di erosione o dissesto, ma anche salvaguardare le acque sotterranee dall'inquinamento, mantenere la biodiversità, assorbire e fissare gas-serra, produrre bio-energia, con benefici diretti o indiretti per il benessere umano e la qualità della vita delle persone. Le attività che possono essere promosse dalle Amministrazioni pubbliche, dai tecnici, dai professionisti e dal sistema ordinistico per diffondere la

consapevolezza sul valore del suolo tra la popolazione includono l'organizzazione di eventi di carattere tecnico divulgativo aperti al pubblico così come l'attivazione di progetti e iniziative sul territorio, in collaborazione con enti e associazioni, che includano **attività di formazione, partecipazione e comunicazione destinate alla cittadinanza**. Il coinvolgimento della popolazione deve essere inoltre previsto durante le diverse fasi del processo di pianificazione territoriale, in particolare durante il processo di Valutazione Ambientale Strategica, al fine di aumentare il grado di condivisione e di consapevolezza rispetto alle strategie di sviluppo e di trasformazione territoriale proposte.

PREVEDERE PERCORSI FORMATIVI INTERDISCIPLINARI PER TECNICI E PROFESSIONISTI

Per poter pianificare il territorio in modo consapevole è indispensabile che i decisori politici, i tecnici e i professionisti acquisiscano le competenze e gli strumenti conoscitivi e gestionali necessari che consentano loro di valutare i fenomeni in atto e gli impatti delle scelte di sviluppo territoriale previste. In tal senso è opportuno prevedere l'attivazione di **percorsi formativi di carattere interdisciplinare** promuovendo la condivisione di saperi e approcci, al fine di stimolare una sempre maggiore collaborazione tra le diverse figure professionali che si trovano a operare sul suolo. Altrettanta importanza riveste la diffusione e la condivisione di **buone pratiche** e riferimenti progettuali o normativi, nonché la disponibilità di banche dati territoriali aggiornate e consultabili.

Obiettivi

- 1) Accrescere la consapevolezza del valore del suolo tra *stakeholder*, *policy-makers*, tecnici, professionisti e cittadini;
- 2) Aumentare il consenso dei cittadini nei confronti delle politiche a favore della tutela del suolo;
- 3) Diffondere la conoscenza sulle funzionalità del suolo e relativi SE, anche rispetto agli effetti diretti sulla salute e sul benessere umano;
- 4) Accrescere le competenze di tecnici e professionisti rispetto a metodologie di analisi e valutazione, strumenti, riferimenti normativi e disponibilità di banche dati;
- 5) Incrementare la conoscenza e la consapevolezza del mondo agricolo sul ruolo dell'agricoltura nella protezione del suolo;
- 6) Orientare le strategie territoriali verso una gestione sostenibile della risorsa suolo.

Strumenti e attori

Le strategie di coinvolgimento devono essere differenti (informazione, comunicazione, formazione e consultazione) e dedicate a soggetti istituzionali, tecnici, professionisti e cittadinanza.

Le attività di divulgazione e formazione possono essere promosse dagli Enti territoriali, dalle Università e dai centri di ricerca, dalle associazioni di categoria e dagli Ordini professionali.

L'attività di partecipazione deve essere integrata nel processo di pianificazione territoriale e di valutazione ambientale affinché le scelte e le strategie vengano definite mediante un percorso decisionale inclusivo e coeso. L'attività di partecipazione deve essere avviata contestualmente o in anticipazione del processo di pianificazione territoriale e direttamente integrata alla attività di valutazione strategica.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Programmare un percorso partecipativo finalizzato a sensibilizzare gli *stakeholder*, i *policy-makers*, i tecnici, i professionisti e i cittadini sul valore del suolo e a generare consapevolezza sul significato dei SE;

- Organizzare l'attività di partecipazione nell'ambito di un processo di pianificazione e Valutazione Ambientale Strategica rendendola propedeutica alla definizione delle decisioni territoriali;
- Prevedere dei momenti di informazione e comunicazione diffusa sull'importanza del suolo e sui possibili impatti derivanti dal degrado di tale risorsa;
- Incrementare la diffusione e l'accessibilità di banche dati condivise e scientificamente riconosciute per la valutazione delle funzionalità dei suoli;
- Adottare una procedura di valutazione che includa la mappatura e la valutazione dei SE per rendere maggiormente evidente il contributo del suolo al benessere umano e per valutare gli impatti e i degradi determinati dalle trasformazioni antropiche attraverso la definizione di differenti scenari di sviluppo;
- Partecipare a corsi di formazione e attività seminariali e convegnistiche per accrescere le competenze riferite al suolo e ai SE offerti.

Buona pratica esemplificativa

- **Global Soil Week** è una piattaforma internazionale, attivata nel 2012, formata da esperti di differenti settori disciplinari con l'obiettivo di rafforzare le politiche e le azioni per una gestione sostenibile del suolo promuovendo una *governance* responsabile. Ogni anno vengono organizzati eventi, incontro e congressi per indirizzare azioni e strategie di livello globale verso una loro attuazione a scala locale.
Link: <https://globalsoilweek.org/history>
- **World Soil Day**, istituito nel 2013 nel quadro della *Global Soil Partnership*, con il supporto unanime dei membri della *Food Agricultural Organization (FAO)*, e con l'appoggio della Nazioni Unite, si tiene ogni anno il 5 dicembre come mezzo per focalizzare l'attenzione sull'importanza di un suolo sano e di promuovere una sua gestione sostenibile. Sul sito della FAO sono disponibili per amministrazioni, cittadini e professionisti i materiali divulgativi aggiornati per promuovere la campagna di comunicazione, aderire alla giornata e candidarsi al *World Soil Prize*.
Link: <http://www.fao.org/world-soil-day/en/>
- **E-learning Progetto AlpES - Alpine Ecosystem Services - mappatura, conservazione, gestione**, è un progetto del Programma Interreg Spazio Alpino che si propone di introdurre i Servizi ecosistemici a sostegno pianificazione ambientale a livello regionale/transnazionale e di formare e aiutare i gruppi target quali autorità pubbliche, decisori, ONG, ricercatori e operatori economici - a comprenderli, valutarli e gestirli. A tal scopo il progetto ha sviluppato uno specifico strumento di apprendimento in modalità *e-learning* strutturato in moduli e disponibile gratuitamente sul sito web del progetto, i cui contenuti sono adattati ai diversi livelli di conoscenza dei Servizi ecosistemici ma rispondono anche a scopi diversi, secondo le necessità degli *stakeholders*: acquisire informazioni, imparare a implementare i Servizi ecosistemici nello sviluppo territoriale e nella gestione ambientale o nei processi decisionali.
Link: <http://www.alpeselearning.eu/it/>
- **Progetto Suoli Condivisi**
Il progetto, realizzato con il contributo della Fondazione Cariplo, coinvolge i Comuni di Albino, Nembro, Ponte San Pietro, Pradalunga nella strutturazione di percorsi di valorizzazione del suolo libero per funzioni sociali e naturalistiche. I comuni aderenti all'iniziativa hanno individuato all'interno del proprio Piano di Governo del Territorio un'area da destinare a suolo libero per avviare dei percorsi con la cittadinanza che permettano di sperimentare funzioni del suolo diverse

da quelle edificative ma finalizzate alla valorizzazione del suolo libero per funzioni collettive e compatibili con la tutela e la conservazione dell'ambiente. Le attività del progetto sono sostanzialmente due: attività educativo-pratiche con i cittadini e accompagnamento dei tecnici comunali nella predisposizione di strumenti attuativi di integrazione di criteri e specifiche tecniche ambientali.

Link: <https://www.fondazionecariplo.it/educambiente/page3m.do?kcond22m.att1=206>

- **Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA)**, ha avviato diverse reti per il rafforzamento delle attività conoscitive e di collegamento e supporto alla pubblica amministrazione in materia di consumo di suolo. Il Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (SNPA) ogni anno realizza il **Rapporto nazionale 'Consumo di suolo, dinamiche territoriali e Servizi ecosistemici'**, grazie alle attività di monitoraggio condotte dalla Rete dei referenti sul consumo di suolo, in cui sono rappresentate tutte le Agenzie regionali, ed è oggetto di un evento annuale di presentazione e discussione.

Link: <http://www.isprambiente.gov.it/it/temi/suolo-e-territorio/il-consumo-di-suolo>

Tutte le cartografie e gli indicatori sono visualizzabili sul **Geoportale** dell'Istituto, dal 2019 attraverso un sito appositamente dedicato che ne facilita la lettura e l'accesso e sono liberamente scaricabili in formati per elaborazioni.

Link: <http://groupware.sinanet.isprambiente.it/uso-copertura-e-consumo-di-suolo/library>

Nell'ambito del Comitato di Coordinamento Stato-Regioni per la cartografia geologica e geotematica è attivo **un tavolo tematico "Uso, copertura e consumo di suolo"** che coinvolge i servizi delle Regioni. Sui temi di interesse del progetto inoltre, ISPRA assicura il collegamento con la rete europea delle agenzie ambientali EIONET nei gruppi *Land cover/land use, Soil e Biodiversity*.

- **Centro di Ricerca sui Consumi di Suolo (CRCS)**, ente istituito nel 2008 dall'Istituto Nazionale di Urbanistica, Legambiente e Dipartimento di Architettura e Studi Urbani del Politecnico di Milano. Il CRCS svolge attività di promozione, supporto e divulgazione della ricerca scientifica, avente per oggetto l'uso del suolo e le sue trasformazioni, l'assetto del territorio, le politiche per il governo sostenibile delle risorse naturali e culturali del territorio e della sua organizzazione insediativa e infrastrutturale. Il CRCS intende: fornire un corretto ed univoco approccio alla definizione di consumo di suolo, in termini di caratteri, morfologie territoriali e determinanti; accrescere la consapevolezza pubblica mediante momenti di formazione, informazione e comunicazione; stimolare la formazione di politiche e programmi per il contenimento dei consumi di suolo, anche in collaborazione con enti territoriali competenti; studiare gli effetti ambientali e ampliare l'attività di monitoraggio quantitativo; raccogliere i dati per la definizione di metodologie di analisi e per la quantificazione del consumo di suolo.

Link: <https://consumosuolo.org>

Manuali e testi di riferimento

- **Libro "La partecipazione dei cittadini: un manuale. Metodi partecipativi: protagonisti, opportunità e limiti"** di Nanz P., Fritsche M. (2014). Edizione a cura dell'Assemblea legislativa della Regione Emilia-Romagna, Bologna 2014

Link: https://www.slideshare.net/AmmLibera/la-partecipazione-dei-cittadini-n-manuale-metodi-partecipativi-protagonisti-opportunit-e-limiti?from_action=save

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

2. Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica;
3. Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di Infrastrutture verdi e blu;
4. Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
6. Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici;
8. Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.

2

Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica

Negli approcci normativi e negli strumenti di governo del territorio le azioni di contenimento del consumo di suolo risultano ancora oggi, prevalentemente incentrate sulla definizione di limiti quantitativi mentre di contro le conoscenze riferite alla qualità del suolo risultano relativamente poco considerate, non solo nel dibattito politico ma anche in quello tecnico. Nella riflessione disciplinare invece, vi è sempre maggiore consapevolezza della necessità di integrare valutazioni e regolazioni di tipo 'quantitativo' con un'analisi e una valutazione "qualitativa" del fenomeno, riferita alla qualità ecosistemica dei suoli, quale supporto conoscitivo per la definizione di strategie e azioni progettuali, normative e prescrittive, in grado di garantire il contenimento dei processi di urbanizzazione del territorio a favore di un modello di sviluppo sostenibile. In tal senso, un approccio alla pianificazione territoriale basato sui SE può costituire uno strumento a supporto della definizione di misure e scelte mirate, volte alla limitazione, alla mitigazione e alla compensazione dei processi di consumo e di degrado del suolo e al ripristino delle funzionalità ecosistemiche eventualmente degradate o perse, nell'ambito di una strategia territoriale ecologicamente orientata.

LIMITARE, MITIGARE E COMPENSARE: MISURE PER UN MODELLO DI PIANO A CONSUMO DI SUOLO NETTO PARI A ZERO

Come indicato dagli orientamenti europei, la strategia prioritaria rimane la **limitazione** quantitativa del consumo di suolo. Oggi, al di là degli effetti attuativi ancora parziali dei disposti normativi regionali vigenti, e delle differenti modalità di contabilità riferite agli impianti definitivi e metodologici utilizzati nei differenti testi, potrebbe essere già praticabile una significativa riduzione dei consumi di suolo, attraverso un modello di piano urbanistico che assuma, insieme a strategie di rigenerazione ecologica e ambientale, una prospettiva radicale di contenimento delle previsioni urbanistiche di nuova urbanizzazione (anche incidendo su quelle 'vigenti') finalizzata a realizzare un 'consumo di suolo netto pari a zero'. È necessario tuttavia che, laddove vengano comunque previste delle trasformazioni che determinano impermeabilizzazione e urbanizzazione del suolo agricolo o naturale, si individuino adeguate misure di **mitigazione** degli impatti prodotti e si realizzino interventi di **compensazione** commisurati all'entità della risorsa consumata, in termini di perdita quantitativa ed ecosistemica. Misure che per risultare appropriate nelle quantità, nella localizzazione e nella qualità dei valori da ripristinare, richiedono una approfondita conoscenza qualitativa dei suoli e delle loro funzionalità ecosistemiche. La possibilità pertanto di integrare nelle strategie del piano urbanistico azioni efficaci di mitigazione e compensazione, richiede in primo luogo che vi sia una precisa individuazione e misurazione degli interventi pianificati o progettati che potranno determinare un consumo di suolo, mettendo in evidenza sia il livello di reversibilità della trasformazione prevista sia la tipologia dell'impatto (v. III livello SNPA) in relazione alla relativa perdita di funzioni ecologiche e di servizi, attraverso una effettiva integrazione tra scelte di piano e Valutazione Ambientale Strategica. Non è quindi possibile prefigurare correttamente meccanismi di compensazione *preventiva* di consumo di suolo; l'obiettivo è piuttosto quello di tutelare o ripristinare le capacità generali dei suoli realmente coinvolti in processi di modificazione e trasformazione, affinché quelle funzioni ecosistemiche, eventualmente degradate o perse, possano essere ripristinate all'interno di uno stesso territorio, secondo una strategia progettuale ecologicamente orientata. La definizione di azioni di mitigazione e

compensazione ambientale degli impatti derivanti dall'impermeabilizzazione e dal consumo di suolo richiede, dunque, una conoscenza specialistica e transdisciplinare della molteplicità delle funzioni ecosistemiche che il suolo è in grado di svolgere (Assennato et al., 2018), e che è operazione essenziale nella strutturazione di un dimensionamento degli effetti ambientali di piano sul bilancio ecologico dei suoli (Arcidiacono et al., 2016).

Se misurare le perdite di funzioni e Servizi ecosistemici è complesso, può risultare ancora più impegnativo stimare la capacità di recupero delle stesse, dovendo intervenire magari in luoghi diversi da quelli dove la perdita è stata realizzata. La mappatura e la valutazione dei SE costituiscono dunque un approccio certamente opportuno ed efficace per orientare la limitazione del consumo di suolo e favorire una più adeguata mitigazione degli effetti; diversamente, valutare preventivamente come compensare in modo adeguato gli impatti che si prevede possano essere arrecati alle funzionalità del suolo rischia di essere più complesso e meno appropriato.

DEFINIRE LE STRATEGIE DI PIANO A PARTIRE DA UN APPROCCIO TRANSDISCIPLINARE BASATO SUI SERVIZI ECOSISTEMICI

La sperimentazione di un differente paradigma nella pianificazione urbanistica trova nella valutazione delle funzionalità e dei Servizi ecosistemici (SE) un supporto fondamentale alla configurazione della struttura ecologico - ambientale del disegno di piano e alla valutazione delle scelte di rigenerazione e sviluppo, consentendo di determinare le diverse vocazioni dei suoli nello svolgere funzioni ecosistemiche ottimali e di prevedere, di conseguenza, adeguate azioni strategiche di tutela, valorizzazione e ricomposizione territoriale (Ronchi, 2017). Per quanto non sia ovviamente possibile pianificare e programmare la fornitura di SE con la stessa precisione e dinamicità di altre componenti ambientali, i SE (e la valutazione dei *trade-off*, vale a dire il rapporto di contrasto e/o di sinergia rispetto a diversi scenari di sviluppo) permettono di verificare le differenti potenzialità valoriali espresse dal suolo e ne segnalano i livelli di degrado determinati dai processi antropici, che comprendono: la riduzione della qualità e della vivibilità dell'ambiente urbano, l'aumento della insicurezza alimentare, l'incremento dei rischi di vulnerabilità dei suoli e dei disastri naturali la diminuzione delle condizioni di salute, e, più in generale, la riduzione della disponibilità e qualità delle risorse naturali fino al deterioramento dell'eredità paesaggistica e culturale del territorio. L'adozione di un approccio basato sui SE diventa così fondamentale per supportare le pratiche e il processo di pianificazione territoriale attraverso la valutazione preliminare delle condizioni del suolo e degli effetti ambientali determinati dalle previsioni di piano nonché le conseguenti ricadute economiche e sociali (Li & Heap, 2011), indirizzando le strategie di trasformazione della città e del territorio verso scelte non solo ecologicamente sostenibili, ma anche attente ai valori culturali e identitari del paesaggio. In tal senso, è quanto mai necessario un approccio **transdisciplinare** al progetto della città e del territorio, in un'accezione complessa, in cui i differenti 'saperi', sempre più articolati e specialistici, cooperino nella costruzione di un progetto condiviso in grado di orientare le strategie complessive dell'assetto e dello sviluppo territoriale. Non più un sistema di conoscenze settoriali preliminarmente messe a disposizione della pianificazione, ma competenze articolate direttamente impegnate e co-partecipanti nella costruzione del progetto, di cui verificano e valutano, con criteri e indicatori adeguati, le scelte e i loro impatti sulle funzionalità e sui valori del territorio. Le potenzialità dell'analisi ecosistemica in un processo di integrazione transdisciplinare della pianificazione urbanistica e territoriale risultano assai rilevanti alle differenti scale del progetto, laddove la capacità di valutazione ex-ante della funzionalità ecosistemica dei suoli può diventare un'occasione non solo per la protezione e conservazione di queste risorse ma anche per la loro valorizzazione.

MAPPARE E VALUTARE I SERVIZI ECOSISTEMICI: IL RUOLO DELLA VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA

Le analisi e le valutazioni sui SE sono funzionali alla definizione delle scelte strategiche territoriali, pertanto, è opportuno che siano integrate in tutte le fasi di elaborazione di piani e programmi di tutti i settori, ma soprattutto che è importante che costituiscano un approccio centrale nella Valutazione Ambientale Strategica (VAS), con l'obiettivo di garantire un elevato livello di protezione del suolo senza trascurare gli aspetti di contabilità ambientale e di verifica delle prestazioni programmate. Per fare ciò, occorre che sia chiaramente compresa la complessità dei cicli ecologici che presiedono la fornitura dei SE, a cui si aggiunge la difficoltà anche tecnica della loro misurazione e quantificazione. L'introduzione di parametri qualitativi comporta un elemento di responsabilità e discrezionalità: in considerazione di un certo numero di funzioni ecosistemiche analizzate e valutate, la definizione di scenari strategici implica necessariamente un atteggiamento selettivo che porterà a scegliere di incrementare e valorizzare alcune funzioni in modo prioritario rispetto ad altre, a seconda degli obiettivi generali o delle strategie del piano e degli attori rappresentati nella decisione. È fondamentale che alcuni servizi, in primo luogo quelli di supporto e regolazione che hanno un carattere *erga omnes*, debbano essere considerati come priorità. A questi si devono aggiungere quei servizi di diretto interesse per la comunità locale (che direttamente incidono sul benessere collettivo dei cittadini) e quelli minacciati dalle strategie trasformative adottate e in formazione. Un suolo che può non avere una particolare capacità agricola produttiva può invece risultare cruciale se valutato in relazione al supporto alla biodiversità naturale o a un valore paesaggistico peculiare e come tale può essere valorizzato nella pianificazione locale. Tale processo, che costituisce un momento estremamente delicato, deve diventare uno dei contributi fondamentali della VAS, da sviluppare con contributi esperti e con la partecipazione della comunità interessata.

Obiettivi:

- 1) Arrestare il consumo di suolo netto e assumere da subito, negli strumenti di pianificazione e nei progetti urbanistici, l'obiettivo europeo "No net land take" fissato per il 2050 (European Commission, 2016);
- 2) Strutturare un dimensionamento degli effetti complessivi delle previsioni di piano sul suolo (bilancio ecologico dei suoli).
- 3) Definire le strategie di pianificazione territoriale e settoriale sulla base di una valutazione e mappatura dei SE che restituisca lo stato attuale e il trend nella fornitura dei SE come risorse prioritarie;
- 4) Integrare le analisi e le valutazioni dei SE, con particolare attenzione ai suoli liberi, urbani, periurbani e rurali, negli strumenti di pianificazione e nei processi di VAS;
- 5) Escludere dalle possibilità di trasformazione antropica i suoli di elevata qualità ecosistemica;
- 6) Promuovere il ripristino e il miglioramento della fornitura di SE dei suoli degradati;
- 7) Adottare un approccio basato sui SE a supporto della progettazione di Infrastrutture verdi e blu attraverso una strategia territoriale (*ES-based*).

Strumenti e attori

La limitazione del consumo di suolo nel governo del territorio deve avvenire prioritariamente attraverso un differente orientamento strategico dei Piani comunali che devono assumere un modello indirizzato prioritariamente alla sostenibilità ecologica e ambientale delle previsioni di trasformazione e rigenerazione, da un lato prevedendo un consumo di suolo netto verso lo zero e dall'altro adottando il criterio della mitigazione e compensazione degli impatti inevitabili sulle componenti naturali. La definizione di un approccio ecosistemico nella pianificazione può avvenire a partire dalla VAS quale

strumento di indirizzo verso un uso sostenibile delle risorse naturali dei processi di governo del territorio attraverso la definizione di opportuni indicatori di valutazione e di monitoraggio nel tempo delle strategie del piano.

Sono attori prioritari le Pubbliche amministrazioni, come enti decisori rispetto alla regolazione degli usi del suolo, i tecnici degli enti territoriali, i professionisti incaricati di attività di pianificazione e progettazione urbanistica, i cittadini coinvolti nei processi partecipativi di costruzione delle scelte del piano e della VAS (*Riferimento Indirizzo 1*).

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Definire un processo di pianificazione e valutazione ambientale basato sui SE;
- Sviluppare o rafforzare il livello di conoscenza e di consapevolezza del valore dei SE nei cittadini, nei professionisti e negli amministratori pubblici;
- Definire i caratteri del contesto e individuare quali SE occorra tutelare in base alle criticità di carattere ambientale e quali hanno un'importanza specifica per la comunità, valutando fornitori, beneficiari, e flussi (attuali e potenziali);
- Mappare e valutare lo stato e il trend dei principali SE connessi direttamente ad accrescere il benessere generale e delle comunità coinvolte;
- Misurare il consumo di suolo associato agli interventi pianificati o progettati mettendo in evidenza sia il livello di reversibilità sia la tipologia di consumo previsto (v. III livello SNPA);
- Integrare le valutazioni quantitative del consumo di suolo con analisi relative alla qualità dei suoli e analisi quantitative riferite alla fornitura di SE;
- Adottare un bilancio ecologico del suolo (BES) al fine di valutare la differenza tra la superficie agricola che viene trasformata per la prima volta dagli strumenti di governo del territorio e la superficie urbanizzata che viene contestualmente ridestinata nel medesimo strumento urbanistico a superficie agricola e orientare le scelte di pianificazione e trasformazione del territorio in considerazione delle analisi precedentemente svolte finalizzandole a un BES positivo;
- Formulare scenari nella fornitura di SE derivanti dalla adozione di determinate strategie di progetto urbano e territoriale e privilegiare strategie territoriali che possano tutelare o migliorare le funzioni ecosistemiche e la fornitura di servizi;
- Prevedere misure di compensazione finalizzate a ripristinare la perdita di Servizi ecosistemici, a cui accompagnare interventi di finalizzati a incrementare e migliorare le funzioni ecosistemiche dei suoli sulla base del bilancio ecologico dei suoli;
- Prevedere un'attività di monitoraggio degli effetti ambientali di piani o programmi in relazione alla fornitura di specifici SE.

Buona pratica esemplificativa

▪ Comune di Torino

Il monitoraggio 2019 sul consumo di suolo (Munafò, 2019) redatto da ISPRA, ha evidenziato per il comune di Torino una controtendenza rispetto al resto d'Italia, recuperando circa 7 ettari di suolo precedentemente urbanizzato. Il comune ha infatti previsto 4 ettari di nuovi consumi controbilanciati da consistenti opere di stombatura del fiume Dora e dal recupero di alcune aree di cantiere a ridosso dello stadio della Juventus, interventi per lo più derivanti da misure di compensazione previste all'inizio degli anni 2000.

Link: <http://geoportale.comune.torino.it/web/>

- **Piano di Governo del Territorio e Valutazione Ambientale Strategica del Comune di Rescaldina (MI)**
Nel perseguimento dell'obiettivo prioritario di riduzione dell'urbanizzazione e della impermeabilizzazione del suolo, il processo di piano ha sperimentato una esplicita integrazione tra la mappatura qualitativa dei Servizi ecosistemici, il disegno delle reti verdi e il progetto spaziale e strategico. Un modello di sviluppo, in cui la limitazione del consumo di suolo si è combinata con la realizzazione di un progetto urbanistico articolato capace di rispondere alle nuove esigenze ambientali, ecologiche e sociali del territorio.
Link: <http://pgt.rescaldina.org/?page=doc>
- **Comuni di Forlì (FC), San Lazzaro di Savena (BO), e Carpi (MO).**
Valutazione e mappatura di sette Servizi ecosistemici dei suoli, e analisi dell'impatto del consumo di tali servizi a supporto del processo decisionale in materia di pianificazione del territorio. Le analisi sono state svolte nell'ambito del progetto europeo SOS4Life (LIFE15 ENV/IT/000225)
Link: <http://www.sos4life.it/>
- **Valutazione Ambientale Strategica del Piano nazionale integrato energia e clima**
Integrazione del Rapporto ambientale con dati e mappatura del consumo di suolo e dei Servizi ecosistemici a scala nazionale.
Link: <https://va.minambiente.it/it-IT/Oggetti/Documentazione/7040/10060>
- **Progetto 'Soil Administration Models 4 Community Profit (SAM4CP)'**
Il progetto è, finanziato dal programma europeo LIFE+ consentirà, nel corso dei 4 anni di attività, di rendere disponibili alcuni strumenti per una migliore gestione del suolo, con particolare attenzione alla valutazione e alla mappatura dei Servizi ecosistemici, intesi come i benefici tangibili e non tangibili che l'uomo può trarre da tale risorsa naturale.
Link: <http://www.sam4cp.eu/>

Manuali e testi di riferimento

- **Manuale 'Integrating Ecosystem Services in Strategic Environmental Assessment: A guide for practitioners' (2014)**
Il Manuale è un risultato del 'Project for Ecosystem Services' (ProEcoServ) finanziato da "the Global Environment Facility" dell'United Nations Environment Programme (UNEP) implementato dall'*Ecosystem Services Economics Unit*, DEPI. Il progetto mira a integrare la valutazione degli ecosistemi (biofisica ed economica) e lo sviluppo di scenari nella pianificazione territoriale (e nello specifico nella Valutazione Ambientale Strategica) su varie scale (nazionale, subnazionale e locale). Il progetto intende fornire ai decisori politici gli strumenti di supporto alle scelte di sviluppo di un territorio al fine di rafforzare la biodiversità e la resilienza degli ecosistemi.
Link: <http://www.ing.unitn.it/~genelab/documents/GuidelineESintoSEA.pdf>
- **Linee guida 'Orientamenti in materia di buone pratiche per limitare, mitigare e compensare l'impermeabilizzazione del suolo'** della Commissione Europea (2012) contenente una raccolta di buone pratiche e dati/informazioni sul livello di impermeabilizzazione del suolo nell'Unione europea (UE) e i suoi impatti.
Link: <https://doi.org/10.2779/75498>

▪ **Repertorio degli interventi di riqualificazione ambientale**

Il Piano Territoriale di Coordinamento della Provincia di Milano (ora Città metropolitana), approvato nel 2013, prevede un approfondimento dedicato alla qualificazione ambientale e paesaggistica delle trasformazioni territoriali derivate dalle attività insediative e dalle infrastrutture. Il repertorio prevede un abaco di possibili soluzioni progettuali per migliorare l'integrazione ambientale, e mitigare e compensare gli impatti derivanti dalle trasformazioni dal punto di vista paesistico-ambientale.

Link:

http://www.cittametropolitana.mi.it/pianificazione_territoriale/PTCP/PTCP_vigente/index.html

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
3. Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu;
4. Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo;
8. Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.

3

Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di Infrastrutture verdi e blu

Le Infrastrutture verdi e blu (*Green and blue infrastructure* - GBI) costituiscono un importante campo di sperimentazione progettuale, assolvendo a diverse e molteplici funzioni a seconda della connotazione territoriale. Pur recuperando la tradizione metodologica e progettuale consolidata delle reti ecologiche, finalizzata a garantire la biodiversità e le connessioni tra ambiti territoriali con elevata naturalità, le GBI superano e ri-orientano il concetto di rete, includendo aree e spazi aperti multifunzionali, più o meno naturali, in ambito urbano e periurbano, che si connotano per una specifica dimensione fruitiva e per una condizione ecosistemica che, oltre alle strutture di supporto alla naturalità, condiziona la regolazione dei cicli biologici del suolo, verificandone i rapporti di permeabilità e porosità.

ADOTTARE LE INFRASTRUTTURE VERDI E BLU COME STRUTTURA STRATEGICA DELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE

Le GBI si configurano per il progetto di piano come vero e proprio telaio del disegno ecologico della nuova città contemporanea, che crea nuovi paesaggi ecologicamente orientati e spazi pubblici inclusivi; una struttura portante rispetto alla quale valutare e verificare le scelte insediative e infrastrutturali del piano. Una prospettiva progettuale che ribalta l'approccio urbanistico tradizionale di stampo prettamente quantitativo e funzionale, contrapponendo una dimensione di carattere prestazionale nella definizione di nuovi criteri performativi e di indirizzi progettuali, da adattare ai contesti locali fisici e sociali, e a cui ancorare le modalità di valutazione e controllo dei processi di rigenerazione urbana. Un progetto aggiornato e consapevole di città pubblica e *welfare locale*, in rapporto all'evoluzione della domanda sociale e del concetto stesso di qualità del vivere urbano.

Le infrastrutture verdi e blu sono dunque finalizzate a valorizzare e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici e ad evitarne il degrado, aumentando la resilienza e le soluzioni adattive dei territori.

REGOLARE IL MICROCLIMA URBANO UTILIZZANDO NATURE-BASED SOLUTIONS (NBS)

Le *Nature-based solutions* (NBS) rappresentano lo strumento operativo e progettuale per l'attuazione delle strategie di intervento definite dalle GBI finalizzate ad aumentare la resilienza territoriale e urbana, migliorando la fornitura dei SE. Tra i principali benefici derivanti dall'adozione di NBS vi è la mitigazione della temperatura urbana e degli effetti dovuti al fenomeno delle isole di calore (*Urban Heat Island Effect*) e la riduzione delle emissioni di CO₂ dovuta all'incremento della dotazione di verde e di vegetazione urbana e ai minori consumi energetici per il raffrescamento degli edifici. Oltre a ciò, le NBS forniscono un importante contributo sociale attraverso il miglioramento della qualità urbana e alla vivibilità degli spazi pubblici.

RIPRISTINARE IL SUOLO DEGRADATO ATTUANDO TECNICHE DI DE-IMPERMEABILIZZAZIONE

Le tecniche di de-impermeabilizzazione (o *de-sealing* o recupero del suolo) intendono ripristinare le funzionalità ecosistemiche del suolo, trasformando il suolo impermeabilizzato rimuovendo la copertura artificiale, dissodando il terreno sottostante, eliminando il materiale estraneo e infine ristrutturandone il profilo (European Commission, 2012). Il ripristino del suolo precedentemente impermeabilizzato può richiedere l'utilizzo di terreno arabile quale mezzo radicante di qualità o di ulteriori materiali atti alla formazione del suolo.

Lo sviluppo di azioni di *de-sealing* viene promosso nell'ambito della strategia europea "No net land take by 2050" (European Commission, 2016) nella quale viene fissato l'obiettivo di arrivare a un consumo di suolo netto pari a zero nel 2050; l'eventuale urbanizzazione di suoli liberi deve avvenire a saldo zero, ovvero attuando azioni di *de-sealing* e ripristinando a usi agricoli o seminaturali aree di pari superficie in precedenza urbanizzate e impermeabilizzate, con attenzione al ripristino della funzionalità dei suoli e alla qualità dei Servizi ecosistemici da questi assicurati.

Il *de-sealing* può essere utilizzato sia nei contesti urbani sia nelle aree rurali: in Italia infatti sono sempre più numerosi i fenomeni di abbandono e dismissione di edifici (anche meritevoli di conservazione) e/o di insediamenti spesso di matrice produttiva, che rendono necessari interventi complessi di rigenerazione che siano in grado di ripristinare livelli adeguati di funzionalità ecosistemica dei suoli e siano più in generale compatibili con il contesto territoriale nel quale sono inseriti. Si tratta di operazioni complesse, in cui la qualità del progetto di rigenerazione deve essere attentamente valutata proprio in rapporto alla capacità di miglioramento delle condizioni ecologiche, ambientali e anche sociali del contesto urbano o rurale oggetto di intervento.

Il ripristino attraverso interventi di de-impermeabilizzazione di una parte rilevante delle funzionalità dei suoli garantisce il recupero di importanti Servizi ecosistemici quali:

- Regolazione del ciclo delle acque (assorbimento delle acque meteoriche, aumento evapotraspirazione, ricarica della falda acquifera, riduzione della quantità e velocità del deflusso superficiale, mitigazione dell'erosione);
- Riduzione dell'effetto isola di calore e contestuale miglioramento del microclima urbano con riduzione dei consumi energetici degli edifici;
- Miglioramento della qualità paesaggistica;
- Riduzione della frammentazione degli habitat e miglioramento della biodiversità;
- Contribuzione allo stoccaggio del carbonio.

È bene precisare che alcuni servizi possono essere recuperati solo in parte e a fronte di tempi lunghi, come ad esempio il ripristino della biodiversità del suolo e il mantenimento delle connessioni ecologiche; oppure l'incremento della quantità di Carbonio organico stoccato nella biomassa così come l'incremento della fertilità dei suoli e dell'attitudine a fornire Servizi ecosistemici di approvvigionamento (cibo, materie prime, acqua dolce).

REGOLARE IL CICLO DELLE ACQUE UTILIZZANDO SISTEMI DI DRENAGGIO URBANO SOSTENIBILE

I sistemi di gestione sostenibile del drenaggio urbano (*Sustainable Urban Drainage Systems* - SUDs) regolano *in situ* le acque meteoriche riducendo i volumi che vengono confluiti nella rete fognaria, evitando i problemi di sovraccarico e rallentando lo scorrimento dell'acqua, stoccandola e trattenendola al fine di garantire un deflusso graduale nelle reti.

L'eccessiva impermeabilizzazione del suolo e l'aumento dell'intensità delle precipitazioni dovuto anche ai cambiamenti climatici, rendono fondamentale integrare l'approccio SUDs nella progettazione urbana e in particolare nel disegno delle aree verdi e degli spazi aperti. I sistemi SUDs hanno come obiettivo principale la non alterazione del ciclo delle acque a livello locale utilizzando il principio dell'invarianza idraulica e idrologica, il quale prevede che le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree urbanizzate nei ricettori naturali o artificiali di valle debbano rimanere invariate rispetto a quelle preesistenti alla variazione di uso del suolo. Attraverso l'implementazione di sistemi SUDs è possibile ridurre il carico inquinante dovuto ai solidi sospesi, ai nutrienti e ai metalli pesanti, in quanto la vegetazione concorre considerevolmente all'azione di trattenimento degli stessi. I SUDs attenuano i picchi di portata associati a eventi meteorici, prevenendo i rischi di allagamento e alleggerendo le reti di drenaggio delle acque urbane, limitando così le disfunzioni e le attivazioni dei

by-pass collocati in testa agli impianti di trattamento delle acque di scarico, riducendo così gli apporti di acque non trattate ai corpi idrici superficiali.

Obiettivi

- 1) Prevedere una stretta integrazione tra GBI e progetto urbanistico, alle diverse scale territoriali, nella definizione di strategie di limitazione del consumo di suolo e per la realizzazione di interventi progettuali “*Nature based*” nella costruzione di una rete multifunzionale di spazi aperti, urbani, peri-urbani e agricoli;
- 2) Incrementare la resilienza urbana e territoriale, anche in considerazione dei cambiamenti climatici in atto;
- 3) Finalizzare la progettazione di GBI all’incremento delle superfici non impermeabilizzate e all’aumento della fornitura dei Servizi ecosistemici attuando tecniche di progettazione degli spazi verdi basate sulla natura (NBS);
- 4) Garantire il ripristino delle funzionalità ecosistemiche di suoli degradati per migliorare il benessere umano e la qualità della vita dell’uomo;
- 5) Qualificare le soluzioni ‘naturali’ in termini di incremento di Servizi ecosistemici forniti, in particolare quelli ‘regolativi’ che prioritariamente contribuiscono al benessere e alla qualità della vita delle comunità insediate e alla protezione dai rischi ambientali;
- 6) Regolare il ciclo delle acque adottando il principio dell’invarianza idraulica e idrologica con interventi SUDs;
- 7) Regolare il microclima urbano riducendo le temperature e l’effetto isola di calore utilizzando soluzioni progettuali *Nature-Based* finalizzate al miglioramento della vivibilità e della fruizione degli spazi urbani.

Strumenti e attori

Il disegno di una GBI, in considerazione della fornitura di SE deve avvenire nei processi di governo del territorio attraverso un orientamento dei piani urbanistici alla sostenibilità ambientale delle scelte di trasformazione e sviluppo territoriale.

L’implementazione delle tecniche di *de-sealing*, e più in generale delle *Nature-based solutions*, può essere regolata negli strumenti urbanistici locali e sovralocali, nei regolamenti edilizi, nei piani di settore (piani del verde), negli studi idrogeologici e pedo-agronomici. L’implementazione dei Sistemi di drenaggio urbano (SUDs) può inoltre essere regolata nei regolamenti di fognatura e nella normativa in materia di scarichi. L’attuazione delle diverse azioni progettuali è a carico delle amministrazioni pubbliche per le aree di loro competenza, e dei soggetti privati attuatori di comparti urbani di nuova realizzazione e degli interventi di ristrutturazione o ricostruzione di complessi edilizi esistenti.

Gli attori principali coinvolti sono dunque le amministrazioni pubbliche, quali enti decisori rispetto alla regolazione degli usi del suolo, i professionisti incaricati di redigere gli strumenti di pianificazione, i tecnici degli enti territoriali e i cittadini che, attraverso un percorso partecipato (*Riferimento Indirizzo 1*), concorrono alla definizione condivisa delle scelte strategiche di sviluppo territoriale.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Valutare e mappare i Servizi ecosistemici quale base conoscitiva fondamentale per comprendere lo stato e il trend delle funzionalità degli ecosistemi;
- Progettare e caratterizzare le GBI in considerazione della mappatura e valutazione dei Servizi ecosistemici e in raccordo con eventuali strategie territoriali esistenti (ad esempio le reti ecologiche);

- Individuare le azioni per tutelare, valorizzare o ripristinare le funzionalità ecosistemiche prioritarie;
- Attuare strategie di rigenerazione urbana e territoriale delle aree artificiali dismesse, sottoutilizzate o degradate, prevedendo ove possibile, interventi di *de-sealing* con rimozione della superficie impermeabile e il ripristino del suolo mediante riporto di terreno e *topsoil*;
- Prevedere l'adozione di NBS quale metodo progettuale da attuare per migliorare le funzionalità dei suoli e la fornitura di SE;
- Mitigare l'impermeabilizzazione dei suoli attraverso l'utilizzo di materiali drenanti e semi-permeabili quali: prati rasati, ghiaia inerbita, grigliato erboso in calcestruzzo, superfici aggregate con acqua, pavimentazioni in calcestruzzo permeabile e asfalto poroso (European Commission, 2012);
- Integrare il progetto delle GBI negli strumenti di pianificazione e programmazione territoriale (locale o sovralocale) al fine di garantire nuove *performance* ecologiche e ambientali, nelle forme complesse e diffuse della città contemporanea quale condizione per rafforzare la capacità dell'organismo urbano di adattarsi e rispondere alle condizioni di cambiamento, attraverso comportamenti resilienti.

Buona pratica esemplificativa

- **Piano di Governo del Territorio e Valutazione Ambientale Strategica del Comune di Rescaldina (MI)**

Nel perseguimento dell'obiettivo prioritario di riduzione dell'urbanizzazione e della impermeabilizzazione del suolo, il processo di piano ha sperimentato una esplicita integrazione tra la mappatura qualitativa dei Servizi ecosistemici, il disegno della rete verde e il progetto spaziale e strategico. Un modello di sviluppo, in cui la limitazione del consumo di suolo si è combinata con la realizzazione di un progetto urbanistico articolato capace di rispondere alle nuove esigenze ambientali, ecologiche e sociali del territorio. Il Piano è stato approvato con Delibere di Consiglio Comunale n.9 del 28/02/2019, n.10 del 01/03/2019 e n.11 del 02/03/2019, con efficacia dalla pubblicazione sul B.U.R.L. S.I. n.31 del 31.07.2019

Link: <http://pgt.rescaldina.org/?page=doc>

- **Piano Regolatore Comunale di Messina (ME)**

Lo 'Schema di massima' e le 'Prescrizioni esecutive' del nuovo Piano Regolatore Generale sono stati approvati con deliberazione n. 197 della Giunta Comunale del 10 aprile 2018. Il nuovo Piano propone il progetto di una rete di infrastrutture ambientali verdi e blu come elemento centrale e strutturante, dotato di un enorme potenziale in termini di rigenerazione e ripensamento per la molteplicità dei paesaggi messinesi. Lo Schema di massima del PRG definisce un quadro strategico fondato su un approccio sistemico e multiscalare, articolato in obiettivi e lineamenti strategici prioritari ai quali corrispondono cinque "visioni" di città supportate da tre 'Progetti Guida' che hanno l'ambizione di costruire una nuova narrativa e operatività della città, individuando i campi di azione prioritari per la rigenerazione urbana entro cui dare senso, spessore e concretezza alle politiche e alle strategie di resilienza e sviluppo sostenibile.

Link: www.comunemessina.gov.it

- **Comuni di Forlì (FC), San Lazzaro di Savena (BO), e Carpi (MO).**

Interventi di de-impermeabilizzazione e ripristino dei suoli su aree pubbliche nell'ambito del progetto europeo SOS4Life (LIFE15 ENV/IT/000225)

Link: <http://www.sos4life.it/>

- **Comune di Gorla Maggiore (VA)**, realizzazione di un sistema di fitodepurazione per sfioro fognario nel nuovo 'Parco dell'Acqua' finalizzato al miglioramento della qualità delle acque del fiume Olona, alla laminazione per riduzione rischio allagamenti a valle, area ricreativa, e all'aumento della biodiversità. Caso studio nel progetto EU OpenNESS

Link: <http://www.iridra.eu>

Riferimento scientifico: Liqueste, C., Udias, A., Conte, G., Grizzetti, B., & Masi, F. (2016). Integrated valuation of a nature-based solution for water pollution control. Highlighting hidden benefits. *Ecosystem Services*, 22(June), 392–401.

Link: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2016.09.011>

- **Comune di Bari (BA)**, applicazione di NBS per controllare le temperature estreme e regolamentare le forti precipitazioni attraverso il progetto Shagree (*Green shadows programme*).

Link: <https://oppla.eu/casestudy/19441>

Manuali e testi di riferimento

- **Manuale 'Urban green infrastructure planning. A guide for practitioners'**, esito del progetto Green Surge (2017). GREEN SURGE è un progetto di ricerca transnazionale finanziato dal Settimo programma quadro dell'Unione europea. GREEN SURGE è l'acronimo di "*Green Infrastructure and Urban Bio-diversity for Sustainable Urban Development and the Green Economy*". Il progetto ha l'obiettivo di identificare, sviluppare e sperimentare modalità di integrazione tra spazi verdi, biodiversità, popolazione e green economy, al fine di affrontare le principali sfide urbane legate all'adattamento ai cambiamenti climatici, alle dinamiche demografiche, alla salute umana e al benessere.

Link: <https://www.e-pages.dk/ku/1340/html5/>

- **Manuale 'Rigenerare la città con la natura: Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici' esito del progetto REBUS, REPUBLIC-MED.**

Nell'ambito del progetto REPUBLIC-Med (*Retrofitting Public Spaces in Intelligent Mediterranean Cities*), è stata redatta una guida pratica per professionisti e tecnici delle pubbliche amministrazioni per la progettazione resiliente degli spazi pubblici in considerazione dei cambiamenti climatici in atto. Le soluzioni progettuali si basano su una corretta gestione delle acque meteoriche e su un uso funzionale del verde.

Link: <https://territorio.regione.emilia-romagna.it/paesaggio/cooperazione-territoriale-e-paesaggio/retrofitting-public-spaces-in-intelligent-mediterranean-cities>

- **Documento 'Linee guida per la rimozione, la gestione e la riapplicazione del topsoil' esito del progetto SOS4Life**

Nell'ambito del progetto SOS4Life (*Save Our Soils for Life*), sono state redatte delle linee guida con lo scopo di fornire indicazioni utili affinché i suoli, escavati nella realizzazione di opere, vengano riutilizzati sulla base delle loro qualità intrinseche sia in situ che in aree destinate a interventi di rigenerazione urbana, di spazi pubblici, di aree naturali e anche in aree rurali, praticando una corretta gestione in tutte le fasi di cantiere.

Link: <http://www.sos4life.it/>

- **Documento 'Linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche'** redatto dalla Provincia Autonoma di Bolzano.

La provincia autonoma di Bolzano, in considerazione della Legge provinciale n. 8/2002 'Disposizioni sulle acque' (Art. 46 Acque meteoriche e di lavaggio di aree esterne) e del relativo Regolamento di esecuzione emanato con decreto del Presidente della Provincia n. 6 del 21 gennaio 2008, ha predisposto delle linee guida per la gestione sostenibile delle acque meteoriche con alcuni possibili interventi finalizzati a ridurre l'impermeabilizzazione del suolo per favorire l'infiltrazione delle acque meteoriche o per un loro utilizzo in loco.

Link: https://ambiente.provincia.bz.it/pubblicazioni.asp?publ_action=4&publ_article_id=101066

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
2. Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica;
4. Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici;
8. Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.

4

Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo

Il raggiungimento dell'obiettivo relativo al 'consumo di suolo netto pari a zero' entro il 2050 (European Commission, 2016) richiede non solo di limitare le nuove urbanizzazioni ma anche di dare priorità a politiche e strategie di riqualificazione e rigenerazione delle aree urbane consolidate attraverso il riutilizzo di aree e di edifici non utilizzati, dismessi o sottoutilizzati, e il recupero degli spazi aperti degradati, garantendo un miglioramento delle prestazioni ambientali ed energetiche dei tessuti urbani e una maggiore coesione e qualità sociale della città. La rigenerazione urbana e territoriale deve realizzare un incremento del benessere della popolazione e della vivibilità, attraverso un potenziamento della naturalità urbana, oltre ad innescare più diffusi benefici sociali connessi alla trasformazione territoriale. Se, come ricordato, tra le determinanti dei processi di consumo di suolo nel nostro Paese, le pressioni prodotte dal peso della rendita urbana sulle dinamiche economiche immobiliari ed edilizie continuano ad avere un ruolo predominante, è sempre più necessario che le misure di limitazione del consumo di suolo trovino un supporto nelle misure di fiscalità locale che, da un lato, possano ridurre gli effetti distorsivi determinati dalla rendita e dall'altra forniscano risorse di spesa a sostegno degli interventi di rigenerazione urbana e di miglioramento delle performance ecologiche, ambientali ed energetiche della città..

INTRODURRE MECCANISMI DI FISCALITÀ URBANISTICA LOCALE PER DISINCENTIVARE IL CONSUMO DI SUOLO

Un'efficace politica di contenimento del consumo e dell'impermeabilizzazione del suolo può dunque trovare una importante leva operativa in una riforma strutturale della fiscalità urbanistica. La fiscalità locale può rappresentare uno strumento importante per la realizzazione di un modello urbano sostenibile e resiliente: innanzitutto per controllare e limitare i processi di espansione urbana, riducendo i vantaggi economici dei processi di trasformazione delle aree agricole, attraverso l'introduzione di forme di tassazione incrementali che riducano le pressioni determinate dalla rendita fondiaria; in secondo luogo per garantire (con misure di tassazione di scopo) un sostegno alla attuazione di azioni di valorizzazione ambientale ed ecologica della città; e infine per supportare politiche di riuso e di rigenerazione delle aree degradate, dismesse, abbandonate o sottoutilizzate all'interno del contesto urbano. L'intensità delle forme di tassazione dovrà tenere conto sia della qualità dei suoli liberi per i quali venga consentita l'urbanizzazione, sia dei costi sociali, infrastrutturali e ambientali determinati dalla trasformazione, in termini di attrezzature, servizi e opere di compensazione necessarie. Per dare operatività a questo obiettivo è opportuno conoscere il valore delle aree libere urbane e peri-urbane, che, tradizionalmente considerate come spazi interstiziali di completamento e di densificazione o come aree marginali di ricomposizione delle frange urbane, sono invece risorse preziose per le funzionalità ecologiche e ambientali della città. In tale prospettiva la 'densificazione' delle aree urbane, a volte evocata, può essere sostenibile laddove consenta di realizzare, oltre alla riqualificazione delle aree degradate e dismesse, un recupero significativo di spazi aperti, con valori ambientali, sociali ed ecologici capaci di ripristinare e incrementare le funzionalità ecosistemiche dei suoli urbani degradati. Va invece esclusa laddove diventi unicamente l'occasione per il riempimento di spazi aperti urbani e periurbani, residuali e/o interclusi, che sono spesso assai preziosi per le prestazioni ambientali della città e per la fornitura proprio di quei Servizi ecosistemici di regolazione così importanti dentro i tessuti costruiti della città. Le aree libere urbane devono

diventare opportunità per accrescere la resilienza della città, intensificando la loro funzione di infrastrutture ecologiche che conservano e valorizzano le porosità urbane (*Riferimento Indirizzo 3*).

INTRODURRE MECCANISMI DI INCENTIVAZIONE E AGEVOLAZIONE FISCALE PER PROMUOVERE INTERVENTI DI RIGENERAZIONE URBANA SOSTENIBILE

Allo stesso tempo la fiscalità locale può diventare un importante meccanismo di sostegno per i processi di rigenerazione urbana, introducendo forme di incentivo per gli interventi privati, non tanto attraverso la riduzione degli oneri urbanistici ordinari, che rimangono il canale principale per garantire la realizzazione degli interventi pubblici di equipaggiamento della città esistente, ancora più urgenti in una fase di messa in efficienza dei tessuti consolidati; quanto piuttosto favorendo modalità di accesso al credito agevolate per gli operatori e introducendo modalità di monetizzazione 'di scopo' per la realizzazione di interventi finalizzati al miglioramento della qualità urbana e alla creazione di nuove performance ambientali ed ecologiche, volte all'aumento della resilienza urbana. Forme di semplificazione e di defiscalizzazione che rappresentano uno strumento importante per orientare le scelte insediative sulla ri-urbanizzazione di aree già costruite e impermeabilizzate da rifunzionalizzare, rendendole economicamente sostenibili e competitive rispetto alla nuova urbanizzazione di aree libere. Le azioni di rigenerazione devono essere orientate, in tal senso, da una precisa e robusta regia pubblica che definisca finalità e prestazioni di interesse collettivo da realizzare, ma che al tempo stesso consenta condizioni economiche e procedure semplificate per la sostenibilità dell'azione privata. Rendere competitiva anche dal punto di vista economico la strategia della rigenerazione rappresenta una condizione indispensabile per la sua efficacia. Una semplificazione delle procedure, spesso evocata, è certamente opportuna; questa non deve comportare un indebolimento dell'azione pubblica nella valutazione della qualità degli interventi, ma invece garantire tempi e procedure certe per la approvazione e realizzazione degli interventi.

A sostegno della rigenerazione urbana sono opportune, come nella riforma della fiscalità locale, politiche di livello nazionale e regionale; sia di tipo normativo, che riducano i tempi procedurali degli interventi sulla città esistente, senza deregolamentare gli strumenti di indirizzo e regolazione pubblica, sia di tipo economico che mettano a disposizione risorse dedicate ad incentivazione degli interventi privati. Lo stesso tema delle bonifiche richiede un intervento legislativo di sostegno, non di certo per ridurre il livello di controllo sulla qualità ambientale degli ambiti inquinati, ma per consentire modalità e procedure certe nei tempi e nelle verifiche.

PREVEDERE OBIETTIVI DI PERFORMANCE ECOSISTEMICA NELLE STRATEGIE PER LA RIGENERAZIONE URBANA

In attesa di un'opportuna modifica della fiscalità urbanistica locale, è tuttavia già possibile agire a livello locale in modo mirato a rafforzamento dei processi di rigenerazione urbana incrementando l'articolazione e la flessibilità funzionale degli ambiti di rigenerazione urbana, purché all'interno di carichi urbanistici e usi sostenibili in termini sociali, ambientali e di accessibilità. Il ruolo pubblico rimane fondamentale nell'indirizzare le strategie di rigenerazione urbana verso la realizzazione di una nuova qualità ambientale e sociale delle aree urbane consolidate, prevedendo obiettivi di *performance* ecosistemica e di nuove dotazioni di spazi pubblici che migliorino la resilienza della città e le sue capacità di risposta e adattamento alle nuove pressioni climatiche (permeabilità dei suoli, dotazioni arboree, riduzione degli effetti di calore urbano, etc.). Le aree della rigenerazione urbana, pur non potendo essere dettagliatamente individuate e regolamentate negli strumenti di pianificazione comunale, in modo da consentire una opportuna flessibilità nella articolazione e definizione delle proposte di intervento, devono esser comunque riconosciute e disciplinate dal piano nella definizione degli obiettivi di interesse collettivo da realizzare nel processo diffuso di rigenerazione, in termini di

servizi, reti e performance ambientali e sociali, al fine di fornire indicazioni agli operatori sulle modalità e tipologie di intervento da realizzarvi. Allo stesso tempo possono essere analogamente importanti misure anche puntuali per la riduzione di obblighi procedurali non pertinenti: ad esempio, nel caso della rigenerazione di un'area già antropizzata possono essere previste agevolazioni procedurali, a partire dalla riduzione dei tempi di autorizzazione, e fiscali come l'esenzione dell'imposta per occupazione del suolo pubblico necessario alla predisposizione di ponteggi. Il sostegno e la priorità attribuita ai processi di rigenerazione urbana nelle strategie urbanistiche locali, tenuto conto dei relativi incentivi e delle facilitazioni, deve accompagnarsi ad una azione combinata volta alla drastica limitazione di nuove urbanizzazioni di 'greenfield': innanzitutto da perseguire attraverso una netta riduzione delle previsioni urbanizzative 'pregresse' ancora vigenti negli strumenti di pianificazione; poi accompagnando l'applicazione di forme di tassazione incrementale con disposizioni regolative per le aree libere, interstiziali urbane e periurbane, volte alla loro conservazione e valorizzazione non solo per funzioni di carattere ambientale ma anche agricolo produttive; infine realizzando una diffusa strategia ambientale volta a incrementare la naturalità e la biodiversità degli spazi aperti periurbani attraverso la costruzione di reti verdi ed ecologiche e l'istituzione di parchi, agricoli e naturali, anche con valenze fruibili paesaggistiche.

FAVORIRE LA BONIFICA DEI SUOLI CONTAMINATI ANCHE ATTRAVERSO L'INDIVIDUAZIONE DI USI TEMPORANEI COMPATIBILI

Per quanto riguarda gli interventi di bonifica di suoli con una storia di contaminazione, l'approccio di riferimento deve essere quello basato sull'analisi di rischio sito-specifica, che deve poter contemplare anche la possibilità di usi temporanei compatibili, a partire dalla preventiva caratterizzazione dei suoli, ovviamente tenendo conto della severità dei fattori di rischio in rapporto agli usi, e di premialità fiscali onde evitare che situazioni pericolose di dismissione di aree industriali in contesti urbani si trascino inoperosamente, in assenza di interventi e di responsabilità. L'approccio rigido al rispetto delle soglie normative, sebbene ineludibile, in questo campo ha anche delle controindicazioni, in considerazione della grande diversità di contesti in cui, in diversi casi, non solo i costi economici ma anche le esternalità ambientali dell'intervento di bonifica possono risultare più onerose della gestione in sicurezza del sito, con usi appropriati. Il contesto regolativo è sempre difficile, ma è fortemente consigliabile un approccio ispirato alla massima trasparenza e alla responsabilità condivisa, di cittadini, istituzioni pubbliche, esperti e operatori, per evitare che l'attribuzione di oneri e opportunità della bonifica si traduca in un esercizio di arbitrio e in una difficilmente districabile vertenzialità.

Obiettivi

1. Dare priorità agli interventi di rigenerazione urbana, tenuto conto dei dispositivi di sostegno e incentivazione, in accordo con un'azione di azzeramento del consumo di suolo;
2. Adottare l'indirizzo promosso dalla Commissione Europea del "no net land take" in virtù del quale nuove urbanizzazioni e l'incremento di coperture artificiali su suoli permeabili siano consentite esclusivamente a seguito di misure di limitazione, di mitigazione degli impatti e come ultima residuale opzione con la compensazione in forma di rinaturalizzazione, attraverso il ripristino della copertura vegetale (*revegetation*) e delle funzionalità del suolo, di aree precedentemente interessate da coperture antropiche;
3. Ridurre le previsioni urbanistiche non attuate che comportino nuova urbanizzazione di suoli liberi, agricoli o naturali, laddove non strettamente necessarie a rispondere ad esigenze demografiche e occupazionali altrimenti non soddisfacibili con i soli interventi di rigenerazione;
4. Prevedere forme di tassazioni incrementali quale disincentivo alla trasformazione antropica di suoli liberi, basate sulla qualità dei suoli e sulle performance ecosistemiche, e sulla stima dei costi

sociali e ambientali connessi alle nuove edificazioni, comunque vincolate alla contestuale compensazione e rinaturalizzazione di suoli impermeabilizzati;

5. Introdurre incentivi e forme di sostegno finanziarie per favorire la rigenerazione urbana di aree dismesse, degradate, abbandonate o sottoutilizzate.

Strumenti e attori

Al fine di garantire un rafforzamento degli strumenti di fiscalità locale si rendono necessari interventi di riforma legislativa a livello nazionale. Sono tuttavia già utilizzabili attualmente, con sperimentazioni innovative, alcuni meccanismi esistenti nella fiscalità urbanistica locale che possono consentire un uso finalizzato ('di scopo') degli oneri urbanistici da un lato come strumento di disincentivo incrementale all'utilizzo urbanizzativo di suoli liberi e dall'altro come sostegno a progetti di rigenerazione ambientale ed ecologica della città esistente. Anche per la rigenerazione urbana è necessaria l'attivazione di politiche di sostegno di livello regionale, che consentano l'attivazione di fondi dedicati. Gli attori coinvolti alle diverse scale sono: le pubbliche amministrazioni locali, nel introdurre negli strumenti di fiscalità locale e di pianificazione, misure specifiche attraverso gli oneri; le Regioni nel sostenere attraverso fondi di finanziamento specifici le politiche di rigenerazione; lo Stato nell'attivare una riforma generale della fiscalità locale e nel sostenere, attraverso canali di finanziamento dedicati, le politiche e i progetti di rigenerazione urbana, come è avvenuto già in passato per i Programmi Complessi (L.N. 179/92).

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Introdurre forme di fiscalità locale quale disincentivo a supporto delle azioni di limitazione dei processi di nuova urbanizzazione dei suoli naturali e agricoli, e destinare il gettito (oneri di scopo) in modo vincolato a interventi di potenziamento e compensazione ambientale ed ecologica, da localizzare in ambiti specificamente individuati dal piano sulla base di una prioritaria valutazione qualitativa degli impatti prodotti sui SE e con riferimento a un disegno di connessione ecologica ambientale (rete ecologica e GBI) ;
- Dare priorità alle strategie di rigenerazione urbana e prevedere forme di incentivazione e sostegno attraverso specifiche misure fiscali, senza tuttavia introdurre misure di riduzione degli oneri urbanistici;
- Introdurre misure di semplificazione procedurale per gli interventi di rigenerazione urbana, in particolare per le modalità di bonifica;
- Favorire la flessibilità funzionale nelle aree di rigenerazione e garantire al contempo nuove dotazioni di aree pubbliche per migliorare le condizioni di qualità ambientale e sociale;
- Monitorare e censire le aree e gli edifici inutilizzati per dare priorità agli interventi di riutilizzo;
- Prevedere l'adozione di *performance* ecosistemiche che possano garantire la sostenibilità dell'intervento e delle trasformazioni urbane e favorire l'incremento della permeabilità complessiva del suolo nelle aree di intervento e la adeguata distribuzione e continuità delle aree permeabili;
- Incrementare le azioni di de impermeabilizzazione delle aree 'sigillate';
- Prevedere, nell'ambito dei processi di revisione degli strumenti di pianificazione locale, il ridimensionamento delle previsioni insediative non attuate, ridestinando prioritariamente all'uso agricolo o a verde ambientale le aree libere che non risultino già compromesse da fenomeni di consumo o degrado del suolo;
- Promuovere l'integrazione tra i diversi livelli amministrativi per lo sviluppo di adeguate politiche di rigenerazione;

- Favorire il raccordo con gli obiettivi ambientali nazionali e internazionali a partire da: dissesto idrogeologico e degrado del suolo; cambiamento climatico; biodiversità;
- Rafforzare il coinvolgimento delle comunità locali nel sostegno a processi di rigenerazione integrando esperienze di progettazione locale e di urbanistica tattica nelle strategie progettuali del piano in particolare nella costruzione della Rete verde.

Buona pratica esemplificativa

▪ Fondo aree verdi di Regione Lombardia

Con l'art. 43 bis della Legge regionale lombarda per il governo del territorio n. 12/2005, è stato introdotto il concetto di compensazione per lo sfruttamento della risorsa suolo prevedendo una 'tassa di scopo' da destinare alla realizzazione di sistemi verdi ("Gli interventi di nuova costruzione che sottraggono superfici agricole nello stato di fatto sono assoggettati ad una maggiorazione percentuale del contributo di costruzione, determinata dai comuni entro un minimo dell'1,5 ed un massimo del 5 per cento, da destinare obbligatoriamente a interventi forestali a rilevanza ecologica e di incremento della naturalità" - art.43bis, L.R. 12/2005 s.m.i.).

I proventi confluiscono in un Fondo (denominato Fondo aree verdi) gestito da Regione Lombardia e alimentato da: 1) risorse regionali; 2) proventi delle maggiorazioni percentuale dei contributi di costruzione derivanti da interventi in aree ricadenti in: a) accordi di programma o programmi integrati di intervento di interesse regionale; b) Comuni capoluogo di provincia; c) parchi regionali e nazionali; (solo nel caso in cui il rilascio dei titoli abilitativi sia avvenuto in data antecedente il 1° gennaio 2018, altrimenti i proventi restano in capo ai comuni, così come da modifica introdotta a seguito della LR 37/2017); 3) proventi delle maggiorazioni che i Comuni non capoluogo di provincia decidano liberamente di destinare al fondo. Le amministrazioni che hanno versato risorse al Fondo aree verdi possono richiedere il finanziamento di interventi di creazione di Sistemi verdi e ottenere le risorse già versate eventualmente incrementate da una premialità regionale, se il progetto presentato è sovra comunale o gode di un cofinanziamento da parte di soggetti privati. Le azioni da attuare riguardano "interventi forestali a rilevanza ecologica e di incremento della naturalità", oltre a boschi, filari arborati, fasce boscate, fasce tampone, arbusteti, stagni, aree umide, ripristino fontanili, acquisto terreni da destinare alla realizzazione di Sistemi verdi, interventi selvicolturali (questi ultimi solo nei Comuni ricadenti nelle Comunità Montane), vi è il ripristino del suolo fertile di aree impermeabilizzate (*de-sealing*).

Link:

<https://www.regione.lombardia.it/wps/portal/istituzionale/HP/DettaglioRedazionale/istituzione/direzioni-general/direzione-generale-agricoltura-alimentazione-e-sistemi-verdi/red-fondo-aree-verdi/red-fondo-aree-verdi>

▪ Città di Torino

Nell'ambito del progetto ProGIReg - *Productive Green Infrastructure for Post-industrial Urban Regeneration* (cofinanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma H2020 con durata 2018-2023), la città di Torino intende rigenerare il quartiere di Mirafiori Sud da un punto di vista naturalistico, agronomico e sociale. Nello specifico, il progetto intende trasformare l'area lungo il fiume Sangone in un polmone verde per la zona meridionale della città attraverso:

1. l'utilizzo di suolo rigenerato (*New Soil*);
2. la sperimentazione di pratiche di agricoltura collettiva come strumento di rigenerazione urbana ed inclusione sociale;
3. la progettazione, gestione e manutenzione delle aree verdi (infrastrutture verdi) condivisa con imprese, associazioni e cittadini del territorio.

Link: <http://www.progireg.eu/>

Link: <http://www.sinanet.isprambiente.it/gelso/banca-dati/comune/comune-di-torino/progireg/infrastrutture-verdi-per-la-rigenerazione-urbana-delle-aree-post-industriali>

Manuali e testi di riferimento

- **Manuale 'Manual for BIOREM integrated soil restoration'** esito del progetto BIOREM
Il Manuale è un risultato del progetto *Innovative System for the Biochemical Restoration and Monitoring of Degraded Soils* - BIOREM, cofinanziato dall'Unione Europea nell'ambito del programma LIFE+ (LIFE11 ENV/IT/000113, anno 2013-2015). Il presente manuale fornisce indicazioni e procedure volte a monitorare le condizioni del suolo in Italia e a ripristinare i suoli degradati ad una condizione di produttività coerente con l'impiego e l'uso che si intende farne.
Link: <http://www.pdc.minambiente.it/sites/default/files/progetti/deliverable-integrated-soil-restoration-manual.compressed.pdf>
- **Documento Brownfield Regeneration** della Commissione Europea (2013)
Il volume fornisce indicazioni, buone pratiche e politiche per favorire la rigenerazione delle aree dismesse.
Link: https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/39si_en.pdf

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
2. Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica;
3. Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli.

5

Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli

Per via del contenuto in Sostanza organica, i suoli costituiscono il più grande serbatoio naturale di carbonio presente sulle terre emerse, capace di trattenere, sottraendola all'atmosfera, una grande quantità di CO₂. Tuttavia, lo sfruttamento agricolo intensivo e il diffondersi di varie forme di degrado del territorio hanno determinato, con una pericolosa accelerazione del fenomeno nell'ultimo secolo, una consistente diminuzione del carbonio dei suoli. Le politiche di gestione sostenibile dei suoli richiedono un controllo e in molti casi un aumento dei contenuti di Sostanza organica (SO), al fine di ripristinarne livelli accettabili a fini produttivi, nonché per contenere i fenomeni di erosione e per contrastare gli effetti dei cambiamenti climatici. L'attuazione di queste politiche deve passare necessariamente attraverso una conoscenza accurata degli effettivi contenuti di SO dei suoli, che spesso sono alterati rispetto alle situazioni originarie, al fine di valutarne un incremento in base alle diverse tipologie di gestione (Canedoli et al., 2019).

PROMUOVERE CAMPAGNE DI MONITORAGGIO DELLA SOSTANZA ORGANICA A SUPPORTO DELLA DEFINIZIONE DI POLITICHE DI GESTIONE SOSTENIBILE DEI SUOLI

Il monitoraggio dei suoli è definito come la sistematica misurazione delle proprietà del suolo (con particolare focus sul contenuto di Sostanza organica in questo caso) che si associa a una registrazione delle osservazioni raccolte e quindi delle variazioni temporali e spaziali dei dati. I sistemi di monitoraggio solitamente comprendono un set di aree o siti campione dove i cambiamenti delle proprietà del suolo sono registrati e documentati periodicamente. Per essere maggiormente efficaci i programmi di monitoraggio dovrebbero essere affiancati da attività parallele come ad esempio il monitoraggio di altre risorse territoriali, lo studio della storia ambientale e di cambiamenti di uso del suolo dei siti, l'effettuazione di esperimenti in campo e simulazioni di modelli, tutto questo per assicurare uno sviluppo di conoscenza essenziale per la gestione della risorsa suolo che non si limiti alla mera raccolta di osservazioni puntuali (Batjes & Wesemael, 2015).

Il tenore in Sostanza organica – o in Carbonio organico – costituisce un indicatore fondamentale della salute del suolo. La sua misura e la verifica della sua evoluzione nel tempo dovrebbero pertanto avere un ruolo centrale a supporto delle decisioni a vari livelli e in numerosi contesti, fra i quali è in particolare possibile menzionare i seguenti:

- La contabilizzazione, a seguito degli impegni sul clima assunti con gli accordi di Parigi durante la Cop21, delle emissioni/assorbimenti di carbonio nel settore agricolo, incluse le eventuali "emissioni negative" dovute alla cattura di carbonio nei suoli attraverso idonee pratiche gestionali;
- La valutazione a scala nazionale e locale della *Land Degradation Neutrality* (LDN), secondo un obiettivo di invarianza del degrado dei suoli in attuazione dell'"Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile" (L'Agenda prevede 17 SDG – *Sustainable Development Goals*; la LDN costituisce il Target 15.3.1);
- La misura dei risultati ottenuti attraverso gli interventi finanziati con i PSR (Programmi di Sviluppo Rurale), gli obblighi di condizionalità e, con la futura PAC (2021-2027), gli impegni riguardanti la gestione dei suoli agricolo-forestali eventualmente discendenti dai cosiddetti ecoschemi;
- La valutazione della conservazione della fertilità e produttività dei suoli a lungo termine nell'ambito di piani aziendali di sviluppo agricolo e di progetti di riqualificazione ambientale e paesaggistica.

ADOTTARE METODI DIRETTI O INDIRETTI PER LA VALUTAZIONE DEL CONTENUTO DI SOSTANZA ORGANICA NEI SUOLI

Per misurare e valutare la Sostanza organica dei suoli è possibile ricorrere al tradizionale approccio, basato su campionamento e analisi di laboratorio, per entrambi i quali esistono metodologie di riferimento e standard. Per il campionamento ad esempio, molti uffici tecnici regionali, istituti scientifici e progetti forniscono indicazioni e riferimenti applicabili nelle diverse situazioni operative, suggerendo di norma di prelevare campioni composti (formati cioè da più sotto-campioni raccolti nello stesso campo) in modo da tenere in considerazione il fattore della variabilità spaziale. Per le analisi di laboratorio il riferimento è invece dato dai Metodi ufficiali di analisi dei suoli (G.U. 21/10/99 n. 248, S.O.). In alternativa, è possibile adoperare tecniche di *Soil Proximal Sensing*, che utilizzano sensori ad induzione elettromagnetica (EMI) associati talvolta a sensori di immagine NIR (*Near Infra-Red*) impiegati per determinare diversi parametri dei suoli, incluso il contenuto in Sostanza organica. Queste tecniche, di cui esistono già vari esempi applicativi e ditte che offrono il relativo servizio anche in Italia, hanno il vantaggio di permettere la mappatura dei parametri indagati nell'intera superficie rilevata, che può poi essere usata per applicazioni di *precision farming* (agricoltura di precisione). Infine, anche senza rilevamenti e campionamenti specifici, è possibile effettuare in campo osservazioni visive dei suoli (*Visual Soil Assessment*), che possono aiutare a valutare se le pratiche gestionali adottate stanno conseguendo i risultati voluti o se, invece, non suggeriscano la necessità di interventi correttivi. In generale, sono indice di un buon contenuto in Sostanza organica i seguenti fattori: un colore scuro, in particolare se più scuro negli strati superficiali rispetto a quelli inferiori, l'evidenza di un suolo "soffice", una struttura grumosa, una elevata porosità, nonché la presenza di lombrichi e altri organismi viventi. Nel caso in cui non sia possibile procedere attraverso l'effettuazione di misurazioni dirette, esistono dei database che possono dare informazioni sul Carbonio organico contenuto nei suoli: in Italia ad esempio è disponibile la Carta italiana del Carbonio organico del suolo, gratuitamente consultabile e scaricabile (cfr. *Manuali e testi di riferimento*).

CONSERVARE LA FRAZIONE DI SOSTANZA ORGANICA STABILE (HUMUS) NEI SUOLI

La Sostanza organica dei suoli è rappresentata da diverse frazioni, quella indecomposta, quella labile (che subirà processi di mineralizzazione in tempi brevi) e quella stabile, detta anche humus, che si può considerare il vero e stabile serbatoio di carbonio nel suolo (Tan, 2014). L'humus è una sostanza chimicamente complessa, derivante dai composti intermedi formati nella decomposizione dei residui organici, che va incontro a una degradazione biologica e chimica lenta e permette alla Sostanza organica che si presenta in questa forma di permanere nel terreno per lungo tempo. La sua composizione è complessa ed eterogenea e dipende principalmente dagli attori coinvolti nei processi di decomposizione (batteri, funghi, protozoi), motivo per cui non si può definire una sua composizione a priori. Generalmente, si può affermare che esso è composto da quantità variabili di proteine e acidi uronici, combinati con lignina e suoi derivati. L'humus è importante perché la presenza e la quantità influenzano le proprietà fisiche del suolo. Ad esempio, un suolo meno fragile e meglio strutturato ha una maggiore resistenza all'erosione superficiale e al dilavamento. Il colore del suolo in presenza di humus assume tonalità scure e di conseguenza assorbe e accumula più calore. La presenza di humus determina anche una maggiore capacità di conservare l'umidità, che viene quindi trattenuta nel suolo e funge da riserva idrica per le piante nei momenti di bisogno. Inoltre, le forme stabili della decomposizione che si accumulano nel terreno presidiano al nutrimento di piante e microrganismi. La capacità dell'humus di legare a sé metalli (micronutrienti come manganese, zinco, ferro) e di rilasciarli poi alle piante per la loro crescita è un altro processo utile al sostegno della crescita vegetale. La formazione dell'humus dipende dal 'lavoro' di una comunità di organismi (lombrichi, batteri e altri microrganismi) che attaccano i resti vegetali e animali, e attraverso diverse fasi di decomposizione

determinano la produzione di forme stabili. Essa è pertanto possibile solamente mantenendo il suolo a uno stato di elevata naturalità condizione necessaria affinché si possa evitare la rapida mineralizzazione e conseguentemente la perdita di questa importante frazione stabile.

AUMENTARE IL CONTENUTO DI SOSTANZA ORGANICA DEI SUOLI MEDIANTE L'APPORTO DI MATERIALE ORGANICO

L'apporto di materiale organico ai suoli rientra tra le tradizionali buone pratiche agricole, le cui finalità possono essere indirizzate sia al miglioramento della fertilità fisica (ammendanti), sia all'apporto di elementi nutritivi (fertilizzanti). Generalizzando, i materiali solidi hanno prevalentemente proprietà ammendanti (presentando comunque un valore fertilizzante), viceversa, i materiali liquidi o semi-fluidi svolgono soprattutto funzioni fertilizzanti. La natura dei materiali organici apportati ai suoli dipende fortemente dalla loro origine e dai trattamenti cui vengono sottoposti prima dell'utilizzazione. In base alla provenienza, agricola o extra-agricola, i materiali organici possono essere distinti in:

- Effluenti zootecnici, nelle varie forme e tipologie che derivano dalle modalità di stabulazione e allevamento degli animali, di stoccaggio e di trattamento cui sono eventualmente sottoposti prima dell'utilizzazione in campo;
- Fanghi di depurazione urbana e gessi di defecazione da fanghi, che originano dal ciclo di depurazione delle acque reflue urbane;
- Compost (definiti "ammendanti compostati" verdi, misti o con fanghi, a seconda delle sostanze che contengono), che vengono prodotti a partire dalla frazione verde e organica dei rifiuti civili (FORSU);
- Altri materiali, che includono i sedimenti di dragaggio dei bacini idrici o dei sedimi portuali, i quali dopo trattamento di fitorimediazione sono trasformati in terricci e substrati per serre e vivai, oppure le cosiddette "terre ricostituite" che consistono in "tecno-suoli" ottenuti attraverso la miscelazione di materiali terrosi e materiali organici (in genere fanghi).

Allo scopo di migliorare le proprietà agronomiche, ambientali e sanitarie di queste matrici da utilizzare per aumentare la Sostanza organica nei suoli è possibile assoggettarle a vari tipi di trattamento chimico-fisico. In particolare, per effluenti zootecnici, biomasse vegetali, scarti dell'agroindustria, fanghi di depurazione e FORSU si può ricorrere al trattamento di digestione anaerobica, che consiste nella degradazione e stabilizzazione del materiale organico in condizioni di anaerobiosi realizzata da microorganismi, che porta alla produzione di biogas. Nel processo di produzione del biogas il materiale di risulta costituisce il digestato, un prodotto ad alto contenuto di nutrienti (azoto e fosforo). Esso, stabilizzato e parzialmente igienizzato, può trovare impiego in agricoltura, in opere di riqualificazione ambientale o, anche, essere sottoposto a ulteriori successivi trattamenti, quali la separazione della frazione solida da quella liquida, il compostaggio e il recupero dei nutrienti, in particolare dell'azoto sotto forma di solfato ammonico, risultando in un ulteriore risorsa assieme al biogas.

APPORTARE AI SUOLI MATERIALE ORGANICO DI QUALITÀ

Le matrici organiche possono trovare diverse utilizzazioni, sia in ambito agricolo, per mantenere o ripristinare la fertilità a lungo termine dei suoli, assicurare stabilità alle produzioni agricole e concorrere alla nutrizione delle piante coltivate, sia nell'ambito di interventi di riqualificazione ambientale e paesaggistica, quali realizzazione di parchi e giardini, operazioni di *de-sealing* (Riferimento Indirizzo 3), bonifica e recupero di aree degradate (Riferimento Indirizzo 4), modellature morfologiche, copertura di cave e discariche, consolidamento di massicciate stradali o ferroviarie. I potenziali benefici associati alle matrici utilizzate per aumentare il contenuto di SO del suolo sono però strettamente correlati sia alla qualità e quantità delle sostanze distribuite sia alle caratteristiche

chimico-fisiche del suolo stesso. La finalità della distribuzione di queste matrici deve innanzitutto essere sempre ispirata a migliorare la fertilità e le funzionalità dei suoli ed essere funzionale alla pratica agricola in termini di risorsa di nutrienti. In proposito è opportuno tenere presente che non è sufficiente “apportare ai suoli tanta Sostanza organica (SO) per avere suoli ricchi in Sostanza organica”: infatti, la conservazione e, ancora più, l'aumento della SO dipendono più dalle modalità complessive di gestione dei suoli, che dal quantitativo assoluto di materiale organico ad essi fornito. Tutti i materiali organici contengono, come visto, elementi nutritivi. Spesso, tuttavia, la concentrazione di azoto e fosforo e i rapporti tra di essi non sono equilibrati rispetto alle esigenze delle piante. Pertanto, le quantità apportate ai suoli, e anche le modalità e il calendario di distribuzione, dovrebbero essere sempre inseriti all'interno di idonei piani di fertilizzazione, allo scopo di evitare o comunque minimizzare le dispersioni nell'ambiente. In molti contesti territoriali inoltre, la grande quantità di sottoprodotti dell'attività agrozootecnica e di rifiuti disponibili spinge verso utilizzazioni di questi materiali che rischiano di finire per essere più simili a 'smaltimenti' che a veri e propri 'usi effettuati nel rispetto della buona pratica agronomica'.

Oltre a questi aspetti, per assicurare un uso di materiali organici di qualità, appare inoltre necessario che essi abbiano le seguenti caratteristiche e che queste siano note agli utilizzatori e ai destinatari finali delle matrici:

- Avere una bassa presenza o assenza (possibilmente anche inferiore a quella stabilita dalle norme di riferimento) di inquinanti inorganici e organici, residui di medicinali e sostanze estranee, come inerti, plastiche (incluse le microplastiche), vetro, resti metallici e di manufatti, ecc.;
- Avere un titolo noto, almeno quanto a contenuto effettivo in sostanza secca ed elementi nutritivi (azoto, fosforo, potassio, mesoelementi);
- Essere stati sottoposti a un'adeguata stabilizzazione e igienizzazione, anche al fine di limitare l'impatto odorigeno dei cumuli, degli stoccaggi e delle operazioni di distribuzioni.

Va ricordato infine che la produzione e l'utilizzazione in agricoltura di ciascun materiale è in ogni caso soggetto ad una specifica disciplina normativa. Come si è visto il riutilizzo di queste matrici può generare benefici per i suoli e persegue obiettivi che si ispirano ai principi dell'economia circolare, al fine di diminuire il consumo di materie prime, ridurre gli impatti ambientali connessi all'emissione di gas clima-alteranti e ridurre il quantitativo di rifiuti da destinare all'incenerimento o ad altre forme di smaltimento.

Obiettivi

1. Conoscere il contenuto di SO nei suoli in diversi ambiti territoriali (agricolo, urbano, naturale, seminaturale);
2. Predisporre sistemi di monitoraggio per valutare il contenuto di SO e le altre caratteristiche salienti dei suoli;
3. Conservare e migliorare la frazione organica stabile dei suoli (humus) al fine di assicurare una corretta funzionalità dei processi fisico-chimici e biologici dei suoli;
4. Promuovere e favorire le pratiche agricole e di gestione del verde che prevedano aggiunta di materia organica nei suoli;
5. Utilizzare le pratiche di apporto di materiale organico ai suoli utilizzando matrici di natura agricola o extra-agricola;
6. Accrescere le conoscenze relative alle caratteristiche delle diverse matrici organiche, alle modalità di somministrazione e alle normative di riferimento.

Strumenti e attori

La quantificazione e il monitoraggio della SO devono essere programmati nell'ambito dei piani di sorveglianza e monitoraggio ambientale effettuati dagli enti territoriali, con la predisposizione di attività finalizzate a conoscere lo stato complessivo dei suoli di diversi pedo-paesaggi. Oltre a ciò, è opportuno valutare e introdurre adeguati incentivi legislativi per l'istituzione di piani di monitoraggio, protocolli per la quantificazione degli stock di SO o sistemi informativi costantemente aggiornati affiancati a progetti seguiti da istituti di ricerca.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Definire gli attori e individuare gli istituti potenzialmente coinvolti nei progetti di quantificazione della SO dei suoli in diversi ambiti territoriali;
- Predisporre dei programmi di monitoraggio, comprensivi di protocolli per la definizione delle aree, per il campionamento (tempistiche e tecniche) e l'analisi dei campioni;
- Prevedere incentivi per l'attuazione dei piani di monitoraggio;
- Incentivare e supportare le tecniche di gestione dei suoli che favoriscono la formazione di humus, adottando tecniche di compostaggio degli scarti e dei residui vegetali ed animali, l'utilizzo del *compost*, facilmente attuabile anche nei giardini, l'utilizzo della pacciamatura e di apportatori di Sostanza organica al terreno come il terriccio di foglie o il letame ben maturo;
- Aumentare i livelli di biodiversità dei suoli;
- Nella gestione delle aree agricole considerare non solo la Sostanza organica totale ma anche la quantità e qualità di humus che favorisce una migliore rendita produttiva a parità di superficie di suolo occupato;
- Prevedere una formazione specifica per diffondere le conoscenze delle caratteristiche delle matrici organiche (in termini di natura, qualità, trattamenti, utilizzo e normativa) e il conseguente loro utilizzo;
- Promuovere l'utilizzo di suoli con buoni livelli di humus nella progettazione e gestione di aree verdi a scopo fruitivo (ad esempio parchi) al fine di garantire la qualità strutturale e chimico biologica del suolo che ha ripercussioni sulla crescita della vegetazione;
- Promuovere buone pratiche di gestione dei processi a monte della produzione dei materiali organici per contribuire a migliorarne sensibilmente la qualità finale, in particolare nell'ambito dell'allevamento di bestiame adottando diete a basso tenore proteico e in fosforo e riducendo i trattamenti farmacologici e l'uso di antibiotici al fine di migliorare la qualità dei materiali organici prodotti;
- Recuperare nutrienti, sotto forma di sali di azoto e fosforo, dalle acque reflue urbane e dalle matrici zootecniche ed extra-agricole;
- Privilegiare l'uso in agricoltura di 'fanghi di qualità', che rispettano i parametri già previsti in alcune normative regionali (ad esempio Lombardia, Emilia-Romagna);
- Sviluppare ed affinare le tecnologie di compostaggio, igienizzazione e sanitizzazione delle matrici;
- Migliorare il ciclo di depurazione delle acque reflue urbane e la raccolta differenziata dei rifiuti civili per ridurre i volumi da gestire e migliorarne di conseguenza la qualità.

Buone pratiche esemplificative

▪ Progetto SOILQUALIMON

Il Sistema di Monitoraggio della Qualità dei Suoli di Lombardia è un progetto che ha la finalità di allestire un sistema permanente per il monitoraggio dei suoli dell'intero territorio lombardo. Funzione principale è quella di indagare i suoli dal punto di vista delle loro proprietà chimiche, fisiche e biologiche per ottenere una dettagliata valutazione dello stato attuale della loro "qualità",

e di controllare nel tempo i cambiamenti di tali parametri attraverso la ripetizione delle campagne di monitoraggio a periodi prefissati di tempo.

Link: <https://www.ersaf.lombardia.it/it/b/2248/quaderni-della-ricerca-n110-soilqualimon-protocollo-di-monitoraggio>

- **Progetto SIAS - Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo**

Il progetto è coordinato da ISPRA e ARPAV e con la partecipazione dei Servizi Pedologici Regionali (ad eccezione di Lazio, Liguria, Friuli Venezia Giulia, Umbria e Puglia), del Centro RPS del CRA (Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura) per Lazio ed Umbria e del JRC-IES, ha l'obiettivo di armonizzare a livello nazionale le informazioni già disponibili a livello locale (secondo un approccio *bottom-up*) di alcuni indicatori relativi al suolo, basandosi su di un formato di scambio comune e condiviso. Il progetto intende inoltre fornire informazioni a livello nazionale che risultino coerenti con le elaborazioni utilizzate nelle politiche regionali (es. Piani di Sviluppo Rurale - PSR), ottenere dati per l'implementazione del *Multi-Scale European Soil Information System* (MEUSIS) per quanto concerne la parte italiana e creare una rete di partner che possa costituire la base per nuove future cooperazioni, sia in ambito nazionale che europeo.

Link: http://www.isprambiente.gov.it/files/biodiversita/Progetto_SIAS_Minutes_2008.pdf

- **Iniziativa 'Regeneration International'**

è un'iniziativa internazionale nata nel giugno 2015 da circa 60 persone provenienti da 21 nazioni diverse, in rappresentanza di imprese, comunità agricole, enti scientifici, istituzioni educative, politica e ONG, che si sono riunite in Costa Rica per elaborare un progetto per un movimento unito attorno a un obiettivo comune: invertire il riscaldamento globale facilitando e accelerando la transizione globale verso l'agricoltura rigenerativa, ovvero l'aumento della Sostanza organica e della biodiversità nei suoli agricoli di tutto il mondo.

Link: <https://regenerationinternational.org/about-us/>

- **Progetto LUCAS - Land use and land cover survey**

Iniziativa degli Stati membri dell'UE volta a raccogliere ed armonizzare informazioni sulla copertura e sull'uso del suolo. Contestualmente è stato esteso al campionamento del suolo per indagarne le principali proprietà in 23 paesi membri con l'intento di creare un database in tutta l'UE sulla base di campionamenti e procedure analitiche standardizzate.

Link: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/LUCAS - Land use and land cover survey](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/LUCAS_-_Land_use_and_land_cover_survey)

Manuali e testi di riferimento

- **Articolo "Measuring and monitoring soil carbon"** di Batjes, N.H., Wesemael, B. van, 2015. In: Banwart, S.A., Milne, E., Noellemeyer, E. (Eds.), *Soil Carbon: Science, Management and Policy for Multiple Benefits*. CABI Publishing, pp. 188-201.

Link: <https://doi.org/10.1079/9781780645322.0188>

- **Libro "Fondamenti di Pedologia"** di Dazzi, C. (2016). Seconda edizione. Le Pensur.
- **Libro "HUMUS, the black gold of the earth"** di Bond, V. (2018). Tredition. Testo a carattere più divulgativo che tratta l'importanza di preservare la Sostanza organica nei suoli. È nato come prodotto del The Humus Project, progetto nato a seguito degli incendi avvenuti in Portogallo nel 2017 che ha causato ingenti danni all'ambiente e alle economie locali. A seguito di questo le

comunità locali si sono interrogate su come poter prevenire futuri incendi, e una risposta è stata trovata nella conservazione del suolo: avere un suolo in salute, ricco di Sostanza organica e in particolare in humus può aiutare a contrastare lo sviluppo di incendi disastrosi.

- **Carta Italiana Carbonio organico dei suoli** prodotta dai risultati ottenuti nella Global Soil Partnership (GSP) italiana, è pubblicata e scaricabile gratuitamente in formato geotiff raster con maglia a 1 km.
Link: <http://54.229.242.119/GSOCmap/>

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
3. Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu;
4. Dare priorità alla rigenerazione delle aree dismesse o sottoutilizzate e al ripristino dei suoli contaminati per contenere il consumo di suolo;
6. Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici;
8. Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.

6

Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli

Lo sviluppo di modelli sostenibili di gestione dei suoli è determinante per ripristinare lo stato di salute dei suoli, per incrementare la resilienza degli ecosistemi agricoli ai cambiamenti climatici (FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO 2017) e per la salvaguardia e il recupero dei Servizi ecosistemici che il sistema rurale nel suo insieme è in grado di generare. A tal fine, assume un ruolo determinante l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli, tali cioè da minimizzare il disturbo dell'ecosistema suolo e di approvvigionarlo con alimenti (biomasse) ed energia adeguate allo sviluppo dell'attività biologica e microbiologica. Tali pratiche conseguono risultati efficaci e duraturi nel tempo, in termini sia di riduzione di specifiche minacce di degrado del suolo, sia di sviluppo delle loro funzioni ecologiche, nonché, in particolare, di arricchimento in Sostanza organica (SO): in tal modo, infatti, i suoli possono agire da effettivi *sink* di carbonio sottraendo CO₂ dall'atmosfera (FAO, 2015) e concorrendo così, attraverso tali "emissioni negative", alla mitigazione del cambiamento climatico. A questi vantaggi diretti si accompagnano altri effetti positivi complementari, quali ad esempio il minore ricorso ai macchinari e il conseguente contenimento dei consumi di carburante e delle emissioni inquinanti, oltre che la possibilità di un più ridotto impiego di fitofarmaci e fertilizzanti. Inoltre, la copertura permanente del suolo permette di conservarne l'umidità e arricchire la biodiversità edafica. Lo sviluppo di sistemi di gestione conservativa dei suoli si inserisce infine in una più ampia prospettiva di sviluppo di modelli di agricoltura sostenibili, nei quali siano temperabili obiettivi economici e ambientali: tale visione prefigura un'agricoltura capace di "produrre di più con meno" e/o di indirizzarsi, come sostenuto anche dalla FAO, verso una "sostenibile intensificazione della produzione agricola"

STIMOLARE L'ATTIVITÀ BIOLOGICA DEI SUOLI ASSICURANDO LA COPERTURA PERMANENTE DELLE COLTURE AGRICOLE (COVER CROP) E AUMENTANDO LA PRODUZIONE DI BIOMASSA VEGETALE

L'utilizzo delle cosiddette colture di copertura (o *cover crop*) è una pratica che permette di proteggere il suolo dagli agenti climatici e di preservare l'attività biologica di suolo e soprasuolo anche nel periodo intercolturale. Le *cover crop* si possono inserire tra una rotazione colturale e la successiva, con l'effetto di apportare biomassa e stimolare l'attività biologica dei suoli, favorendo il riciclo degli elementi nutritivi e limitandone la dispersione nell'ambiente, apportando azoto alle colture e incrementando la qualità e la quantità della SO contenuta nei suoli. La funzione di protezione associata all'impiego di *cover crop* riduce gli impatti negativi derivati dall'erosione (ad opera di acque meteoriche, vento) e dal compattamento (che a sua volta produce altri effetti negativi quali la riduzione dell'infiltrazione dell'acqua). Tale pratica inoltre, favorisce il riciclo degli elementi nutritivi e aiuta nel controllo delle infestanti e dei parassiti (Bellieni et al., 2017, Regione Lombardia, 2014). La stessa biomassa prodotta dalle *cover crop* e in generale i residui colturali (paglie, stoppe, nonché i resti degli apparati radicali), se mantenuti sui terreni agricoli, contribuiscono a proteggerli e assicurano il rifornimento di nutrienti ed energia a favore dell'attività biologica del suolo. Le *cover crop* possono essere monospecifiche o costituite da miscugli, anche di molte specie diverse (fino a 12-14): la scelta dipende principalmente dall'adattabilità alla rotazione aziendale e dal tipo di azione di 'risanamento' del suolo che si vuole ottenere.

AUMENTARE LA BIODIVERSITÀ DEI SUOLI FAVORENDO L'AVVICENDAMENTO COLTURALE E L'ADOZIONE DI SISTEMI INTEGRATI DI PRODUZIONE AGRICOLA VEGETALE E ANIMALE

L'avvicendamento colturale rappresenta una successione di colture diverse sullo stesso terreno e si contrappone alla pratica convenzionale della monocoltura continua. Questo permette di ampliare il numero delle specie botaniche coltivate, evita il continuo ripetersi delle stesse colture e allunga e diversifica le coltivazioni, riducendo al contempo il periodo d'interruzione colturale. La diversificazione delle rotazioni colturali aiuta a proteggere meglio i suoli dagli impatti esterni causati da alte temperature, ristagni d'acqua prolungati e condizioni di asfissia e idromorfia. In questo modo infatti, il suolo rimane con una copertura vegetale più a lungo, in maniera continua e più efficace, e questo permette di proteggerlo dall'erosione operata dagli agenti atmosferici. L'utilizzo di piante diverse determina anche azioni complementari esercitate sul suolo dalle radici di diverse specie che contribuiscono a migliorarne la struttura. La rotazione inoltre stimola e sostiene l'attività biologica del terreno, riducendo gli effetti dei parassiti e arricchendo la biodiversità del sopra e sotto-suolo, migliorando in alcuni casi anche le rese produttive, e diminuendo l'utilizzo di fertilizzanti e agrofarmaci (Bot e Benites, 2005). Questo è particolarmente vero quando viene prevista, negli avvicendamenti, l'introduzione di colture azoto fissatrici. Anche l'adozione di sistemi integrati di produzione vegetale e animale infine, permette di migliorare la fertilità dei suoli, limitando all'indispensabile l'uso di mezzi tecnici (fertilizzanti, fitofarmaci ed erbicidi) ed utilizzando sistemi di pascolo controllato per ridurre la degradazione della vegetazione e ripristinare la diversità vegetale.

RIDURRE AL MINIMO IL DISTURBO DEL SUOLO DOVUTO ALLE OPERAZIONI MECCANICHE PROMUOVENDO L'ADOZIONE DI TECNICHE DI LAVORAZIONE CONSERVATIVE

Insieme alle tecniche di rotazione colturale, è importante associare anche un cambiamento nelle lavorazioni meccaniche dei suoli. La riduzione delle lavorazioni serve a limitare il più possibile il disturbo operato meccanicamente sui suoli, così da non invertire gli strati e favorire l'incorporazione della materia organica. All'applicazione di questo tipo di lavorazioni consegue una minore perdita di SO degli orizzonti superficiali che risultano meno disturbati meccanicamente e meglio strutturati; la migliore struttura determina inoltre una riduzione anche dell'erosione idrica, una migliore capacità di infiltrazione e una maggiore resistenza del suolo alla compattazione. L'aumento dei livelli di SO e di azoto negli strati superficiali, a sua volta determina anche una riduzione nella necessità di uso di pesticidi ed erbicidi, che porta a un minore inquinamento della falda acquifera sottostante con ricadute positive anche per un contesto territoriale più ampio. La meccanizzazione spinta, infatti, può dare origine a processi erosivi attraverso il compattamento associato al movimento di veicoli pesanti. Ridurre le lavorazioni meccaniche implica inoltre un risparmio economico e ulteriori benefici ambientali connessi alla riduzione delle operazioni meccaniche necessarie, dell'impiego di macchine agricole e della potenza delle stesse in termini di trazione meccanica, con una conseguente diminuzione dei consumi di carburante e di emissioni di gas a effetto serra, così come delle ore di lavoro dedicate alla preparazione dei terreni. È bene comunque sottolineare che la transizione da pratiche di agricoltura convenzionale a pratiche più sostenibili, come le lavorazioni ridotte, implica ovviamente anche dei costi (in termini di investimenti) e tempi di adeguamento (SoCo project team, 2009) che devono essere opportunamente considerati.

PROMUOVERE L'ADOZIONE DI MODELLI DI GESTIONE CONSERVATIVA DEI SUOLI ATTRAVERSO AZIONI DI ACCOMPAGNAMENTO E DIVULGAZIONE

L'adozione di pratiche conservative è una scelta impegnativa, che implica anche cambiamenti organizzativi e di mentalità. Assume pertanto una fondamentale importanza la disponibilità di un adeguato supporto, in termini di formazione, assistenza, consulenza tecnica nonché la costituzione di

reti di servizi. La diffusione delle pratiche conservative richiede infatti di sviluppare competenze specifiche, soprattutto di tipo agronomico ed ecologico, per adattare le tecniche alle diverse situazioni ambientali (suoli, clima) e ai diversi sistemi culturali. Ciò richiede di ripensare, spesso, le modalità di gestione delle coltivazioni e la stessa organizzazione aziendale e di far crescere man mano l'esperienza pratica per superare la preoccupazione dovuta all'inesperienza o al timore di non trovare adeguata assistenza tecnica o macchinari adeguati. Inoltre, poiché la diffusione delle innovazioni nel settore agricolo avviene prevalentemente secondo un modello di comportamento imitativo tra agricoltori, assumono grande importanza le azioni di accompagnamento al cambiamento attraverso la divulgazione di "buoni esempi", lo scambio delle esperienze, il coinvolgimento diretto degli agricoltori in attività dimostrative e lo sviluppo di reti di consulenza tecnica preparate e aggiornate. I modelli di gestione conservativa del suolo sono anche una risposta all'esigenza di sostenibilità competitiva del settore agricolo. La loro adozione porta infatti solitamente a un incremento e stabilizzazione delle rese colturali e alla difesa del reddito agricolo a lungo termine, attraverso la riduzione dei costi di produzione. È necessario tuttavia tenere presente che, con l'abbandono delle lavorazioni convenzionali, un suolo gestito in modo conservativo, soprattutto se condotto con la tecnica del "no tillage", può sperimentare un periodo transitorio di adattamento in cui le rese subiscono un certo calo, prima di tornare a rendimenti comparabili con quelli di partenza.

INTEGRARE L'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI CONSERVATIVI NELLE STRATEGIE DI GESTIONE DEL TERRITORIO A DIVERSI LIVELLI

Allo stato attuale di sviluppo delle tecniche, le pratiche di gestione conservativa dei suoli possono dirsi consolidate per i seminativi e in particolare per i cereali, le colture proteoleaginose e le foraggere avvicendate, coltivati sia in pianura che in collina. Tuttavia, i "principi conservativi" possono trovare efficace applicazione, con gli opportuni adattamenti, anche in orticoltura (esperienze di coltivazione di pomodoro da industria, patate, legumi e altri ortaggi cominciano a diffondersi), nelle coltivazioni arboree, nella gestione delle superfici pascolive e forestali (dove la conservazione della SO è strettamente legata alle operazioni di impianto ed esbosco, al rimboschimento dei terreni nudi e degradati, all'ampiezza delle superfici da taglio e al tipo di trattamento adottato) e, in ambito non agricolo, nella realizzazione e manutenzione delle aree verdi. Infine, la gestione conservativa dei suoli dovrebbe diventare parte integrante delle strategie di governo del territorio: ad esempio, nelle zone collinari, protocolli definiti su base territoriale per l'inerbimento controllato di vigneti e frutteti associato a tecniche conservative nei seminativi potrebbero diventare parte di un'azione permanente di manutenzione sostenibile del territorio con finalità sia di riqualificazione paesaggistica che di difesa dal dissesto idrogeologico. Occorre considerare infine che non solo le coperture forestali, ma anche l'uso del suolo a pascolo o a prato stabile rappresenta un modo per aumentare o mantenere lo stock di Sostanza organica nei suoli, a livelli molto più elevati di quelli che si riscontrano nei seminativi. Per questo tali usi del suolo dovrebbero essere esclusi, al pari di boschi e foreste, da ogni trasformazione che ne comportino il dissodamento e la lavorazione del terreno e, anzi, dovrebbero essere promosse le conversioni permanenti di arativi a prati da fieno così come l'inerbimento, eventualmente accompagnato da pascolo, di vigneti, frutteti e pioppeti.

Obiettivi

1. Avviare una transizione da pratiche tradizionali a pratiche conservative di gestione del suolo;
2. Incentivare il mantenimento della copertura permanente delle colture dei suoli agricoli;
3. Favorire le pratiche agricole che prediligono la diversificazione spaziale e temporale delle colture e contrastano la monocoltura continua (avvicendamento colturale);
4. Aumentare il contenuto di SO nei suoli attraverso l'avvicendamento colturale;

5. Promuovere e favorire le tecniche di gestione dei suoli che incrementano la SO attraverso l'aumento di produzione di biomassa;
6. Ridurre l'impiego di macchinari agricoli pesanti valorizzando tecniche di lavorazione che non alterino la struttura naturale del suolo;
7. Favorire sistemi integrati di produzione vegetale e animale;
8. Contenere in modo naturale gli effetti e la diffusione di patologie e infestanti;
9. Migliorare la dotazione di nutrienti vegetali del suolo, limitando il ricorso ad apporti fertilizzanti di sintesi.

Strumenti e attori

Al fine di favorire una transizione verso le pratiche conservative di gestione del suolo è necessario prevedere la definizione di misure agro ambientali con contributi a copertura dei costi per le aziende che si impegnano a praticare lavorazioni ridotte e *cover crop*, nonché incentivi per la realizzazione di progetti finalizzati alla conversione di seminativi in prati, all'inerbimento nei vigneti e nelle colture arboree. In generale, è necessario creare la consapevolezza che attraverso un uso più attento e meno impattante delle risorse, soprattutto della "risorsa suolo", sia possibile conseguire anche una più efficace difesa del reddito agricolo. Poiché l'adozione di pratiche conservative è una scelta impegnativa, che implica anche cambiamenti organizzativi e di mentalità, essa richiede attenzione, costanza e un adeguato supporto, per cui la formazione, l'assistenza e la consulenza tecnica e la costituzione di reti di servizi assumono una grande importanza.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

1. Aumentare la fornitura di acqua attraverso l'irrigazione o la raccolta (ad esempio intercettando le acque di deflusso e stoccandole);
2. Prevedere un'oculata gestione dei fertilizzanti (quantità sufficienti e proporzioni bilanciate) altrimenti uno sbilanciamento porterebbe a problemi di crescita e malattie e qualità della biomassa prodotta;
3. Migliorare la copertura vegetazionale (in termini di densità di piante e spaziatura tra di esse e di conseguente densità radicale nel terreno);
4. Prevedere attività di agroforestazione, inerbimento di frutteti e coltivazione a filari;
5. Prevedere interventi di riforestazione e imboschimento;
6. Convertire seminativi da foraggio in prati stabili e terreni da pascolo;
7. Attuare il ripristino della vegetazione naturale;
8. Impiegare tecniche di *cover crop* che prevedano l'utilizzo di specie microterme nel periodo invernale, in attesa della semina di una coltura a ciclo estivo, e di specie macroterme per il periodo estivo, in attesa della semina di una coltura a ciclo invernale;
9. Prevedere l'interramento superficiale o il non interrimento delle *cover crop*;
10. Prevedere piani di conversione da pratiche di monocoltura continua a rotazione colturale;
11. Impiegare tecniche di lavorazione conservative dei suoli, quali: *no tillage* (non lavorazione), *minimum tillage* (minima lavorazione), *vertical tillage* (lavorazione verticale) e *strip tillage* (lavorazione a strisce).

Buone pratiche esemplificative

▪ Progetto 'Life HelpSoil'

Il progetto promuove la diffusione di tecniche e soluzioni migliorative in grado di aumentare la sostenibilità e la competitività dell'attività agricola e allo stesso tempo proteggere e assicurare

l'uso sostenibile del suolo, preservandone le funzioni, prevenendo possibili minacce e attenuando gli impatti dell'attività agricola sull'ambiente.

Link: <https://www.lifehelpsoil.eu/>

- **Progetto 'ACRIAC - Agrotecniche conservative finalizzate alla riduzione dell'impatto ambientale del frumento e alla caratterizzazione dei suoi derivati'**

Il progetto ha avuto l'obiettivo di migliorare la sostenibilità ambientale, economica e sociale dei processi di produzione applicando agrotecniche conservative.

Link:

<http://www.regione.toscana.it/documents/10180/14481837/Relazione+Finale+Progetto+Acriac+Consorzio+Agrario+Pisa+rid.pdf/894420b4-91f6-4f91-947b-843b27784611>

- **Misura agro ambientale nel Piano di Sviluppo Rurale regionale**

Alcune regioni italiane hanno previsto un contributo a copertura dei costi per le aziende che si impegnano a praticare la semina su sodo o la minima lavorazione con intercalare per un periodo di almeno 5 anni. Ad esempio: Piemonte – Misura 10.1.3 'Agricoltura conservativa'; Lombardia – Misura 10.1.4 'Agricoltura conservativa'; Veneto – Misura 10.1.1 'Tecniche agronomiche a ridotto impatto ambientale'; Friuli Venezia Giulia – Misura 10.1.1 'Gestione conservativa dei seminativi'; Emilia-Romagna – Misura 10.1.4 'Agricoltura conservativa e incremento di Sostanza organica'; Toscana – Misura 10.1.1 'Conservazione del suolo e della Sostanza organica'; Umbria – Misura 10.1.5 'Copertura vegetale intercalare'; Abruzzo – Misura 10.1.3 'Conservazione del suolo'; Basilicata – Misura 10.1.4 'Introduzione agricoltura conservativa'; Puglia – Misura 10.1.2 'Incremento di Sostanza organica nei suoli'; Sicilia – Misura 10.1.b 'Metodi di gestione delle aziende eco-sostenibili'.

- **Progetto 'Co-Crop- Gestione agronomica e ambientale delle cover crop'**

Il progetto è finanziato nell'ambito della misura 16.2.01 del PSR Lombardia 2014 – 2020, e coordinato dalla Fondazione Morando Bolognini, con la partecipazione dell'Università degli Studi di Milano, del CREA – Consorzio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, dell'azienda 'Agricola Motti' (Orzinuovi, BS) e del Condifesa Lombardia Nord-Est. Il progetto ha testato l'utilizzo di diverse cover crop nel territorio del Lodigiano evidenziando vantaggi e aspetti critici con particolare riferimento alle dinamiche dell'azoto.

Link: <https://sites.unimi.it/cocrop/>

Manuali e testi di riferimento

- **Documento 'Linee guida per l'applicazione e la diffusione dell'agricoltura conservativa'** esito del progetto europeo LIFE HelpSOIL (LIFE 12 ENV/IT/000578)

Le linee guida forniscono indicazioni per l'applicazione e la diffusione delle pratiche per l'Agricoltura Conservativa con lo scopo di definire un quadro di riferimenti tecnici condivisi in contesti territoriali e agricoli italiani ed europei.

Link:

http://www.lifehelpsoil.eu/wp-content/uploads/downloads/2017/06/HelpSoil_LineeGuida_low-1.pdf

- **Libro 'Agricoltura blu. La via italiana dell'Agricoltura Conservativa'** a cura di Pisante M. (2008). Edagricole-New Business Media. Manuale prodotto in collaborazione con CREA e AIGACOS

al fine di dare indicazioni e facilitare il processo di transizione dai sistemi di gestione convenzionali a tecniche di agricoltura conservativa.

Link: <http://www.agricolturablu.org/agricoltura-blu-unagricoltura-al-centro-suolo/>

- **Articolo “The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production” di Bot, A., Benites, J., (2005).** FAO Soils Bulletin.

Link: <https://doi.org/10.1080/03650340214162>

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici;
8. Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.

7

Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici

I cambiamenti climatici in atto causeranno nei prossimi anni una notevole variazione nei regimi termopluviometrici (MEA, 2005). Questo avrà come conseguenza una accresciuta variabilità climatica, con più frequenti fenomeni meteorologici estremi, caratterizzati da intense precipitazioni alternate a periodi caldi e siccitosi anche di lunga durata (IPCC, 2014). Ciò provocherà una riduzione della disponibilità idrica a causa della diminuzione della piovosità netta utile (ovvero, la quantità di pioggia che immagazzinata nelle falde acquifere e nei bacini idrici rispetto alle precipitazioni totali) che a sua volta comporterà una forte pressione sulla risorsa acqua. Inoltre, lo scioglimento dei ghiacciai alpini, provocato dal riscaldamento globale, continuerà a ridurre la riserva idrica in essi contenuta. Agli impatti quantitativi potrebbero poi aggiungersi impatti negativi anche per quanto riguarda la qualità delle acque. Con l'aumento di intensità delle precipitazioni potrà infatti crescere di conseguenza anche il rischio di dissesto idrogeologico, di erosione dei suoli, di trasporto solido fluviale e di eventi alluvionali. Oltre a ciò, è necessario tenere conto anche delle continue pressioni antropiche che minacciano e che continueranno a minacciare fortemente la qualità delle acque: basti pensare all'uso di fertilizzanti e fitofarmaci in ambito agricolo, o alle pratiche legate al ciclo dei rifiuti svolte nel settore civile e industriale; In questa situazione diviene pertanto indispensabile lo sviluppo di strategie e di soluzioni in grado di aumentare la resilienza e, più in generale, la capacità di adattamento del territorio al cambiamento climatico. Le scelte nel settore agricolo possono rappresentare una svolta importante in tal senso (Convenzione sul Clima - UNFCCC e XXI Conferenza delle Parti - COP21): una crescente preoccupazione rispetto agli impatti ambientali ed economici dei sistemi di produzione convenzionali ha infatti stimolato l'interesse verso pratiche alternative, come ad esempio l'Agricoltura Conservativa, quale strumento in grado di assicurare stabilità nelle produzioni e al contempo mitigare gli effetti dei cambiamenti climatici.

ASSICURARE LA REGOLAZIONE DEI FLUSSI IDRICI ATTRAVERSO L'ADOZIONE DI TECNICHE DI GESTIONE CONSERVATIVA DEI SUOLI

I suoli possono affrontare periodi di stress idrico non solo perché le precipitazioni sono insufficienti o irregolari, ma anche perché in alcune condizioni buona parte dell'acqua meteorica non è soggetta alla evapotraspirazione e non si infiltra nel terreno (fino al 40%) oppure si infiltra ma non viene trattenuta negli strati superficiali del terreno (Bot e Benites, 2005). Questo fenomeno è in parte dovuto alle caratteristiche dei suoli (permeabilità), alla morfologia (pendenza) e alle condizioni meteorologiche (precipitazioni intense) ma è aggravato da pratiche di gestione inadeguate del suolo (ad esempio la bruciatura dei residui di coltivazione, l'aratura eccessiva o l'eliminazione di coperture arbustive) che portano alla riduzione della quantità di Sostanza organica, alla distruzione della struttura del suolo e alla diminuzione della pedofauna. A livello di azienda agricola, l'adozione di tecniche conservative di gestione dei suoli (*Riferimento Indirizzo 6*) è la risposta più immediata all'esigenza di sviluppare la resilienza agli eventi climatici e alla riduzione della disponibilità idrica. La gestione conservativa, infatti, oltre a contribuire ad aumentare la Sostanza organica dei suoli, esercita un'azione più estesa di regolazione dei flussi idrici che, grazie alla combinazione di copertura permanente e minimo disturbo del suolo, garantisce anche l'assorbimento dell'impatto delle precipitazioni sulla superficie del suolo, proteggendone la struttura e determinando di conseguenza la riduzione della formazione di incrostamenti, di ristagni e di rigagnoli che possono innescare processi erosivi. Attraverso l'applicazione delle tecniche di gestione conservativa è possibile garantire una buona infiltrabilità, che

consente all'acqua di penetrare più a lungo e in maggiore quantità nel suolo, e all'acqua superficiale di scorrere più lentamente riducendo la possibilità di allontanamento delle particelle di suolo. Questo determina anche un generale miglioramento della qualità delle acque superficiali che presentano una maggiore quantità di sedimenti trasportati. Tramite l'adozione di tali tecniche si incide positivamente anche sulla regolazione dell'evapotraspirazione, che concorre ad attenuare l'impatto delle alte temperature, e sulla capacità di trattenere in modo più efficace i nutrienti (azoto e fosforo, in particolare) e di disattivare sostanze tossiche, con un effetto protettivo nei confronti della qualità delle acque.

MIGLIORARE LA CAPACITÀ DI RITENZIONE IDRICA DEI SUOLI OTTIMIZZANDO IL CONTENUTO DI SOSTANZA ORGANICA

Il contenuto di materia organica influisce sulla capacità del suolo di immagazzinare acqua in ragione della elevata funzione legante che questa esercita: a parità di tessitura del suolo, che è una proprietà pedologica intrinseca e non modificabile, ad un maggior contenuto in Sostanza organica corrisponde quindi una più elevata capacità di ritenzione idrica. Attraverso il miglioramento della capacità di ritenzione idrica dei suoli si favorisce l'incremento della riserva idrica, che aumenta e allunga la resistenza delle coltivazioni a periodi di stress idrico. Al tempo stesso, viene ampliata la capacità di immagazzinare e trattenere acqua quando le precipitazioni sono abbondanti, contribuendo quindi in parte anche a controllare i deflussi superficiali. Le precipitazioni che si infiltrano nei suoli infatti, fanno aumentare in misura significativa il tempo necessario all'acqua per raggiungere i fiumi, riducendo il flusso di picco e quindi il rischio di alluvione. L'aumento di Sostanza organica nei suoli può essere determinato dall'apporto di materiale organico (*Riferimento Indirizzo 5*) così come dall'adozione di tecniche conservative di gestione dei suoli (*Riferimento Indirizzo 6*) attraverso pratiche quali la gestione dei residui vegetali, l'utilizzo di foraggi da pascolo piuttosto che da raccolta o la pratica dell'agricoltura biologica (FAO, 2017).

CONTRASTARE I FENOMENI DI STRESS IDRICO PROMUOVENDO FORME DI GESTIONE SOSTENIBILE DELLA RISORSA ACQUA

Gran parte delle risorse idriche nel suolo sono assorbite dalle piante riducendo l'incidenza della siccità e quindi evitando la necessità di irrigazione, con meno problemi di salinizzazione in agricoltura. Inoltre, una maggiore infiltrazione idrica riduce la dipendenza da depositi artificiali (ad esempio un bacino) per la raccolta dei carichi di picco di precipitazione e migliora la qualità delle acque. In questo modo la capacità del suolo (e della vegetazione che vi cresce sopra) di trattenere acqua è invece sfruttata temporaneamente per raccoglierla. Considerando la capacità di accumulo di un suolo sano, non compattato e ben strutturato, la necessità di strutture per il deposito sarà ridotta o annullata, per cui serviranno meno spazi e investimenti a questo scopo. Per evitare fenomeni di stress idrico e minimizzare gli effetti negativi i suoli devono essere in grado di immagazzinare una buona parte dell'acqua che arriva, in modo da poter avere una riserva da utilizzare per la crescita delle piante, e allo stesso tempo disporre di una struttura che agevoli la penetrazione delle radici, affinché queste possano esplorare orizzonti di suolo più profondi. In carenza di ciò, uno degli effetti maggiori è la limitazione della crescita delle piante. Per contrastare la carenza di acqua bisogna controllare l'umidità dei suoli e questo può essere effettuato attraverso l'impiego di pratiche che sostanzialmente aumentano l'infiltrazione dell'acqua, controllano l'evaporazione e infine aumentano la capacità di ritenere l'acqua dei suoli. Considerando la limitatezza della risorsa acqua, è anche importante fare un buon utilizzo di quella a disposizione per assicurarne il massimo rendimento. In tal senso gioca un ruolo importante la diffusione di tecnologie e lo sviluppo di metodi irrigui più efficienti (ad esempio l'irrigazione con micro-irrigatori o la programmazione irrigua), tenendo anche conto, nelle scelte

impiantistiche, delle funzioni plurime spesso esercitate dalle acque da cui originano le risorse idriche destinate all'irrigazione.

PROMUOVERE FORME INTEGRATE DI GESTIONE E MANUTENZIONE TERRITORIALE PER MIGLIORARE LA CAPACITÀ DI ADATTAMENTO AI CAMBIAMENTI CLIMATICI DEI SUOLI

Al fine di migliorare la capacità di adattamento del suolo agli effetti dei cambiamenti climatici in atto è necessario che, alle pratiche e alle tecniche di gestione sostenibile adottate dalle aziende agricole, si accompagnino anche azioni di manutenzione territoriale diffuse e intersettoriali. Innanzitutto, è necessario prevedere una corretta manutenzione delle sistemazioni idraulico-agrarie, dei fossi e delle scoline di sgrondo delle acque in eccesso, e la realizzazione, come peraltro previsto dalle norme di condizionalità della PAC, di solchi acquai o di bande inerbite di interruzione della pendenza nei terreni declivi. Per quel che concerne il tema della qualità delle acque, l'impianto di alberature o arbusti lungo il reticolo idrografico minore e le scoline di sgrondo delle acque dai terreni coltivati può esercitare un'azione depurativa di denitrificazione nei confronti di eccessi di nutrienti azotati, contribuendo inoltre alla qualificazione del paesaggio agrario e all'incremento dell'agro-biodiversità (*Riferimento Indirizzo 8*). Sarebbe inoltre bene prevedere la realizzazione di zone umide e di aree per la fitodepurazione delle acque a monte dell'immissione nel reticolo idrografico superficiale. Sempre per quel che concerne la gestione delle acque, con riferimento invece al tema della gestione del rischio, sarebbe opportuna la previsione di aree di esondazione e laminazione naturale delle acque dei fiumi, quali ad esempio le 'casse di espansione', anche a prescindere dalla realizzazione di specifiche opere idrauliche. Al fine di aumentare l'efficacia di tali azioni, sarebbe opportuno prevedere anche la contestuale attuazione di strategie per il ripristino di migliori condizioni di drenaggio urbano, anche nei piccoli centri abitati, con interventi finalizzati ad una più efficace regimazione delle acque che privilegino soluzioni verdi (*Riferimento Indirizzo 3*). Per quel che concerne invece la gestione del territorio e del paesaggio, nel caso di costruzione di strade e manufatti deve essere prevista la minima alterazione possibile della naturale morfologia e pendenza dei versanti e l'utilizzazione delle tecniche dell'ingegneria naturalistica nelle opere di ripristino e di consolidamento ad esse connesse. Dovranno essere promossi interventi di manutenzione dei terrazzamenti, dei muretti a secco e della viabilità secondaria, mentre la realizzazione di frutteti e vigneti dovrà essere effettuata possibilmente collocando le piante lungo le curve di livello, così da evitare la disposizione dei filari lungo le linee di massima pendenza, e mantenendoli inerbiti anche nei primi anni dopo l'impianto.

Obiettivi

1. Valorizzare le pratiche che aumentano la capacità dei suoli di trattenere e immagazzinare acqua;
2. Mitigare gli effetti dello stress da siccità rendendo i suoli più resistenti;
3. Attuare pratiche che aumentano la resilienza dei suoli ai cambiamenti climatici.

Strumenti e attori

La progettazione territoriale dovrebbe preferire e incentivare la copertura vegetale del suolo. Nell'ambito della conduzione agricola devono essere favorite le pratiche conservative.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

1. Lasciare i residui delle produzioni vegetali nel terreno, per aumentare la porosità del suolo e quindi i tassi di infiltrazione;
2. Favorire la ricchezza di pedofauna (come lombrichi) che con la bioturbazione aumentano gli spazi liberi nel suolo per acqua e radici;

3. Aumentare il contenuto di Sostanza organica per migliorare la struttura del suolo e la sua capacità di stoccaggio dell'acqua;
4. Mantenere dove possibile una copertura vegetale del suolo per ridurre il ruscellamento superficiale e l'erosione (questo contribuisce anche a una maggiore qualità delle acque attraverso la filtrazione).

Buone pratiche esemplificative

- **Progetto 'DESERTNET - Monitoraggio ed azioni di lotta alla desertificazione nella regione mediterranea europea'**, finanziato nell'ambito della cooperazione trans-europea INTERREG III B, e costituisce un lavoro di studio, monitoraggio e gestione sostenibile delle aree a rischio di desertificazione che si affacciano sul bacino del Mediterraneo.
Link: https://www.arpae.it/dettaglio_generale.asp?id=1061&idlivello=1007
- **Iniziativa '4 pour 1000 - Suoli per la sicurezza alimentare e il clima'**, lanciata nell'ambito della COP21, al fine di promuovere una gestione accorta dei suoli agricoli per il miglioramento della sicurezza alimentare, la riduzione del riscaldamento globale e per favorire l'adattamento al cambiamento climatico. L'iniziativa si pone come obiettivo far crescere il contenuto in Sostanza organica dei suoli del 4 per 1000, consentendo in tal modo di compensare le emissioni di biossido di carbonio (CO₂), oltre che migliorare la fertilità dei terreni agricoli.
Link: <https://www.4p1000.org/>

Manuali e testi di riferimento

- **Manuale "La lotta alla desertificazione in Italia: stato dell'arte e linee guida per la redazione di proposte progettuali di azioni locali"** di ISPRA (2006)
Il documento è finalizzato a fornire il supporto necessario alla predisposizione delle attività degli Enti Territoriali, a scala locale, per l'implementazione del Piano di Azione Nazionale di lotta alla siccità e alla desertificazione contribuendo anche alla diffusione delle esperienze più interessanti, maturate in tale ambito a livello nazionale e locale.
Link: <http://www.isprambiente.gov.it/it/pubblicazioni/manuali-e-linee-guida/la-lotta-alla-desertificazione-in-italia-stato>
- **Documento "Linee guida del piano di azione nazionale per la lotta alla desertificazione"** redatto dal Comitato nazionale per la lotta alla desertificazione (1999). Il documento è stato predisposto sulla base degli indirizzi della delibera del CIPE n. 154 del 22 dicembre 1998, definiscono le azioni necessarie a combattere la desertificazione e il degrado del territorio in Italia nel rispetto degli impegni sottoscritti nell'ambito della Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e/o desertificazione (UNCCD).
Link: https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/siccita_desertificazione/linee_guida_piano_azione_nazionale_99.pdf

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
3. Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;

- 6.** Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli;
- 8.** Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici.

8

Mantenere l'agro-biodiversità per favorire la Sostanza organica e la fornitura di Servizi ecosistemici

Il suolo è una componente fondamentale degli agro-ecosistemi: se i suoli sono 'in buona salute' svolgono al meglio le loro funzioni ecologiche e, viceversa, modalità di gestione sostenibili del suolo e ispirate a principi agro-ecologici ne migliorano la qualità, in un processo virtuoso che si autoalimenta continuamente. La FAO ha sottolineato l'importanza del mantenimento della biodiversità dei suoli attraverso la pubblicazione della *World Soil Charter* (FAO, 2015) affermando che: "I suoli sono dei serbatoi chiave della biodiversità globale, che spazia dai microrganismi a flora e fauna. Questa biodiversità ha un ruolo fondamentale nel sostenere la funzionalità del suolo e quindi la fornitura di beni e Servizi ecosistemici associati ai suoli. Perciò è necessario mantenere la biodiversità del suolo per salvaguardarne le funzioni". A parità di altri fattori ambientali, gli ecosistemi ad elevata biodiversità sono in grado di sequestrare un maggior quantitativo di carbonio degli ecosistemi a minore biodiversità (Bellieni et al., 2017; Lal, 2004a). Del miglioramento della funzionalità dei suoli inoltre, beneficia anche il paesaggio rurale, che è determinato in modo complementare e sinergico sia da come i suoli agricoli e forestali sono gestiti, sia dalle relazioni che nel mosaico del territorio intercorrono, tra le aree rurali e quelle naturali da un lato e antropizzate/urbanizzate dall'altro.

MIGLIORARE L'AGRO-BIODIVERSITÀ E LA QUALITÀ DEL PAESAGGIO RURALE PROMUOVENDO FORME DI GESTIONE CONSERVATIVA DEI SUOLI

Una diminuzione del numero di specie vegetali con diversi apparati radicali, della quantità e della qualità dei residui vegetali o del tasso di sostanze organiche presenti nel suolo, comporta una riduzione della gamma degli habitat e degli alimenti di cui si nutrono gli organismi del suolo. Sebbene il ricorso a fattori esterni, in particolare a fertilizzanti e pesticidi chimici, possa aggirare i limiti del terreno e favorire così il rendimento delle colture, l'uso improprio o smodato di prodotti agrochimici ha causato un degrado ambientale, specialmente del suolo e delle risorse idriche. I sistemi agricoli e le pratiche agro-ecologiche che riservano un'attenzione particolare alla biodiversità del terreno (come l'agricoltura biologica, l'agricoltura senza lavorazione, l'agricoltura conservativa e la rotazione delle colture) possono aumentare la produzione agricola in maniera sostenibile, preservando il suolo e le risorse idriche. La salute e la qualità del terreno determinano in larga misura non solo la produzione agricola, ma anche la sostenibilità e la salubrità dell'ambiente, le quali influenzano la salute delle piante, degli animali e dell'uomo. Inoltre, la diffusione dei principi di gestione conservativa dei suoli, (*Riferimento Indirizzo 6*) produce effetti che hanno ripercussioni in un territorio più ampio, contribuendo ad arricchire i paesaggi, che si presentano più vari, per colori, forme e aspetto estetico complessivo. Infatti, il maggior numero e la maggiore varietà di colture inserite negli avvicendamenti e le colture di copertura, soprattutto se costituite da miscugli di numerose specie appartenenti a famiglie botaniche differenti, aumentano significativamente l'agro-biodiversità. Ne traggono vantaggio anche gli insetti pronubi, le catene trofiche e in generale la fauna selvatica che trovano condizioni più favorevoli e più equilibrate di sviluppo.

UTILIZZARE STRUMENTI DI VALUTAZIONE E MONITORAGGIO DELLA BIODIVERSITÀ DEI SUOLI

Per valutare l'agro-biodiversità e la funzione di supporto alla qualità del paesaggio rurale svolte dai suoli e dalle superfici agricole possono essere utilizzati alcuni indicatori, tra i quali innanzitutto il grado di copertura dei suoli con colture in vegetazione, da considerare sia in termini spaziali (superficie totale) che temporali (quanto a lungo nell'anno). Nei sistemi agricoli semplificati

maggiormente diffusi, spesso i suoli sono impegnati con colture per meno di 6 mesi all'anno, mentre con modelli che aumentano l'agro-diversità è possibile raggiungere, e anche superare, il 90% di copertura. Un ulteriore fattore che può essere considerato è rappresentato dal numero di specie e di famiglie botaniche coltivate ed effettivamente messe in rotazione. Nella pratica agronomica graminacee e leguminose sono le colture più diffuse, tuttavia va segnalato che secondo taluni autori, sarebbe preferibile inserire negli avvicendamenti almeno due leguminose di specie differenti. Inoltre, nei modelli agricoli indirizzati alla produzione di colture orticole, quali patate, pomodori e bietole, il più delle volte le rotazioni sono brevissime e sarebbe invece necessario trovare soluzioni per allungarle. In tal senso, *cover crop* e consociazioni (*intercropping*) possono offrire ampie opportunità per le aziende di introdurre una maggiore diversità vegetale. Infine, anche la presenza di organismi, quali gli anellidi, può costituire un indicatore per la valutazione della biodiversità del suolo. L'indice di qualità biologica (QBS - Qualità Biologica del Suolo) (Parisi et al., 2013) è un indicatore basato sulla rilevazione della presenza di individui appartenenti alle diverse specie e famiglie di microartropodi che vivono nel suolo: maggiore è la varietà di individui trovati e maggiore sarà la qualità del suolo. Gli organismi considerati per il QBS sono strettamente correlati con l'uso delle terre e la gestione dei suoli e sono espressione diretta della biodiversità edafica.

SALVAGUARDARE E PROMUOVERE L'AGRO-BIODIVERSITÀ MEDIANTE STRATEGIE DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PAESAGGISTICA

Alla scala territoriale, le maggiori ricadute sul paesaggio rurale e sull'agro-biodiversità derivano da interventi di natura pianificatoria e/o urbanistica, con riferimento innanzitutto al tema del contenimento del consumo di suolo (*Riferimento Indirizzo 2*) e alla necessità di evitare la dispersione degli insediamenti urbani, civili, industriali e commerciali, nel tessuto rurale e la moltiplicazione di infrastrutture logistiche e viarie senza una adeguata valutazione degli effetti diretti e indotti dalla riduzione e frammentazione dello spazio agricolo. Particolare attenzione deve essere riservata alla riqualificazione delle aree degradate della cintura periurbana, o comunque di cerniera tra spazi aperti e costruiti, prevedendo interventi di rigenerazione e di rinaturalizzazione, ripristinando laddove fosse possibile la destinazione ad uso agricolo delle aree di margine, e realizzando 'barriere verdi' che delimitino e separino fisicamente ciò che è spazio rurale o agricolo da ciò che è tessuto urbano (*Riferimento Indirizzo 3*). Anche la conservazione o il ripristino di siepi, filari e alberature dovrà essere ricondotto ad un disegno organico a livello territoriale a patire in via prioritaria dal reticolo idrico minore. Sempre nell'ottica di rafforzare la connettività ecologica e di aumentare l'agro-biodiversità del paesaggio agrario, dovrebbero essere previste fasce tampone di transizione anche tra le aree coltivate e gli ambiti di valore naturalistico e ambientale, ad esempio mediante la predisposizione di piani di gestione delle aree confinanti con i siti di Rete Natura 2000, condivisi tra Enti Gestori e aziende agricole. Al fine di evitare o contenere la frammentazione delle connessioni ecologiche e l'alterazione della percezione visiva del paesaggio agrario, è necessario inoltre limitare allo stretto indispensabile le modificazioni del naturale assetto morfologico del territorio, causate, ad esempio, da escavazioni per "bonifiche agricole" o dalla costruzione di strade su rialzo. In generale, è necessario promuovere lo sviluppo di modalità di gestione del territorio, soprattutto delle superfici collinari e montane, forestali e dei pascoli, capaci di valorizzare, insieme alle funzioni ecologiche, il valore culturale e di memoria della presenza dell'uomo in quelle terre.

Obiettivi

1. Favorire il mantenimento (o il ripristino laddove deteriorato) di alti livelli di biodiversità dei suoli;
2. Tutelare i suoli liberi e migliorare e ripristinare le funzioni ecologiche dei suoli;
3. Migliorare l'agro-diversità dei paesaggi rurali.

Strumenti e attori

La biodiversità dei suoli è importante per tutte le tipologie di suolo (agricolo, urbano, naturale), essendo la base per la corretta funzionalità ecosistemica. La gestione dei suoli deve garantire e ripristinare laddove deteriorati alti livelli di biodiversità attraverso pratiche di conservazione della biodiversità. Devono essere impiegati strumenti per la misurazione e il monitoraggio dei Servizi ecosistemici forniti dai suoli per indirizzare le scelte gestionali secondo un miglioramento degli stessi.

Azioni progettuali (tecniche e modalità di attuazione)

- Attuare pratiche di conservazione della biodiversità dei suoli;
- Utilizzare strumenti di valutazione e monitoraggio della biodiversità dei suoli;
- Adottare tecniche e pratiche di miglioramento delle funzioni ecologiche;
- Incentivare la tutela dei suoli liberi, anche attraverso metodi di pagamento per la fornitura e il consumo dei Servizi ecosistemici (PES).

Buone pratiche esemplificative

- **Progetto Reverse - REgional exchanges and policy making for protecting and valorizing biodiVERSity in Europe**, finanziato attraverso il programma INTERREG IVC, è costruito sulla base di un confronto tra le esperienze maturate da diversi partner europei con lo scopo di migliorare l'efficacia delle politiche regionali sulla conservazione e la valorizzazione della biodiversità. Al termine di un triennio di attività, la carta Reverse riassume in un testo sintetico le azioni essenziali e le raccomandazioni necessarie alla preservazione della biodiversità con riferimento a tre aspetti cruciali per il futuro delle aree rurali europee: produzione agricola, conservazione del paesaggio, vocazione turistica dei territori. Il progetto ha così contribuito, attraverso una campagna di sensibilizzazione destinata prevalentemente a coloro cui competono le scelte politiche, alla messa a punto di più efficaci strumenti di conservazione e valorizzazione della biodiversità sull'intero territorio dell'Unione Europea.

Link: <https://keep.eu/projects/548/>

- **Progetto CULTIVAR - Individuazione, catalogazione e incremento delle collezioni di risorse genetiche vegetali a rischio di estinzione o erosione genetica di interesse agricolo in Lombardia**, iniziativa che concentra l'interesse sulla tutela e valorizzazione delle risorse genetiche vegetali e l'obiettivo di proseguire nell'individuazione e catalogazione della biodiversità vegetale agraria e orticola tradizionale lombarda. Lo scopo del progetto è quello di identificare, conservare ed eventualmente riutilizzare queste "antiche varietà agricole" attraverso il censimento, lo studio morfologico e/o genetico, la conservazione in Banche dei semi e infine la loro iscrizione a registri varietali dedicati, in particolare all'Anagrafe nazionale della biodiversità agricola e alimentare. La registrazione della risorsa genetica consente lo scambio delle sementi tra agricoltori custodi.

Link: <http://cultivar.unipv.it/>

- **Progetto LIFE+ Making Good Natura - Making public Good provision the core business of Natura 2000** - LIFE11 ENV/IT/000168 - è un progetto LIFE+ che sviluppa nuovi percorsi di governance ambientale finalizzati alla tutela degli ecosistemi agroforestali ed elabora forme di valutazione biofisica, qualitativa e quantitativa dei servizi ecosistemici nei siti della rete Natura 2000. Il focus del progetto è creare i presupposti per il raggiungimento di una efficace gestione degli habitat e delle specie animali e vegetali, designati dalle Direttive Habitat e Uccelli, fornendo agli amministratori dei siti Natura 2000 strumenti di gestione e autofinanziamento che

costituiscano forme di remunerazione delle attività di tutela. Gli strumenti di autofinanziamento che saranno indagati e sviluppati sono i Pagamenti per i Servizi Ecosistemici (PES).

Link: <http://www.lifemgn-serviziecosistemici.eu/IT/home/Pages/default.aspx>

Manuali e testi di riferimento

- **Atlante "Global soil biodiversity atlas"** redatto dalla European Commission (2016).
Atlante della biodiversità dei suoli e delle minacce pubblicato dal JRC e dalla Global Soil Biodiversity Initiative (GSBI).
Link: <https://esdac.jrc.ec.europa.eu/content/global-soil-biodiversity-atlas>

- **Articolo "Biogeographic patterns in below-ground diversity in New York City's Central Park are similar to those observed globally"** di Ramirez, K.S., Leff, J.W., Barberán, A., Bates, S.T., Betley, J., Crowther, T.W., Kelly, E.F., Oldfield, E.E., Ashley Shaw, E., Steenbock, C., Bradford, M.A., Wall, D.H., Fierer, N., (2014). Proc. R. Soc. B Biol. Sci. 281. Articolo contenente gli esiti di un progetto di monitoraggio della biodiversità dei suoli di Central Park, New York.
Link: <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.1988>

Relazione con altri indirizzi per la tutela del suolo

1. Accrescere la consapevolezza sul valore del suolo mediante un percorso di partecipazione, comunicazione e formazione;
2. Contenere il consumo di suolo nei processi di governo del territorio adottando un approccio basato sui Servizi ecosistemici per la definizione di limiti quali-quantitativi e di misure di mitigazione e compensazione ecologica;
3. Aumentare la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso la progettazione di infrastrutture verdi e blu;
5. Monitorare e ottimizzare il contenuto di Sostanza organica dei suoli;
6. Aumentare o ripristinare la Sostanza organica e garantire la fornitura di Servizi ecosistemici attraverso l'adozione di pratiche conservative di gestione dei suoli;
7. Aumentare la resilienza dei suoli rispetto agli effetti dei cambiamenti climatici.

Elenco delle sigle

BES: Bilancio Ecologico del Suolo
CICES: Common International Classification of Ecosystem Services
CLC: Corine Land Cover
COP: Conference of Parties
CRCS: Centro di Ricerca sui Consumi di Suolo
DdR: Disegno di Legge
DGR: Delibera di Giunta Regionale
DPP: Decreto del Presidente della Provincia
EEA: Agenzia Europea per l'Ambiente
ESDAC: European Soil Data Centre ESDAC
FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations
GBI: Green and Blue Infrastructure
GSP: Global Soil Partnership
HRL: High Resolution Layer
IUCN: Unione Internazionale per la Conservazione della Natura
JRC: Joint Research Center
LR: Legge Regionale
LP: Legge Provinciale
NBS: Nature-based solutions
NDVI: Normalized Difference Vegetation Index
PAC: Politica Agricola Comunitaria
PGT: Piano di Governo del Territorio
SDG: Sustainable Development Goals
SE: Servizi ecosistemici
SNPA: Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente
SO: Sostanza organica
SUDs: Sustainable Urban Drainage Systems
UHI: Urban Heat Island
UNCCD: Nazioni Unite sulla lotta contro la desertificazione
UNEP: United Nations Environment Programme
UNFCCC: United Nations Framework Convention on Climate Change
VAS: Valutazione Ambientale Strategica

Bibliografia

APAT - Agenzia per le Protezione dell'Ambiente e per i Servizi Tecnici (2008). Il Suolo, la radice della vita. APAT, Roma ISBN 978-88-448-0331-5

Arcidiacono, A., Di Simine, D., Oliva, F., Ronchi, S., & Salata, S. (2016). Nuove sfide per il suolo. Rapporto CRCS 2016. Roma: INU Edizioni.

Assennato, F., Braca, G., Calzolari, C., Capriolo, A., di Leginio, M., Giandon, P., Marchetti, M., Marino, D., Mascolo, R., Morri, E., Pettenella, D., Pileri, P., Sallustio, S., Salvati, L., Santolini, R., Soraci, M., Strollo, A., Terribile, F., Ungaro, F., Vinci, I., Munafò, M. (2018). Mappatura e valutazione dell'impatto del consumo di suolo sui servizi ecosistemici: proposte metodologiche per il Rapporto sul consumo di suolo, Retrieved from:

http://www.isprambiente.gov.it/files2018/pubblicazioni/rapporti/copy_of_AnnessometodologicoalRapportoServiziecosistemici_2018.pdf

Batjes, N. H., & Wesemael, B. van. (2015). Measuring and monitoring soil carbon. In S. A. Banwart, E. Milne, & E. Noellemeyer (Eds.), *Soil carbon: science, management and policy for multiple benefits*, pp. 188–201. <https://doi.org/10.1079/9781780645322.0188>

Bellieni, M., Brenna, S., Caserini, S., Acutis, M., Perego, A., Schillaci, C., Farina, R., Vitullo, M., Miglietta, F. (2017). Il contributo dello stoccaggio di carbonio nei suoli agricoli alla mitigazione del cambiamento climatico. *Ingegneria dell'Ambiente*, 4.

Bhat, P. A., Shafiq, M. ul, Mir, A. A., & Ahmed, P. (2017). Urban sprawl and its impact on landuse/land cover dynamics of Dehradun City, India. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(2), 513–521. <https://doi.org/10.1016/j.ijbsbe.2017.10.003>

Bot, A., & Benites, J. (2005). The importance of soil organic matter. Key to drought-resistant soil and sustained food production. In *FAO Soils Bulletin*. <https://doi.org/10.1080/03650340214162>

Brambilla, M., & Ronchi, S. (2016). The park-view effect: Residential development is higher at the boundaries of protected areas. *Science of the Total Environment*, pp. 569–570 <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.223>

Camagni R. (2008). Il finanziamento della città pubblica, in Baioni M. (a cura di), *La costruzione della città pubblica*, Alinea, Firenze, pp. 39-57

Canedoli, C., Ferrè, C., El Khair, D. A., Padoa-Schioppa, E., & Comolli, R. (2019). Soil organic carbon stock in different urban land uses: high stock evidence in urban parks. *Urban Ecosystems*, pp. 1-13.

Christiansen, P., & Loftsgarden, T. (2011). Drivers behind Urban Sprawl in Europe. Retrieved from https://www.toi.no/getfile.php/Publikasjoner/TØI_rapporter/2011/1136-2011/1136-2011-el.pdf

Commission of the European Communities (2006). *Thematic strategy for soil protection*. Com (2006), 12. Retrieved from

<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Thematic+Strategy+for+Soil+Protection#0>

Corte dei Conti Europea (2018). Combattere la desertificazione in Europa, relazione speciale n. 33
<https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/desertification-33-2018/it/>

Di Leginio, M., Fumanti, F., Giandon, P., & Vinci, I. (2014). L'importanza della sostanza organica nei suoli: la situazione in Italia e il progetto SIAS. In *Gestione conservativa del suolo e pianificazione*. Reticula 7/2014. ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale.

Epstein, J., Payne, K., & Kramer, E. (2002). Techniques for Mapping Suburban Sprawl. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 63(9), pp. 913–918.

ESPN (2010). FOCI Future Orientations for Cities. Final scientific Report. 778.
<https://doi.org/10.1093/her/cyt032>

European Commission (2002). Verso Una Strategia Tematica per la protezione del Suolo COM (2002) 179

European Commission (2011). Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Roadmap to a Resource Efficient Europe. In 2011. Retrieved from <http://ec.europa.eu/>

European Commission (2012). Guidelines on best practice to limit, mitigate or compensate soil sealing. In Commission Staff Working Document. <https://doi.org/10.2779/75498>

European Commission. (2013). Building a Green Infrastructure for Europe.
<https://doi.org/10.2779/54125>

European Commission (2015). Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities. <https://doi.org/10.2777/765301>

European Commission (2016). FUTURE BRIEF: No net land take by 2050?
<https://doi.org/10.2779/537195>

EEA - European Environment Agency (2010). Land Take. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-2EEA2EEA>

EEA - European Environment Agency (2017). Landscapes in Transition. An account of 25 years of land cover change in Europe. EEA Report, (10), 226. <https://doi.org/10.2800/81075>

EEA - European Environment Agency (2019). Land Take in Europe. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/land-take-3/assessment>

FAO, IFAD, UNICEF, WFP and WHO (2017). The State of Food Security in the World 2017. Building resilience for peace and food security. Roma.

FAO (2015). World soil Charter (revised). [https://doi.org/10.1016/S0378-777X\(82\)80097-8](https://doi.org/10.1016/S0378-777X(82)80097-8)

FAO (2017). Voluntary Guidelines for Sustainable Soil Management. Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome, Italy

European Commission, 2002. Verso una strategia tematica per la protezione del suolo COM (2002) 179.

Giordano, A., 1999. Pedologia. UTET, Torino.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010. La Strategia Nazionale per la Biodiversità 204.

Gunderson L., & Pritchard L.Jr. (ed.) (2002). Resilience and the Behaviour of Large-Scale Systems. Washington, DC: Island Press

Haines-Young, R., Potschin-Young, M. & Czúcz, B. (2018). Report on the use of CICES to identify and characterise the biophysical, social and monetary dimensions of ES assessments. Deliverable D4.2, EU Horizon 2020 EMERALDA Project, Grant agreement No. 642007. 106 pp.

Hansen, R., & Pauleit, S. (2014). From Multifunctionality to Multiple Ecosystem Services? A Conceptual Framework for Multifunctionality in Green Infrastructure Planning for Urban Areas. *Ambio*, 43(4), 516–529. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2>

Kittredge, J. (2015). Soil Carbon Restoration: Can Biology do the Job? In NOFA/Mass.

Lal, R. (2004a). Soil carbon sequestration impacts on global climate change and food security. *Science*, 304(5677), 1623–1627. <https://doi.org/10.1126/science.1097396>

Lal, R. (2004b). Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma*. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.01.032>

Lefèvre, C., Rekik, F., Alcantara, V., Wiese, L., (2017). Soil Organic Carbon the Hidden Potential, Banking. doi:10.1038/nrg2350. In Banking. <https://doi.org/10.1038/nrg2350>

Li, J., & Heap, A. D. (2011). A review of comparative studies of spatial interpolation methods in environmental sciences: Performance and impact factors. *Ecological Informatics*, 6(3), 228–241. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2010.12.003>

Millennium Ecosystem Assessment (2005). Ecosystems and human well-being: synthesis. Washington, DC, USA: Island Press.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (2010). Strategia Nazionale per la biodiversità

Munafò, M. (a cura di) (2019). Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici. Edizione 2019. Report SNPA 08/19

Odum, E.P (1971). *Fundamentals of Ecology*, Saunders, Philadelphia. USA

Osman, K. T. (2014). Physical deterioration of soil. In *Soil Degradation, Conservation and Remediation* (pp. 45-67). Springer, Dordrecht.

Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., & Jacomini, C. (2003). Evaluation of soil quality and biodiversity in Italy: the biological quality of soil index (QBS) approach. In *Agricultural Impacts on Soil Erosion and Soil*

Biodiversity: Developing Indicators for Policy Analysis. Rome: Proceedings from an OECD Expert Meeting (pp. 1-12).

Paustian, K., Lehmann, J., Ogle, S., Reay, D., Robertson, G. P., & Smith, P. (2016). Climate-smart soils. *Nature*, 532(7597), 49–57. <https://doi.org/10.1038/nature17174>

Prokop, G. (2011). Report on best practices for limiting soil sealing and mitigating its effects. <https://doi.org/10.2779/15146>

Raworth K., (2017). Doughnut Economics, Penguin Books, London

Regione Lombardia (2014). Progetto Life HelpSoil. Linee Guida per l'applicazione e la diffusione dell'Agricoltura Conservativa. Studio Chiesa. ISBN 978-88 9932 903 7

Rinaldi, M., & Troccoli, A. (2017). L'agricoltura Conservativa, available at: <https://www.crea.gov.it/documents/43052/0/1>. Volume Agricoltura Conservativa.pdf

Ronchi, S. (2017). La progettazione di infrastrutture verdi e blu per il mantenimento dei servizi ecosistemici. In *Urbanistica Informazioni* (Vol. 273–274, pp. 65–66). INU Edizioni.

SoCo project team. (2009). Final report on the project “Sustainable Agriculture and Soil Conservation (SoCo).” In *Communities*. <https://doi.org/10.2791/10052>

Steffen, W., Crutzen, J., & McNeill, J. R. (2007). The Anthropocene: are humans now overwhelming the great forces of Nature? *Ambio*, 36(8), 614–621. [https://doi.org/10.1579/0044-7447\(2007\)36\[614:TAAHNO\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1579/0044-7447(2007)36[614:TAAHNO]2.0.CO;2)

Vicente-Vicente, J. (2017). Soil organic carbon sequestration in olive groves of Andalusia: effect of the managements on soil organic carbon dynamics. Universidad De Jaén.

Allegato

1

Normative regionali

Il presente allegato intende fornire un quadro complessivo delle normative e dei dispositivi di legge definitivi a livello regionale in assenza di una legge quadro nazionale. L'obiettivo è quello di dare ai tecnici e professionisti i principali riferimenti normativi con i quali dovranno confrontarsi nello svolgimento delle loro attività lavorative finalizzate ad un uso sostenibile del suolo. Le normative si riferiscono alle leggi di pianificazione e governo del territorio, a dispositivi specifici sul contenimento del consumo di suolo e sulla rigenerazione, nonché a discipline o indirizzi volti al mantenimento della Sostanza organica nei suoli.

Le normative vengono proposte distinte per Regione e in ordine cronologico.

Regione Abruzzo

- LR 40/2017 - Disposizioni per il recupero del patrimonio edilizio esistente. Destinazioni d'uso e contenimento dell'uso del suolo
- Dgr 2/2017 - Regolamento di attuazione della Legge regionale 8 ottobre 2015, n. 26 "Istituzione della Banca della Terra d'Abruzzo".
- LR 26/2015 - Istituzione della Banca della Terra d'Abruzzo
- LR 18/1983 - Norme per la conservazione, tutela, trasformazione del territorio della Regione Abruzzo (e s.m.i)

Regione Basilicata

- LR 31/2017- Disposizioni per favorire l'accesso dei giovani al settore primario e contrastare l'abbandono e il consumo dei suoli agricoli
- LR 25/2009 - Misure urgenti e straordinarie volte al rilancio dell'economia e alla riqualificazione del patrimonio edilizio esistente (s.m.i.)
- LR 23/1999 – Tutela, governo e uso del suolo (e successivo regolamento di attuazione 27/2003)

Regione Calabria

- LR 41/2011 – Norme per l'abitare sostenibile
- LR 19/2002 - Norme per la tutela, governo ed uso del territorio – Legge urbanistica della Calabria (e s.m.i.)

Regione Campania

- LR 27/2019 – Legge di stabilità del 2020 (proroga del Piano Casa al 31 dicembre 2020)
- LR 6/2020 - Misure a sostegno dei proprietari di immobili abusivi acquistati in oggettiva buona fede e modifiche urgenti di leggi regionali in materia di governo del territorio, che all'articolo 3 definisce i nuovi termini per i comuni per l'approvazione dei Piani Urbanistici Comunali (PUC).
- LR 19/2019 – Legge per la promozione della qualità dell'architettura
- LR 19/2017 - Misure di semplificazione e linee guida di supporto ai Comuni in materia di governo del territorio
- LR 6/2016 – Prime misure per la razionalizzazione della spesa e il rilancio dell'economia campana (Legge collegata alla legge regionale di stabilità per l'anno 2016)
- LR 40/2012 – Norme in materia di urbanistica ed edilizia e modifiche legislative
- Regolamento 5/2011 - Regolamento di attuazione per il governo del territorio
- LR 19/2009 - Misure urgenti per il rilancio economico, per la riqualificazione del patrimonio esistente, per la prevenzione del rischio sismico e per la semplificazione amministrativa
- LR 16/2004 - Norme sul governo del territorio (e successiva Dgr 214/2011)

Regione Emilia-Romagna

- Dgr 384/2019 - Strategia per la qualità urbana ed ecologica – ambientale e valutazione di sostenibilità ambientale e territoriale del Piano Urbanistico Generale
- LR 24/2017 - Disciplina regionale sulla tutela e l'uso del suolo
- LR 14/2014 - Promozione degli investimenti in Emilia-Romagna
- LR 19/2012 - Legge finanziaria regionale adottata a norma dell'articolo 40 della legge regionale 15 novembre 2001, n. 40 in coincidenza con l'approvazione del bilancio di previsione della regione Emilia-Romagna per l'esercizio finanziario 2013 e del bilancio pluriennale 2013-2015

Regione Friuli-Venezia Giulia

- LR 21/2015 - Disposizioni in materia di varianti urbanistiche di livello comunale e contenimento del consumo di suolo

- LR 11/2015 – Disciplina organica in materia di difesa del suolo e di utilizzazione delle acque (e successivo Regolamento recante disposizioni per l'applicazione del principio dell'invarianza idraulica)
- LR 19/2009 – Codice regionale dell'edilizia (e s.m.i.)
- LR 5/2007 - Riforma dell'urbanistica e disciplina dell'attività edilizia e del paesaggio

Regione Lazio

- Dgr 867/2017 - Indirizzi e direttive per l'applicazione delle "Disposizioni per la rigenerazione urbana ed il recupero edilizio" di cui alla legge regionale 18 luglio 2017, n. 7
- LR 9/2017 - Misure integrative, correttive e di coordinamento in materia di finanza pubblica regionale. Disposizioni varie
- LR 7/2017 - Disposizioni per la rigenerazione urbana e per il recupero edilizio
- LR 21/2009 – Piano casa della Regione Lazio (e s.m.i.)
- LR 6/2008 - Disposizioni regionali in materia di architettura sostenibile e di bioedilizia
- LR 38/1999 – Norme sul governo del territorio (e s.m.i.)

Regione Liguria

- LR 23/2018 – Disposizioni per la rigenerazione urbana e il recupero del territorio agricolo
- LR 29/2016 – Prime disposizioni in materia urbanistica e di attività edilizia in attuazione della LR 1/2016 (legge sulla crescita)
- LR 22/2015 – Piano casa (e s.m.i.)
- LR 36/1997 – Legge urbanistica regionale (e s.m.i.)

Regione Lombardia

- Dgr 1141/2019 – Criteri di individuazione degli interventi pubblici e di interesse pubblico o generale di rilevanza sovracomunale per i quali non trovano applicazione le soglie di riduzione del consumo di suolo
- LR 18/2019 – Misure di semplificazione e incentivazione per la rigenerazione urbana e territoriale, nonché per il recupero del patrimonio edilizio esistente.
- Dgr 207/2018 - misure di semplificazione e incentivazione per il recupero del patrimonio edilizio (art. 4, comma 2, L.R. 31/2014)
- Regolamento regionale 7/2017 –Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della LR 12/2005
- Dgr 5832/2016 - Criteri per l'identificazione nei piani di governo del territorio delle opere edilizie incongrue presenti nel territorio agricolo e negli ambiti di valore paesaggistico (art. 4, comma 9, l.r. 31/2014)
- LR 31/2014 - Disposizioni per la riduzione del consumo di suolo e per la riqualificazione del suolo degradato (e s.m.i.)
- LR 12/2005 – Legge per il governo del territorio (e s.m.i.)

Regione Marche

- Dgr 53/2014 – Criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative per la redazione della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali
- LR 22/2011 - Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile (e s.m.i.)
- LR 34/1992 - Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio (e s.m.i.)

Regione Molise

- LR 31/2008 - Interventi a favore della riqualificazione urbana (e s.m.i.)

Regione Piemonte

- Dgr 143-7891/2018 - Approvazione dei parametri tecnici e dei criteri per l'applicazione della legge regionale 4 ottobre 2018, n. 16 (Misure per il riuso, la riqualificazione dell'edificato e la rigenerazione urbana).
- Dgr 25-7286/2018 - Disposizioni regionali riguardanti l'attuazione del Piano di gestione rischio alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico (art. 58 Norme di Attuazione PAI, integrate dal Titolo V), le attività per i comuni non ancora adeguati al PAI e l'aggiornamento del quadro del dissesto a seguito di eventi calamitosi.
- LR 16/2018 - Misure per il riuso, la riqualificazione dell'edificato e la rigenerazione urbana (s.m.i.)
- DdL 301/2018 - Procedure edilizie per il riuso, la riqualificazione e il recupero dell'edificato
- DdL 302/2018 - Norme urbanistiche e ambientali per il contenimento del consumo del suolo
- LR 3/2013 - Modifiche alla LR 56/1977 e ad altre disposizioni regionali in materia di urbanistica ed edilizia
- LR 56/1977 - Legge urbanistica (e s.m.i.)

Regione Puglia

- LR 18/2019 – Norme in materia di perequazione, compensazione urbanistica e contributo straordinario per la riduzione del consumo di suolo e disposizioni diverse
- LR 26/2014 - Disposizioni per favorire l'accesso dei giovani all'agricoltura e contrastare l'abbandono e il consumo dei suoli agricoli. Istituzione della Banca della Terra di Puglia
 - Regolamento attuativo n. 16/2018
 - Dgr 262/2020 recante istituzione della "Banca della Terra di Puglia" e approvazione dell'elenco dei terreni disponibili
- LR 20/2009 – Norme per la pianificazione paesaggistica (disciplina la formazione del Piano Paesaggistico Territoriale Regionale-PPTR,
- LR 14/2009 – Misure straordinarie e urgenti a sostegno dell'attività edilizia e per il miglioramento della qualità del patrimonio edilizio residenziale (Piano casa, *n.d.r.*, modificato e integrato ripetutamente nel tempo e dichiarato incostituzionale con Sentenza CC n. 70/2020 relativamente agli interventi straordinari di demolizione e ricostruzione)
- LR 21/2008 – Norme per la rigenerazione urbana
- LR 14/2008 - Misure a sostegno della qualità delle opere di architettura e di trasformazione del territorio
- LR 13/2008 - Norme per l'abitare sostenibile
- LR 33/2007 – Recupero dei sottotetti, dei porticati, di locali seminterrati e interventi esistenti e di aree pubbliche non autorizzate
- LR 20/2001 - Norme generali di governo e uso del territorio
- LR 26/1990 – Programmi integrati di interventi per la riqualificazione urbana
- LR 56/1980 – Tutela ed uso del territorio

Regione Sardegna

- LR 11/2017 – Disposizioni urgenti in materia urbanistica ed edilizia. Modifiche alla legge regionale n. 23 del 1985, alla legge regionale n. 45 del 1989, alla legge regionale n. 8 del 2015, alla legge regionale n. 28 del 1998, alla legge regionale n. 9 del 2006, alla legge regionale n. 22 del 1984 e alla legge regionale n. 12 del 1994.
- Deliberazione dell'Autorità di bacino regionale della Sardegna 2/2017 - Aggiornamento delle "Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica di cui all'articolo 47 delle NA del PAI"
- LR 8/2015 - Norme per la semplificazione e il riordino di disposizioni in materia urbanistica ed edilizia e per il miglioramento del patrimonio edilizio

- LR 8/2004 - Norme urgenti di provvisoria salvaguardia per la pianificazione paesaggistica e la tutela del territorio regionale (e s.m.i)
- LR 28/1998 - Norme per l'esercizio delle competenze in materia di tutela paesistica trasferite alla Regione Autonoma della Sardegna con l'articolo 6 del decreto del Presidente della Repubblica 22 maggio 1975, n. 480, e delegate con l'articolo 57 del decreto del Presidente della Repubblica 19 giugno 1975, n. 348 (e s.m.i)
- LR 45/1989 - Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale (e s.m.i)
- LR 23/1985 - Norme regionali di controllo dell'attività urbanistico-edilizia (e s.m.i)

Regione Sicilia

- DdL 587/2019 - Norme per il governo del territorio
- LR 13/2015 - Norme per favorire il recupero del patrimonio edilizio di base dei centri storici
- LR 71/1978 - Norme integrative e modificative della legislazione vigente nel territorio della Regione siciliana in materia urbanistica (e s.m.i.)

Regione Toscana

- LR 69/2019 - Disposizioni in materia di governo del territorio. Adeguamenti alla normativa statale in materia di edilizia e di sismica
- LR 3/2017 - Disposizioni per il recupero del patrimonio edilizio esistente situato nel territorio rurale
- LR 43/2016 - Norme per il governo del territorio. Misure di semplificazione e adeguamento alla disciplina statale. Nuove previsioni per il territorio agricolo
- LR 65/2014 - Norme per il governo del territorio (e s.m.i.)

Regione Umbria

- LR 1/2015 - Testo unico governo del territorio e materie correlate (e s.m.i.)

Regione Valle d'Aosta

- LR 5/2018 - Disposizioni in materia di urbanistica e pianificazione territoriale
- LR 11/1998 - Normativa urbanistica e di pianificazione territoriale della Valle d'Aosta

Regione Veneto

- LR 14/2019 - VENETO 2050: politiche per la riqualificazione urbana e la rinaturalizzazione del territorio e modifiche alla LR 11/2004
- Dgr 92/2020 - Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14.
- Dgr 1911/2019 - Criteri di utilizzo della quantità di "riserva" del suolo regionale consumabile di cui alla DGR n. 668/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14
- Dgr 1596/2019 - Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14.
- Dgr 335/2019 - Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14
- Dgr 39/2019 - Rideterminazione della quantità massima di consumo di suolo per alcuni Comuni. Integrazioni e modifiche alle deliberazioni della Giunta regionale n. 668/2018 e n. 1325/2018. Legge regionale 6 giugno 2017, n. 14
- Dgr 1325/2018 - Individuazione della quantità massima di consumo di suolo ammesso nel territorio regionale ai sensi dell'articolo 4, comma 2, lettera a) della legge regionale 6 giugno 2017,

n. 14, per i Comuni che hanno trasmesso tardivamente i dati e per i Comuni inadempienti. Integrazioni alla deliberazione di Giunta regionale 668/2018. Deliberazione n. 72/CR del 26 giugno 2018.

- Dgr 668/2018 - Individuazione della quantità massima di consumo di suolo ammesso nel territorio regionale ai sensi dell'articolo 4, comma 2, lettera a) della legge regionale 6 giugno 2017, n. 14. Deliberazione n. 125/CR del 19 dicembre 2017.
- LR 14/2017 - Disposizioni per il contenimento del consumo di suolo
- Dgr 2948/2009 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.
- LR 11/2004 - Norme per il governo del territorio e in materia di paesaggio (e s.m.i.)

Provincia Autonoma Bolzano

- DPP 31/2018 - Criteri applicativi per il contenimento del consumo di suolo
- LP 9/2018 - Territorio e Paesaggio

Provincia Autonoma Trento

- DPP 8-61/2017 - Regolamento urbanistico-edilizio provinciale in esecuzione della LR 15/2015
- LP 15/2015 - Legge provinciale per il governo del territorio

Allegato

2

Banche dati

Il presente allegato intende fornire una rassegna delle principali risorse disponibili online relative all'uso e alla copertura del suolo, e alla Sostanza organica contenuta nei suoli. Le banche dati selezionate sono articolate secondo tre livelli di dettaglio (internazionale, nazionale e regionale) e sono state selezionate per completezza dell'informazione, aggiornamento dei dati, accessibilità dell'informazione.

Uso e copertura del suolo

Banche dati internazionali

Programma Copernicus	https://www.copernicus.eu/en
Global Human Settlement	https://ghsl.jrc.ec.europa.eu/
European Soil Data Centre (ESDAC)	https://esdac.jrc.ec.europa.eu/

Banche dati nazionali

Carta Nazionale di Copertura del Suolo	http://geoportale.isprambiente.it/
Corine Land Cover	http://geoportale.isprambiente.it/
Carta sull'impermeabilizzazione dei suoli (HRL - Imperviousness)	http://geoportale.isprambiente.it/
Carta Nazionale del Consumo di Suolo	http://geoportale.isprambiente.it/

Banche dati regionali (ove disponibili)

Regione Abruzzo

<i>Carta di Uso del Suolo</i>	http://geoportale.regione.abruzzo.it/ Cartanet
<i>Carta pedologica</i>	http://geoportale.regione.abruzzo.it/ Cartanet
<i>Dati sul Suolo</i>	https://www.artaabruzzo.it

Regione Basilicata

<i>Carta di Uso del Suolo</i>	http://rsdi.regione.basilicata.it/
<i>Carta Pedologica</i>	http://dati.regione.basilicata.it/catalog/ dataset/carta-pedologica
<i>Dati sul Suolo</i>	http://www.arpab.it/

Regione Calabria

<i>Carta dell'Uso del Suolo</i> (derivata da Corine Land Cover)	http://geoportale.regione.calabria.it
<i>Carta Pedologica</i>	http://93.51.147.138:900/default. html
<i>Dati sul Suolo</i>	http://www.arpacal.it/

Regione Campania

<i>Carta dell'Uso del Suolo</i>	https://sit2.regione.campania.it/content/download
<i>Carta Pedologica</i>	http://www.agricoltura.regione.campania.it/pedologia/suoli.html https://sit2.regione.campania.it/content/download
<i>Dati sul Suolo</i>	https://www.arpacampania.it/

Regione Emilia-Romagna

<i>Carta dell'Uso del Suolo</i>	http://dati.emilia-romagna.it/dataset?q=uso+del+suolo
<i>Carta Pedologica</i>	https://geo.regione.emilia-romagna.it/cartpedo/ http://ambiente.regione.emilia-romagna.it/it/geologia/suoli/cartografie
<i>Dati sul Suolo</i>	https://www.arpae.it/

Regione Friuli-Venezia Giulia

<i>Carta dell'Uso del Suolo</i> <i>(derivata da Corine Land Cover)</i>	http://irdat.regione.fvg.it/
<i>Carta Pedologica</i>	http://www.ersa.fvg.it/cms/aziende/servizi/suolo/Carta-suoli.html
<i>Dati sul Suolo</i>	http://www.ersa.fvg.it/cms/aziende/servizi/suolo/Carta-suoli.html http://www.arpa.fvg.it/cms/

Regione Lazio

<i>Carta dell'Uso del Suolo</i> <i>(derivata da Corine Land Cover)</i>	http://www.urbanisticaecasa.regione.lazio.it/cartografiaonline/
<i>Carta Pedologica</i>	http://dati.lazio.it/catalog/it/dataset/carta-dei-suoli-del-lazio-1-250-000-ed-2019
<i>Dati sul Suolo</i>	http://www.arpalazio.gov.it/

Regione Liguria

Carta dell'Uso del Suolo

<https://www.regione.liguria.it/open-data/opensdata-cartografia.html?filter=uso%20del%20suolo&listall=0&cc=p>

Carta Pedologica

<https://geoportal.regione.liguria.it/catalogo/mappe.html>

<http://www.cartografiarl.regione.liguria.it/SiraWebGis>

Dati sul Suolo

<https://www.arpal.liguria.it/homepage/suolo.html>

Regione Lombardia

Carta dell'Uso del Suolo

<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

Carta Pedologica

<https://losan.ersaflombardia.it/>

<http://www.geoportale.regione.lombardia.it/>

Dati sul Suolo

<https://www.ersaf.lombardia.it/it/servizi-al-territorio/dati-e-applicazioni-del-territorio/banca-dati-pedo-50k>

Regione Marche

Carta dell'Uso del Suolo

http://www.regione.marche.it/Regione-Utile/Paesaggio-Territorio-Urbanistica-Genio-Civile/Cartografia-e-informazioni-territoriali/Repertorio#326_Cartografie-tematiche

Carta Pedologica

<http://suoli.regione.marche.it/ServiziInformativi/Cartografia.aspx>

Dati sul Suolo

<https://www.arpa.marche.it/>

Regione Molise

Dati sul Suolo

<http://www.arpamolise.it/>

<https://www.arsarp.it/201-old-pedologia>

Regione Piemonte

Carta dell'Uso del Suolo <http://www.dati.piemonte.it/>

Carta Pedologica <http://www.dati.piemonte.it/>

Dati sul Suolo <http://www.arpa.piemonte.it/>

Regione Puglia

Carta dell'Uso del Suolo http://www.cartografico.puglia.it/portal/sit_portal

Carta Pedologica http://www.cartografico.puglia.it/portal/sit_portal

Dati sul Suolo http://www.arpa.puglia.it/web/guest/arpa_home

Regione Sardegna

Carta dell'Uso del Suolo <http://www.sardegnaportalesuolo.it/opendata>

Carta Pedologica <http://www.sardegnaportalesuolo.it/opendata>

Dati sul Suolo <http://www.sardegnaportalesuolo.it/>

Regione Sicilia

Carta dell'Uso del Suolo <http://www.sitr.regione.sicilia.it/>

(derivata da Corine Land Cover)

Carta Pedologica <http://www.sitr.regione.sicilia.it/>

Dati sul Suolo <https://www.arpa.sicilia.it/>

Regione Toscana

Carta dell'Uso del Suolo <http://dati.toscana.it/>
<http://www502.regione.toscana.it/geoscopio/pedologia.html>

Carta Pedologica <http://sit.lamma.rete.toscana.it/web-suoli/>

Dati sul Suolo <http://www.arpat.toscana.it/>

Regione Umbria

Carta dell'Uso del Suolo <https://siat.regione.umbria.it/webgisru/>

<https://apps.arpa.umbria.it/webgis/Suolo/index.asp>

Carta Pedologica

Dati sul Suolo <http://www.arpa.umbria.it/pagine/suolo>

Regione Valle d'Aosta

Carta dell'Uso del Suolo <http://geoportale.regione.vda.it/mappe/ambiente/>

Carta Pedologica

Dati sul Suolo <http://www.arpa.vda.it/it/suolo>

Regione Veneto

Carta dell'Uso del Suolo <https://idt2.regione.veneto.it/idt/searchPage>

Carta Pedologica <http://geomap.arpa.veneto.it/maps/123/view>

Dati sul Suolo <https://www.arpa.veneto.it/temi-ambientali/suolo/conoscenza-dei-suoli>

Provincia Autonoma Bolzano

Carta dell'Uso del Suolo http://gis2.provinz.bz.it/geobrowser/?project=geobrowser_pro&view=geobrowser_pro_atlas-b&locale=it
(derivata da Corine Land Cover)

<http://geocatalogo.retecivica.bz.it/geocatalog/#!>

Carta Pedologica <http://www.laimburg.it/it/default.asp>

http://www.laimburg.it/download/bodenkarte/bodenkarte_ita.pdf

Dati sul Suolo <http://www.laimburg.it>

Provincia Autonoma Trento

Carta dell'Uso del Suolo

<https://dati.trentino.it/dataset/carta-uso-del-suolo-open-data>

http://www.urbanistica.provincia.tn.it/sez_siat/BancheDati/-RepertorioCartografico/pagina2.html

Carta Pedologica

<http://meteogis.fmach.it/cartaSuoli/>

Dati sul Suolo

<https://www.fmac.it/>

Sostanza organica dei Suoli⁶

Banche dati internazionali

European Soil Data Centre (ESDAC)

<https://esdac.jrc.ec.europa.eu/>

Global Soil Organic Carbon Map

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en/>

Soil Map of the World

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en/>

Soil and Terrain database (SOTER)

<http://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/soil-maps-and-databases/global-soil-organic-carbon-map-gsocmap/en/>

Banche dati nazionali

Carta del Carbonio organico contenuto negli orizzonti superficiali (30 cm) dei suoli

<https://annuario.isprambiente.it/>

⁶ Qualora non fossero disponibili informazioni relative alla Sostanza organica sono stati riportati i dati relativi al Carbonio organico considerando che costituisce circa il 58% della Sostanza organica presente nei Suoli

Banche dati regionali (ove disponibili)

Regione Abruzzo

Contenuto Carbonio organico TOP SOIL <http://geoportale.regione.abruzzo.it/>

Contenuto Carbonio organico SUB SOIL <http://geoportale.regione.abruzzo.it/>

Regione Emilia-Romagna

Carbonio organico stoccato 0-100cm (Pianura) <http://dati.emilia-romagna.it/>

Carbonio organico stoccato 0-30cm (Pianura) <http://dati.emilia-romagna.it/>

Carbonio organico stoccato 0-100cm (Montagna) <http://dati.emilia-romagna.it/>

Carbonio organico stoccato 0-30cm (Montagna) <http://dati.emilia-romagna.it/>

Contenuto percentuale di Carbonio organico stoccato 0-30cm (Montagna) <http://dati.emilia-romagna.it/>

Contenuto percentuale di Carbonio organico stoccato 0-30cm (Pianura) <http://dati.emilia-romagna.it/>

Dotazione Sostanza organica <http://dati.emilia-romagna.it/>

Regione Lombardia

Progetti e Cartografie sullo Stock di Carbonio nei suoli <https://www.ersaf.lombardia.it/it/agritech/cambiamento-climatico/stock-di-carbonio-nei-suoli>

Regione Piemonte

Carta pedologica – Carbonio organico nei suoli <http://www.dati.piemonte.it/>

Regione Sardegna

Carta della distribuzione del Carbonio organico del Progetto CUT <http://www.sardegnaportalesuolo.it/opendata>

Regione Toscana

Carta del contenuto di Sostanza organica <http://sit.lamma.rete.toscana.it/websuoli/>

Regione Veneto

Contenuto in Carbonio organico <https://idt2.regione.veneto.it/idt/search/searchPage>

Stock di Carbonio organico nello strato superficiale del suolo <https://idt2.regione.veneto.it/idt/search/searchPage>