

Suolo e territorio



INTRODUZIONE

In ambito scientifico non è comune trovare un termine che assume significati tanto diversi, secondo il contesto in cui viene usato, come il “suolo”. Pedologi, geologi, agronomi, ingegneri, architetti, urbanisti, economisti, politici e anche letterati, ognuno ha una propria definizione di suolo che va da “terra madre” a “suolo patrio”. Anche la normativa vigente non aiuta a far chiarezza; essa fornisce una definizione omnicomprensiva di suolo (suolo: il territorio, il suolo, il sottosuolo, gli abitati e le opere infrastrutturali), alimentando la dissonanza con quanto generalmente inteso, con gli omonimi termini, a livello europeo. Nelle pagine seguenti il **territorio** è inteso come “porzione delimitata della superficie terrestre le cui caratteristiche comprendono tutti gli attributi della biosfera, della geosfera e i risultati dell’attività umana presente e passata”. Con il termine “suolo” si intende, invece, il sottile mezzo poroso e biologicamente attivo che rappresenta “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”¹ e che “...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”².

Insieme con aria e acqua, il suolo è, quindi, essenziale per l’esistenza delle specie viventi presenti sul Pianeta ed esplica una serie di servizi ecosistemici di approvvigionamento, regolazione e supporto che lo pongono al centro degli equilibri dei grandi temi ambientali, dall’adattamento e mitigazione dei cambiamenti climatici sino alla sicurezza alimentare e della salute umana.

.....
Il suolo, con aria e acqua è essenziale per l’esistenza delle specie viventi presenti sul Pianeta
.....

Esso svolge, infatti, un ruolo prioritario nella salvaguardia delle acque sotterranee dall’inquinamento, nel controllo della quantità di CO₂ atmosferica, nella regolazione dei flussi idrici superficiali con dirette conseguenze sugli eventi alluvionali e franosi, nel mantenimento della biodiversità, nei cicli degli **elementi nutritivi** ecc. Dallo stato di salute del suolo dipende tutta la biomassa vegetale e animale terrestre, con evidenti ripercussioni sull’intera catena alimentare. Il suolo, in quanto laboratorio biologico straordinariamente differenziato, può essere considerato come un complesso corpo vivente, in continua evoluzione e sotto alcuni aspetti ancora poco conosciuto, che fornisce all’umanità gli elementi necessari al proprio sostentamento.

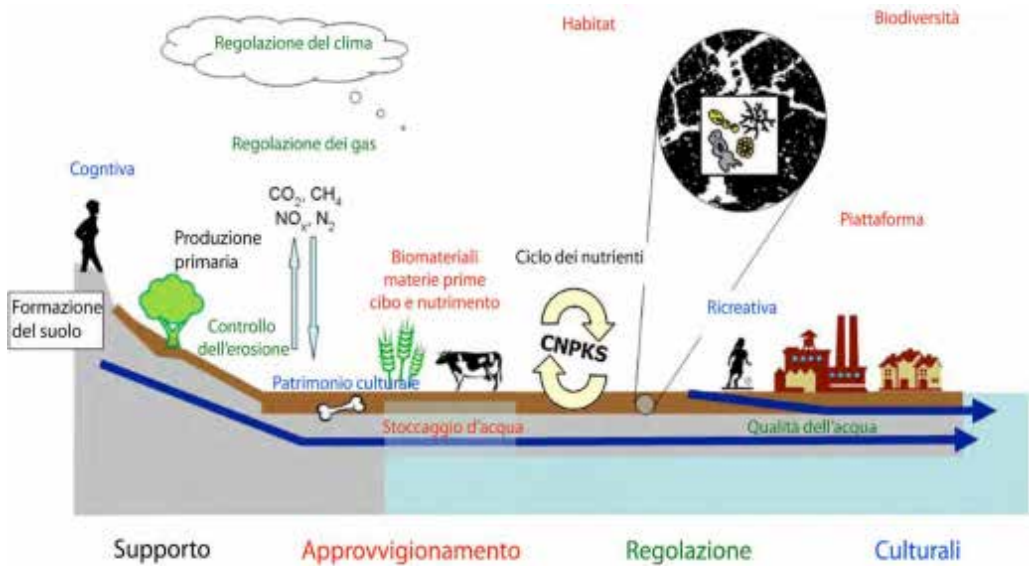
Nonostante i fondamentali servizi che fornisce agli ecosistemi il suolo è troppo spesso percepito solo come supporto alla produzione agricola e come base fisica sulla quale sviluppare le attività umane.



¹ Commissione delle Comunità Europee (2006) - Strategia tematica per la protezione del suolo. COM(2006)231 definitivo

² Soil Conservation Society of America (1986)

Figura 9.1: Servizi ecosistemici forniti dal suolo



Fonte: Modificata da Haygarth P.M., Ritz K. (2009), *The future of soils and land use in the UK: Soil systems for the provision of land-based ecosystem services*, *Land Use Policy*, 26, 1, 187-197. In Terribile F. 2013, *Consumo di suolo e servizi ecosistemici*, Convegno "Il consumo di suolo", Roma 13/02/2013

L'alterata percezione dell'essenzialità del suolo ne determina il suo uso/abuso nell'incuranza della sua fragilità, della sua sostanziale non rinnovabilità e degli effetti derivanti dalla perdita delle sue funzioni. Le scorrette pratiche agricole, la concentrazione in aree localizzate della popolazione, delle attività economiche e delle infrastrutture, le variazioni d'uso e gli effetti locali dei cambiamenti ambientali globali possono originare gravi processi degradativi che limitano o inibiscono totalmente la funzionalità del suolo e che spesso diventano evidenti solo quando sono irreversibili, o in uno stato talmente avanzato da renderne estremamente oneroso ed economicamente poco vantaggioso il ripristino. L'evoluzione nel tempo di queste pressioni è, inoltre, governata da una certa aleatorietà legata sia alle incertezze climatiche sia ai cambiamenti di uso, di pratiche agricole e di addetti impiegati, dipendenti anche da contingenze economiche e politiche. La risorsa suolo deve essere, quindi, protetta e utilizzata nel modo più idoneo, in relazione alle sue intrinseche proprietà e alle variazioni delle condizioni al contorno, affinché possa continuare a svolgere la sua insostituibile ed efficiente funzione sul Pianeta.

La consapevolezza degli effetti derivanti dalla perdita delle funzioni del suolo è scarsa.

La situazione in Italia

La conoscenza dei fattori che regolano l'insieme dei processi e dei fenomeni che agiscono nel suolo e sul territorio riveste un'importanza strategica per l'elaborazione di politiche di pianificazione territoriale attuate nell'ottica dello sviluppo sostenibile. Se le informazioni disponibili relativamente agli usi e alla conoscenza del territorio, anche se migliorabili, permettono di delineare un quadro uniforme della situazione italiana, la situazione conoscitiva rispetto al suolo è più disomogenea. Le regioni hanno, o avranno a breve, a disposizione un proprio database pedologico associato alla cartografia dei suoli alla scala di riconoscimento (1:250.000). L'ultima regione a dotarsi della carta dei suoli è il Lazio, i cui rilevamenti sono attualmente

in corso. Diverse regioni hanno prodotto anche carte dei suoli di semidettaglio (1:50.000) e dettaglio (1:25.000-1:10.000) e varie carte tematiche derivate (tessitura, drenaggio, permeabilità, attitudine alla coltivazione, capacità d'uso, capacità protettiva, metalli pesanti ecc.) interessanti parzialmente o totalmente le superfici regionali. Parte delle informazioni regionali sono confluite nel *database* nazionale dei suoli gestito dal Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura (CRA). L'Italia è quindi ricca di informazioni sui suoli che appaiono però non uniformemente distribuite a livello geografico e con un certo grado di disomogeneità interregionale che limita la possibilità di giungere a sintesi nazionali organiche. Queste difficoltà si manifestano anche nei tentativi di quantificare, a livello nazionale, le problematiche legate alla degradazione fisica e biologica che possono compromettere la corretta funzionalità dei suoli, di seguito riportate.

.....
Il quadro delle conoscenze è buono per quanto riguarda l'uso del territorio, ma ancora piuttosto disomogeneo per quanto riguarda il suolo.
.....

Diminuzione della sostanza organica

Il carbonio organico³, che costituisce circa il 60% della **sostanza organica** presente nei suoli, svolge un'essenziale funzione positiva su molte proprietà del suolo: favorisce l'aggregazione e la stabilità delle particelle del terreno con l'effetto di ridurre l'erosione, il compattamento, il crepacciamento e la formazione di croste superficiali; si lega in modo efficace con numerose sostanze, potenziando la fertilità del suolo e la sua capacità tampone; migliora l'attività microbica e la disponibilità per le piante di elementi nutritivi come azoto e fosforo. Per i dati relativi al carbonio stoccato nei suoli italiani si rimanda al *focus* di approfondimento.

Contaminazione dei suoli

L'introduzione volontaria o accidentale di sostanze pericolose nel suolo può determinare un'alterazione delle caratteristiche del suolo stesso, tali da comprometterne non solo le funzioni protettive ma anche quelle produttive ed ecologiche. Gli impatti dovuti alla contaminazione del suolo riguardano anche le acque superficiali e sotterranee, l'atmosfera e la catena alimentare, con l'insorgere di rischi, anche gravi, per la salute umana. Dal punto di vista economico le conseguenze sono legate soprattutto agli ingenti impegni finanziari necessari per la bonifica e il ripristino ambientale del suolo e delle altre matrici ambientali interessate (in particolare le acque sotterranee), ma anche alla perdita di valore delle aree contaminate e dei loro prodotti. La contaminazione può essere puntuale oppure diffusa. La contaminazione puntuale del suolo è localizzata in aree circoscritte, in corrispondenza di sorgenti di contaminazione note (siti contaminati). La contaminazione diffusa dei suoli, invece, è ascrivibile ad apporti di sostanze contaminanti di cui non è individuabile l'origine o dovuti alla presenza di molteplici sorgenti, ad esempio pratiche agricole, traffico veicolare, processi naturali di trasporto e diffusione di contaminanti. La presenza di siti contaminati è una problematica comune a tutti i paesi industrializzati e trae origine dalla presenza di attività antropiche che possono determinare fenomeni di contaminazione locale del suolo per sversamenti, perdite di impianti/serbatoi, non corretta gestione dei rifiuti, ecc. In Italia, i fenomeni di contaminazione puntuale sono riconducibili principalmente alle industrie legate alla raffinazione di prodotti petroliferi, all'attività mineraria, all'industria chimica, a quella metallurgica, alla presenza di manufatti in amianto e ad alcune attività di gestione dei rifiuti.

.....
Il suolo svolge una fondamentale funzione protettiva dell'ambiente, mitigando gli effetti degli inquinanti.
.....

.....
La contaminazione puntuale del suolo è localizzata in aree circoscritte, in corrispondenza di sorgenti di contaminazione note.
.....

³ Per questa tematica è stato predisposto un focus di approfondimento.

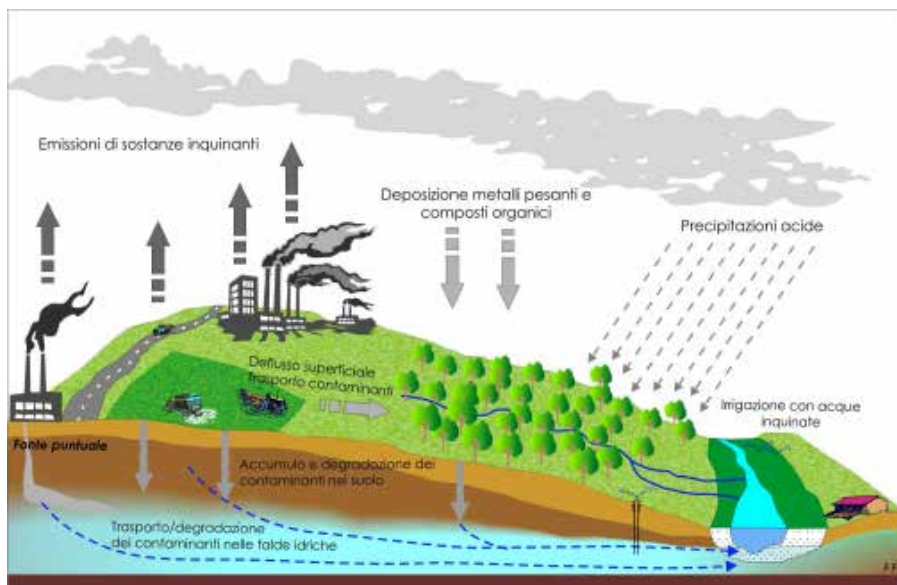
Tabella 9.1: Siti di Interesse Nazionale (SIN)

Regione	Sito	Superficie ha
Piemonte	Casale Monferrato	64.325
	Balangero	314
	Pieve Vergonte (area stabilimento)	42
	Serravalle Scrivia	74
Valle d'Aosta	Emarese	15
Liguria	Cengio (area stabilimento)	77
	Cogoleto	45
Lombardia	Sesto San Giovanni	255
	Pioltello-Rodano	85
	Brescia	262
	Broni	14
	Laghi Mantova	618
Trentino-Alto Adige	Trento nord	24
Veneto	Venezia-Porto Marghera	1.621
Friuli - Venezia Giulia	Laguna di Grado e Marano	208
	Trieste	506
Emilia-Romagna	Fidenza	25
Toscana	Piombino	931
	Massa e Carrara	116
	Livorno	206
	Orbetello	204
Umbria	Terni	655
Marche	Falconara Marittima	108
Abruzzo	Bussi sul Tirino	234
Campania	Napoli Orientale	834
	Bagnoli	945
Puglia	Manfredonia	216
	Brindisi	5.851
	Taranto	4.383
	Bari	15
Basilicata	Tito	315
	Val Basento	3.330
Calabria	Crotone-Cassano-Cerchiara	530
Sicilia	Gela	795
	Priolo	5.814
	Biancavilla	330
	Milazzo	549
Sardegna	Sulcis-Iglesiente-Guspinese*	25679
	Porto Torres	1.874
TOTALE		122.424
Fonte: MATTM		
Nota:		
*In fase di ripermetroazione ufficiale da parte del MATTM		

Recentemente, con l'art. 36 bis della L 134/2012, si è provveduto alla razionalizzazione dei criteri di individuazione dei SIN (Siti di Interesse Nazionale); in accordo a tale modifica normativa, la presenza attuale e/o pregressa di raffinerie, acciaierie e impianti chimici integrati è condizione necessaria affinché un sito possa essere identificato di interesse nazionale. Sulla base di tali criteri è stata effettuata una ricognizione dei 57 siti già classificati di interesse nazionale e, con il DM 11/1/2013, il numero di SIN è stato ridotto a 39. La competenza amministrativa dei 18 siti che soddisfano i nuovi criteri è tornata alle regioni. Oltre ai SIN, esistono poi circa 4.000 siti contaminati e circa 15.000 siti potenzialmente contaminati di competenza regionale che, sulla base della normativa vigente, dovrebbero essere inseriti in apposite "Anagrafi regionali dei siti da bonificare". Per quanto riguarda la contaminazione diffusa manca ancora un quadro omogeneo a scala nazionale, ma problemi legati al fenomeno sono presenti in molte regioni italiane. In particolare, l'eccesso di elementi nutritivi (N, P, K), essendo i nitrati molto solubili nelle acque e difficilmente trattenuti dal suolo, può determinare gravi fenomeni di inquinamento delle falde idriche sotterranee e di eutrofizzazione degli ecosistemi acquatici. Nonostante una generale tendenza alla diminuzione dei nitrati nelle acque correlata alle misure intraprese in ottemperanza alla normativa vigente⁴, permangono in Europa alcune situazioni di criticità, tra cui quella in ampie aree dell'Italia settentrionale. Talvolta anche l'utilizzo agricolo di fanghi di depurazione che, accanto a nutrienti e carbonio organico, possono contenere quantità significative di sostanze pericolose per l'uomo, può destare qualche preoccupazione se non correttamente gestito e controllato. Secondo i dati trasmessi al MATTM dalle regioni, l'apporto di sostanze inquinanti tramite i fanghi appare limitato e non supera mai, nel periodo 1998-2012, i valori limite imposti dalla legislazione nazionale ed europea.

.....
I Siti contaminati di Interesse Nazionale sono 39. Per tali siti il MATTM è responsabile della gestione amministrativa dei procedimenti di bonifica.
Quasi 3.000 siti di competenza regionale sono stati bonificati.

Figura 9.2: Schema della contaminazione diffusa



Fonte: ISPRA

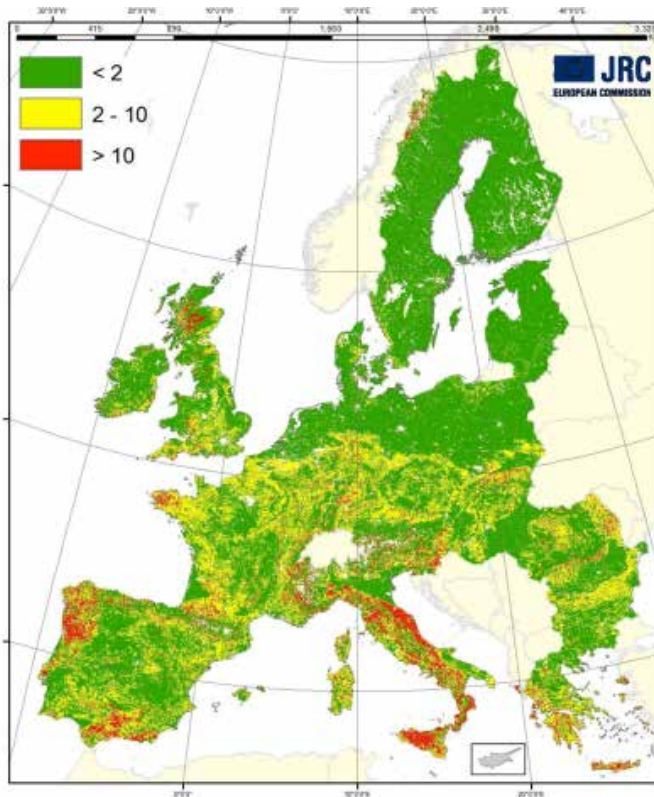
⁴ Report from the Commission to the Council and the European Parliament on implementation of Council Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources based on Member State reports for the period 2004-2007. SEC(2010)118

Erosione idrica dei suoli

Si manifesta tramite l'asportazione della parte superficiale del suolo, maggiormente ricca in sostanza organica, per l'azione delle acque di ruscellamento superficiale. I danni arrecati dall'erosione vengono generalmente classificati come danni manifesti nei luoghi in cui il fenomeno avviene (danni *on-site*), che portano alla perdita di suolo, di fertilità, di biodiversità, ecc. e danni che si verificano in aree distanti da quelle in cui il fenomeno erosivo è avvenuto (danni *off-site*), che si traducono in alluvioni, danni alle infrastrutture, inquinamento delle acque superficiali dovuto al trasporto di inquinanti a mezzo delle acque di scorrimento superficiale (*runoff*), ecc. La valutazione della perdita di suolo viene effettuata tramite modelli empirici o fisicamente basati.

L'erosione idrica determina una perdita di suolo, di fertilità e di biodiversità.

Figura 9.3: Stima della effettiva perdita di suolo per erosione idrica secondo il modello RUSLE riclassificato con suddivisione in tre classi



La perdita di suolo per erosione idrica è generalmente valutata tramite l'utilizzo di modelli la cui attendibilità è funzione dell'accuratezza dei dati di input. Pur offrendo un interessante quadro generale a livello europeo, queste stime possono fornire, in alcuni casi, risultati anche sostanzialmente diversi dagli elaborati nazionali/regionali.

Fonte: Elaborazione JRC- Commissione delle Comunità Europea (2012) Attuazione della Strategia tematica per la protezione del suolo COM (2012) 46 final

La stima della perdita di suolo per erosione idrica è realizzata, a scala nazionale e continentale, tramite l'utilizzo di vari modelli non confrontabili tra loro. Secondo le stime ottenute tramite la modellistica (Figura 9.3), la superficie interessata dal fenomeno nell'UE-27 è pari a 1,3 milioni di km², il 20% dei quali subisce una perdita di suolo superiore a 10t/ha/anno. A livello nazionale circa il 30% dei suoli presenta valori

superiori a tale soglia, ma un quadro più accurato, poiché basato sui dati di maggior dettaglio disponibili a livello locale, è comunque in via di realizzazione, tramite l'armonizzazione delle informazioni regionali (Figura 9.4). Il progressivo aumento delle aree boscate a scapito di quelle agricole, confermato dai dati CLC, lascia supporre una consistente diminuzione del fenomeno nelle zone montane. Al contrario l'intensificazione della meccanizzazione nelle aree agricole collinari e la diffusione di incendi fa ipotizzare un incremento del fenomeno, collegato anche all'aumento dell'erosività delle piogge registrato negli ultimi anni, con scrosci più intensi ed eventi notevoli più ravvicinati. I dati relativi alla efficacia delle misure agroambientali, introdotte dalla nuova Politica Agricola Comune (PAC) e previste nel Piano Strategico Nazionale di Sviluppo Rurale, evidenziano una significativa riduzione dei fenomeni erosivi in seguito alla loro applicazione.

Figura 9.4: Valutazione della perdita di suolo per erosione idrica secondo il progetto SIAS (2013)

.....
 Secondo le stime, la superficie interessata dal fenomeno nell'UE-27 è pari a 1,3 milioni di km².
 A livello nazionale circa il 30% dei suoli presenta valori superiori a tale soglia.



Fonte: ISPRA, ARPAV, Regioni, Province autonome, CRA-ABP

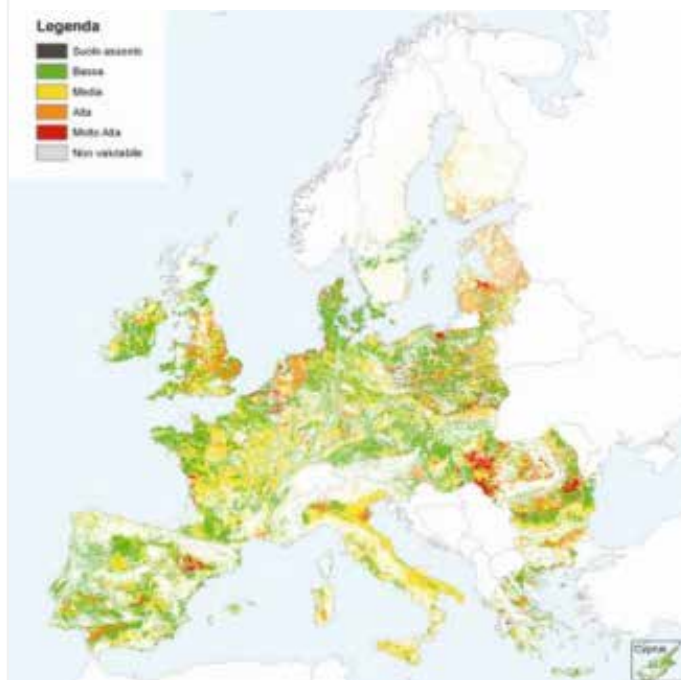
Salinizzazione

Consiste nell'accumulo, per cause naturali e antropiche, di sali nel suolo a un livello tale da compromettere l'attività vegetativa e produttiva delle colture, determinando effetti fortemente negativi per la biodiversità del suolo e per la resistenza dello stesso all'erosione. Alcune indagini conoscitive condotte in Italia evidenziano suoli particolarmente salini nella bassa Pianura Padana, in lunghi tratti del litorale tirrenico e adriatico, nella fascia costiera della Puglia, della Basilicata e della Sardegna oltre che in ampi tratti della Sicilia.

Compattazione dei suoli

L'utilizzo di macchinari pesanti, in particolare in suoli umidi, determina la compressione delle particelle del suolo con riduzione degli spazi esistenti tra le particelle stesse. Di norma si accompagna a cambiamenti significativi nelle proprietà strutturali e nel comportamento del suolo, quali il suo regime termico e idrico, l'equilibrio e le caratteristiche delle fasi liquide e gassose che lo compongono. Oltre a quella superficiale, frequente è la formazione di uno strato compatto alla profondità di lavorazione (suola d'aratura). Il risultato è, oltre a una diminuzione della resa, la drastica riduzione dell'infiltrazione delle acque con conseguente aumento del ruscellamento superficiale (*runoff*). Esistono pochi dati quantitativi sul fenomeno e limitate rappresentazioni cartografiche, l'unica cartografia disponibile a scala nazionale è quella estratta dall'elaborato europeo del JRC, relativa alla suscettibilità naturale dei suoli alla compattazione, che però non fornisce informazioni sulla reale intensità del fenomeno (Figura 9.5).

Figura 9.5: Suscettibilità naturale dei suoli europei alla compattazione



.....
La compattazione è generalmente ritenuta, a livello continentale, un'importante concausa dei grandi eventi alluvionali. Gli studi sul territorio italiano sono però ancora molto scarsi.

Fonte: JRC -IES

Impermeabilizzazione/consumo di suolo

Il consumo di suolo è associato alla condizione di perdita della risorsa suolo, inteso come superficie occupata e sottratta a diversa originaria vocazione, prevalentemente agricola o naturale. Il termine si riferisce a un incremento della copertura artificiale di terreno (edifici, capannoni, strade, ferrovie, aree estrattive, discariche, cantieri, cortili, piazzali e altre aree pavimentate o in terra battuta, serre e altre coperture permanenti, aeroporti e porti, aree e campi sportivi impermeabili, pannelli fotovoltaici e tutte le altre aree impermeabilizzate non necessariamente urbane) legato alle dinamiche insediative, un processo che include la costruzione di insediamenti sparsi in zone rurali, l'espansione delle città attorno a un nucleo urbano (compreso lo *sprawl* urbano), e la densificazione o la conversione di terreno entro un'area urbana.

ISPRA, in collaborazione con il Sistema agenziale, ha sviluppato un sistema di monitoraggio puntuale integrato con il servizio Copernicus ad alta risoluzione sull'impermeabilizzazione del suolo (*Imperviousness degree* 2009), che rappresenta la più significativa collezione di dati a livello nazionale, ricostruendo l'andamento del consumo di suolo dal secondo dopoguerra al 2012. Attualmente il consumo di suolo si è attestato su una media di oltre 8 m² al secondo a livello nazionale (Tabella 9.2).

Tabella 9.2: Stima del consumo di suolo in Italia

.....
 Quasi 22.000 km² di suoli sono stati definitivamente persi per lo sviluppo urbano. Ogni secondo ne vengono consumati 8 m².

Periodo	Consumo di suolo
	m ² /s
1956-1989	7
1989-1996	7
1996-1998	8
1998-2006	8
2006-2009	9
2009-2012	8
Fonte: ISPRA	
Nota:	
I valori in tabella sono stati ricalcolati sulla base dell'aumento dei punti campionari e dell'acquisizione di nuove immagini. Risultano pertanto più accurati rispetto a quelli pubblicati in precedenza.	

L'analisi della serie storica nazionale evidenzia la continuità del processo con il passaggio dal 2,9% di suolo complessivamente consumato negli anni '50, al 7,3% nel 2012, con un incremento di oltre 4 punti percentuali (Tabella 9.3) corrispondenti al passaggio da 178 m² di suolo perso *pro-capite* degli anni '50 ai 369 m² *pro-capite* del 2012. In termini assoluti, in Italia sono oggi irreversibilmente persi quasi 22.000 chilometri quadrati. I valori percentuali più elevati di suolo consumato si registrano nel Settentrione e, in particolare, nel Nord-Ovest. Tuttavia, mentre in queste regioni si assiste a un leggero rallentamento della crescita, il Nord-Est mantiene un tasso di consumo di suolo elevato. In generale le aree maggiormente interessate dal fenomeno sono le coste, le pianure e le fasce pedemontane come quella lombardo-veneta. Desta preoccupazione, in particolare, l'intensa urbanizzazione dei litorali che, quasi senza soluzione di continuità, ricopre la fascia costiera dell'Adriatico, ma anche del Tirreno, dello Ionio e delle isole.

Tabella 9.3: Stima della percentuale di suolo nazionale consumato

Anno	Suolo consumato
	%
Anni '50	2,9
1989	5,4
1996	5,9
1998	6,1
2006	6,8
2009	7,0
2012	7,3
Fonte: ISPRA	
Nota:	
I valori in tabella sono stati ricalcolati sulla base dell'aumento dei punti campionari e dell'acquisizione di nuove immagini. Risultano pertanto più accurati rispetto a quelli pubblicati in precedenza.	

Perdita di biodiversità edafica

Legata ai fenomeni precedentemente descritti è poi la progressiva perdita di biodiversità dei suoli. Il suolo è un ambiente molto complesso, *habitat* per un elevatissimo numero di organismi, concentrati in prevalenza nei primi centimetri dalla superficie. Nell'intricata matrice tridimensionale del suolo, tali organismi interagiscono tra loro in una fittissima rete alimentare, dando vita a un complesso sistema di attività biologiche. Essi contribuiscono attivamente a numerosi servizi critici per l'ecosistema come: la formazione del suolo e la capacità di trattenere acqua ed elementi nutritivi; la decomposizione della sostanza organica e di conseguenza la disponibilità degli elementi contenuti; la fissazione dell'azoto e il sequestro di carbonio; la soppressione o l'induzione di parassiti e malattie delle piante; la bonifica, tramite processi biologici (*bioremediation*) dei suoli contaminati e degradati (per mezzo della detossificazione dei contaminanti e il restauro delle proprietà e dei processi fisici, chimici e biologici). Nonostante la loro importanza, solamente una piccolissima percentuale degli organismi che popolano il suolo è stata finora identificata e classificata e, anche delle specie più note, mancano ancora molte informazioni di base (tassonomia, *status*, distribuzione, dinamica).

.....
Gli organismi che popolano il suolo svolgono un insostituibile ruolo ambientale e sono la base dell'esistenza della vita sulla terra, ma solo una piccolissima percentuale delle specie è conosciuta.
.....

Desertificazione

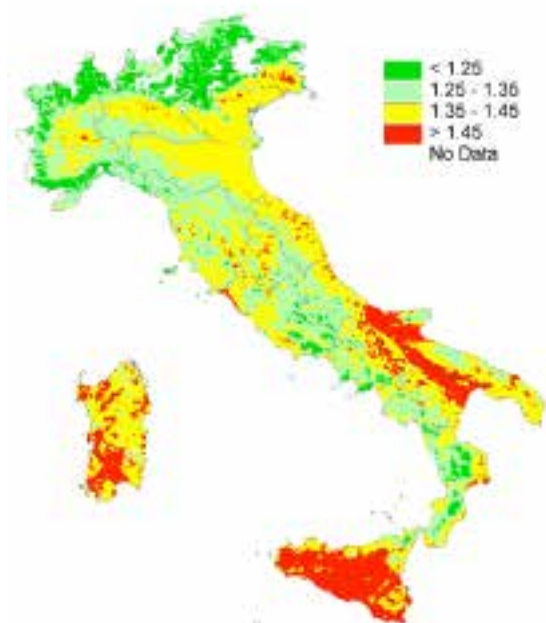
Rappresenta lo stadio finale dei processi di degrado del suolo a cui è spesso erroneamente associato, nell'immaginario collettivo, il processo di espansione dei deserti sabbiosi (definito più propriamente "desertizzazione") in atto in varie parti del pianeta, dall'Africa alla Cina. Per **desertificazione** si intende, invece, "il degrado delle terre nelle aree aride, semiaride e subumide secche, attribuibili a varie cause, tra le quali variazioni climatiche e attività umane"⁵. Tale fenomeno rappresenta, secondo il *Millenium Ecosystem Assessment (MA)*⁶ Il declino dei "servizi ecosistemici"⁷ specialmente per i servizi legati all'agricoltura di sussistenza che minano direttamente le condizioni di vita delle comunità maggiormente vulnerabili. La mancanza di una metodologia comune, adottata sia a livello globale sia locale, rende difficile la valutazione dell'intensità e dell'estensione del fenomeno e non permette comparazioni tra le cartografie finora realizzate. Tra le metodologie maggiormente utilizzate c'è il modello ESA (*Environmentally Sensitive Areas*) che definisce un indice di qualità ambientale variabile tra 1 e 2 attraverso la combinazione di quattro componenti (indice di qualità del suolo, del clima, della vegetazione e di gestione del territorio). Secondo le più recenti elaborazioni condotte a scale nazionale (Figura 9.6), si stima che il 10% del territorio nazionale è molto vulnerabile ($ESAI > 1,5$), il 49,2% ha una vulnerabilità media ($1,3 < ESAI < 1,5$) e il 26% una vulnerabilità bassa o non è vulnerabile ($ESAI < 1,3$).

⁵ UNCCD - *United Nations Convention to Combat Desertification*, Art. 1a (1994)

⁶ Millennium Ecosystem Assessment, 2005. *Ecosystems and Human Well-being: Desertification Synthesis*. World Resources Institute, Washington, DC

⁷ Benefici multipli forniti dagli ecosistemi al genere umano. Si possono distinguere in quattro grandi categorie: supporto alla vita (es. formazione del suolo), approvvigionamento (es. cibo, risorse idriche, medicinali), regolazione (es. regolazione del clima), culturali (es. culturali e religiosi, estetici e ricreativi, educativi)

Figura 9.6: Carta dell'indice ESA (*Environmentally Sensitive Areas*) (2008 su dati 2000)



Fonte: CRA-CMA, CNLSD, MATTM

Le aree maggiormente vulnerabili (ESAI >1,5) sono in Sicilia (42,9% della superficie regionale), Molise (24,4%), Puglia (15,4%), Basilicata (24,2%) e Sardegna (19,1%). Sei regioni (Toscana, Umbria, Marche, Abruzzo, Campania e Calabria) presentano una percentuale di territorio molto vulnerabile compresa fra il 5% e il 15%, mentre in tutte le altre le aree vulnerabili sono al di sotto del 5%.

Georisorse

Serie problematiche ambientali possono poi essere determinate, anche quando regolamentate, dalle attività estrattive di prima e seconda categoria (miniere e cave) e dall'attività di estrazione di risorse energetiche (gas, olio, vapore) che rappresentano un importante settore dell'economia nazionale e per la trattazione delle quali si rimanda al focus di approfondimento.

Geositi

Suolo e sottosuolo oltre a espletare funzioni fondamentali per l'esistenza dell'umanità (dalla fertilità alle georisorse) rappresentano anche un patrimonio culturale di inestimabile valore le cui manifestazioni più rappresentative necessitano di conservazione e tutela. Tali siti (geositi e pedositi) rappresentano i punti chiave per la comprensione della evoluzione geologica e sono spesso caratterizzati da eccezionale

rilevanza per gli aspetti paesaggistici e di grande richiamo culturale, didattico e ricreativo, tanto da poter rappresentare, in alcuni casi, occasioni di sviluppo locale, in una prospettiva di sviluppo sostenibile, ad esempio attraverso la promozione del geoturismo. Le informazioni relative ai geositi italiani raccolte nell'inventario, sono gestite dal geodatabase "Geositi" dell'ISPRA che, attualmente, contiene i dati relativi a più di 3.100 geositi ma la qualità del dato varia da regione a regione e il contenuto è in continua revisione.

Cartografia geologica

Un'attenta e corretta politica ambientale e territoriale, mirata anche alla prevenzione degli eventi calamitosi, non può prescindere da un'accurata individuazione e da un'approfondita comprensione dei fenomeni a scala nazionale. Base fondamentale è la conoscenza dell'assetto geologico del territorio tramite la realizzazione di una cartografia geologica e geotematica ufficiale (e dell'associato database) a una scala che, consentendo una migliore definizione delle realtà territoriali più vulnerabili dal punto di vista della pericolosità geologica, la renda strumento efficace per una corretta pianificazione territoriale e un'adeguata politica d'intervento e di gestione del territorio. Attualmente il territorio nazionale è coperto dalla Carta Geologica ufficiale alla scala 1:100.000, completata nel 1970. Della nuova cartografia geologica alla scala 1:50.000 (Progetto CARG), più consona agli studi applicativi, è stata finanziata, tra il 1987 e il 2004, la realizzazione di 277 fogli, ricoprenti meno della metà del territorio nazionale. Di questi 270 risultano conclusi; 139 di questi sono stati stampati, 58 sono in fase di stampa, 47 in allestimento per la stampa e per 26 sono stati terminati i rilevamenti.

.....
La cartografia geologica a scala 1:50.000 copre meno della metà del territorio nazionale.
.....

Le azioni volte alla tutela dei suoli

A maggio 2014⁸ la Commissione Europea ha definitivamente ritirato la *Proposal for a Soil Framework Directive (COM(2006) 232)*, adottata nel 2007 e punto di arrivo della *Soil Thematic Strategy* iniziata nel 2002, il cui iter era stato bloccato da una minoranza di Stati membri per motivazioni legate alla sussidiarietà, ai costi ritenuti eccessivi e al carico amministrativo. La Commissione ha però dichiarato di voler mantenere il proprio impegno per il perseguimento dell'obiettivo della protezione del suolo valutando le opzioni sulle migliori modalità per raggiungerlo. In attesa di una sua eventuale riproposizione, con forma e contenuti diversi, viene così a mancare l'unica proposta legislativa europea specificatamente mirata alla tutela del suolo. La formulazione della *Soil Thematic Strategy* ha avuto comunque il grande merito di portare all'attenzione le funzioni e le problematiche del suolo e la sua indissolubile relazione con le altre matrici ambientali, alimentando e influenzando anche altre politiche settoriali quali quelle agricole.

.....
La Proposta di Direttiva quadro (COM(2006) 232), sulla protezione del suolo è stata definitivamente ritirata dalla Commissione Europea
.....

Gli aspetti relativi alla protezione dei suoli sono infatti ormai parte integrante della Politica Agricola Comune (PAC). Di particolare interesse per la tutela del suolo è il principio riguardante la "condizionalità", secondo il quale l'erogazione del premio agli agricoltori che beneficiano di pagamenti diretti è legato all'osservanza di una serie di requisiti obbligatori in materia di corretta gestione agronomica dei terreni (anche in assenza di coltivazione) ovvero: sicurezza alimentare, rispetto dell'ambiente, sicurezza degli operatori, salute e benessere degli animali. Il sostegno

.....
La "condizionalità" subordina il sostegno comunitario all'obbligo di garantire una corretta gestione dei suoli
.....

⁸ OJC153 of 21 May 2014 e *corrigendum* OJC 163 of 28 May 2014

alle aziende agricole è quindi subordinato al rispetto dei Criteri di Gestione Obbligatoria (CGO, derivanti da legislazioni vigenti) e al mantenimento della terra in Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali (BCAA). Le norme BCAA sono stabilite a livello nazionale e regionale, per garantire i quattro obiettivi prioritari fissati dall'Unione Europea:

- proteggere il suolo dall'erosione;
- mantenere il livello di sostanza organica del suolo;
- proteggere la struttura del suolo;
- mantenere un livello minimo dell'ecosistema e conservare gli *habitat*.

Anche nella PAC 2014-2020 la misura "Pagamenti agro-climatico-ambientali" continuerà a incoraggiare gli agricoltori a fornire alla società dei "beni pubblici ambientali", attraverso pratiche di mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, di miglioramento dell'ambiente e del paesaggio, di conservazione delle risorse naturali, di difesa del suolo e di tutela della biodiversità. Il forte legame tra agricoltura e tutela del suolo è ribadito nel Settimo programma di Azione Ambientale⁹, che definisce un quadro generale per le politiche europee in materia ambientale da seguire fino al 2020. Esso pone tra gli obiettivi prioritari la protezione, conservazione e miglioramento del capitale naturale dell'Unione compreso il capitale rappresentato dal suolo. Ribadisce la necessità espressa in altri documenti¹⁰, di arrivare ad un consumo netto di suolo pari a zero entro il 2050 ed invita gli stati membri a dotarsi di un quadro giuridico vincolante, a intensificare gli sforzi per bonificare i siti contaminati, ridurre l'erosione dei suoli e incrementare la sostanza organica nei suoli favorendo la gestione sostenibile delle attività agrosilvocolturali che rappresentano il 78% degli usi del suolo nell'UE.

.....
La legislazione nazionale sulla difesa del suolo è incentrata sulla protezione del territorio dal dissesto geologico-idraulico
.....

A livello nazionale la legislazione vigente relativa alla cosiddetta "difesa del suolo" (D.Lgs. 152/06) è incentrata, più che sulla conservazione della risorsa, sulla protezione del territorio dai fenomeni di dissesto geologico-idraulico.

Fa eccezione l'aspetto riguardante la protezione del suolo e delle acque dall'inquinamento, caratterizzato da varie norme che prevedono, tra l'altro, il coinvolgimento di diversi comparti istituzionali. Il recupero dei siti contaminati, tramite processi di bonifica, è regolamentato in Italia, prima dal DM 471/99, poi dal D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V) e il relativo decreto correttivo D.Lgs. 4/08. Per quanto concerne i Siti di Interesse Nazionale (SIN), a più di dieci anni dall'emanazione della prima norma, la percentuale di aree svincolate e/o bonificate è ancora esigua e lo stato di avanzamento delle attività di bonifica è piuttosto disomogeneo sul territorio nazionale. Il DM 471/99 ed D.Lgs. 152/06, prevedevano che le regioni si dotassero di un sistema di raccolta e aggiornamento dei dati sui siti inquinati attraverso la creazione delle "Anagrafi regionali dei siti da bonificare" e adottassero i relativi piani di bonifica. Tuttavia, lo stato di realizzazione delle anagrafi è in ritardo rispetto ai tempi previsti e quelle predisposte presentano forti disomogeneità legate al diverso criterio utilizzato per identificare i siti contaminati.

.....
Il D.Lgs. 152/06 regola il processo di bonifica dei siti contaminati, introduce il concetto di analisi di rischio e ribadisce l'istituzione delle Anagrafi regionali dei siti da bonificare.
.....

a qualità dei fanghi di depurazione in funzione del loro possibile utilizzo agricolo e dei suoli come loro recettori è definita dalla Direttiva 86/278/CEE, recepita dal Decreto Legislativo 27 gennaio 1992, n.99.

Il DM MiPAF 19/04/99 "Codice di buona pratica agricola" indirizza verso un corretto uso dei fertilizzanti al fine di evitare eccessi di elementi nutritivi, mentre il D.Lgs. 152/06, parte Terza "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche", fornisce indicazioni sugli interventi di mitigazione dell'inquinamento idrico da nitrati e stabilisce, l'individuazione regionale delle Zone Vulnerabili ai Nitrati (ZVN) e da prodotti fitosanitari. Tali zone sono

⁹ <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?pubRef=-//EP//TEXT+TA+20131024+ITEMS+DOC+XML+V0//IT&language=IT#top>

¹⁰ COM(2011) 571; SWD (2012) 101

state individuate, in tempi diversi, in tutto il territorio nazionale con l'esclusione di Valle d'Aosta, Trento e Bolzano che non presentano tale problematica.

Per quanto riguarda le azioni di mitigazione del rischio di desertificazione, nel 1994 l'Italia ha firmato la Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione diventando così paese membro della UNCCD con il duplice ruolo di paese "donatore" e paese "affetto" compreso nell'Annesso IV della convenzione che include i paesi del Mediterraneo settentrionale.

La crescente consapevolezza anche a livello nazionale dell'importanza ambientale dei suoli, della necessità di contrastarne il progressivo degrado, assicurando il ripristino delle funzioni ecosistemiche che esso garantisce, ha ultimamente portato a numerose proposte sulla gestione e la salvaguardia dei suoli italiani. Attualmente ci sono diversi disegni di legge che mirano a contrastare il consumo di suolo, difendendo la destinazione d'uso dei terreni agricoli e incentivando il riuso e la rigenerazione di aree già urbanizzate. In particolare il 13 dicembre 2013, è stato approvato dal Consiglio dei Ministri un disegno di legge sul "Contenimento del consumo del suolo e riuso del suolo edificato" in cui sono parzialmente considerati gli indirizzi e i principi espressi in tema di consumo di suolo a livello comunitario. Alcune regioni hanno emanato leggi dirette a migliorare la qualità dell'ambiente urbano e hanno ritenuto indispensabile inserire il controllo dell'impermeabilizzazione e la riduzione del consumo di suolo tra i parametri che devono guidare l'espansione e la trasformazione del tessuto urbano.

Parallelamente è stata presentata una proposta di legge finalizzata alla protezione e allo gestione sostenibile del suolo per difendere il paesaggio italiano, la sua produttività e la multifunzionalità. Tale proposta, oltre ad implementare ed aggiornare la Strategia europea per la protezione del suolo, definisce per la prima volta il suolo nel suo significato pedologico e le principali minacce cui è soggetto. Il disegno di legge istituisce un Centro Nazionale per la Protezione e la Gestione Sostenibile dei Suoli (CENPSU) con il compito di raccogliere ed elaborare a livello nazionale dati pedologici secondo linee guida condivise, con l'obiettivo di quantificare periodicamente le funzioni ed i servizi ecosistemici dei suoli italiani.

Il suolo da risorsa a minaccia: proteggere il territorio per difendersi dal suolo

Tra i fenomeni che possono precludere la funzionalità dei suoli rientrano anche i movimenti gravitativi di massa lungo i versanti (frane s.l.) che rappresentano uno dei principali, e in parte inalienabili, processi tramite i quali viene modellato l'aspetto della superficie terrestre. Ma se da una parte le frane rappresentano una diretta minaccia per il suolo poiché ne possono determinare la totale perdita, ben più importante è la minaccia che il suolo stesso rappresenta per l'ambiente antropico nel momento in cui, saturato dalle acque di infiltrazione, viene mobilitato lungo i versanti.

Tra le varie tipologie di movimento franoso particolarmente diffuse e rilevanti in termini socio-economici sono, infatti, quelle che coinvolgono quasi esclusivamente il suolo (frane superficiali s.l.) e in particolare, le cosiddette "colate rapide di fango e detriti". Circa 70.000 frane di questo tipo sono state censite sul territorio nazionale nell'ambito del progetto IFFI.

Fortemente dipendenti dalle condizioni meteo, tali movimenti si verificano in occasione di eventi pluviometrici di elevata intensità (es. Versilia 1996, Cervinara 2000, Messinese 2009, Liguria e Lunigiana 2011), generalmente concentrati in areali relativamente ristretti e spesso in prossimità delle aree costiere, a volte preceduti da un prolungato periodo piovoso (es. Sarno 1998).

Diversi studi hanno evidenziato una stretta correlazione tra l'insacco dei movimenti e le caratteristiche dei suoli, in particolare quando localizzati su versanti ripidi ($>40^\circ$). Generalmente i suoli coinvolti sono caratterizzati da elevati contenuti in carbonio organico, da una capacità di ritenzione idrica molto alta e da spiccate proprietà tixotropiche, cioè da una facile capacità di perdere coesione a seguito di una sollecitazione esterna. Queste caratteristiche (caratteristiche andiche) determinano, durante i periodi a elevata piovosità, sia un notevole appesantimento delle coperture pedologiche sia la capacità di liberare repentinamente, a seguito di sollecitazioni meccaniche, parte dell'acqua ritenuta al loro interno. In queste condizioni si genera una delicata condizione di equilibrio la cui alterazione, per fattori casuali naturali e/o antropici, può determinare la fluidificazione del suolo e l'insacco del movimento franoso. Le superfici di rottura sono solitamente localizzate tra il suolo e la roccia sottostante a minor permeabilità oppure in corrispondenza di orizzonti di discontinuità all'interno del profilo del suolo (es. livelli di pomici delle eruzioni vesuviane nei suoli campani; orizzonti compattati dovuti alle arature).

Iniziato il movimento, la massa in frana, in funzione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei suoli coinvolti, della topografia e della copertura vegetale, può fermarsi lungo il versante oppure incanalarsi negli alvei della rete idrografica minore, dove, aumentando ulteriormente il suo contenuto in acqua e inglobando per erosione di fondo e laterale ulteriore materiale, può assumere le caratteristiche di un processo torrentizio a elevato contenuto solido che trascina con sé quanto incontrato lungo il percorso.

L'elevata velocità (anche superiore a 10 m/s) fornisce a questo tipo di movimento un elevatissimo potere distruttivo e l'impatto con il fondovalle, sovente urbanizzato, può assumere proporzioni devastanti.

L'aleatorietà della loro distribuzione, la mancanza di segnali premonitori, la loro repentinità e velocità e il loro potenziale distruttivo conferiscono a questo tipo di movimenti un grado di pericolosità molto alto e, al tempo stesso, una estrema difficoltà di previsione e localizzazione.

Se la principale causa è da ricercare nelle abbondanti precipitazioni, l'analisi degli eventi accaduti ha evidenziato come il punto di insacco del movimento sia fortemente dipendente da elementi locali di origine naturale (sorgenti, discontinuità geologiche/morfologiche, tipo vegetazione ecc.) e soprattutto antropici

¹¹ Il termine Colate rapide si riferisce all'insieme dei movimenti franosi a cinematica rapida. In realtà essi assumono termini diversi a seconda del materiale coinvolto, della sua granulometria, della fluidità della massa in movimento e, secondo alcuni autori, anche in base al tipo di meccanismo che presiede all'insacco (*Earth flows, soil slips, flowslides, hyperconcentrated mudflows, debris flow, sturzstorms* ecc.). Si veda ad es. Vallario (1992), Scotto di Santolo (2002).

(tagli stradali, sentieri, sbancamenti, inadeguata regimazione delle acque, abbandono delle sistemazioni idraulico-forestali) favorevoli all'infiltrazione, areale o puntuale, delle acque meteoriche.

L'uomo ha modellato nei secoli gran parte del territorio italiano secondo le proprie esigenze, creando anche paesaggi di straordinaria bellezza, ma spesso andando a incidere su aree che per le proprie caratteristiche geologiche, pedologiche, topografiche e climatiche erano naturalmente vocate ai movimenti di versante, in particolare a quelli con velocità di innesco e movimento molto elevate, per quanto possibile contrastati, nel tempo, tramite la realizzazione di opere di regimazione delle acque e di manutenzione dei versanti.

La progressiva marginalizzazione di molte aree collinari/montane, l'abbandono o lo smantellamento delle opere di regimazione delle acque, la scarsa manutenzione delle opere viarie forestali e del territorio in generale sono tra i fattori principali che hanno agevolato e accelerato la trasformazione del suolo da risorsa a minaccia.

Nonostante il suolo sia assoluto protagonista il suo ruolo spesso non gode di adeguata considerazione, soprattutto in fase pianificatoria. Sarebbe cioè necessario che agli studi geologici e ingegneristici fossero sempre affiancati studi pedologici e vegetazionali particolarmente attenti alla definizione delle caratteristiche idrologiche del suolo, delle possibili superfici di distacco lungo il profilo, degli spessori, delle relazioni suolo-vegetazione.

In questo contesto è fondamentale l'azione di informazione/educazione della popolazione e la rivalutazione della funzione essenziale di controllo e manutenzione del territorio e delle opere di presidio, quasi sempre dimenticata e spesso fonte, diretta o indiretta, di fenomeni disastrosi.

FOCUS

Le georisorse minerarie italiane

Le attività di estrazione, in sotterraneo, a cielo aperto o mediante pozzi, di risorse minerarie allo stato solido (rocce e minerali), liquido (petrolio) e gassoso (gas naturale, vapore) rappresentano un importante e imprescindibile settore dell'economia nazionale. Tali attività però, anche quando regolamentate, risultano particolarmente invasive e possono determinare serie problematiche ambientali. Oltre agli impatti temporanei (rumore, polveri, inquinamento, etc.), le pratiche d'estrazione possono produrre profonde e definitive modifiche del paesaggio, perdita irreparabile di suolo, fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee e una serie di questioni relative alla destinazione d'uso delle aree dismesse.

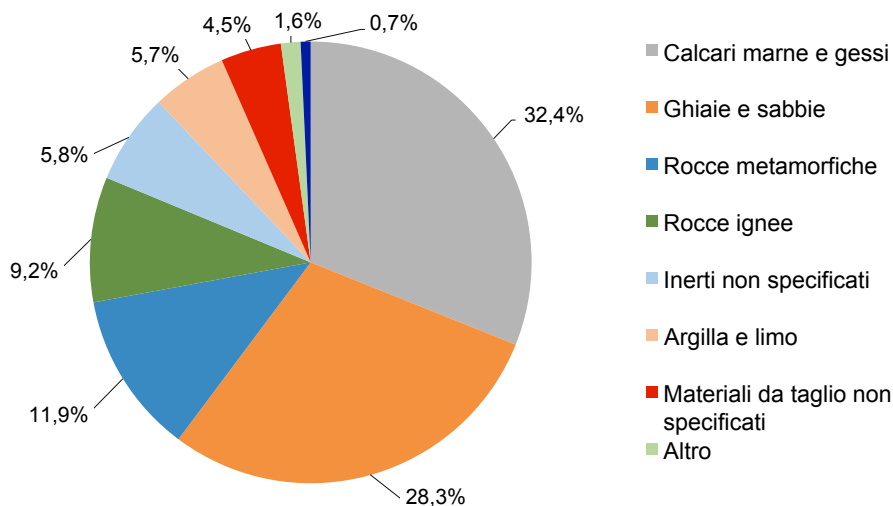
La normativa nazionale di riferimento per le attività estrattive è ancora il R.D. 29 luglio 1927, n. 1443 "Norme di carattere legislativo per disciplinare la ricerca e la coltivazione nelle miniere del Regno", che regola la ricerca e la coltivazione di sostanze minerali e delle energie del sottosuolo, industrialmente utilizzabili e che inoltre definisce all'art. 2, sulla base della tipologia di materiale e indipendentemente dalla modalità di estrazione (sotterranea o cielo aperto), le sostanze minerali di prima categoria (miniere) e quelle di seconda categoria (cave). Per queste attività i dati disponibili delineano un quadro abbastanza realistico ma ancora con alcune confuse zone d'ombra. Per cercare di chiarirle fornendo un quadro omogeneo della reale situazione estrattiva nazionale è stato creato un apposito gruppo di lavoro ISPRA-ISTAT che condurrà una specifica indagine conoscitiva a partire dal 2015.

Le cave

Con i DPR 2/1972 e 616/1977 le competenze relative alla gestione di cave e torbiere sono state trasferite alle regioni. Sia pur in tempi diversi (tra il 1978 e il 2009) tutte le regioni hanno legiferato in materia demandando la pianificazione dell'attività estrattiva di cava alla regione stessa e/o alla provincia mediante la redazione di Piani regionali (o provinciali) dell'attività estrattiva (PRAE o PPAE). Tali piani, ancora non approvati/adottati in diverse regioni, oltre a censire le cave in esercizio o dismesse, contengono prescrizioni circa l'individuazione e la delimitazione delle aree (ambiti territoriali interessati da vincoli, anche in forza delle leggi 1497/39, 431/85 e 221/90), le stime dei fabbisogni, le modalità di coltivazione, i tempi di escavazione. In tutte le regioni la domanda di autorizzazione alla escavazione deve contenere il piano di recupero, a carico del proponente, della cava al termine dell'attività. La frammentazione della normativa a livello regionale ha determinato una certa disomogeneità sia delle norme sia delle informazioni disponibili. Nonostante la presenza di banche dati aggiornate con continuità in quasi tutte le regioni italiane esistono, infatti, differenze di carattere semantico, geografico e amministrativo che limitano le realizzazioni di un quadro omogeneo. La terminologia adottata per classificare i materiali estratti è piuttosto eterogenea con indicazioni che talvolta risentono della categoria merceologica di riferimento (es. materiali per usi industriali, ornamentali, civili, ecc.), delle caratteristiche litotecniche e/o genetiche (materiali alluvionali, pietrisco, calcare fratturato, ecc.) o semplicemente dei nomi locali (Pietra leccese, Perlato di Bisceglie ecc.). Non sempre è possibile discernere l'area autorizzata all'escavazione da quella cavata nell'anno in corso e non sempre è possibile distinguere le cave autorizzate da quelle temporaneamente sospese o non produttive.

Nonostante queste limitazioni, la collaborazione con gli uffici regionali/provinciali delle attività estrattive ha permesso di individuare poco più di 4.800 cave attive sul territorio nazionale, di cui più del 60% è rappresentato dall'estrazione di materiali alluvionali e di rocce carbonatiche (Figura 9.8). Tale valore non tiene conto delle cave abusive e delle cosiddette cave di prestito che, generalmente, possono essere aperte in deroga alla pianificazione regionale ogni volta che si avviano lavori per nuove infrastrutture di interesse collettivo come strade, ponti, viadotti, ecc. Il totale nazionale delle cave legalmente produttive è probabilmente inferiore a quello sopra riportato proprio per la citata difficoltà, per alcune regioni, di discernere le cave autorizzate da quelle realmente in produzione nell'anno di riferimento.

Figura 9.7: Percentuale di cave attive per tipologia di materiale estratto



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle regioni, province autonome, ISTAT

Le regioni con il maggior numero di cave attive sul proprio territorio sono il Veneto e la Sicilia dove è particolarmente sviluppata l'estrazione di rocce carbonatiche (calcarei, marne e gessi), il Piemonte e la Lombardia dove l'attività estrattiva riguarda soprattutto materiale alluvionale (sabbie e ghiaie, argilla e limo), la Puglia con assoluta predominanza di estrazione di calcari e la Toscana che presenta il maggior numero di cave di rocce metamorfiche dovuto ai numerosi insediamenti estrattivi del settore apuano (Figura 9.8).

Figura 9.8: Cave in attività per regione e provincia



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati delle regioni, province autonome, ISTAT

I canoni di concessione

L'apertura di una nuova cava avviene in genere a fronte di un'autorizzazione rilasciata dal comune territorialmente competente (in alcuni casi è la regione o la provincia) con richiesta di pagamento di un canone da parte del cavatore interessato alla coltivazione. In Italia le tariffe richieste alle società di estrazione variano da regione a regione e nella maggior parte dei casi vengono differenziate in base al tipo di materiale estratto. I prezzi richiesti al m³ sono di solito molto bassi rispetto a quelli del prodotto finito, per gli inerti mediamente si paga il 3,5% del valore commerciale con situazioni differenti tra regioni, sino al caso di Basilicata e Sardegna dove l'attività di escavazione è gratuita. Anche per gli altri materiali la situazione è fortemente variegata, con canoni molto bassi perfino per materiali di pregio; tale situazione rende l'Italia il paese con i canoni di concessione tra i più bassi in Europa (nel Regno Unito il canone per scavare è pari al 20% del prezzo di vendita del materiale). Un eventuale allineamento con quelli che sono i canoni europei potrebbe incoraggiare anche in Italia il riutilizzo dei materiali provenienti dall'edilizia; il riciclaggio degli inerti in Nord Europa è quasi sempre superiore all'80% mentre in Italia non raggiunge il 10%.

La produzione di cava

La produzione totale nazionale si attesta a circa 217 milioni di tonnellate, valore con tutta probabilità molto sottostimato. Tale dato deriva, infatti, dalla sommatoria delle produzioni fornite agli enti preposti (comuni, province, regioni a seconda della Legge Regionale) dai gestori delle singole attività. Questi ultimi non sempre ottemperano all'obbligo di comunicazione dei dati relativi alla statistica mineraria e non in tutte le regioni viene svolta una capillare azione di controllo. Il grado di completezza e di attendibilità dell'informazione è pertanto variabile da regione a regione. Dai dati disponibili le regioni in cui l'attività è più intensa sono la Lombardia, il Piemonte e il Veneto, da cui proviene più del 75% della produzione nazionale di ghiaie/sabbie (circa 78 milioni di tonnellate) poi Puglia e Sicilia con grande predominanza dell'estrazione di rocce calcaree (circa 90 milioni di ton a livello nazionale).

Solo per alcune regioni è stato possibile definire un *trend* dell'attività che denota negli ultimi anni una pressoché costante diminuzione della produzione legato alla crisi del settore.

Le cave cessate

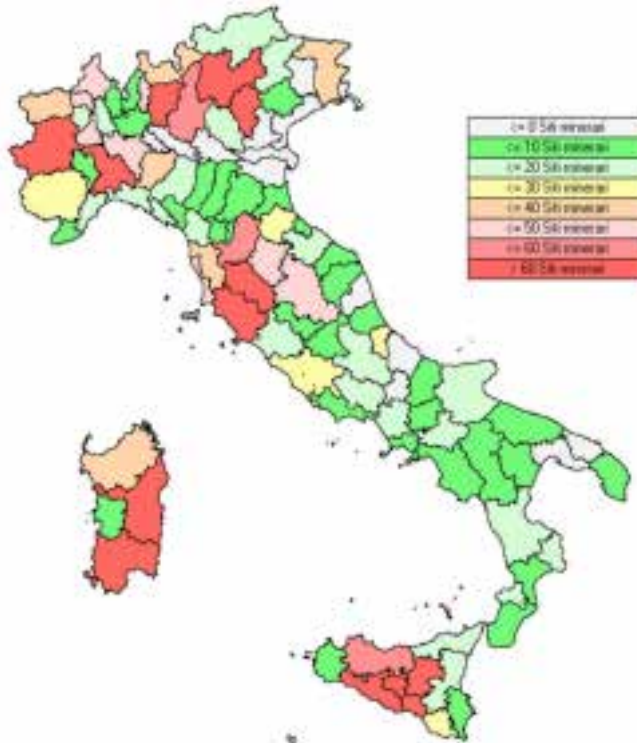
Il dato relativo alla attività cessate è da valutare con molta cautela. Anche in questo caso la qualità dell'informazione è molto variabile da regione a regione poiché alcune hanno condotto un censimento sul territorio e/o amministrativo (scadenze-rinnovi delle autorizzazioni), altre hanno a disposizione il dato solo a partire dalla entrata in vigore della specifica Legge Regionale in materia, oppure hanno fornito il dato relativo all'anno in corso. Il risultato è che, di fatto, sono poco confrontabili i dati anche di regioni limitrofe. Ad esempio, le 224 cave cessate del Piemonte sono riferite solo a quelle di monte poiché quelle di pianura sono ritenute tutte recuperate, mentre il dato della Lombardia (2.896 cave) include tutte quelle cessate/dismesse/abbandonate, indipendentemente dall'anno di chiusura e dallo stato attuale delle aree, il dato comprende quindi anche tutte la cave recuperate, rinaturalizzate o inglobate all'interno delle strutture urbane. Analogamente i dati della provincia di Trento (1.100) e della Puglia (2.531) comprendono qualsiasi attività di escavazione verificatesi prima dell'adozione della legislazione locale. Più che il dato finale di circa 15.000 cave cessate sarebbe, quindi, estremamente utile distinguere quante di queste necessitano realmente di un intervento di recupero. Un'analisi di questo tipo ha portato a individuare 75 cave da ripristinare su 392 cessate in Umbria e 550 su 1.128 nelle Marche.

Le miniere

L'estrazione di minerali solidi di prima categoria (miniere) è un'attività a elevato impatto ambientale, anche se la sua progressiva diminuzione, in particolare quella connessa con la coltivazione dei minerali metalliferi, ha sicuramente mitigato la pressione delle miniere sul territorio. L'attività mineraria è stata diffusa nel territorio nazionale, interessando tutte le regioni e 88 province su 103 (Figura 9.9). Fino alla metà del

secolo scorso il *trend* è stato in continua ascesa, tranne una piccola inversione di tendenza tra la fine degli anni '20 e l'inizio degli anni '30 (in corrispondenza all'adozione del RD 1927 che ha regolamentato l'attività mineraria in Italia), per poi decrescere. Allo stato attuale l'attività è praticamente residuale e legata sostanzialmente alla presenza di miniere di marna da cemento, di minerali ceramici (feldspati, caolino, refrattari) e a uso industriale (bentonite, terre da sbianca) (Figura 9.10), mentre l'estrazione di minerali metallici è estremamente limitata.

Figura 9.9: Distribuzione provinciale dei siti minerari presenti sul territorio nazionale a partire dal 1870

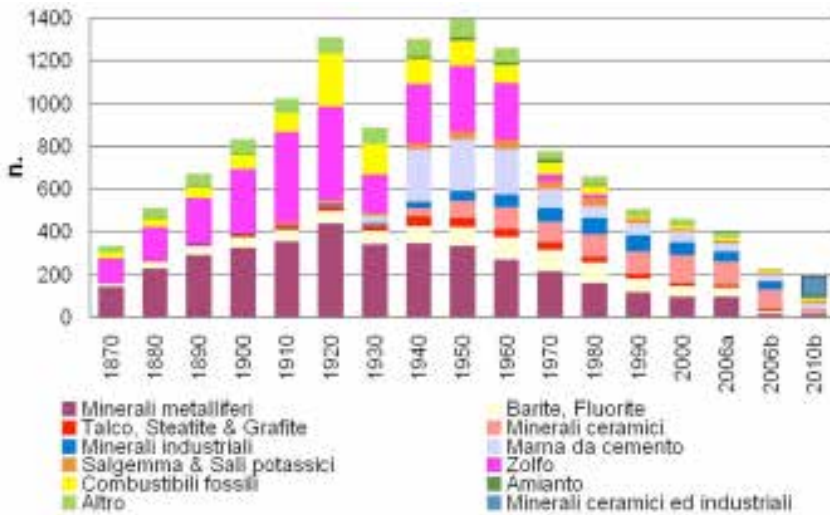


Fonte: ISPRA

Dal punto di vista del rischio ecologico-sanitario, le miniere oggi in attività sono meno impattanti rispetto a quelle di minerali metallici, i cui scarti presentano elevate concentrazioni di sostanze inquinanti. La grande diffusione in passato dell'attività ha però lasciato una pesante eredità. Rimane infatti irrisolto il problema del recupero di siti minerari abbandonati (con le relative discariche degli scarti e i bacini di laveria), non ancora oggetto di un intervento organico. La principale sorgente di inquinamento è rappresentata dai cumoli dei materiali di scarto delle lavorazioni. Il processo di degrado delle strutture di pertinenza degli insediamenti estrattivi può provocare sia crolli in sottoterraneo, con conseguenti smottamenti e subsidenze in superficie, sia crolli in superficie delle dighe dei bacini di laveria e/o dei depositi di discarica degli sterili, con conseguenti frane, alluvioni e inquinamenti delle acque superficiali. La bonifica dei siti minerari, oltre all'eliminazione dei rischi ecologico-sanitari e statico-strutturali, potrebbe portare anche al recupero di una memoria storico-sociale, particolarmente importante in certe realtà (si pensi alla Sardegna e alla Sicilia),

cui potrebbe affiancarsi anche un'attività economica turistico-museale. Il D.Lgs. 117/2008 di recepimento della Direttiva 2006/21/CE, relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive, oltre a prevedere la realizzazione da parte del gestore del Piano di Gestione dei rifiuti prodotti dalle attività estrattive in essere, richiede la realizzazione dell'Inventario delle strutture di deposito dei rifiuti di estrazione chiuse (art. 20), incluse quelle abbandonate, individuate come quelle "che hanno gravi ripercussioni negative sull'ambiente o che, a breve o medio termine, possono rappresentare una grave minaccia per la salute umana o l'ambiente" (strutture di deposito di tipo A, allegato II al DL 117/2008).

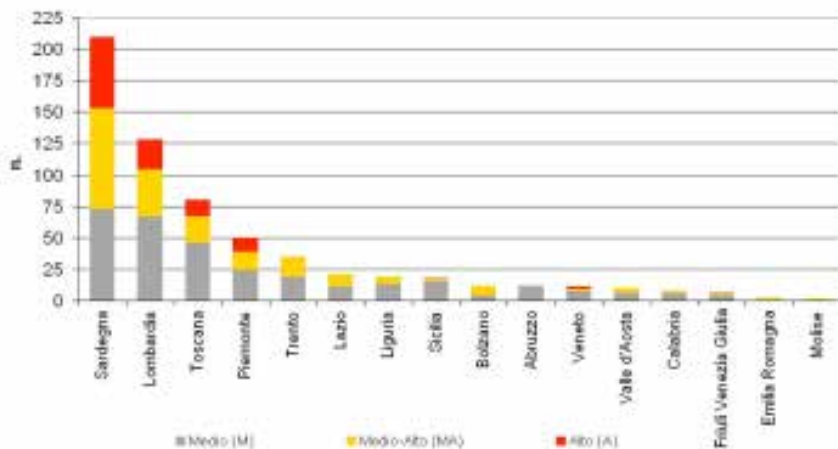
Figura 9.10: Siti minerari attivi sul territorio nazionale nel periodo 1870-2010 per tipo di minerale estratto



Fonte: ISPRA

A questo proposito, sulla base della tipologia dei minerali coltivati, dei relati scarti potenziali, dell'estensione del sito minerario, del periodo di coltivazione e del tempo trascorso dalla chiusura o abbandono, sono stati elaborati da ISPRA dei criteri di "gerarchizzazione" in 5 classi di rischio ecologico-sanitario (B = rischio basso; MB = rischio medio-basso; M = rischio medio; MA = rischio medio-alto; A = rischio alto) con cui sono stati provvisoriamente individuati i siti con potenziali ripercussioni negative sull'ambiente (Figura 9.11).

Figura 9.11: Numero di siti potenzialmente pericolosi per l'ambiente per regione e per grado di rischio ecologico-sanitario (2012)



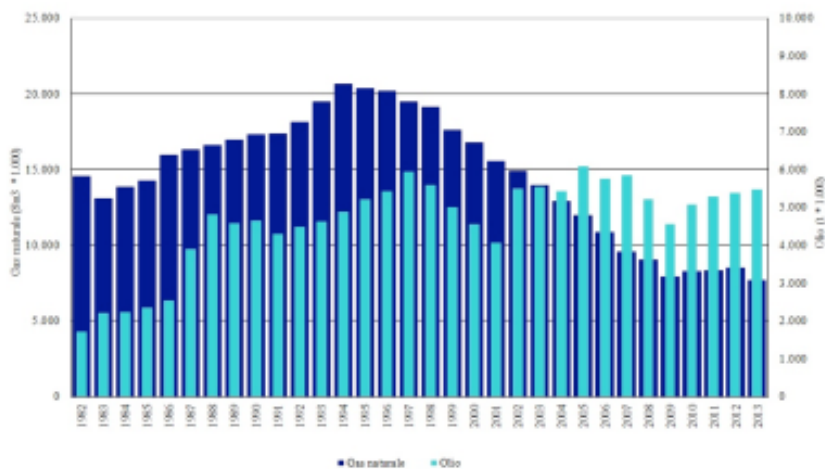
Fonte: ISPRA

Le risorse energetiche

Relativamente alle attività di estrazione di risorse energetiche (idrocarburi e fluidi geotermici), rientranti secondo la normativa vigente tra i minerali di prima categoria, i più importanti giacimenti sono localizzati in Basilicata (che produce circa il 72% del petrolio e il 17% del gas naturale nazionale), in Sicilia (13% petrolio e 5% gas) e nell'*off-shore* adriatico dove si registra la massima produzione di gas naturale (47% nella zona A, 11% nella B e 10% nella D, corrispondenti ad alto, medio e basso Adriatico).

Al 31 Gennaio 2014 risultavano vigenti, per gli idrocarburi, 201 concessioni di coltivazione (68 in mare) e 117 permessi di ricerca (22 in mare); la superficie in terraferma impegnata dai titoli citati corrisponde a circa il 14% del territorio nazionale. Le aree dei titoli sono definite, come da normativa vigente, come archi di meridiano e parallelo approssimati di 1' e risultano pertanto molto superiori a quelle realmente occupate dagli impianti di produzione, le zone non utilizzate dagli impianti restano liberamente fruibili per gli altri usi. Nella Figura 9.12 è riportata la quantità di materiale estratto dal 1982 al 2013 che mostra un leggero incremento nella produzione di olio nel 2013 in continuità con il *trend* positivo degli ultimi anni. In diminuzione la produzione di gas dopo l'inversione di tendenza dei precedenti tre anni. In terraferma sono attualmente in produzione 559 pozzi con una maggior concentrazione in Emilia-Romagna (209 di cui 205 esclusivamente a gas) e in Sicilia (133 pozzi a olio e gas). I maggiori quantitativi di olio e gas in terraferma si ottengono però dai 39 pozzi presenti in Basilicata. In area marina risultano in produzione 340 pozzi dai quali viene estratto in larga prevalenza gas naturale in particolare nella Zona A. A fine 2012 le riserve di gas recuperabili con probabilità >50% si attestavano a circa 113 miliardi di metri cubi, il 60% delle quali ubicate in aree marine con maggiore concentrazione nella Zona A (Nord Adriatico). Le riserve di olio recuperabili sono stimate in a circa 183 milioni di tonnellate concentrate in terraferma e soprattutto nell'Italia meridionale (88%), per la maggior parte in Basilicata. Per quanto riguarda gli aspetti ambientali è iniziata una collaborazione MSE/ISPRA per i controlli AIA per gli impianti a mare a testimonianza di una crescente attenzione alle problematiche ambientali.

Figura 9.12: Produzione di petrolio e gas naturale



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MSE

FOCUS

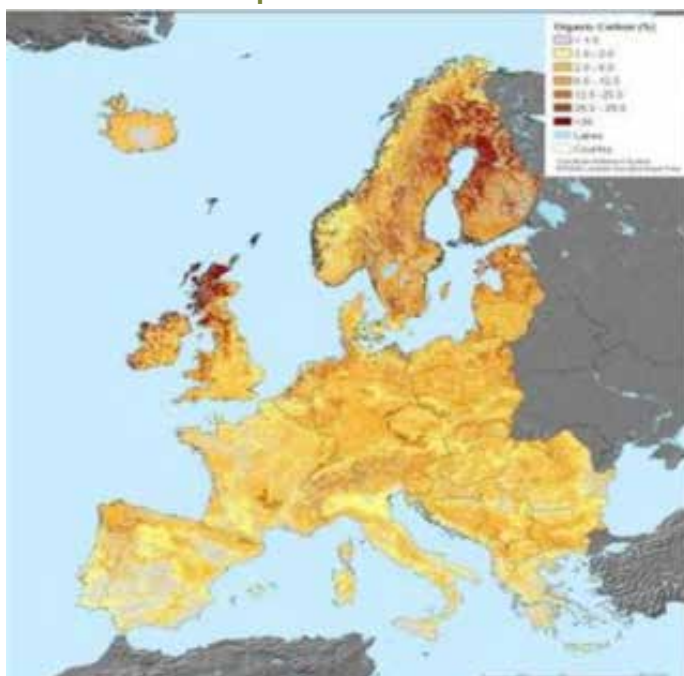
Il Carbonio Organico nei suoli italiani

Il carbonio organico (OC – *Organic Carbon*) costituisce il 50-60% della sostanza organica presente nei suoli; esso svolge un'essenziale funzione positiva su molte proprietà del suolo: favorisce l'aggregazione e la stabilità delle particelle del terreno con l'effetto di ridurre l'erosione, il compattamento, il crepacciamento e la formazione di croste superficiali; si lega in modo efficace con numerose sostanze, potenziando la fertilità del suolo e la sua capacità tampone; migliora l'attività microbica e la disponibilità per le piante di elementi nutritivi come azoto e fosforo.

Inoltre, considerando che il serbatoio di carbonio suolo-vegetazione, sebbene di entità inferiore a quello oceanico e a quello fossile, risulta il più importante e direttamente influenzabile dall'azione umana, la conoscenza della quantità di OC stoccato nei suoli rappresenta la base di partenza per definire il ruolo che può avere nel calcolo degli assorbimenti di gas serra. Si consideri, infatti, che secondo i dati JRC i suoli UE contengono oltre 70 miliardi di tonnellate di OC equivalenti a circa 50 volte le emissioni annue europee di gas a effetto serra.

La conoscenza del contenuto di OC nei suoli italiani costituisce quindi un elemento di grande rilievo per determinarne la qualità in senso sia produttivo sia ambientale. Per esempio, per quanto riguarda i suoli agrari, in relazione alla natura dei suoli e delle aree climatiche italiane, un livello di OC pari all'1,2% (equivalente al 2% circa di sostanza organica) nella maggior parte delle situazioni pedoclimatiche è in grado di garantire il mantenimento delle proprietà fondamentali del terreno, quali il rifornimento di elementi nutritivi per le piante, la formazione degli aggregati organo-minerali, la capacità di ritenzione dell'acqua e molte altre funzioni importanti per la vita dei microrganismi e delle piante.

Figura 9.13: Contenuto in percentuale di carbonio organico (OC) negli orizzonti superficiali dei suoli europei



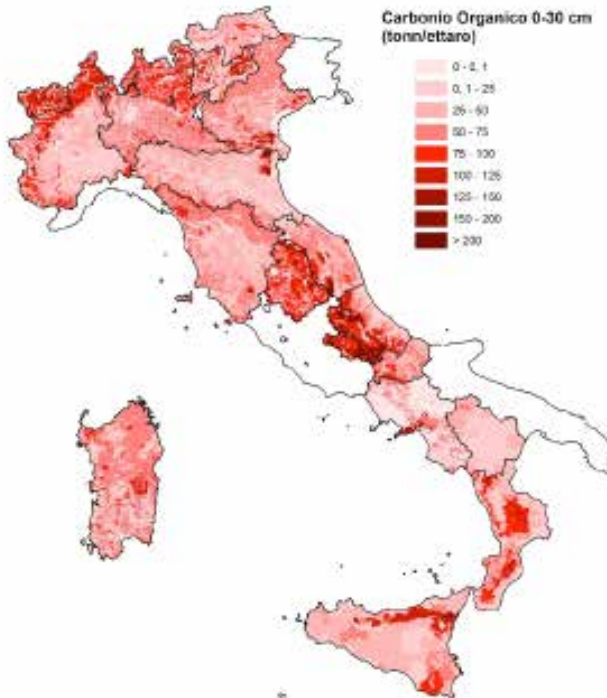
Fonte: JRC

La Figura 9.13 rappresenta la distribuzione europea della percentuale di carbonio organico nei primi 30 cm di suolo. La carta è stata elaborata dal JRC/IES utilizzando i dati dell'*European Soil Database* in combinazione con altri *database* associati relativi a clima, uso del suolo e topografia.

Per quanto riguarda i suoli italiani, buona parte di quelli di pianura e della collina coltivata presentano concentrazioni di carbonio organico comprese tra l'1% e il 2%, caratteristiche dei sistemi di coltivazione a seminativo; mentre per i suoli di collina non coltivata e montagna la concentrazione di carbonio è compresa tra il 2% e il 5% (localmente tra il 5% e il 10%). È evidente il diverso livello di equilibrio nel bilancio del carbonio tra gli ambienti centro-nord europei e quelli mediterranei, dovuto alle diverse condizioni climatiche: nei primi prevale una conservazione del carbonio nel suolo per effetto delle più basse velocità di degradazione della sostanza organica e il conseguente suo accumulo nel suolo, mentre nei secondi le trasformazioni della sostanza organica sono più veloci perché favorite dalle più elevate temperature e quindi il livello di carbonio riscontrabile nei suoli è decisamente inferiore.

La Figura 9.14 riporta, invece, la quantità di carbonio organico stoccata nei suoli italiani nei primi 30 cm, secondo i dati regionali attualmente disponibili e rielaborati nell'ambito del progetto SIAS (Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo). Tale progetto coordinato da ISPRA e ARPAV vede la partecipazione dei Servizi Pedologici Regionali, dei centri di ricerca del CRA (ABP e RPS) e la supervisione del JRC-IES. Il progetto si basa sulla revisione e armonizzazione dei dati presenti nei *database* regionali e ha l'obiettivo di realizzare una cartografia armonizzata di alcuni indicatori relativi al suolo, basandosi su di un formato comune e condiviso, in accordo con le specifiche della Direttiva INSPIRE.

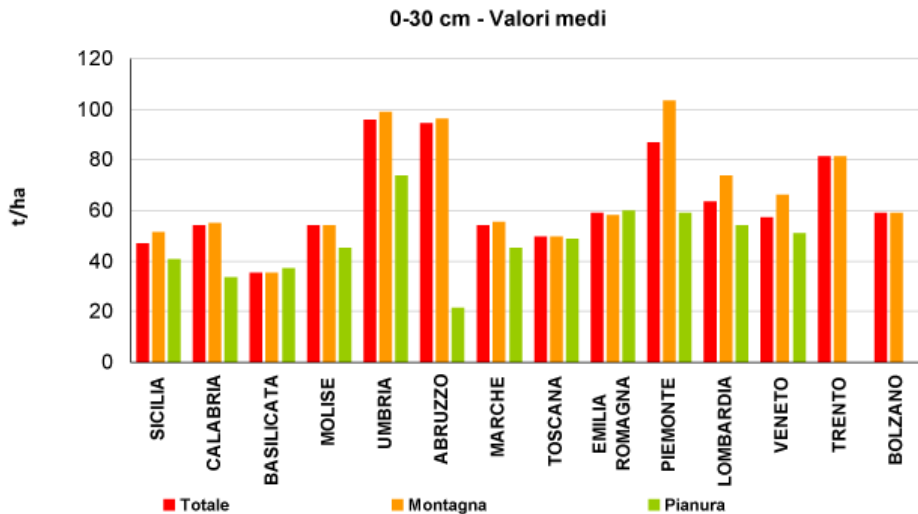
Figura 9.15: Contenuto in tonnellate per ettaro di OC negli orizzonti superficiali dei suoli italiani (2013)



Fonte: ISPRA, ARPAV, Servizi Regionali per il Suolo, CRA (Progetto SIAS)

Come si evince dalla Figura 9.15, in Italia, i suoli della pianura e della collina coltivata rientrano perlopiù nelle classi 25-50 t/ha e 50-75 t/ha, mentre i suoli delle aree collinari-montane, con prevalenza di sistemi vegetali naturali, ricadono soprattutto nelle classi 75-100 e 100-125 t/ha. Il riutilizzo dei dati esistenti ha comunque generato alcune differenze regionali che evidenziano le difficoltà nel gestire, nonostante una procedura comune, dati prodotti da enti/laboratori/persone diverse in tempi diversi. Tale situazione richiede, pertanto, una revisione ulteriore dei dati di base e, in particolare per i terreni agricoli, lo sforzo di ricondurre tutti i dati a una data comune. Lo stato attuale del progetto e la possibilità di conoscere le date di campionamento e le successive variazioni nell'uso del suolo rappresentano un buon punto di partenza per l'applicazione dei modelli della variazione di carbonio organico nei suoli sulla base degli avvicendamenti colturali. Tali elaborazioni modellistiche sono state testate o in fase di test, da parte del CRA, in alcune aree campione in diverse zone del territorio italiano. Sulla base della sperimentazione in corso sarà possibile estendere il modello all'intero territorio nazionale.

Figura 9.15: Distribuzione media del carbonio organico (0-30 cm) nelle aree di montagna e pianura



Fonte: ISPRA, ARPAV, Servizi Regionali per il Suolo, CRA (Progetto SIAS)

Un ulteriore studio sullo *stock* di OC nei suoli italiani coltivati, eseguito nell'ambito del progetto *Carboltaly* utilizzando i dati raccolti con il Progetto SIAS, ha evidenziato che la quantità di carbonio organico presente nei suoli coltivati italiani varia in modo significativo tra diverse regioni climatiche e differenti pedopaesaggi, andando dai $41,9 \pm 15,9$ t/ha dei vigneti, ai $53,1 \pm 17,3$ dei seminativi, ai $63,3 \pm 27,9$ t/ha delle risaie, con una lieve diminuzione procedendo dalle regioni più temperate a quelle mediterranee. Sulla base delle medie calcolate per ogni area omogenea e delle superfici risultate dal Censimento ISTAT 2000, il carbonio organico complessivamente stoccato nei suoli italiani ammonta a $490,0 \pm 121,7$ milioni di tonnellate. Considerando i suoli coltivati, il contenuto medio nazionale stimato è pari a $52,1 \pm 17,4$ t/ha, simile a quello riportato per altri Paesi europei (50-60 t/ha).

Glossario

Desertificazione:

Degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride, sub-umide, secche e in altre aree soggette a inquinamento chimico, salinizzazione ed esaurimento di falde idriche oltre che a condizioni di inefficienza nella gestione dei suoli, attribuibile a varie cause tra le quali le variazioni climatiche e le attività antropiche.

Desertizzazione:

Processo di espansione dei deserti sabbiosi.

Sostanza organica:

Insieme dei materiali d'origine organica, principalmente vegetale, provenienti dalla flora naturale o dalle concimazioni e accumulatosi soprattutto negli orizzonti superficiali del profilo pedologico. Dalla trasformazione di questi materiali prende origine l'*humus*.

Territorio:

Porzione della superficie terrestre le cui caratteristiche comprendono tutti gli attributi della biosfera, della geosfera e i risultati dell'attività umana presente e passata. Assume anche significato politico-amministrativo (es.: politica del territorio, pianificazione del territorio, assetto territoriale).

Runoff (Ruscellamento superficiale):

Fenomeno di scorrimento delle acque piovane sulla superficie del terreno dovuto al superamento della capacità di infiltrazione delle acque a causa della saturazione del suolo o per eccesso di portata delle piogge. Rappresenta una parte fondamentale del ciclo idrologico e il principale agente dell'erosione dei suoli.

Elementi nutritivi:

Qualsiasi elemento assorbito dalle piante ed essenziale per il loro sviluppo. I principali nutrienti sono azoto, fosforo, potassio, calcio, magnesio, zolfo, ferro, manganese, rame, boro e zinco tra quelli ottenibili dal suolo e carbonio, idrogeno e ossigeno tra quelli ottenibili dall'aria e dall'acqua.