



SUOLO E TERRITORIO



Il suolo fornisce gli elementi necessari per il sostentamento alle società umane che, di contro, lo trattano troppo spesso come un contenitore degli scarti della produzione, oppure un mezzo da sfruttare con una scarsa consapevolezza degli effetti derivanti dalla perdita delle sue funzioni.

Il quadro delle conoscenze attuali è buono per quanto riguarda l'uso del territorio,

Introduzione

Insieme con aria e acqua, il suolo è essenziale per l'esistenza delle specie viventi presenti sul pianeta ed esplica una serie di funzioni che lo pongono al centro degli equilibri ambientali. Nonostante ciò è troppo spesso percepito solo come supporto alla produzione agricola e come base fisica sulla quale sviluppare le attività umane. Esso svolge 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 la biomassa vegetale 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. Il suolo è anche, però, una risorsa fragile e praticamente non rinnovabile che, troppo spesso, è trattata come un contenitore degli scarti della produzione, oppure come un mezzo da sfruttare con una scarsa consapevolezza 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 e economicamente poco vantaggioso il ripristino.

La risorsa suolo deve essere, quindi, protetta e utilizzata nel modo idoneo, in relazione alle intrinseche proprietà, affinché possa continuare a svolgere la sua insostituibile ed efficiente funzione sul pianeta.

La situazione italiana

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* e, quindi, miranti a coniugare i fabbisogni e le esigenze della comunità (fattori socio-economici), in termini anche di sicurezza, con la gestione oculata e rispettosa del patrimonio naturale e delle risorse a esso associate (fattori ambientali). 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 informazioni sui suoli a livello nazionale possono godere oramai di una lunga storia, ma è solo a partire dagli anni '90 che numerose regioni Italiane hanno cominciato sistematicamente a raccogliere i dati sul suolo e a produrre cartografie e banche dati. Nonostante la presenza a livello locale di molti dati pedologici, sebbene non uniformemente distribuiti, tali informazioni presentano, anche a causa della carenza di coordinamento a livello centrale, un certo grado di disomogeneità che limita, in molti casi, la possibilità di giungere a sintesi nazionali organiche. Tramite progetti di armonizzazione delle informazioni regionali si sta cercando di migliorare tale situazione. Le attività progettuali in corso, e quelle che potrebbero essere realizzate, sono però limitate dalla scarsità di risorse finanziarie dedicate a un comparto ambientale sulla cui importanza esiste una scarsa consapevolezza generale. A differenza di altre matrici ambientali i dati sul suolo scontano, inoltre e con evidenza, la mancanza di una rete nazionale di monitoraggio, che permetta di fornire informazioni sulla variazioni nel tempo delle principali caratteristiche dei suoli, in linea con quanto indicato a livello europeo.

I dati seguenti vanno quindi considerati, in buona parte, come approssimazioni fatte a livello nazionale, in via di progressivo arricchimento.

Il carbonio organico (OC - *Organic Carbon*), 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, migliorando la fertilità del suolo e la sua capacità tampone; migliora l'attività microbica e la disponibilità per le

ma ancora piuttosto disomogeneo per quanto riguarda il suolo.

Il carbonio organico svolge una funzione positiva essenziale su molte proprietà del suolo.



Nei suoli agrari italiani un livello di OC pari al 2% è considerato sufficiente per il rifornimento di elementi nutritivi per le piante.

piante di elementi nutritivi come azoto e fosforo. La conoscenza del contenuto di OC nei suoli italiani costituisce quindi un elemento di grande rilievo per determinarne lo stato. Per esempio, per quanto riguarda i suoli agrari, in relazione alla natura dei suoli e delle aree climatiche italiane, un livello di OC pari al 2% può essere considerato sufficiente per garantire un'elevata efficienza del terreno rispetto al rifornimento di elementi nutritivi per le piante e a molte delle sue più importanti funzioni. 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 del contenuto di OC nei suoli italiani rappresenta la base di partenza per definire il ruolo che possono avere nel calcolo degli assorbimenti di gas serra.

La Figura 8.1a 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* per quanto riguarda il suolo, il *Global Historical Climatology Network* (GHCN) per la componente climatica, il *CORINE Land Cover* per l'uso del suolo e un coefficiente di correzione elaborato *ad hoc* per la temperatura. La cartografia continentale evidenzia le notevoli differenze, legate alle condizioni climatiche, pedologiche e di uso del suolo, nel contenuto in carbonio organico tra gli alti valori del Nord e le dotazioni mediamente scarse dell'area mediterranea. Una parziale visione (i dati relativi alle regioni mancanti sono in elaborazione) della situazione a livello nazionale è riportata in Figura 8.1b che evidenzia come i valori più bassi di contenuto in carbonio organico nei primi 30 cm del suolo siano localizzati in corrispondenza delle aree agricole di pianura e collina, dove maggiore è anche l'asportazione superficiale dei suoli per erosione, con particolare estensione nel meridione dove sussistono condizioni climatiche più aride.

In tale cartografia sono rappresentate le elaborazioni realizzate dai Servizi Regionali per il suolo e armonizzate a livello nazionale, nell'ambito del Progetto SIAS (Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo) coordinato da ISPRA, utilizzando un formato comune e condiviso e seguendo i criteri della Direttiva INSPIRE. Le elabo-

razioni, che risultano coerenti con quanto utilizzato nelle politiche regionali sul suolo, sono state riportate sulla griglia di riferimento europea 1km x 1km e sono accompagnate, per ogni cella, dall'informazione relativa al grado di affidabilità del dato.

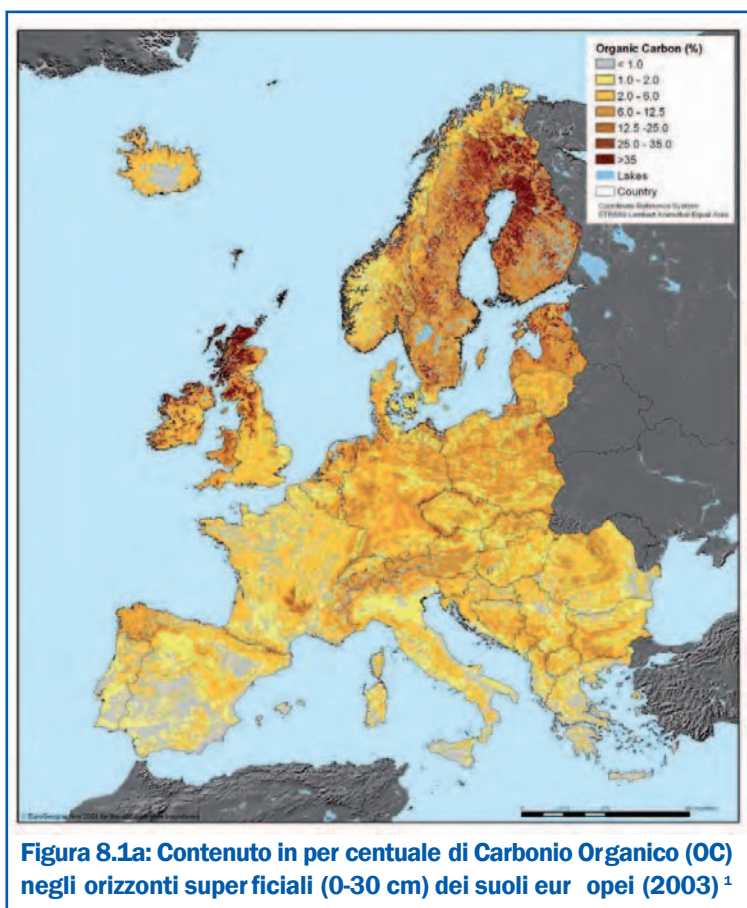
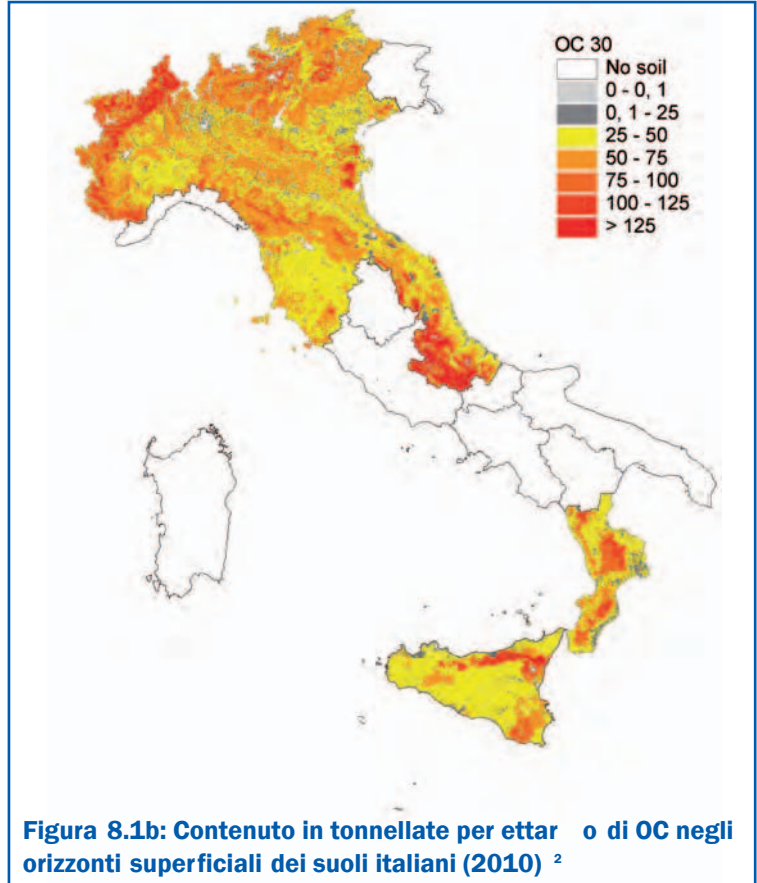


Figura 8.1a: Contenuto in per centuale di Carbonio Organico (OC) negli orizzonti superficiali (0-30 cm) dei suoli europei (2003) ¹

L'elaborazione effettuata a livello europeo mostra le notevoli differenze nel contenuto in OC tra Nord e Sud Europa, funzione delle diverse condizioni climatiche, vegetazionali, pedologiche e di uso del suolo. Una visione più articolata della situazione si può osservare nella carta derivante dai dati preliminari del progetto SIAS e ottenuta tramite l'armonizzazione, secondo un formato di scambio comune e condiviso, delle informazioni in possesso dei Servizi Regionali per il suolo.

¹ Fonte: JRC - IES



Il suolo svolge una fondamentale funzione protettiva dell'ambiente che permette di mitigare gli effetti degli inquinanti.

Il suolo svolge una fondamentale funzione protettiva dell'ambiente tramite un'azione di filtro e barriera che permette di mitigare gli effetti degli inquinanti. A proposito di quest'ultimo termine, in accordo con quanto proposto da Williamson (1973)³, si ritiene necessaria una precisazione: un contaminante è "ogni cosa che viene aggiunta all'ambiente che causa una deviazione dalla composizione geochimica

² Fonte: JRC - IES

³ Williamson S. J. (1973) - *Fundamentals of Air Pollution*. Addison-Wesley, Reading, 472 pp.



media”; l’inquinante, per essere considerato tale, deve essere un contaminante responsabile di causare effetti nocivi all’ambiente, inteso in senso lato come unione delle parti naturale e antropica. Il D.Lgs. 128/2010 definisce l’inquinamento come “l’introduzione diretta o indiretta, a seguito di attività umana, di sostanze, vibrazioni, calore o rumore o più in generale di agenti fisici o chimici, nell’aria, nell’acqua o nel suolo, che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell’ambiente, causare il deterioramento dei beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori ricreativi dell’ambiente o ad altri suoi legittimi usi”.

Quindi nel caso di introduzione, volontaria o accidentale, di sostanze pericolose nel suolo, qualora queste superino le concentrazioni ritenute potenzialmente nocive, bisognerebbe parlare di inquinamento dei suoli e non di contaminazione. I termini contaminazione del suolo, siti contaminati e bonifica dei siti contaminati, sono però entrati ormai nell’uso comune a indicare l’inquinamento e il recupero dei suoli, anche nella normativa sia nazionale (D.Lgs. 152/06) sia internazionale, e saranno pertanto utilizzati nel seguito del testo.

La contaminazione del suolo può determinare un’alterazione delle caratteristiche del suolo stesso, tale 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. Le conseguenze economiche sono legate soprattutto agli ingenti impegni finanziari necessari per la bonifica e il ripristino ambientale del suolo, ma anche alla perdita di valore delle aree contaminate, alla necessità di interventi su matrici ambientali che risentono in modo indiretto degli impatti della contaminazione sul suolo (in particolare le acque sotterranee) e al possibile rifiuto, da parte dei consumatori, di prodotti ottenuti dalla coltivazione di suoli inquinati. Secondo i dati contenuti nella Valutazione d’impatto (SEC(2006)1165) della Strategia tematica per la protezione del suolo (COM (2006) 231) condotta dai servizi della Commissione Europea, il costo annuo rappresentato dalla contaminazione del suolo è compreso in un *range* di 2,4-17,3 miliardi di euro.

La contaminazione può essere puntuale oppure diffusa. La contaminazione puntuale del suolo è localizzata in aree circoscritte, in

Le funzioni protettive, produttive ed ecologiche del suolo possono essere compromesse a seguito della sua contaminazione.



La contaminazione può essere circoscritta (puntuale) oppure interessare aree molto estese (diffusa).

I Siti contaminati di Interesse Nazionale sono 57.

Il MATTM coordina direttamente le operazioni di bonifica.

I Siti di Interesse Nazionale si concentrano nelle aree soggette a elevato impatto antropico (aree industriali attive o dismesse, aree portuali, discariche, aree estrattive, ecc.).

corrispondenza di sorgenti di contaminazione note (siti contaminati). Mentre la contaminazione diffusa dei suoli 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. Per quanto riguarda i siti contaminati, attualmente sono presenti sul territorio nazionale 57 Siti contaminati di Interesse Nazionale (SIN, Figura 8.2), definiti, tramite appositi atti normativi, sulla base delle caratteristiche del sito, della quantità e pericolosità delle sostanze inquinanti, della rilevanza del rischio sanitario ed ecologico, nonché del pregiudizio per i beni culturali e ambientali. Per tali siti, il procedimento di bonifica è sotto la responsabilità amministrativa del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare che, per l'istruttoria degli elaborati progettuali, si può avvalere anche dell'ISPRA, oltre che dell'Istituto Superiore di Sanità e delle ARPA/APPA.

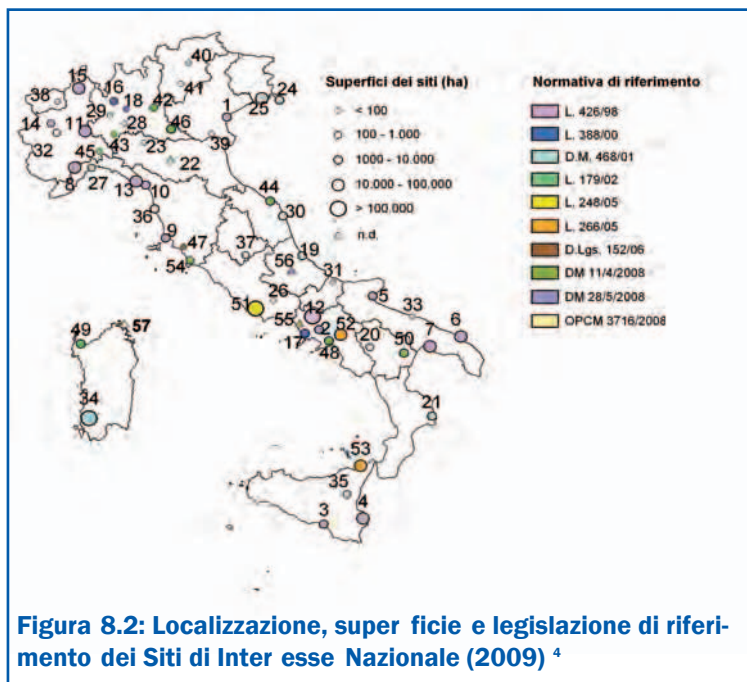


Figura 8.2: Localizzazione, super ficie e legislazione di riferimento dei Siti di Interesse Nazionale (2009) ⁴

⁴ Fonte: ISPRA



Alcuni dei Siti di Interesse Nazionale sono particolarmente estesi (ad es: Litorale Domizio Flegreo e Agro Aversano, Sulcis-Iglesiente-Guspinese) e/o caratterizzati da livelli di contaminazione storica dei terreni e delle acque di falda tali da rendere difficilmente attuabili, dal punto di vista tecnico, economico e ambientale, interventi di recupero totale in tempi medio-brevi (ad es: Porto Marghera). Per tale motivo alcuni di essi rientrano nella categoria dei così detti “megasiti”. Oltre ai SIN, esistono poi diverse migliaia di siti contaminati o potenzialmente contaminati di competenza regionale che, sulla base della normativa vigente, dovrebbero essere inseriti in apposite “Anagrafi regionali dei siti da bonificare”.

Un aspetto particolare è rappresentato dai *brownfields*, siti abbandonati, inattivi o sotto utilizzati che hanno ospitato in passato attività produttive, in genere industriali o commerciali, e per i quali il recupero è ostacolato da una situazione, reale o potenziale, di inquinamento storico. Tali siti sono spesso localizzati all’interno del territorio urbano e pertanto hanno un alto potenziale economico. In Italia, le regioni con il maggior numero di *brownfields* sono quelle del Nord, in particolare Lombardia, Piemonte e Veneto in cui, nei decenni passati, si è avuto il più intenso sviluppo industriale. Il Centro-Sud si caratterizza, invece, per la presenza di poche ma estese zone industriali, testimoni di uno sviluppo concentrato in un limitato numero di aree.

Per quanto riguarda la contaminazione diffusa manca ancora un quadro omogeneo a scala nazionale, ma problemi legati al fenomeno sono presenti in quasi tutte le regioni italiane. Concentrazioni elevate di metalli pesanti nei suoli sono presenti in vicinanza delle infrastrutture stradali (Pb), nei comprensori vinicoli (Cu) e nelle aree interessate da pratiche agricole. La contaminazione dovuta alla presenza di composti organici è riconducibile sia a pratiche agricole sia a fenomeni di trasporto da aree industriali. Per quanto riguarda l’inquinamento da nutrienti, i dati disponibili evidenziano *surplus* di azoto oltre che di fosforo praticamente in tutte le regioni italiane, con un *trend* in progressivo decremento. I valori più elevati si registrano nelle aree ad agricoltura intensiva, in particolare in alcune regioni della Pianura padana. Anche l’utilizzo agricolo dei fanghi di depurazione, sebbene abbia sicuramente dei positivi riflessi come apporto di sostanza organica parzialmente stabiliz-

Sono circa 15.000 i siti potenzialmente contaminati, di cui più di 4.000 da bonificare, di competenza regionale.

Casi di contaminazione diffusa sono presenti in quasi tutte le regioni, ma manca un quadro nazionale omogeneo.



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

zata e di macroelementi nutritivi presenti principalmente in forma organica e dunque a lenta cessione, può generare problematiche di inquinamento dei suoli. I fanghi contengono, infatti, metalli pesanti che possono accumularsi nel suolo, anche se alcuni di essi (come rame e zinco) sono microelementi che, in dosi modeste, sono utili al ciclo dei vegetali. Sulla base dei dati ufficiali trasmessi alla CE dal MATTM, l'utilizzo dei fanghi di depurazione in agricoltura è aumentato del 49% nel periodo 1998-2009, attestandosi a 289.620 t di sostanza secca (tss). Nel 2009, il maggior impiego si è verificato in Lombardia (38%), Puglia (32%) ed Emilia-Romagna (18%) che assieme costituiscono l'88% del totale nazionale. Secondo i dati ministeriali l'apporto di sostanze inquinanti appare limitato e non supera mai, nel periodo 1998-2009, i valori limite imposti dalla legislazione nazionale ed europea.

Notevole rilevanza ambientale ed economica riveste anche il fenomeno dell'erosione idrica del suolo, cioè l'asportazione della sua parte superficiale, maggiormente ricca in sostanza organica, per mezzo 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*) e 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*) e si traducono in alluvioni, danni alle infrastrutture, inquinamento delle acque superficiali dato dal trasporto di inquinanti a mezzo delle acque di scorrimento superficiale (*run-off*), ecc. La limitazione di tali danni in molti casi richiede interventi correttivi, soprattutto nei territori agricoli di pregio, economicamente molto rilevanti o, comunque, quando il "tasso di erosione tollerabile" (fattore T) supera il valore consentito. Il tasso di erosione tollerabile è il tasso di erosione, espresso in tonnellate per ettaro per anno, che tuttavia consente di mantenere un livello produttivo e protettivo nei confronti dei suoli. Esso deve essere, quindi, generalmente inferiore alla velocità di formazione del suolo (pedogenesi). La valutazione della perdita di suolo viene effettuata tramite modelli sia empirici (es. USLE – *Universal Soil Loss Equation*) sia fisicamente basati (es. PESERA – *Pan European Soil Erosion Risk Assessment*). L'elaborazione in Figura 8.3a è stata realizzata, a livello continentale, utilizzando il modello PESERA. Tale prodotto è però



condizionato delle approssimazioni dei dati utilizzati e, almeno per quanto riguarda il territorio italiano, tende a sovrastimare il rischio di erosione nelle aree agricole pianeggianti, sottostimandolo nelle zone collinari e montuose. Un quadro più rispondente all'effettiva situazione, poiché basato sui dati disponibili a livello locale, è comunque in via di ultimazione, tramite il già citato progetto di armonizzazione delle informazioni regionali, secondo i criteri della Direttiva INSPIRE, coordinato da ISPRA con la partecipazione del CRA, del JRC-IES e delle regioni italiane (Progetto SIAS, Figura 8.3b). Anche tale elaborazione risente, però, della scarsità delle stazioni sperimentali di misura diretta del fenomeno che potrebbero validare i risultati ottenuti dai modelli e fornire, a costi contenuti, informazioni di grande rilevanza ambientale e agronomica.

Le elaborazioni effettuate rilevano per il 30% circa dei suoli italiani un rischio d'erosione superiore alla soglia di tollerabilità.

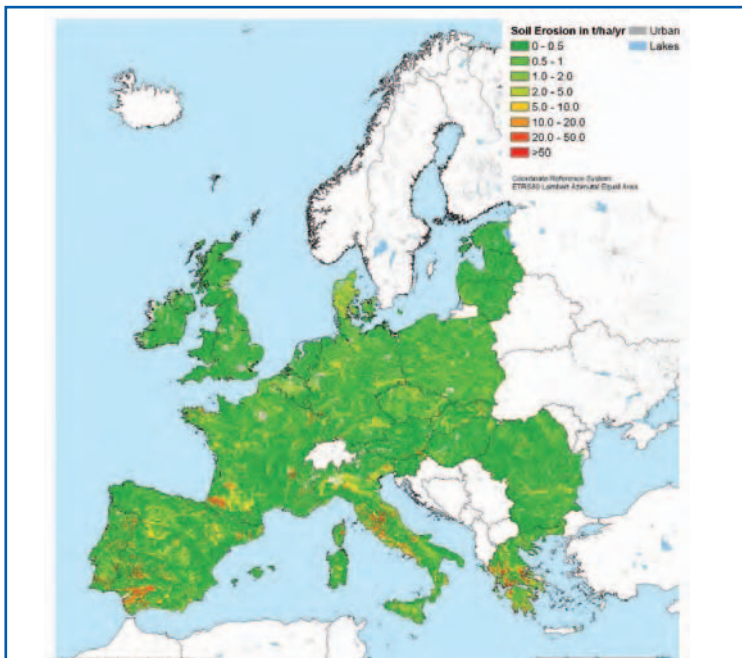


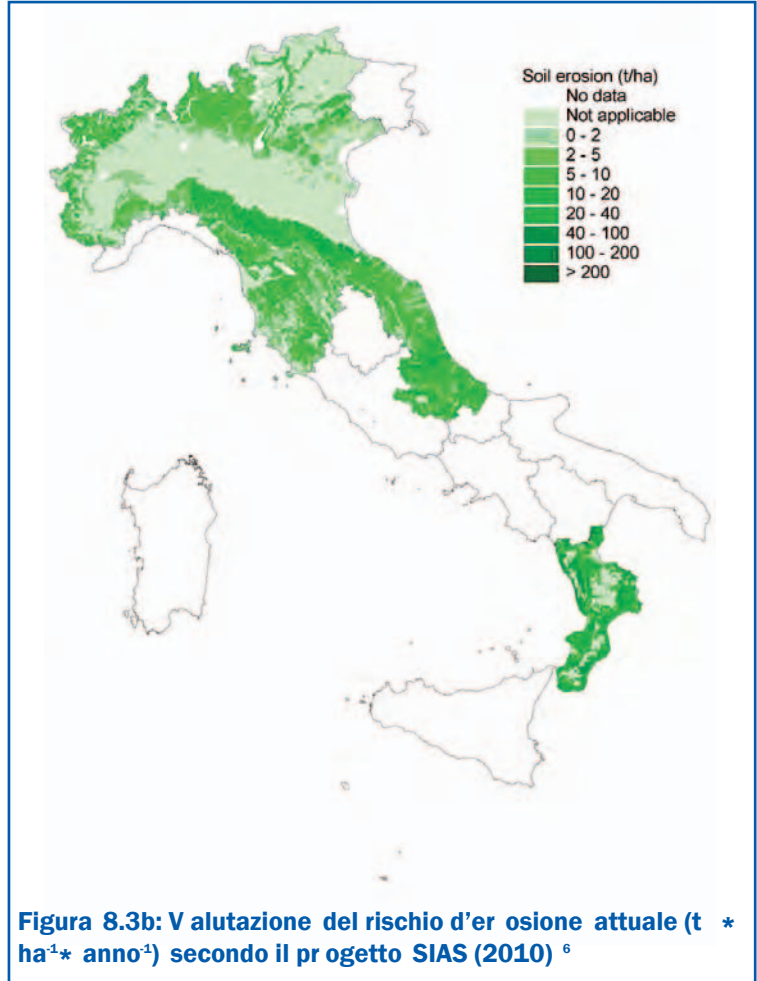
Figura 8.3a: Valutazione del rischio d'erosione idrica attuale in Europa ($t \cdot ha^{-1} \cdot anno^{-1}$) secondo il modello PESERA (2004) ⁵

La perdita di suolo per erosione idrica è generalmente valutata tramite l'utilizzo di modelli. Pur offrendo un interessante quadro generale a livello europeo, queste stime risentono delle semplificazioni effettuate nella definizione dei parametri ambientali e possono fornire, in alcuni casi, risultati anche sostanzialmente diversi dagli elaborati derivanti dai dati regionali.

⁵ Fonte: JRC - IES



Progetto SIAS:
armonizzazione dei dati
relativi all'erosione idrica
dei suoli utilizzando un
formato comune e condiviso
secondo i criteri della
Direttiva INSPIRE.



⁶ Fonte ISPRA, ARPAV e Servizi regionali per il suolo (Progetto SIAS)



Particolarmente diffuso, soprattutto nelle aree costiere, è il fenomeno della salinizzazione cioè l'accumulo, per cause naturali e antropiche, di sali nel suolo che possono giungere a un livello tale da compromettere l'attività vegetativa e produttiva delle colture e determinare effetti fortemente negativi per la biodiversità del suolo e per la resistenza dello stesso all'erosione.

Il fenomeno è considerato come uno dei principali fattori che conducono alla desertificazione e, in Europa (EU27), il JRC-IES stima che da 1 a 3 milioni di ettari siano interessati dal fenomeno.

Ancora non è disponibile una cartografia nazionale di dettaglio sull'estensione e sulle caratteristiche dei suoli salini, tuttavia un'indagine conoscitiva, effettuata dall'Università di Palermo, ha messo in evidenza come i suoli salini risultino distribuiti in prevalenza nella bassa Pianura padana, in lunghi tratti del litorale tirrenico e adriatico, nella fascia costiera della Puglia, della Basilicata e della Sardegna e, soprattutto, in Sicilia dove la problematica interessa circa il 10% del territorio regionale (Figura 8.4). Informazioni più dettagliate sono in possesso di alcune Università e dei Servizi regionali preposti alla pedologia che operano sui territori affetti dalla minaccia. In Veneto, ad esempio, il fenomeno è stato indagato in un'area distante mediamente 25 km dalla costa, scegliendo 480 profili di suolo descritti e campionati nell'ambito della cartografia pedologica regionale (Figura 8.5). I valori di conduttività elettrica, determinati in laboratorio con un rapporto acqua/terreno di 1:2, sono stati elaborati a tre diverse profondità: orizzonte superficiale (0-50 cm), orizzonte profondo (50-100 cm) e substrato (superiore a 100 cm). L'analisi dei dati ha evidenziato che la salinità, quando presente, è più alta negli orizzonti più profondi rispetto a quelli superficiali e che i valori maggiori si riscontrano nei suoli a elevato contenuto in sostanza organica (in particolare nelle aree palustri bonificate di Adige e Po)

La salinizzazione rappresenta l'accumulo di sali nel suolo in quantità tali da comprometterne le funzioni vitali.



La salinizzazione del suolo interessa buona parte delle aree costiere italiane ed è particolarmente sviluppata in Sicilia per cause sia naturali sia antropiche.



Figura 8.4: Distribuzione dei suoli salini (aree rosse) sul territorio nazionale⁷

⁷ Fonte: C. Dazzi, (2007), *La salinizzazione*. In: *Il suolo, la radice della vita*. APAT



Anche se la salinizzazione del suolo interessa diverse aree costiere italiane manca ancora un modello di calcolo condiviso del rischio di salinizzazione su scala nazionale.

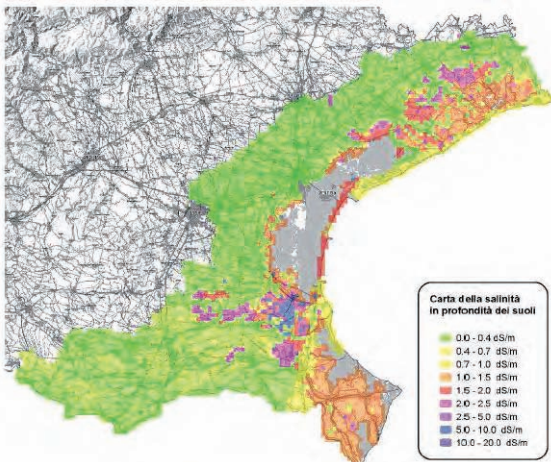
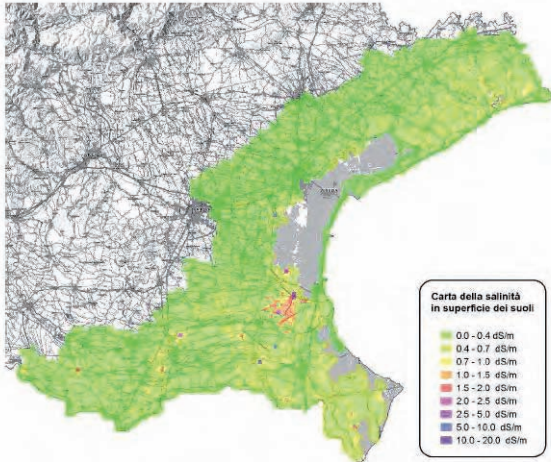


Figura 8.5: Carta della salinità dei suoli negli orizzonti superficiali (0–50 cm, in alto) e nel substrato (100–150 cm, in basso) dell’area costiera veneta ⁸

⁸ Fonte: ARPAV 2008

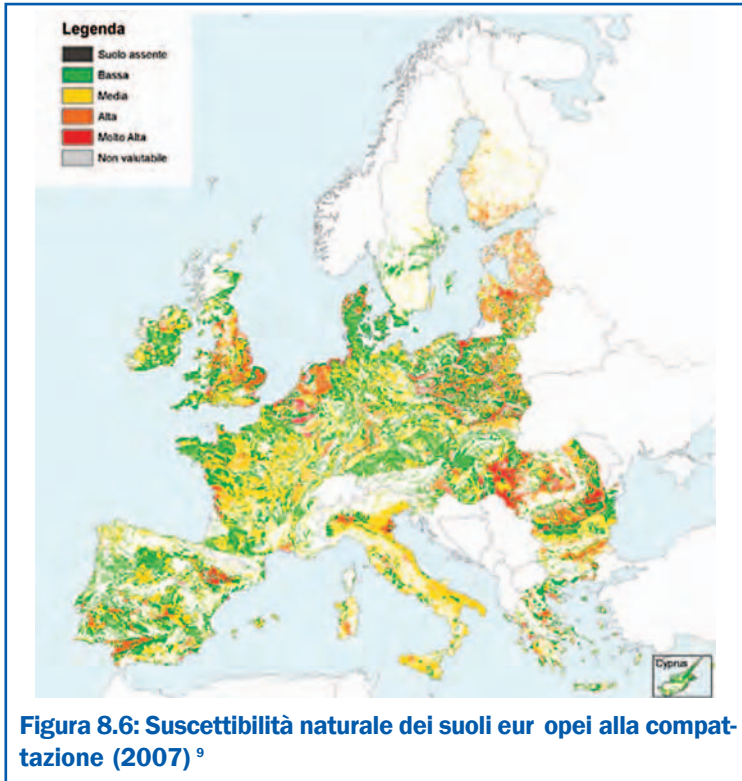


Il fenomeno della compattazione avviene a seguito della compressione delle particelle del suolo con riduzione dello spazio e della continuità dei pori.

La compattazione è ritenuta un'importante concausa dei grandi eventi alluvionali che hanno interessato diversi paesi europei negli anni passati.

Le aree interessate da agricoltura intensiva possono essere soggette all'instaurarsi di fenomeni di compattazione del suolo. La compattazione, dovuta principalmente all'utilizzo delle macchine agricole, può essere definita come la compressione delle particelle del suolo in un volume minore a seguito della 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 compattato 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*).

I frequenti ristagni nelle aree di pianura in occasione di precipitazioni intense e concentrate e le superfici di scivolamento di frane superficiali in corrispondenza di strati compattati lungo il profilo del suolo, evidenziano come il problema sia diffuso nelle aree agricole italiane sia di pianura sia collinari. Esistono però pochi dati quantitativi e limitati ad alcune aree di studio. L'unica cartografia nazionale disponibile è quella relativa alla suscettibilità naturale dei suoli alla compattazione, estraibile dall'elaborato europeo del JRC-IES, che però non fornisce informazioni sulla reale entità del fenomeno (Figura 8.6). A livello continentale, la compattazione è generalmente ritenuta un'importante concausa dei grandi eventi alluvionali nordeuropei degli scorsi anni, ma sono ancora carenti gli studi relativi alla reale incidenza del fenomeno nell'amplificazione delle piene fluviali in Italia.



Buona parte dei suoli italiani presenta una medio-alta suscettibilità alla compattazione. Sono però necessari studi più dettagliati per valutare la reale entità della problematica, in particolare nelle aree agricole di pianura e anche la sua influenza negli eventi alluvionali italiani.

Relativamente all'uso del suolo, il confronto dei dati *Corine Land Cover* 1990, 2000 e 2006 (pur con il limite dell'unità minima cartografabile pari a 25 ettari che non consente di apprezzare l'evidente sviluppo dell'urbanizzato sparso e della rete viaria minore) ha permesso di delineare un *trend* che evidenzia ulteriormente, a livello nazionale, un incremento generalizzato delle aree urbane principalmente a discapito delle aree agricole e, in minor misura, delle aree boschive e seminaturali. In Italia, così come nel resto d'Europa, la base di terre coltivate si contrae per effetto dei contrapposti processi di abbandono culturale e urbanizzazione, con una progressiva tendenza alla specializzazione culturale e alla diminuzione della

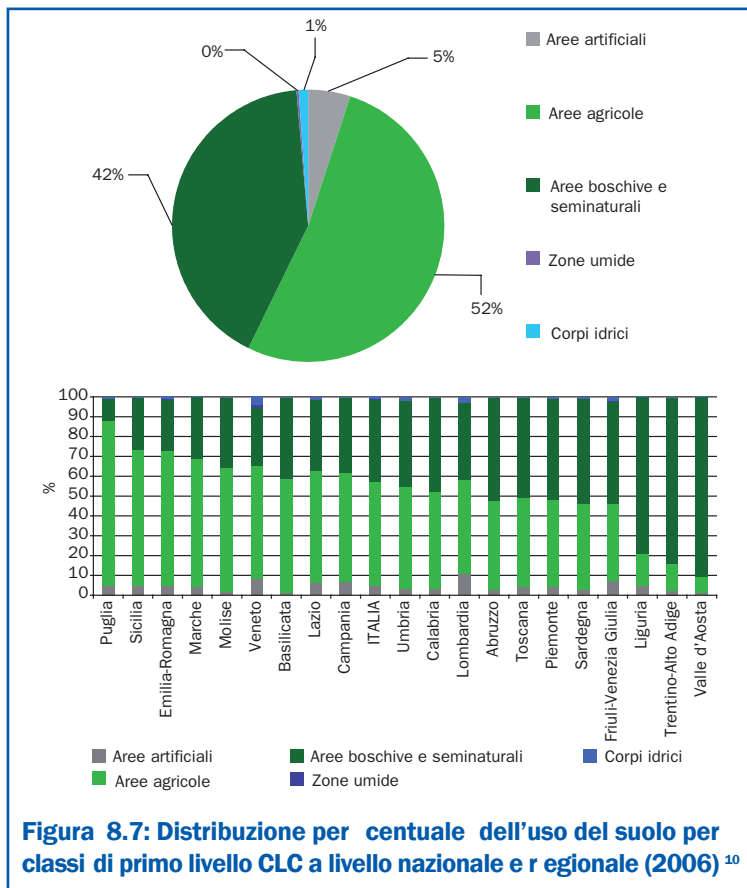
Nel periodo 1990-2000 si sono persi 143.000 ettari di aree agricole; tra il 2000 e il 2006 ulteriori 40.000 ettari.

⁹ Fonte: JRC -IES



Più della metà del territorio nazionale è rappresentato da aree agricole, ma nel periodo 1990-2006 si sono persi 183.000 ettari di tale superficie.

superficie occupata da ordinamenti tradizionali di tipo promiscuo. Nel periodo 1990-2006 si assiste, quindi, a una progressiva diminuzione della superficie destinata ad aree agricole (143.000 ettari in meno tra il 1990 e il 2000, 40.000 tra il 2000 e il 2006), con un recupero di suoli boscati o seminaturali nelle aree abbandonate che ormai non è più sufficiente a compensarne la perdita (se tra il 1990 e il 2000 nel complesso tali aree guadagnavano quasi 60.000 ettari, sono 10.000 gli ettari persi tra il 2000 e il 2006).



¹⁰ Fonte: ISPRA



Particolarmente spinto e preoccupante è il fenomeno del consumo del suolo per urbanizzazione che determina la forte compromissione di ampi territori. In tali territori i suoli, spesso a elevato valore agronomico, vengono totalmente asportati oppure impermeabilizzati perdendo molte delle loro funzioni ecologiche, alcune delle quali in modo pressoché irreversibile. La rete di monitoraggio del consumo di suolo dell'ISPRA consente di valutare l'entità del fenomeno su scala nazionale: dal secondo dopoguerra, le superfici coperte in maniera permanente con materiali impermeabili sono passate dal 2,38% al 6,34%, evidenziando un incessante consumo di suolo naturale, agricolo o forestale (100 ettari al giorno tra il 1999 e il 2006).

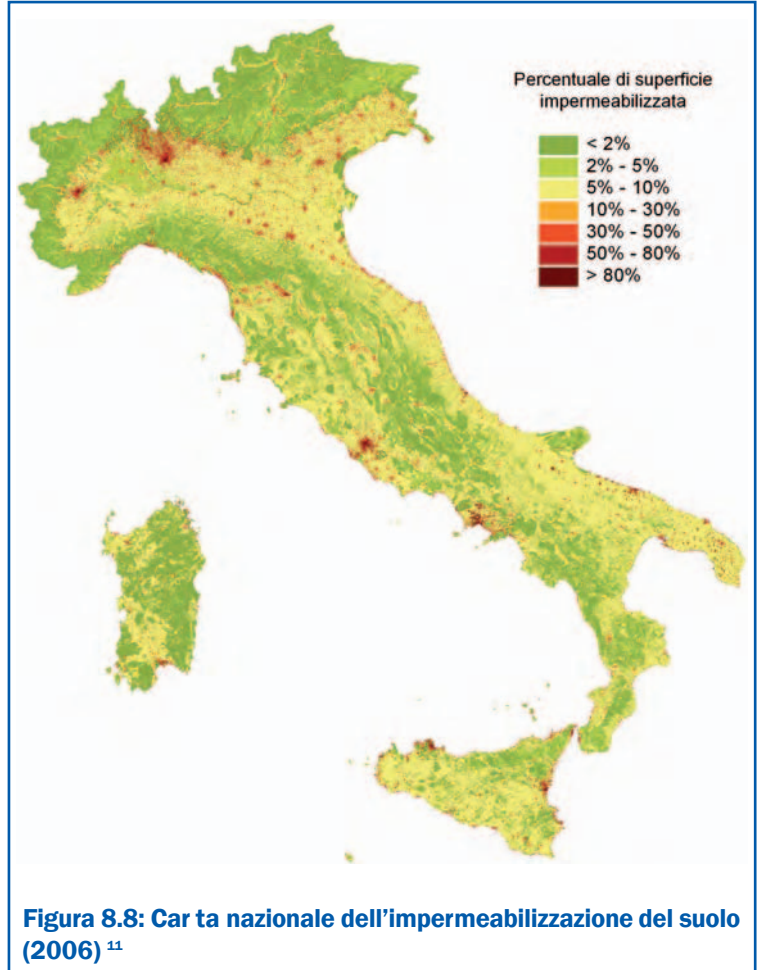
Il fenomeno dell'impermeabilizzazione o sigillatura del suolo (*soil sealing*), determinato dalla copertura del territorio con materiali "impermeabili" che inibiscono parzialmente o totalmente le capacità del suolo di esplicare le proprie funzioni vitali, è concentrato principalmente nelle aree metropolitane, dove è più alta la percentuale di suolo coperta da costruzioni, e nelle aree interessate da strutture industriali, commerciali e infrastrutture di trasporto. Un effetto simile si ha anche nelle aree adibite ad agricoltura intensiva a causa della formazione di strati compattati, oppure nelle aree a forte prevalenza di colture coltivate in serra o protette con l'uso di pacciamanti plastici. L'impermeabilizzazione limita/impedisce l'infiltrazione delle acque e la funzione di ritenzione delle stesse da parte del suolo/sottosuolo, aumentando le possibilità di formazione di repentini eventi di piena. La carta nazionale dell'impermeabilizzazione del suolo (Figura 8.8), ottenuta dalla spazializzazione di osservazioni puntuali e dai dati *Corine Land Cover*, mostra come i valori più elevati si registrino in Lombardia, Puglia, Veneto e Campania con concentrazioni maggiori in corrispondenza delle aree urbane e lungo i principali assi stradali. Il fenomeno assume proporzioni preoccupanti nelle grandi aree di pianura dove agli effetti indotti dall'urbanizzazione devono essere sommati anche quelli derivanti dall'agricoltura intensiva, come già illustrato.

Dal secondo dopoguerra, le superfici coperte in maniera permanente con materiali impermeabili sono passate dal 2,38% al 6,34%.

L'impermeabilizzazione del suolo impedisce l'infiltrazione delle acque meteoriche ed è concausa degli eventi alluvionali.



Le percentuali maggiori delle aree impermeabilizzate si registrano in corrispondenza delle aree urbane, lungo i principali assi stradali e lungo le coste.



Gli organismi che popolano il suolo svolgono un insostituibile ruolo ambientale, ma solo una piccolissima percentuale delle specie è conosciuta.

Legata ai fenomeni precedentemente descritti è la progressiva perdita di biodiversità dei suoli.

Il suolo è un ambiente molto complesso che funziona da *habitat* per un elevatissimo numero di organismi, concentrati in prevalenza nei primi centimetri dalla superficie. Nell'intricata matrice

¹¹ Fonte: ISPRA



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). Per le sue eterogenee caratteristiche geologiche, climatiche, morfologiche e vegetazionali l'Italia è il paese europeo con la maggiore diversità di suoli. A tale diversificazione si associa una biodiversità edafica che raggiunge, secondo i censimenti effettuati (Tabella 8.1), valori dal doppio a dieci volte quella degli altri paesi europei. Al momento, in assenza di una specifica rete di monitoraggio, non è possibile conoscere l'esatta distribuzione e quantificare l'entità dei popolamenti. Per sopperire a tale carenza, anche in relazione alle richieste provenienti dalla Comunità Europea, l'ISPRA ha creato un gruppo di lavoro dedicato alla progettazione e alla posa in opera di tale rete. In prima analisi si può comunque affermare che le aree soggette a perdita di biodiversità dei suoli in Italia corrispondono in larga parte alle aree interessate anche dalle altre minacce per il suolo precedentemente descritte, mentre recenti investigazioni hanno mostrato come all'interno delle aree protette si trovi un'elevatissima quantità di organismi edafici.

In Italia è stato censito un numero di specie di invertebrati del suolo superiore agli altri Paesi europei.



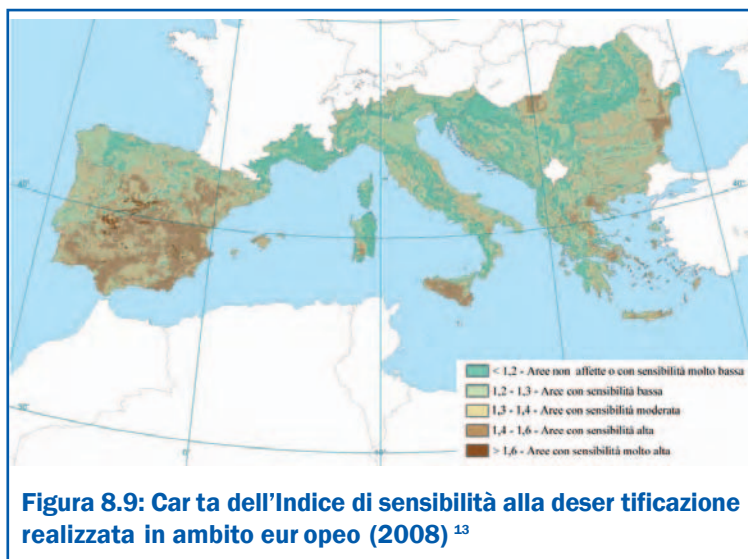
Tabella 8.1: Famiglie e specie di Ar tropodi italiani (classi più legate al suolo)¹²

Classe	Famiglie	Specie
	n.	
Arachnida	351	4.618
Symphyla	2	19
Paupoda	3	43
Chilopoda	11	155
Diplopoda	28	473
Protura	6	31
Diplura	5	76
Collembola	18	419
Insecta	623	36.853

Buona parte delle regioni meridionali è affetta da processi di desertificazione più o meno avanzati.

Lo stadio finale dei processi di degrado dei suoli è rappresentato dalla desertificazione. La desertificazione è un fenomeno globale, ma con caratteri specifici a seconda degli ecosistemi di riferimento. Nelle sue forme estreme interessa oltre 100 paesi, minacciando la sopravvivenza di più di un miliardo di persone. Il sovrasfruttamento, la gestione non sostenibile delle risorse del suolo e le condizioni climatiche interagiscono nell'accentuare la vulnerabilità ambientale alla desertificazione non solo nelle aree aride, semi aride e sub-umide secche del globo, ma anche in altre aree soggette a inquinamento chimico, salinizzazione ed esaurimento di falde idriche oltre che a condizioni di inefficienza nella gestione del suolo. Nell'area mediterranea, la cartografia prodotta dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (AEA) e dal consorzio ETC-LUSI (*European Topic Centre Land Use and Spatial Information*) (Figura 8.9) evidenzia la presenza di diverse aree ad alta/molto alta sensibilità alla desertificazione, dove è possibile raggiungere un livello di degrado tale da essere inutilizzabili per fini agricoli, forestali o pastorali.

¹² Fonte: MATTM, 2006. *Check-list della Fauna d'Italia*, a cura di F. Stoch



In Italia, anche se non presenta la drammaticità di altre aree del Pianeta, il fenomeno sta assumendo sempre più evidenza in almeno cinque regioni (Sardegna, Sicilia, Basilicata, Puglia e Calabria) e segnali negativi provengono anche da altre aree nelle regioni centro-settentrionali. La valutazione dell'intensità e dell'estensione della desertificazione rappresenta un compito difficile per la mancanza di una metodologia univoca e integrata che possa essere adottata sia a livello globale sia regionale.

L'Unità di Ricerca per la Climatologia e la Meteorologia applicate all'Agricoltura (CRA-CMA) ha recentemente pubblicato¹⁴ una cartografia nazionale sulla vulnerabilità ambientale ai fenomeni di degrado delle terre e ai processi di desertificazione. In particolare, dalla mappa nazionale dell'indice ESAI (*Environmentally Sensitive Areas Index* - Figura 8.10), ottenuta utilizzando la metodologia MEDALUS, si evince che la Sicilia, con circa il 70% della sua super-

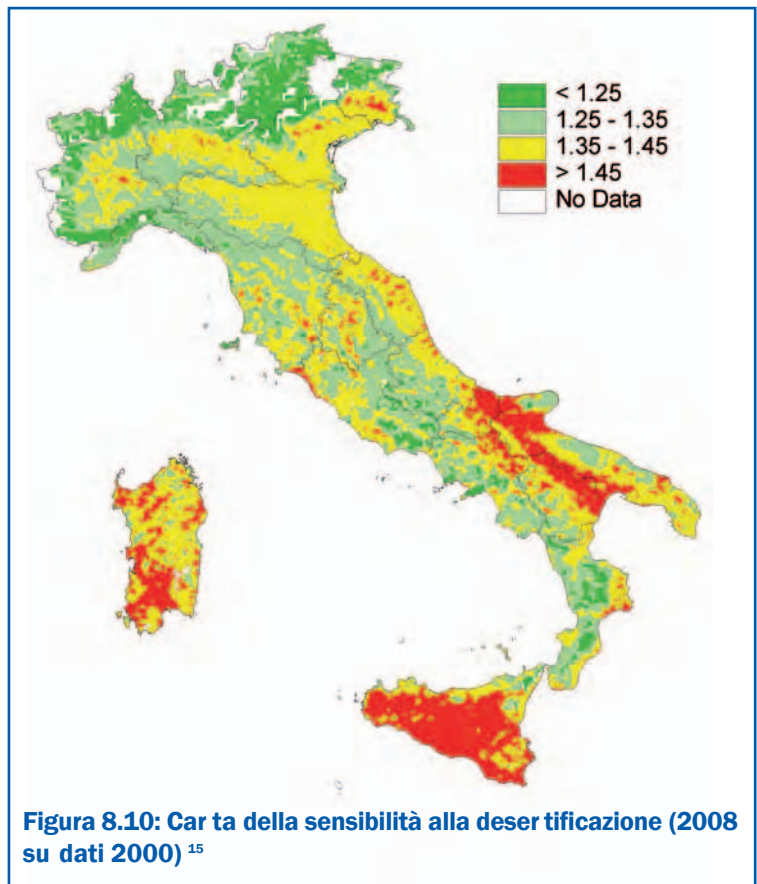
¹³ Fonte: Fondazione di Meteorologia Applicata, AEA, ETC-LUSI

¹⁴ Perini L., Salvati L., Ceccarelli T., Sorrenti S. & Zitti M., 2008 – *La desertificazione in Italia. Processi, indicatori, vulnerabilità del territorio*. CRA, CNLSD, MATTM. Bonanno editore, 191pp.



ficie regionale, presenta un grado medio-alto di vulnerabilità ambientale, seguita dal Molise (58%), Puglia (57%) e Basilicata (55%). Sei regioni mostrano una percentuale di territorio compresa fra il 30% e il 50%, per altre sette regioni (Calabria, Toscana, Friuli-Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Veneto e Piemonte) tale superficie territoriale si pone fra il 10 e il 25%, mentre in tre regioni (Liguria, Valle d'Aosta e Trentino-Alto Adige) le percentuali sono abbastanza contenute e comprese fra il 2% e il 6%.

La desertificazione sta assumendo in Sardegna, Sicilia, Basilicata, Puglia e Calabria sempre più evidenza per la presenza di aree ad alto rischio.



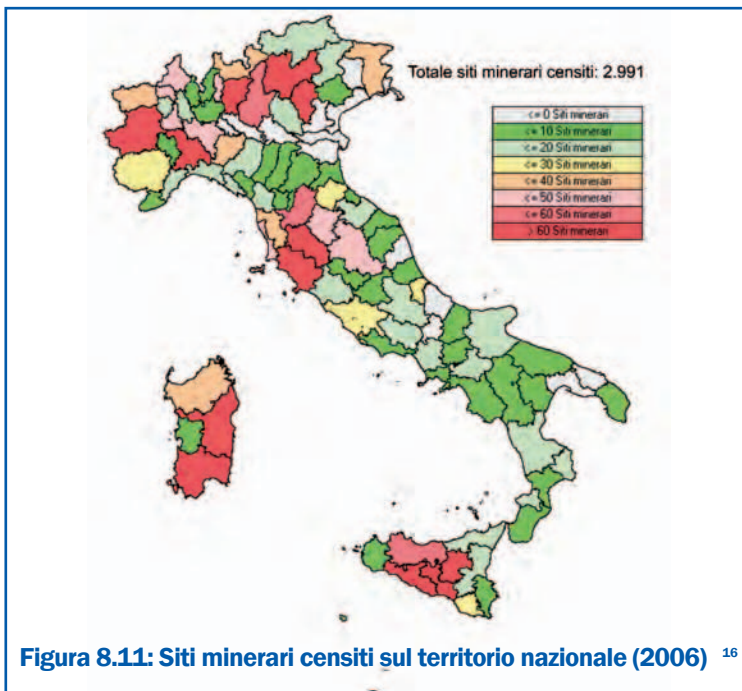
¹⁵ Fonte: CRA-CMA, CNLSD, MATTM



Pur essendo realizzate con la stessa metodologia di partenza, la sostanziale differenza fra la situazione italiana rappresentata nella Figura 8.10 e quella realizzata a scala europea è dovuta all'utilizzo di banche dati e serie storiche differenti che rendono poco confrontabili i risultati degli indici finali di vulnerabilità.

Serie problematiche ambientali sono determinate, anche quando regolamentate, dalle attività estrattive di prima e seconda categoria (miniere e cave) che rappresentano un importante settore dell'economia nazionale. Oltre agli impatti temporanei (rumore, polveri, inquinamento, ecc.) tali attività producono profonde e definitive modifiche del paesaggio, una perdita irreparabile di suolo, possibili fenomeni di inquinamento delle acque sotterranee e una serie di problematiche relative alla destinazione d'uso delle aree dismesse.

Le attività estrattive determinano impatti temporanei e modifiche permanenti del territorio.



Nel periodo 1870-2006 sono state in esercizio 2.991 miniere, con un picco nel 1950 in cui ne erano attive 1.247. Attualmente solo 194 sono realmente in esercizio.

¹⁶ Fonte: ISPRA - Censimento dei siti minerari dismessi



L'attività mineraria è molto ridimensionata rispetto al secolo scorso ma restano insolute le problematiche relative ai siti abbandonati.

Le cave attive sono diffuse su tutto il territorio nazionale; non è ancora possibile delineare il quadro dei siti dismessi o abusivi.

Nel periodo 1870-2006 sono state in esercizio 2.991 miniere che hanno interessato 88 province su 103 (Figura 8.11). La produzione mineraria ha avuto un *trend* crescente fino alla metà del secolo scorso. Attualmente, è un'attività praticamente residuale e legata sostanzialmente alla presenza di miniere di marna da cemento, di minerali ceramici e di minerali a uso industriale. La progressiva diminuzione dell'attività estrattiva, in particolare quella connessa con la coltivazione dei minerali metalliferi, i cui scarti presentano elevate concentrazioni di sostanze inquinanti, ha sicuramente mitigato la pressione delle miniere sul territorio. Tuttavia restano insoluti i problemi, ecologico-sanitari e statico-strutturali, relativi alle centinaia di siti minerari abbandonati con le relative discariche degli scarti e i bacini di laveria, che non sono stati oggetto, ad oggi, di nessun intervento organico di recupero.

Per quanto riguarda le cave, sulla base dei dati reperiti presso gli uffici regionali preposti, ne risultano in attività sul territorio nazionale circa 5.600, di cui più del 70% è rappresentato dall'estrazione di materiali alluvionali e di rocce carbonatiche. Le regioni con il maggior numero di cave sul proprio territorio sono: il Veneto, in cui è particolarmente sviluppata l'estrazione dei materiali alluvionali, la Puglia (con assoluta predominanza di estrazione di calcari), le Isole, la Toscana, che presenta il maggior numero di cave di rocce metamorfiche dovuto agli insediamenti estrattivi del settore apuano (marmi), e le province autonome di Trento e Bolzano (Figura 8.12). Allo stato attuale non è possibile delineare la situazione delle migliaia di cave dismesse o abusive che possono essere fonte di serie problematiche ambientali legate alla loro destinazione d'uso.

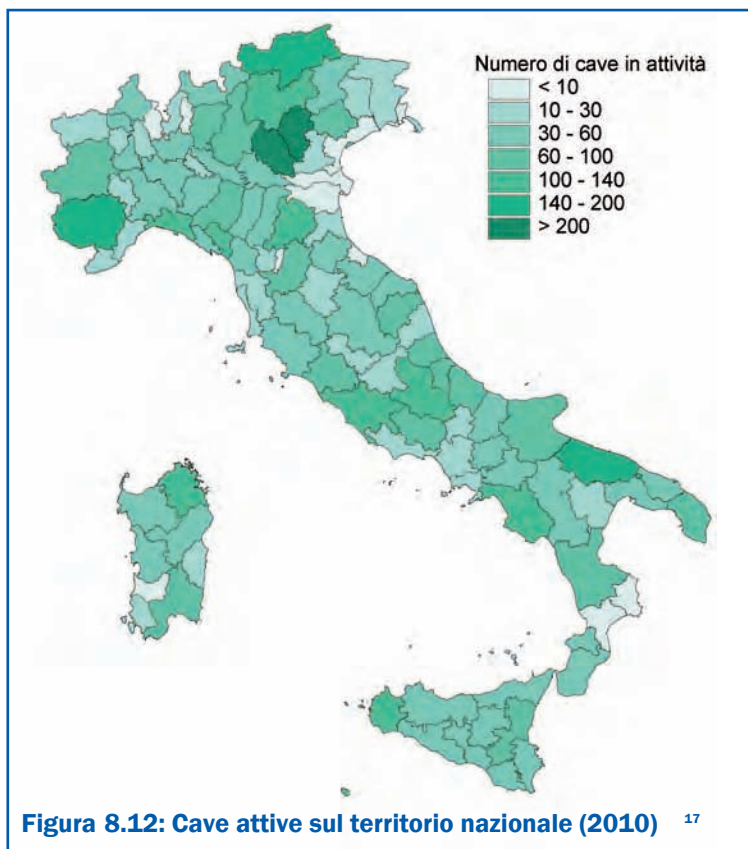


Figura 8.12: Cave attive sul territorio nazionale (2010) ¹⁷

Le regioni con il maggior numero di cave attive sono il Veneto, la Sicilia e la Puglia. Le province di Vicenza, Verona, Trento, Bolzano e Lecce presentano più di 140 cave in attività nel proprio territorio.

Importanti indicazioni relative alla costituzione del sottosuolo e sulle falde acquifere sono fornite dal *database* degli scavi, pozzi, perforazioni e rilievi geofisici effettuati per ricerche idriche di profondità superiore ai 30 metri dal piano campagna, gestito dall'ISPRA in attuazione della L 464/84. Attualmente il *database* è costituito da circa 90.000 comunicazioni inviate all'ISPRA, in gran parte informatizzate (70%). I dati evidenziano una forte incidenza dell'utilizzo delle acque a scopo irriguo (circa il 50%) con prevalente localizzazione nelle aree a bassa pendenza (0-20°).

Il database ex L 464/84 permette una migliore conoscenza dell'assetto geologico e idrogeologico del territorio.

¹⁷ Fonte: ISPRA



La maggior produzione di petrolio è dovuta alla Basilicata, mentre il gas naturale proviene principalmente dall'alto Adriatico. La produzione di vapore geotermico è sviluppata solo in Toscana.

La produzione del gas naturale è in decremento dal 1994 a causa del declino dei vecchi campi non sufficientemente rimpiazzati da nuovi ritrovamenti. A causa del progressivo esaurimento dei vecchi giacimenti nazionali è in diminuzione anche la produzione di petrolio (-13% rispetto al 2008).

Nel *database* permane una certa disomogeneità legata al diverso grado di ottemperanza alla legge anche se, a seguito della campagna d'informazione promossa dall'ISPRA, negli ultimi anni si è verificato un incremento del flusso delle comunicazioni ricevute e, quindi, una migliore significatività della distribuzione territoriale dei dati.

I più importanti giacimenti di risorse energetiche sono localizzati in Basilicata (che produce il 75% del petrolio e il 12% del gas naturale), in Sicilia (10% petrolio e 4% gas) e nell'*off-shore* adriatico dove si registra la massima produzione di gas naturale (52% nella zona A, 14% nella B e 10% nella D, corrispondenti ad alto, medio e basso Adriatico).

Le riserve recuperabili sono stimate in circa $128 \cdot 10^6$ t di petrolio e $92 \cdot 10^9$ Sm³ di gas naturale, ma la produzione è in continuo decremento (Figura 8.13).

Nonostante il grande potenziale geotermico del territorio italiano sono in sfruttamento solo due aree, entrambe localizzate nella Toscana meridionale (Larderello-Travale/Radicondoli e Monte Amiata). La produzione di energia da fonte geotermica è comunque in costante aumento. La centrale geotermoelettrica installata nel Lazio settentrionale (Latera) è stata dismessa a causa di problematiche tecniche e ambientali.

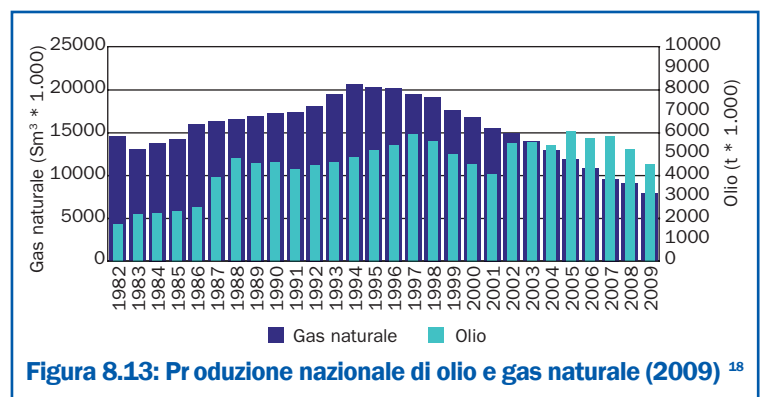


Figura 8.13: Pr oduzione nazionale di olio e gas naturale (2009) ¹⁸

¹⁸ Fonte: Elaborazione ISPRA su dati del Ministero dello sviluppo economico



Suolo e sottosuolo oltre a espletare funzioni fondamentali per l'esistenza dell'umanità (dalla fertilità alle georisorse) rappresentano anche un prioritario bene culturale.

I geositi, luoghi della geologia, sono quei beni geologico - geomorfologici di un territorio che presentano caratteri di rarità e unicità e restituiscono informazioni fondamentali per la conoscenza della Terra, di cui costituiscono il patrimonio geologico.

Forniscono, infatti, un contributo importante per la comprensione scientifica della storia geologica di una regione e rappresentano valenze di eccezionale importanza per gli aspetti paesaggistici e di richiamo culturale, didattico e ricreativi. Si tratta dunque di beni naturali non rinnovabili, veri e propri monumenti geologici da salvaguardare, tutelare e valorizzare. L'Italia, grazie alle sue peculiari caratteristiche geologiche e geomorfologiche, risulta un eccezionale contenitore di geositi e di geodiversità e, conseguentemente, di biodiversità, di cui la geodiversità rappresenta "il corrispondente abiotico"¹⁹. L'attività di censimento dei geositi, necessaria in quanto la conoscenza è alla base di qualsiasi iniziativa per la tutela del territorio, è svolta a livello nazionale dall'ISPRA che, a partire dal 2002, ha avviato il Censimento dei geositi italiani, che oggi conta più di 3.000 segnalazioni (Figura 8.14). I dati censiti sono stati raccolti e catalogati nella banca dati Geositi, con l'obiettivo di realizzare: un centro nazionale di raccolta dati e metadati sui siti di interesse geologico; un polo informativo e di coordinamento per la conoscenza, valorizzazione e conservazione del patrimonio geologico; uno strumento a disposizione della Pubblica Amministrazione per la pianificazione territoriale.

La banca dati Geositi è consultabile *online* sul sito dell'ISPRA²⁰. Qui è possibile effettuare ricerche (principalmente a carattere geografico) e accedere a una selezione delle informazioni presenti nella banca stessa.

In Italia sono stati censiti, a oggi, più di 3.000 geositi.

¹⁹ Gray, 2004 - *Geodiversity valuing and conserving abiotic nature*. John Wiley and Sons Ltd, Chichester, pp 1-434

²⁰ <http://sgi2.isprambiente.it/geositi>



I geositi censiti differiscono tra regioni anche in base allo stato di avanzamento del censimento.

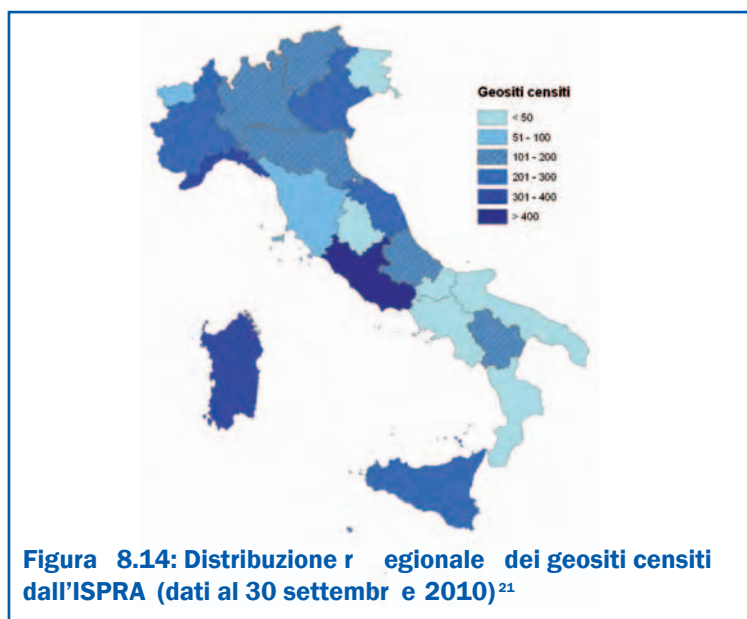


Figura 8.14: Distribuzione regionale dei geositi censiti dall'ISPRA (dati al 30 settembre 2010)²¹

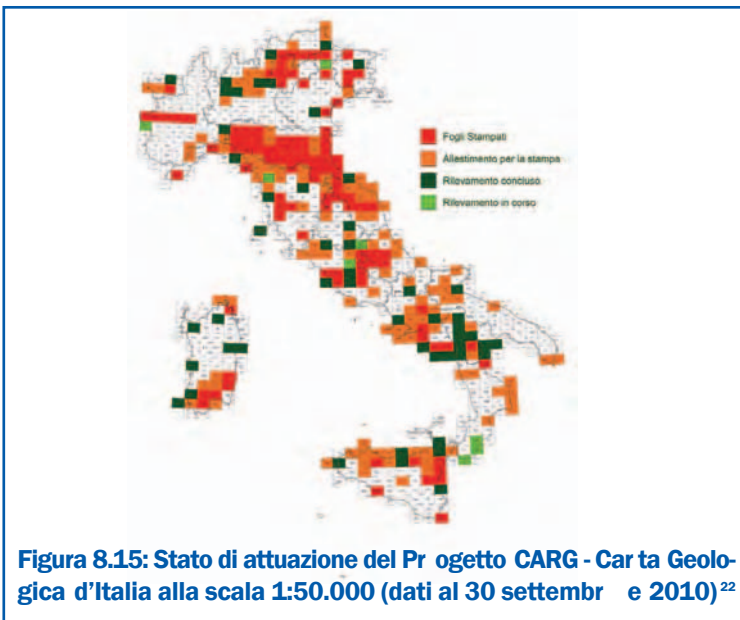
La cartografia geologica, a una scala adeguata, è una delle basi fondamentali per una corretta pianificazione territoriale.

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 *data-base*) 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. La nuova cartografia geologica alla scala 1:50.000, più consona agli studi applicativi, è realizzata dall'ISPRA in collaborazione con le regioni e le province autonome, con gli Istituti e i dipartimenti universitari e con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (Progetto CARG).

²¹ Fonte: ISPRA



Le strutture di ricerca hanno il compito di garantire il supporto scientifico, necessario per la risoluzione delle problematiche da affrontare al fine di garantire la qualità di un foglio geologico, anche attraverso la realizzazione di nuove metodologie. Il Progetto, caratterizzato dall'utilizzo di normative tecniche nazionali redatte appositamente dall'ISPRA con la collaborazione di esperti e dalla realizzazione di una banca dati geologici, ha prodotto numerosi dati utili per la gestione e la pianificazione territoriale e per la produzione di carte di dettaglio a scopo applicativo. Il quadro normativo e finanziario predisposto tra il 1988 e il 2004 ha assicurato le risorse necessarie per consentire la produzione di 255 fogli geologici, 14 carte tematiche, 6 fogli di geologia della piattaforma continentale adriatica alla scala 1:250.000, 1 carta morfobatimetrica del bacino del Tirreno, parte del transetto CROP (CROsta Profonda) e l'aggiornamento del catalogo delle formazioni geologiche. Lo stato di attuazione del Progetto CARG è indicato nella Figura 8.15



²² Fonte: ISPRA



Le attività coinvolte nella contaminazione puntuale sono: le industrie di raffinazione di prodotti petroliferi, le industrie chimiche, metallurgiche, alcune attività di gestione dei rifiuti e la presenza di manufatti in amianto.

Le principali cause della degradazione del suolo

Le varie problematiche legate alla degradazione fisica e biologica, che interessano sicuramente i suoli di gran parte delle aree antropizzate (es. erosione, compattazione, perdita di sostanza organica, ecc.), derivano principalmente dalla grande trasformazione subita dal territorio italiano nel secolo scorso, quando lo sviluppo economico è entrato in conflitto con le funzioni ecologiche del suolo.

La disordinata espansione dei centri urbani, lo sviluppo industriale, il proliferare delle infrastrutture, l'estrazione delle materie prime e la modernizzazione dell'agricoltura, incentrata sulla ricerca della massima produttività, hanno esercitato una notevole, e a volte inevitabile, pressione sul suolo. Una buona parte del territorio è stata così sacrificata, spesso in modo sconsiderato, alle esigenze di sviluppo della società, ma siamo ormai in una fase in cui non è più possibile procrastinare la salvaguardia della risorsa tramite l'adozione di politiche di gestione sostenibile del territorio e del suolo.

Un chiaro esempio è rappresentato dalla presenza di siti contaminati, problematica comune a tutti i paesi industrializzati che trae origine dalla presenza di attività antropiche (industrie, miniere, discariche, ecc.) che possono determinare fenomeni di contaminazione locale del suolo, per sversamenti, perdite da impianti/serbatoi, non corretta gestione dei rifiuti, ecc. In Italia le attività principalmente coinvolte in fenomeni di contaminazione puntuale sono le industrie legate alla raffinazione di prodotti petroliferi, l'industria chimica, metallurgica ed estrattiva e alcune attività di gestione dei rifiuti, cui si aggiunge la presenza di manufatti in amianto, soprattutto quelli in cattive condizioni di conservazione.

La contaminazione diffusa può invece essere legata alle deposizioni atmosferiche e all'agricoltura intensiva, oppure ad attività antropiche diffuse sul territorio e/o prolungate nel tempo tali da rendere difficile l'individuazione di una sorgente univoca (Figura 8.16).

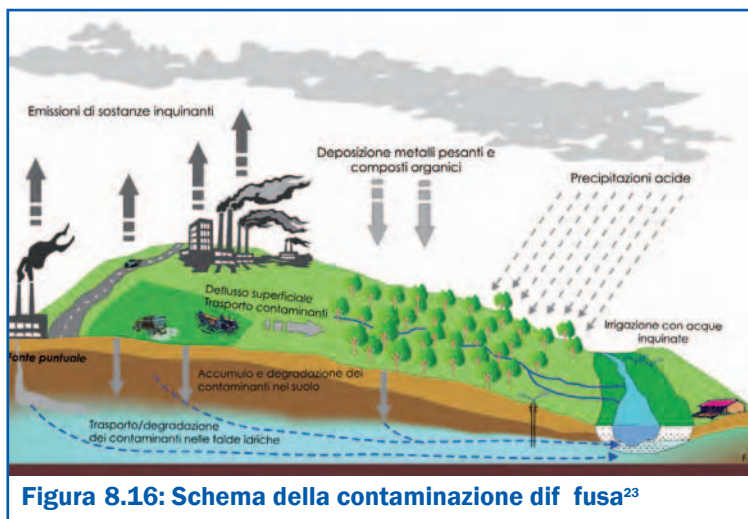


Figura 8.16: Schema della contaminazione diffusa²³

La contaminazione diffusa deriva da fonti industriali, civili o agricole.

Quando il suolo perde la sua funzione protettiva, le sostanze inquinanti contaminano anche corsi d'acqua e falde acquifere ed entrano nella catena alimentare.

Le emissioni industriali e veicolari in atmosfera determinano il rilascio nel suolo di contaminanti acidificanti (SO_x , NO_x , NH_3), metalli pesanti (Pb, Hg, Cd, As, Cr, Cu, Ni, Se, Zn) e composti organici (idrocarburi a catena lineare, IPA, diossine, furani, ecc.). Le pratiche agricole intensive che prevedono l'abbondante utilizzo di fitofarmaci, fertilizzanti chimici, deiezioni zootecniche e fanghi di depurazione possono determinare un *surplus* di elementi nutritivi (N, P, K), un accumulo di metalli pesanti e la diffusione di sostanze biocide. In particolare, l'eccesso di elementi nutritivi, essendo i nitrati molto solubili nelle acque e difficilmente trattiene dal suolo, può determinare gravi fenomeni di inquinamento delle falde idriche sotterranee e di eutrofizzazione degli ecosistemi acquatici. La recente comunicazione della Commissione Europea²⁴ ha evidenziato una generale tendenza alla diminuzione di nitrati per effetto delle misure intraprese in ottemperanza alla

Le attività industriali e civili rilasciano in atmosfera sostanze acidificanti, metalli pesanti e composti organici. Le pratiche agricole determinano eccessi di elementi nutritivi, accumuli di metalli pesanti e la diffusione di sostanze biocide.

I nitrati sono in diminuzione in tutta Europa, ma permangono situazioni di criticità.

²³ Fonte: ISPRA

²⁴ 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



Lo spandimento dei fanghi di depurazione dovrebbe essere accompagnato dall'accurato studio delle caratteristiche dei suoli.

Alcuni suoli presentano naturalmente elevate quantità di contaminanti.

Per i metalli pesanti nei suoli è fondamentale riuscire a discriminare il contenuto naturale (valore di fondo) da quello indotto dalle attività antropiche.

normativa vigente, ma anche la permanenza di situazioni di criticità tra le quali quella di ampie aree dell'Italia settentrionale. Tale situazione ha spinto Piemonte, Lombardia, Veneto, Friuli-Venezia Giulia ed Emilia-Romagna a chiedere una deroga alla Commissione Nitrati con l'obiettivo di passare a un limite meno restrittivo di quello attuale per gli effluenti zootecnici distribuiti sui terreni agricoli in zona vulnerabile (da 170 a 280 kg/ha).

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, in particolare se non accompagnato da un'attenta caratterizzazione pedologica delle aree di spandimento atta a stabilire le quantità di fanghi che possono essere immesse al suolo senza innescare problematiche ambientali.

Nel suolo è, infine, possibile individuare, in contesti geologici particolari, un valore naturalmente elevato per alcuni contaminanti (valore di fondo), non riconducibile ad alcuna sorgente puntuale e/o specifica attiva, nel presente o in passato, sull'area di interesse²⁵. Un'elevata concentrazione di metalli pesanti può derivare dalle caratteristiche chimiche delle rocce da cui i suoli hanno avuto origine, ed è quindi necessario, per individuare un'eventuale contaminazione antropica, intraprendere azioni volte a definire correttamente il contenuto naturale di fondo.

Le elaborazioni effettuate da APAT/CTN_TES (2005) su un limitato numero di campioni, prelevati però su buona parte delle regioni italiane, evidenziano un accumulo di Zn, Cu, Pb e Cd nei primi 30 cm di suolo, che testimoniano una contaminazione di origine antropica, sia industriale e civile (Pb e Cd) sia agricola (Cu, Zn). Altri elementi (Ni, Cr e As) presentano concentrazioni maggiori in profondità che potrebbero confermare, per le aree campionate, un'origine naturale dovuta alla composizione geologica del materiale parentale.

Concentrazioni eccessive di inquinanti hanno effetti negativi anche sugli organismi del suolo, sia direttamente, per emigrazione o

²⁵ APAT-ISS: *Protocollo operativo per la determinazione dei valori di fondo di metalli e/metalloidi nei suoli dei siti di interesse nazionale*. Giugno 2006



morte degli individui e delle specie più sensibili, sia indirettamente, a causa dello sviluppo di organismi resistenti e poco specializzati. Per tale motivo, la biodiversità edafica è sempre più utilizzata nei programmi di monitoraggio dei suoli e dei siti contaminati, come utile indicatore biologico in grado di integrare i dati chimici e fisici rilevati nelle convenzionali analisi pedologiche.

I motivi della perdita di biodiversità del suolo, tuttavia, non sono limitati solo al problema della presenza e persistenza degli inquinanti; un impatto fortemente negativo è legato anche alle pratiche agricole intensive (lavorazioni profonde e frequenti) che spesso, insieme all'instaurarsi di superfici compattate, riducono l'*habitat* favorevole per gli organismi edafici. La diminuzione della porosità nella cosiddetta "suola d'aratura" provoca una diminuzione della possibilità di diffusione dell'ossigeno, generando modificazioni delle catene alimentari e in particolare nel tipo e nella distribuzione degli organismi.

Una grave perdita di biodiversità si verifica, inoltre, sia in tutte le trasformazioni dell'uso del territorio che prevedono la cementificazione e l'impermeabilizzazione del suolo, sia a causa dei mancati apporti di sostanza organica, o la sua sottrazione per erosione o a seguito di incendi; la quantità di carbonio rappresenta, infatti, il principale fattore di crescita per gli organismi edafici e la sua carenza può limitare lo svolgimento delle attività biologiche.

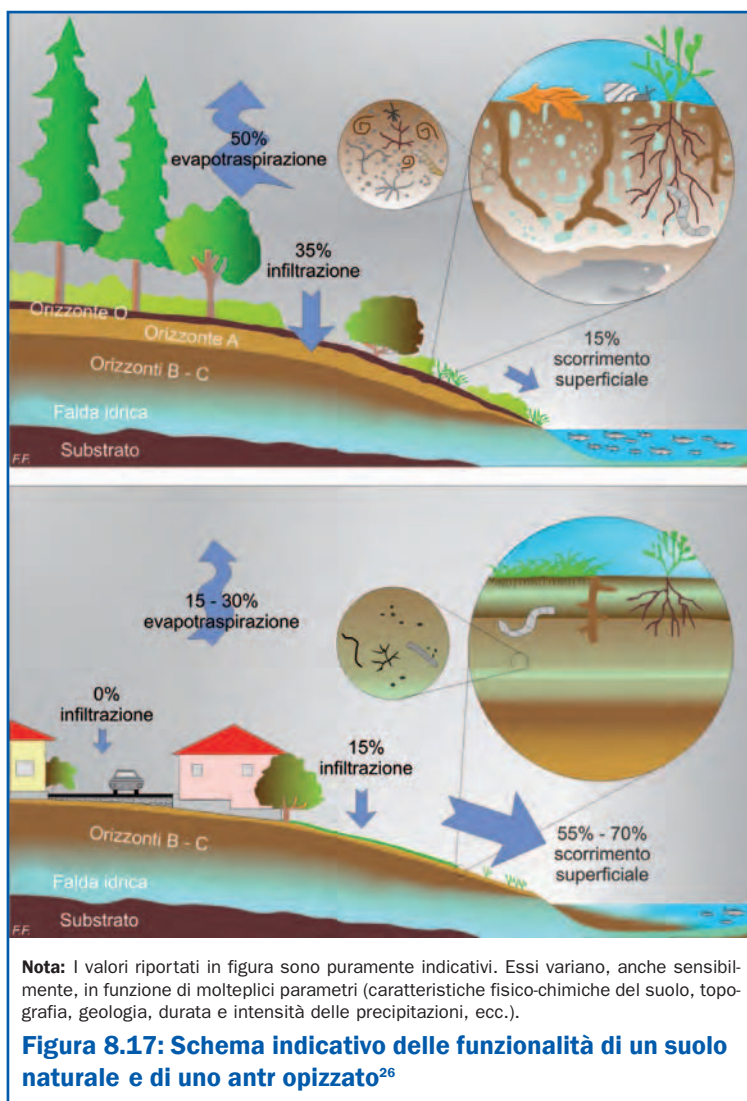
Altri fattori che limitano la presenza di organismi sono legati all'incremento in sali o alle variazioni di acidità del suolo, che possono modificare la struttura delle comunità di microrganismi.

Infine, l'introduzione accidentale o deliberata di specie alloctone spesso determina esplosioni demografiche invasive, a discapito di quelle autoctone, maggiormente in equilibrio con l'ambiente.

Inquinamento, pratiche agricole intensive, erosione, compattazione, salinizzazione, diminuzione di sostanza organica e impermeabilizzazione hanno come conseguenza anche la perdita di biodiversità del suolo e, quindi, la riduzione delle sue funzioni vitali.



Un suolo in condizioni naturali è in grado, in funzione della sua porosità, permeabilità e umidità, di trattenere una grande quantità delle acque di precipitazione atmosferica contribuendo a regolare il deflusso superficiale. Al contrario, in un ambiente antropizzato, la presenza di superfici impermeabilizzate, la riduzione della vegetazione, l'asportazione dello strato superficiale ricco di sostanza organica e l'insorgere di fenomeni di compattazione comportano un grave scadimento della funzionalità del suolo. La diminuzione dell'evapotraspirazione e della capacità di assorbimento delle acque da parte del suolo determinano un incremento dello scorrimento superficiale, con aumento dei fenomeni erosivi e trasporto nei collettori naturali di grandi quantità di sedimento.



²⁶ Fonte: ISPRA



La perdita di biodiversità, che significa una progressiva perdita delle capacità funzionali del suolo è, quindi, strettamente legata alla diminuzione di sostanza organica.

La perdita di sostanza organica (SO) è una delle più gravi problematiche che interessano i suoli. Il fenomeno è correlato da una parte alle grandi trasformazioni d'uso del suolo operate, in tempi diversi, dall'uomo (imponenti deforestazioni, conversione delle foreste o dei pascoli permanenti in terreni arabili, ecc.), dall'altra allo sviluppo delle pratiche agricole intensive. Una grande anomalia dei sistemi agricoli dell'ultimo secolo è, infatti, la rottura del ciclo della sostanza organica del quale le biomasse agricole rappresentano un importante passaggio. In aggiunta, le tradizionali pratiche di reintegro, soprattutto con letame, sono state per molto tempo abbandonate, tanto che l'*input* di carbonio organico per i suoli impegnati in tali sistemi è principalmente affidato a una gestione, più o meno oculata, dei residui colturali e agli apporti di sostanza organica esogena attraverso varie forme.

I processi di mineralizzazione della sostanza organica sono, inoltre, funzione del clima e della tipologia di suolo e, pertanto, nell'area mediterranea la concentrazione di SO nei suoli è mediamente bassa. In un contesto come quello italiano la celerità con cui si accusano problemi del suolo legati alla diminuzione di SO è evidentemente maggiore.

Le pratiche agricole atte a supportare l'agricoltura specializzata e intensiva, oltre a trasformare in modo imponente il paesaggio agricolo, non sono state in grado di mantenere un equilibrio tra necessità produttive e ambiente. L'abbandono delle sistemazioni idraulico-agrarie e dei terrazzamenti, i livellamenti del terreno, le coltivazioni lungo la massima pendenza, l'eccessiva frantumazione delle zolle e l'utilizzo di organi lavoranti sempre più pesanti hanno avuto come effetto l'innescare di preoccupanti fenomeni di erosione del suolo e, quindi, di perdita dei suoi orizzonti superficiali ricchi in sostanza organica.

I macchinari pesanti sono anche all'origine dei più spinti fenomeni di compattazione del suolo, in particolare quando utilizzati su suoli bagnati. Effetto analogo si ha anche con il pascolamento eccessivo, mentre le arature protratte nel tempo alla stessa

La perdita di sostanza organica è legata alle trasformazioni di uso del suolo e alle pratiche agricole intensive.

L'utilizzo di pratiche agricole incentrate solo sulla produttività è alla base dell'instaurarsi di gravi fenomeni erosivi e di compattazione del suolo.



profondità determinano la formazione di uno strato compattato all'interno del suolo (suola d'aratura).

Gli impatti sul suolo dell'agricoltura possono essere mitigati tramite l'utilizzo di pratiche agricole innovative che consentono il mantenimento della capacità produttiva e della fertilità del suolo. A questo proposito, i risultati di un progetto della Commissione Europea (*Agricoltura Sostenibile e Conservazione del suolo – SoCo project* - <http://soco.jrc.ec.europa.eu/>), riguardanti specifici sistemi agricoli (l'agricoltura conservativa e l'agricoltura biologica), hanno evidenziato gli importanti effetti positivi dell'applicazione di queste pratiche agricole alternative sia dal punto di vista economico e sociale, sia, soprattutto, ambientale. Tecniche agronomiche quali le “non lavorazioni” o le “lavorazioni ridotte” del terreno (*no-tillage* e *reduced tillage*) combinate in maniera opportuna con colture di copertura (*cover crop*) o appropriate rotazioni colturali riescono a ridurre i processi di degrado del suolo attraverso indiscutibili vantaggi (Tabella 8.2) quali a esempio:

- la riduzione del rischio di erosione idrica e il conseguente aumento della capacità di infiltrazione dell'acqua nel suolo;
- l'aumento della sostanza organica e di azoto negli strati più superficiali del terreno che permette, allo stesso tempo, una riduzione nell'uso di pesticidi ed erbicidi, la salvaguardia della falda sottostante da possibili inquinanti e, non ultimo, l'immagazzinamento di nocivi gas serra;
- l'aumento della biomassa del suolo (una maggiore attività biologica contribuisce alla formazione di macropori essenzialmente verticali che aumentano l'infiltrazione dell'acqua e la resistenza del suolo alla compattazione).

Tuttavia l'attuazione di simili sistemi colturali deve inevitabilmente tener conto dei notevoli investimenti che le aziende agricole dovranno sostenere per accedere a macchinari specializzati, dell'adeguata formazione che gli agricoltori devono ricevere e dei tempi di attesa di cui necessita un sistema di agricoltura conservativa prima che raggiunga l'equilibrio (in genere tra i 5 e i 7 anni).



Tabella 8.2: Effetti (positivi/negativi) delle pratiche agricole sui processi di degrado del suolo e relativi problemi ambientali²⁷

Pratiche agricole	Processi di degrado del suolo				Problemi ambientali correlati			
	Erosione idrica	Diminuzione della SO	Compattazione	Salinizzazione	Contaminazione	Diminuzione della biodiversità	Frane e alluvioni	Emissioni di gas serra
Non lavorazione (semina su sodo) o lavorazione ridotta del terreno	2	1	1		1	3		2
Colture di copertura	1	1	3		1	3		1
Rotazione delle colture	1	1	1		1	1		4
Consociazioni	1	1	1		1	1		
Ripuntature			4	4			3	
Coltura secondo curve di livello	1							
Fasce tampone	1	3	3		3	1		
Terrazzamenti	1	3					2	

Legenda:
 1 = Effetto positivo (riscontrato)
 2 = Effetto positivo/negativo (riscontrato), in funzione della qualità del suolo di partenza. Ad esempio, la non lavorazione o le ridotte lavorazioni del terreno possono avere effetti negativi su quei suoli che presentano una scarsa copertura vegetale accompagnata da una bassa attività biologica.
 3 = Effetto positivo (previsto)
 4 = Effetto positivo (limitato o indiretto)

I risultati del progetto SoCo hanno anche messo in luce come non esistano soluzioni univoche per ridurre, se non annullare, gli effetti di degrado del suolo dovuto all'applicazione di pratiche agricole non consone. L'agricoltura conservativa, da taluni chiamata "agricoltura blu", può rappresentare una soluzione, ma anche in questo caso è necessario valutarne l'applicabilità in relazione alla natura dei suoli, alla struttura aziendale e alle produzioni a essa collegate. Una moderna agricoltura, mirata anche alla conservazione delle risorse naturali, non può prescindere dalla conoscenza

²⁷ Fonte: <http://soco.jrc.ec.europa.eu/>



Le aree costiere italiane sono particolarmente soggette ai fenomeni di salinizzazione a causa dell'emungimento e uso di acque sempre più saline.

L'ultimo stadio della degradazione dei suoli è rappresentato dalla desertificazione.

delle risorse stesse e dalla “territorializzazione” dei sistemi di gestione agricola.

Il progetto ha inoltre evidenziato l'effetto positivo della riforma della Politica Agricola Comune con l'introduzione della “condizionalità ambientale”. La messa in atto delle misure legate alla “condizionalità ambientale” ovvero i “Criteri di Gestione Obbligatoria” (CGO) e le “Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali” (BCAA), rappresentano strumenti che possono avere un forte impatto sulla riduzione dei fenomeni di degrado dei suoli.

L'Italia, come altri Paesi dell'Europa mediterranea, è particolarmente soggetta a problemi di salinizzazione, legati sia ai fattori della formazione e dell'evoluzione naturale del suolo su *parent material* particolari (salinizzazione primaria), sia indotti dall'uomo (secondaria), o dalla sovrapposizione di entrambi gli effetti. In particolare, la salinizzazione secondaria dei suoli a causa dell'irrigazione rappresenta un problema destinato ad aggravarsi non solo per la forte competizione esistente fra città, industria e campagna nell'uso dell'acqua, per il sovrasfruttamento delle falde e per l'impiego in agricoltura di acque sempre meno idonee (acque saline, acque reflue civili e industriali), ma anche per effetto dei previsti cambiamenti climatici che, incrementando l'aridità, determineranno una minore lisciviazione e un conseguente aumento della salinizzazione. Particolarmente esposte risultano, pertanto, le aree a clima tendenzialmente caldo-arido, soprattutto nelle aree costiere dove gli eccessivi emungimenti, per uso agricolo, civile o industriale, provocano l'abbassamento del livello di falda e la possibilità di intrusione di acque saline.

Il processo di degrado di un territorio è quindi collegato a diversi fattori di pressione di origine naturale e antropica; la desertificazione è la risultante di questo complesso sistema di interazioni, allorché il degrado arriva a pregiudicare in modo pressoché irreversibile la capacità produttiva sostenibile degli ecosistemi agricoli e forestali. I fattori di tipo climatico che caratterizzano maggiormente tale processo sono l'aridità, la siccità e l'erosività della pioggia.

Le principali cause antropiche di desertificazione sono invece legate alle attività socio-economiche e ai loro impatti: agricoltura, zootecnia, gestione delle risorse idriche, incendi boschivi, industria, urbanizzazione, turismo, discariche, attività estrattive.



Tutte queste attività determinano un uso competitivo delle risorse naturali (suolo, acqua e vegetazione/biodiversità) con il loro conseguente sovrasfruttamento rispetto alle reali disponibilità

Il processo di degrado di un territorio è collegato a fattori di pressione di origine naturale e antropica.

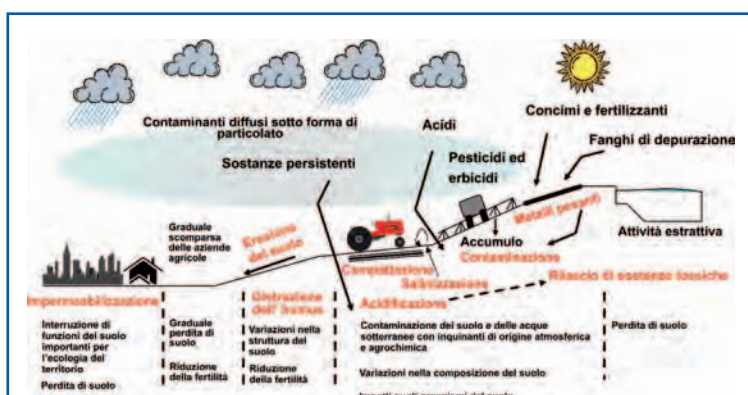


Figura 8.18: Schema delle minacce che possono compromettere le funzioni del suolo. L'ultima fase di degrado è rappresentata dalla desertificazione²⁸

Le azioni volte alla tutela del suolo

La crescente consapevolezza, a livello europeo, dell'importanza ambientale dei suoli e della necessità di contrastarne il progressivo degrado e la perdita di funzionalità, di limitare lo sviluppo di processi di desertificazione, di mitigare i fenomeni di dissesto idrogeologico e di diminuire le pressioni antropiche sul territorio ha portato a una profonda revisione dell'impianto normativo. Il 6° Programma di Azione Ambientale, la nuova Politica Agricola Comune (PAC; Regolamento UE 1782/03 e 1783/03) e la proposta di direttiva per la protezione del suolo (COM (2006) 232) riconoscono la funzione ambientale dei suoli, e pongono le basi per la tutela e la conservazione della risorsa.

Alla luce delle problematiche causate dall'applicazione della vecchia PAC relative alla produzione eccedentaria, alla crescita smisurata degli investimenti comunitari nonché all'evidenziarsi di

La nuova Politica Agricola Comune pone le basi per un'agricoltura sostenibile.

²⁸ Fonte: JRC - IES



La “condizionalità” subordina il sostegno comunitario all’obbligo di garantire una corretta gestione dei suoli. Il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali emana ogni anno un DM con l’elenco delle norme da rispettare.

danni ambientali rilevanti e alla progressiva diminuzione delle rese, la nuova politica agricola - “Agenda 2000” ha portato a un’impostazione centrata sulla sostenibilità ambientale.

Basata sui principi di Agenda 2000, la successiva riforma di medio termine della PAC (Riforma Fischler, 2003), ha rappresentato la svolta decisiva verso un’agricoltura il più possibile in equilibrio con l’ambiente e tale da garantire anche in futuro la produttività. La riforma Fischler si basa su quattro punti qualificanti: *disaccoppiamento, modulazione, condizionalità, sviluppo rurale*.

Di particolare interesse per la tutela del suolo è il principio riguardante la *condizionalità*, secondo la 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 alle aziende agricole è quindi subordinato al rispetto dei Criteri di Gestione Obbligatoria (CGO) e al mantenimento della terra in Buone Condizioni Agronomiche e Ambientali (BCAA). Il Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali emana, ogni anno, un decreto che prevede l’elenco completo dei CGO e BCAA da rispettare per l’anno successivo, dando la facoltà alle singole regioni di emettere provvedimenti di recepimento più consoni alle caratteristiche del proprio territorio.

In particolare, i CGO rappresentano disposizioni di legge (Atti), già in vigore e derivanti dall’applicazione nazionale e regionale di corrispondenti norme comunitarie (ad es. la Direttiva 278/86/CEE “Direttiva Fanghi” e la Direttiva 91/676/CEE “Direttiva Nitrati”); mentre le BCAA (Norme) sono stabilite a livello nazionale e regionale, per garantire i quattro obiettivi prioritari fissati dall’Unione Europea che sono:

- proteggere il suolo con misure idonee;
- mantenere i livelli di sostanza organica del suolo mediante opportune pratiche;
- proteggere la struttura del suolo mediante misure adeguate;
- mantenere un livello minimo dell’ecosistema e conservare gli *habitat*.

Le norme per il mantenimento dei terreni in buone condizioni agronomiche e ambientali incluse nei DM riguardano: la regimazione



delle acque superficiali nei terreni in pendio; la gestione delle stoppie e dei residui colturali; il mantenimento in efficienza della rete di sgrondo per il deflusso delle acque superficiali; la protezione del pascolo permanente; la gestione delle superfici ritirate dalla produzione; la manutenzione degli oliveti; il mantenimento degli elementi caratteristici del paesaggio.

Nella Riforma Fischler viene ulteriormente rafforzato lo sviluppo rurale, grazie all'introduzione di nuove norme e all'aumento delle risorse disponibili. Il Piano Strategico Nazionale per lo Sviluppo Rurale (PSN) elaborato dal MIPAAF, detta gli indirizzi dei corrispondenti Piani regionali (PSR), e prevede all'Asse II *"Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale"* quattro obiettivi prioritari che intendono rafforzare quanto previsto dalla *condizionalità*:

- conservazione della biodiversità, tutela e diffusione di sistemi agro-forestali a elevato valore naturale;
- tutela qualitativa e quantitativa delle risorse idriche superficiali e profonde;
- riduzione dei gas a effetto serra;
- tutela del territorio.

Il quarto obiettivo deve essere ottenuto tramite una serie di interventi volti a mitigare i fenomeni di erosione idrica, salinizzazione, compattazione, contaminazione, diminuzione di sostanza organica e di biodiversità, consumo di suolo e impermeabilizzazione.

Tutte le regioni/province autonome hanno redatto il proprio PSR che segue, con gli opportuni adattamenti alle realtà locali, il PSN. La riforma della PAC ha risentito degli indirizzi relativi alla protezione del suolo contenuti nella COM CE 179/2002 *"Verso una strategia tematica per la protezione del suolo"* che sottolineava il grande impatto dell'agricoltura sull'ambiente (nell'UE il 77% del territorio è riservato all'agricoltura), in particolare di quella intensiva che ne rappresentava, nel 2000, il 37%.

A settembre 2006, la Commissione Europea ha adottato la *Soil Thematic Strategy* (COM(2006) 231), la *Proposal for a Soil Framework Directive* (COM(2006) 232) e l'*Impact Assessment* (SEC(2006)1165) con l'obiettivo di proteggere il suolo europeo. In tali documenti viene ribadito il ruolo ambientale del suolo e sono definite le minacce che possono comprometterne le funzioni, sino all'ultima fase del degrado rappresentata dalla desertifica-

Il Piano Strategico Nazionale di Sviluppo Rurale fornisce gli indirizzi per i Piani di Sviluppo Rurale deliberati dalle regioni.

La Commissione Europea ha elaborato una Strategia tematica che ha portato all'emanazione di una "Proposta di Direttiva Quadro sulla Protezione del Suolo" (COM (2006) 232.



zione, suddividendo quelle di prevalente origine agricola (erosione, compattazione, salinizzazione, perdita di sostanza organica, frane) dalla contaminazione locale e diffusa e dalla impermeabilizzazione. Viene riconosciuta la forte interrelazione dei suoli con le altre matrici ambientali e la necessità, a causa della loro estrema variabilità spaziale, di incorporare nelle politiche di protezione una forte componente locale. La strategia richiede inoltre la verifica dell'inserimento nei PSR di misure di tutela del suolo e quella dell'incidenza, ai fini della difesa del suolo, dei requisiti minimi per mantenere le terre in BCAA, previsti in attuazione dei regolamenti PAC.

Gli Stati membri dovranno individuare, per le minacce "agricole" le aree a rischio, in base a elementi comuni, fissare obiettivi di riduzione del rischio per le aree in questione e preparare programmi contenenti le misure necessarie per conseguire tali obiettivi. I programmi potranno fare riferimento alle misure nazionali già in atto come la *condizionalità*, le misure in materia di sviluppo rurale della PAC, i programmi d'azione previsti dalla Direttiva Nitrati ecc.

Gli Stati membri potranno, inoltre, abbinare liberamente varie strategie per risolvere problemi concomitanti.

Per quanto riguarda la contaminazione, riconosciuta come una delle "minacce prioritarie" per le funzioni del suolo, gli elementi principali contenuti nella strategia sono: la definizione comune *risk-based* (cioè basata sulla valutazione del rischio) di "sito contaminato" e di "bonifica"; la procedura sistematica di identificazione dei siti contaminati e di realizzazione di anagrafi nazionali dei siti contaminati; l'introduzione del "rapporto sullo stato del suolo" come strumento utile nella compravendita dei siti interessati da attività potenzialmente inquinanti; la necessità che gli Stati membri definiscano una "Strategia Nazionale di Bonifica" che includa gli obiettivi (numero di siti da bonificare), le priorità di intervento e un calendario di attuazione.

Tale proposta, a causa di un "blocco minoritario" di paesi contrari a una direttiva europea sulla protezione del suolo proprio a causa degli obblighi previsti per la tematica "contaminazione", è tuttora ferma alla fase di discussione in sede di consiglio. Le diverse presidenze che si sono succedute negli ultimi anni hanno proposto



vari testi di revisione che, tuttavia, non sono stati ancora conditi.

A livello nazionale sono molte le norme relative alla protezione del suolo dall'inquinamento che, tra l'altro, prevedono il coinvolgimento di diversi comparti istituzionali.

Il recupero dei siti contaminati si può ottenere mediante più o meno complessi processi di bonifica, regolamentati, in Italia, prima con il DM 471/99, poi con il D.Lgs. 152/06 (Parte IV, Titolo V) e il relativo decreto correttivo D.Lgs. 4/08.

Il D.Lgs. 152/06, "Norme in materia ambientale" Parte Quarta, Titolo V "Bonifica di siti contaminati", presenta importanti novità nell'ambito delle quali viene definito "sito potenzialmente contaminato: un sito nel quale uno o più valori di concentrazione di sostanze inquinanti rilevati nelle matrici ambientali risultino superiori ai valori di Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC), in attesa di espletare le operazioni di caratterizzazione e di analisi di rischio ambientale sito-specifica, che ne permettano di determinare lo stato o meno di contaminazione sulla base delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR)". Viceversa viene definito un "sito contaminato: un sito nel quale i valori delle Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR), determinati con l'applicazione della procedura di analisi di rischio di cui all'Allegato 1 alla parte quarta del presente decreto sulla base dei risultati del piano di caratterizzazione, risultano superati".

All'interno del processo decisionale per l'identificazione e la gestione dei siti contaminati è pertanto rilevante la differenza tra le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) e le Concentrazioni Soglia di Rischio (CSR). Mentre il superamento delle prime obbliga alla caratterizzazione e analisi di rischio, il superamento delle seconde determina lo stato di "sito contaminato" e la conseguente messa in sicurezza o bonifica.

È evidente come la norma abbia introdotto un criterio di definizione degli obiettivi di bonifica per un sito contaminato, basato sull'analisi del rischio sito specifica, aggiornando quindi la definizione stessa di sito contaminato contenuta nel DM 471/99.

Occorre precisare che, tra tutti gli effetti che potrebbero nuocere alla salute umana o alla qualità dell'ambiente, causare il deterioramento dei beni materiali, oppure danni o perturbazioni a valori

*Il D.Lgs. 152/06
regolamenta il processo di
bonifica dei siti contaminati
e introduce il concetto di
analisi di rischio.*



In relazione ai SIN la percentuale di aree svincolate e/o bonificate è ancora esigua.

I siti contaminati di competenza regionale devono essere inseriti in apposite "Anagrafi regionali dei siti da bonificare".

ricreativi dell'ambiente o ad altri suoi legittimi usi, la norma si sofferma esclusivamente sugli effetti diretti sulla salute. Infatti, la definizione di sito contaminato dipende esclusivamente dagli *"effetti sulla salute umana derivanti dall'esposizione prolungata all'azione delle sostanze presenti nelle matrici ambientali contaminate"*.

Al momento i progetti di caratterizzazione e di bonifica già iniziati e/o autorizzati seguono l'iter previsto dal DM 471/99, a meno che il proponente abbia richiesto la rivisitazione degli atti già presentati ai sensi del nuovo decreto; i progetti presentati dopo la pubblicazione del D.Lgs.152/06 seguono la procedura dettata da quest'ultimo. Per quanto concerne i Siti di Interesse Nazionale (SIN), a 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.

In linea generale, la maggiore percentuale di aree bonificate e/o svincolate si trova all'interno dei SIN meno complessi e, in particolare, si rileva una maggiore velocità dei procedimenti per le aree per le quali sono previsti insediamenti a elevato valore economico (riqualificazione a scopo urbanistico-residenziale, insediamento di nuovi impianti produttivi)

L'introduzione, all'interno del D.Lgs. 04/08 dell'Art. 252-bis (*Siti di preminente interesse pubblico per la riconversione industriale*) che prevede, attraverso il coinvolgimento del Ministero dello sviluppo economico, sistemi di finanziamento pubblico e numerosi elementi volti alla massima accelerazione delle procedure di riutilizzo delle aree inquinate da parte dei soggetti privati, potrebbe portare a un maggiore sviluppo delle attività di bonifica e al recupero produttivo dei siti contaminati a destinazione industriale.

Altro strumento efficace nell'assicurare il coordinamento delle azioni tra i vari soggetti coinvolti nelle attività di bonifica e la realizzazione di procedure amministrative più snelle sono gli Accordi di Programma.

Il DM 471/99 prevedeva 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. Lo stato di realizzazione delle



anagrafi è sicuramente in ritardo rispetto ai tempi previsti dal decreto e, inoltre, quelle predisposte, presentano forti disomogeneità legate al diverso criterio utilizzato per identificare i siti contaminati. In alcuni casi è, infatti, prevista una verifica preliminare per qualsiasi modifica di destinazione d'uso delle attività produttive, mentre, in altri casi, l'inserimento in anagrafe è limitato ai siti di maggior complessità.

La predisposizione delle anagrafi è stata confermata nel D.Lgs. 152/06, ma le profonde modifiche introdotte dal decreto sulle modalità di identificazione dei siti determinano difficoltà di confronto tra le informazioni raccolte in tempi diversi. Più in generale, i criteri di inserimento dei siti contaminati all'interno delle Anagrafi regionali spesso soffrono della mancanza di una procedura sistematica e omogenea sul territorio nazionale per l'identificazione delle aree potenzialmente contaminate, ovvero delle aree che ospitano o hanno ospitato attività potenzialmente inquinanti, sulle quali condurre le indagini.

Relativamente ai *brownfields* si sta operando al fine di rivitalizzare le aree dismesse per renderle parte attiva nel territorio urbano. Molte aree sono state già recuperate e generalmente adibite ad aree residenziali, a verde pubblico, ad aree commerciali e a spazi pubblici comuni, mentre le attività di riconversione dei "megasiti", in particolare quelli ubicati nelle regioni meridionali, risultano ancora fortemente sottodimensionate rispetto alle effettive potenzialità.

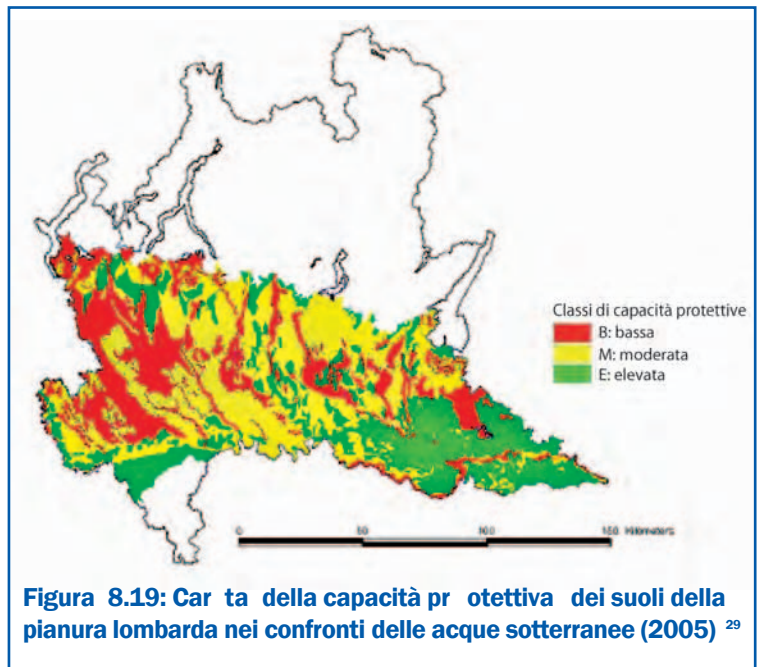
Nel caso della contaminazione diffusa, la risposta più efficace è quella di intraprendere attività preventive volte alla mitigazione delle pressioni tramite: il miglioramento dei controlli sulle emissioni in atmosfera e nelle acque; la limitazione all'uso e alla commercializzazione di sostanze potenzialmente contaminanti; la definizione di criteri di qualità per i prodotti utilizzati in agricoltura e la limitazione, sulla base della loro composizione, dei quantitativi di fertilizzanti utilizzabili. La qualità dei fanghi di depurazione per il loro uso in agricoltura è definita nella Direttiva 86/278/CEE recepita con D.Lgs. 99/92. 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

Nel caso della contaminazione diffusa, la risposta più efficace è quella di intraprendere azioni volte alla mitigazione delle pressioni.



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, in Allegato 7, l'individuazione regionale delle Zone Vulnerabili da Nitrati (ZVN) e da prodotti fitosanitari. La definizione delle ZVN è un processo complesso che deriva dall'intersezione delle capacità protettive dei suoli e delle caratteristiche idrogeologiche con i carichi di origine agricola e i dati sulla qualità delle acque (Figure 8.19 e 8.20). Tali zone sono 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. Una stima, a scala di bacino, della pressioni sui corpi idrici, compresi i fenomeni di contaminazione locale e diffusa è prevista anche dalla Direttiva 2000/60/CE (Direttiva “Acque”).

La carta esprime la potenziale capacità del suolo di trattenere i fitofarmaci entro i limiti dello spessore interessato dagli apparati radicali delle piante e per un tempo sufficiente a permetterne la degradazione.



²⁹ Fonte: ERSAF (Ente Regionale per i Servizi all'Agricoltura e alle Foreste) Regione Lombardia

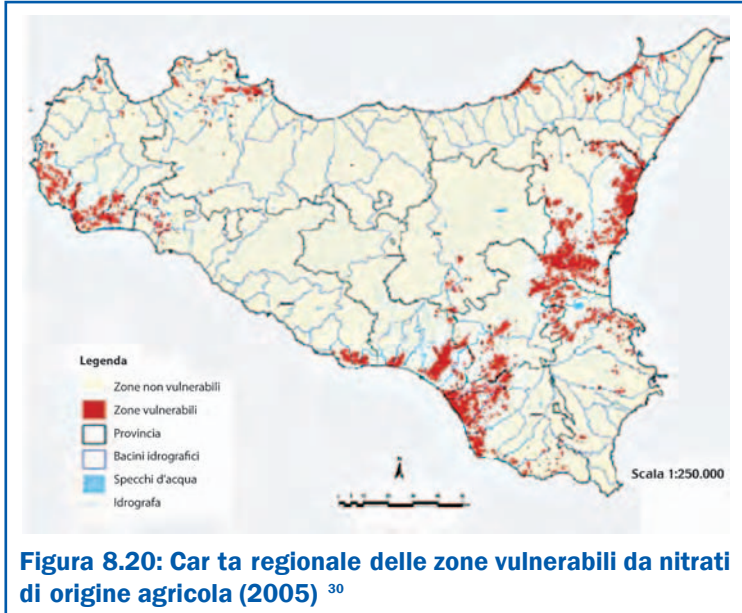


Figura 8.20: Carta regionale delle zone vulnerabili da nitrati di origine agricola (2005) ³⁰

Nelle aree identificate come vulnerabili è obbligatoria l'applicazione di una serie di norme relative alla gestione dei fertilizzanti e ad altre pratiche agronomiche, nonché delle misure vincolanti descritte nel Codice di Buona Pratica Agricola.

L'Italia con Legge n. 170 del 4 giugno del 1997 ha ratificato la Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e/o Desertificazione (UNCCD), firmata a Parigi nel 1994. La Convenzione rappresenta uno strumento giuridico internazionale che impegna tutti i paesi firmatari a cooperare nella lotta alla desertificazione con lo scopo di attenuare gli effetti della siccità nei paesi gravemente colpiti, mediante un approccio che migliori le condizioni di vita delle popolazioni locali.

Per adempiere agli obblighi della Convenzione, che prevede “la predisposizione di Piani di Azione Nazionale finalizzati allo sviluppo sostenibile con l'obiettivo di ridurre le perdite di produttività dei suoli causate da cambiamenti climatici e attività antropiche”, il Governo italiano ha adottato il Programma di Azione Nazionale (PAN) per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione con Delibera CIPE n. 299/99, che mette in evidenza come il problema sia sentito sul territorio italiano, in particolare per quanto riguarda il

La Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e/o Desertificazione è lo strumento giuridico internazionale che impegna tutti i paesi firmatari a cooperare nella lotta alla desertificazione.

³⁰ Fonte: Regione Sicilia



Gli scarti delle attività estrattive (cave e miniere) sono regolamentati dal D.Lgs. 117/2008, recepimento della Direttiva 2006/21/CE.

La pianificazione è delegata alle regioni tramite i Piani Regionali e/o Provinciali delle Attività Estrattive, realizzati in tempi diversi o ancora non adottati da alcune regioni.

ruolo delle attività antropiche, in associazione con eventi climatici estremi sempre più frequenti.

A nessun livello legislativo sono state emanate norme specificamente mirate al problema della desertificazione; in via indiretta, il D.Lgs. 152/06 nella 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” fa riferimento a tale fenomeno e alla pianificazione e attuazione delle azioni di contrasto, attribuite a regioni e Autorità di Bacino. Il MATTM, inoltre, negli ultimi anni ha attribuito ad alcune regioni particolarmente interessate dal fenomeno risorse finanziarie che, sebbene limitate, hanno avviato la definizione di piani di azione a livello locale.

Per quanto riguarda le miniere la normativa nazionale fa riferimento, oltre che al R.D. n. 1443 del 29/07/1927 (Disciplina della ricerca e della coltivazione delle miniere) e al DPR 128/59 (Norme di polizia delle miniere e delle cave), alla Legge n. 388 del 23/12/2000 (prevede, sulla base di un successivo DM, un piano straordinario per la bonifica e il recupero ambientale anche di aree ex estrattive minerarie), alla Legge 179 del 31/07/2002 (istituisce il censimento dei siti minerari abbandonati) e al D.Lgs. 117/2008 di recepimento della Direttiva 2006/21/CE (gestione dei rifiuti delle industrie estrattive).

Il D.Lgs.117/08 stabilisce le misure, le procedure e le azioni necessarie a prevenire o ridurre il più possibile eventuali effetti negativi per l'ambiente nonché eventuali rischi per la salute umana, conseguenti alla gestione dei rifiuti prodotti dalle industrie estrattive. Impone la redazione da parte del responsabile dell'attività estrattiva di un piano di gestione dei rifiuti da estrazione che deve essere approvato dall'Autorità competente. Prevede, inoltre, la realizzazione di un inventario nazionale delle strutture di ricovero dei rifiuti dei siti minerari abbandonati, da aggiornarsi annualmente, avvalendosi dell'ISPRA.

Il decreto interessa anche la gestione dei rifiuti delle cave, che per gli altri aspetti sono normati da leggi regionali a seguito del trasferimento delle competenze determinato dall'entrata in vigore del DPR n. 616 del 24/7/1977.

La pianificazione dell'attività estrattiva di cava è effettuata



mediante i Piani Regionali (o Provinciali) dell'attività estrattiva (PRAE o PPAE) che, oltre a censire le cave in esercizio o dismesse, contengono prescrizioni circa l'individuazione e la delimitazione delle aree (ambiti territoriali interessati da vincoli), dei fabbisogni, delle modalità di coltivazione, dei tempi di escavazione e dei piani di recupero da seguire nella progettazione dei singoli interventi, in relazione alle diverse situazioni e alle caratteristiche morfologiche.

La situazione è però disomogenea a livello nazionale con Piani approvati in tempi diversi e con alcune regioni che non si sono ancora dotate di tali strumenti pianificatori.

Relativamente ai geositi, in seguito alla loro introduzione nelle attività di pianificazione paesaggistica di cui al "Codice dei beni culturali e del paesaggio" L 42/2004, molte regioni, province e P.A. hanno avviato progetti per la loro individuazione sul territorio e introduzione nei Piani Paesistici, primo passo per la loro tutela. Dal punto di vista normativo Emilia-Romagna, Liguria e Puglia sono le sole regioni italiane a essersi dotate di una legge per la tutela e la valorizzazione del patrimonio geologico.

In applicazione della L 464 del 4/8/84, l'ISPRA raccoglie in un apposito *database* le informazioni relative a studi o indagini effettuate nel sottosuolo nazionale, per scopi di ricerca idrica o per opere di ingegneria civile. Tali informazioni, delle quali è fatto obbligo di trasmissione da parte dei soggetti esecutori, riguardano in particolare le indagini a mezzo di scavi, perforazioni e rilievi geofisici spinti a profondità maggiori di 30 metri dal piano campagna e, nel caso delle gallerie, maggiori di 200 metri di lunghezza.

L'ISPRA, inoltre, include tra i suoi compiti istituzionali (ex legge 68/1960) anche la produzione della cartografia geologica ufficiale d'Italia.

La cartografia geologica rappresenta un elemento di base al quale deve far riferimento ogni politica di pianificazione e tutela territoriale che risulterebbe inefficace se priva di un'approfondita conoscenza del territorio stesso. La Carta geologica ufficiale attualmente disponibile per l'intero territorio nazionale è quella alla scala 1:100.000; essa è stata completata e aggiornata nel 1970, secondo i modi e i tempi stabiliti dalla Legge 3/1/1960 n.15 (cosiddetta Legge Sullo).

Diverse regioni hanno avviato progetti per l'identificazione dei geositi.

Con la L 464/84 ISPRA raccoglie, in apposito database, le informazioni relative a pozzi, scavi, perforazioni.

ISPRA è organo cartografico dello Stato.



Dal 1988 è iniziata la realizzazione della nuova cartografia geologica alla scala 1:50.000 tramite il Progetto CARG, che attualmente è in uno stato di forte sofferenza per mancanza di risorse.

Le risorse assegnate al Progetto CARG non sono state costanti. Solo due sono stati i finanziamenti più consistenti, nel 1989 e nel 1999. Dal 1999 non sono state emanate norme che prevedevano nuovi finanziamenti per il proseguimento del Progetto.

Alla luce di quanto sopra illustrato, si configura pertanto la necessità per i prossimi anni di un ulteriore intervento normativo, con la necessaria copertura finanziaria, per avviare una seconda fase del Progetto in modo da realizzare i restanti fogli a copertura dell'intero territorio nazionale e la loro informatizzazione. Sarebbe inoltre necessario dare seguito alla produzione, oltre che della carta geologica di base, anche di cartografia geotematica, che fornisce ulteriori informazioni di carattere morfologico, idrogeologico, gravimetrico, di stabilità dei versanti e che risulta, quindi, essenziale soprattutto per la conoscenza delle condizioni generali di rischio e di vulnerabilità del territorio. La sua realizzazione deve in ogni caso seguire quella della carta geologica a pari scala, che ne costituisce il presupposto fondamentale.