

L'IMPERMEABILIZZAZIONE

L'impermeabilizzazione o sigillatura del suolo (*soil sealing*) è determinata dalla copertura del territorio con materiali "impermeabili" che inibiscono parzialmente o totalmente le possibilità del suolo di esplicare le proprie funzioni vitali. La problematica è principalmente concentrata nelle aree metropolitane (Fig. 3.17), dove è più alta la percentuale di suolo coperta da costruzioni, e nelle aree interessate da strutture industriali, commerciali e infrastrutture di trasporto, ma un effetto simile si riscontra anche nelle aree adibite ad agricoltura intensiva a causa della formazione di strati compattati. Lo strato impermeabile costituisce una barriera verticale tra la pedosfera, l'atmosfera e l'idrosfera e, influenzando negativamente sui flussi di acqua e di aria, modifica i rapporti tra la pedosfera e la biosfera. L'effetto più vistoso dell'impermeabilizzazione è sicuramente quello correlato con la gestione delle acque. L'impermeabilizzazione completa, oltre a ridurre l'infiltrazione delle acque, impedisce l'evapo-

ecc.) e di demolizione (polveri, emissioni, rifiuti, ecc.) possono essere negativamente influenzate anche le aree confinanti.

Negli ultimi 20 anni, l'estensione delle aree urbanizzate a livello europeo è aumentata del 20%, contro un aumento della popolazione del 6%. Il declino industriale di alcune città ha portato da un lato all'abbandono di ampie superfici impermeabilizzate attualmente inutilizzate (*brownfields*), dall'altro ha favorito la migrazione della popolazione verso aree di nuova espansione, spesso sottratte ad aree agricole o ad aree verdi (boschi e foreste). Si pensi inoltre che negli anni '90 si è avuta nell'UE una perdita di 10 ha al giorno di suolo solamente per la costruzione di nuove autostrade. In queste zone la perdita delle funzioni del suolo è praticamente totale, e anche le aree attigue, generalmente non impermeabilizzate, subiscono spesso delle forti limitazioni per la contaminazione dovuta al traffico e ai prodotti di manutenzione delle strade.

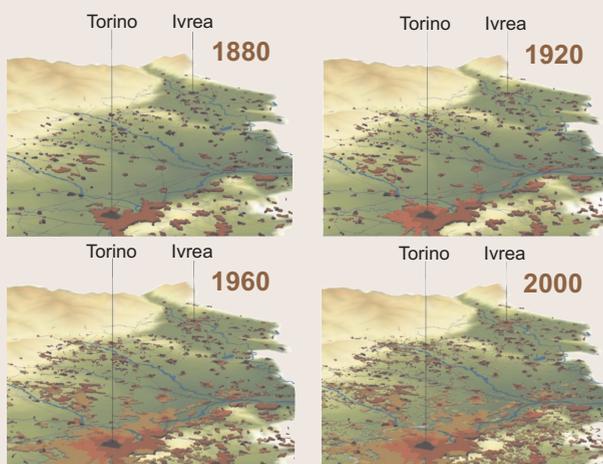


Fig. 3.17 - Evoluzione dell'area urbana torinese.

traspirazione e diminuisce l'umidità del suolo, che fra l'altro non è più in grado di funzionare da serbatoio, diminuendo anche la capacità di ricarica delle falde. L'incapacità delle aree impermeabilizzate di assorbire la maggior parte delle acque, aumenta notevolmente lo scorrimento superficiale e può favorire il trasporto di contaminanti verso aree limitrofe. L'opera di impermeabilizzazione comporta spesso dei cambiamenti anche nella morfologia dell'area. Inoltre, durante le fasi di costruzione (emissioni dei veicoli, rifiuti), di manutenzione (diserbanti, sali antighiaccio, sabbie, drenaggi,

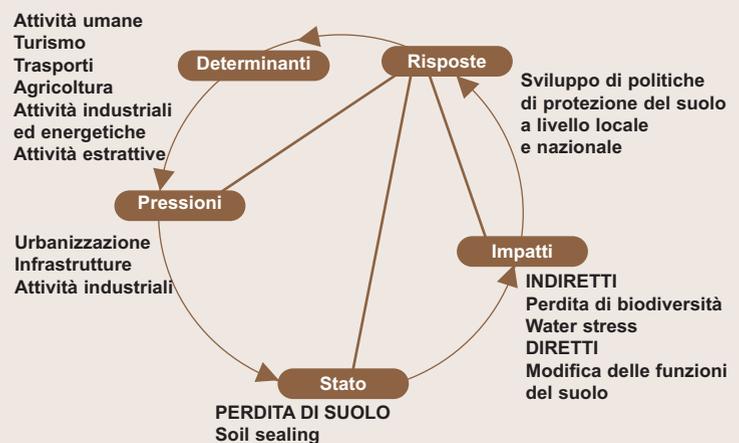


Fig. 3.18 - Schema DPSIR per l'impermeabilizzazione.

Molto spesso l'espansione dei centri abitati è avvenuta con la realizzazione di manufatti in zone fertili del territorio, più soggette peraltro a fenomeni naturali quali le inondazioni; basti pensare, a titolo di esempio, alla costruzione dell'aeroporto di Roma in una zona caratterizzata da terreni di buona fertilità, oppure ai numerosissimi capannoni industriali realizzati con i fondi della Cassa del Mezzogiorno nelle produttive pianure dell'Italia meridionale. Il confronto tra urbanizzazione e classi di capacità d'uso dei suoli (*Land Capability Classification*), ha evidenziato come l'espansione urba-

ALCUNI EFFETTI DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE

- Riduzione della infiltrazione delle acque
- sottrazione del suolo ad altri usi (es. agricoltura e foreste)
- impedimento o limitazione delle funzioni ecologiche del suolo (es. stoccaggio di carbonio e habitat per il biota del suolo)
- frammentazione degli habitat ed interruzione dei corridoi migratori per le specie selvatiche.

na abbia interessato aree caratterizzate da un'alta potenzialità produttiva. Tali strumenti dovrebbero diventare parte integrante di piani regolatori, piani di sviluppo industriale, ecc. con lo scopo di mettere in evidenza i rischi di degradazione, o di perdita definitiva, derivanti da usi inappropriati della risorsa suolo.

Non va infine dimenticato il fenomeno dell'urbanizzazione in aree costiere dovuto prevalentemente all'incremento di attività turistiche.

Per fronteggiare il fenomeno dell'impermeabilizzazione sono necessarie misure sia tecniche sia politiche. Tra le prime rientrano, ad esempio, soluzioni architettoniche che privilegino, ove le condizioni geologiche e sismiche lo consentano, la costruzione di palazzi più alti, con superfici di base, e dunque un'occupazione di suolo, più limitata, e la possibilità di utilizzare costruzioni interrato non solo per i parcheggi, ma anche per determinate produzioni o attività commerciali.

Fra le risposte politiche si cita la necessità di un'apposita convenzione internazionale che abbia almeno l'obiettivo di riduzione della velocità di consu-

mo del suolo.

Sarebbe necessario anche introdurre il principio secondo il quale chi origina fenomeni di impermeabilizzazione dovrebbe essere obbligato o a ristabilire lo stato originale del suolo prima dell'intervento, oppure a risarcire la comunità per la perdita della risorsa.

Infine si ricorda che una pianificazione attenta e abile potrebbe minimizzare il *sealing*, e scegliere tipologie di impermeabilizzazione con limitati effetti negativi.

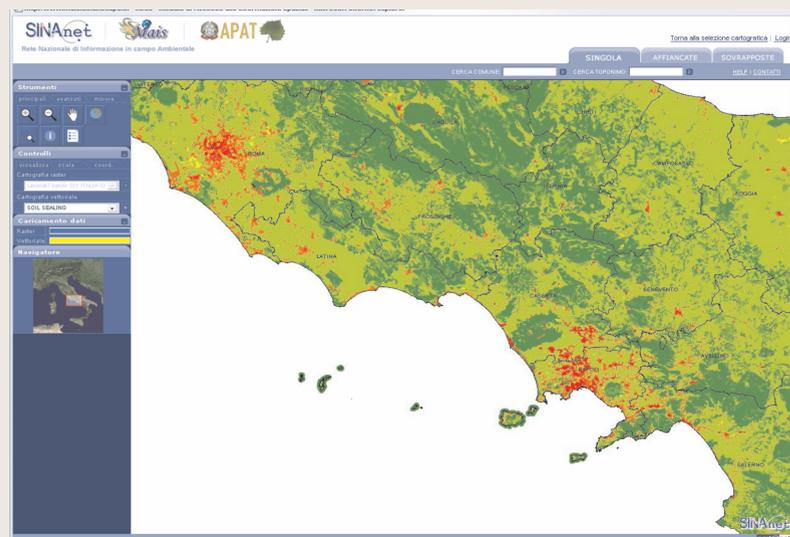


Fig. 3.19 - Stralcio della carta nazionale dell'impermeabilizzazione del suolo in Italia.



“A Quinto sembrava di non essersi mai accorto che una vita così fitta e varia lussureggiasse in quelle quattro spanne di terra, e adesso, a pensare che lì doveva morire tutto, crescere un castello di pilastri e mattoni, prese una tristezza, un amore fin per le borragini e le ortiche, che era quasi un pentimento”
Italo Calvino, 1957

LA CARTA NAZIONALE DELL'IMPERMEABILIZZAZIONE DEL SUOLO

L'impermeabilizzazione del suolo rappresenta una delle problematiche maggiormente sentite a livello europeo. Esiste, quindi, l'esigenza di sviluppare procedure standard per creare mappe tematiche di impermeabilizzazione dei suoli al fine di una valutazione omogenea a scala nazionale ed europea. La carta nazionale dell'impermeabilizzazione dei suoli è stata ottenuta attraverso la fotointerpretazione a video di ortofoto di un campione di punti localizzati sul territorio italiano. I punti utilizzati per la fotointerpretazione sono quelli impiegati dall'APAT per la validazione dei dati del progetto CLC2000. Le unità campionarie sono costituite da aree circolari di 50 ha di superficie originate nell'intorno di punti dislocati in modo casuale all'interno di celle generate da un reticolo sistematico con passo di 5 km appoggiato al sistema di coordinate UTM - WGS 84, fuso 32 N, per un totale di circa 12.000 unità. Un sottocampione di 500 aree è stato individuato per la ricognizione di campagna. Per la realizzazione della carta il campione dei 12.000 punti e il suo sottocampione di 500, sono stati utilizzati per la fotointerpretazione sulla base della copertura di ortofoto digitali del volo IT2000. Dalla osservazione delle ortofoto in corrispondenza dei punti è stato infatti possibile ricavare informazioni sul *soil sealing*. La procedura adottata risulta utilizzabile in ogni Paese partecipante al progetto CORINE ed offre i vantaggi di riproducibilità e quindi esportabilità, economia e condivisibilità. Questo, con la prospettiva di poter trarre gli evidenti vantaggi derivanti dal riferirsi ad una nomenclatura comune, quella CORINE appunto, e dal produrre una cartografia ad una scala che sia significativa a livello nazionale. I principali limiti della

metodologia utilizzata sono rappresentati dalla possibilità di definire il grado di impermeabilizzazione legato allo sviluppo dell'urbanizzazione ma non quello dovuto ad altre cause (es. compattazione dei suoli) e dal livello di accuratezza raggiunto che, derivante dall'impiego di un campione statistico per le valutazioni, è condizionato dalla numerosità oltre che rappresentatività dello stesso. L'utilizzo dei dati CORINE (unità minima cartografabile 25 ha) rende, inoltre, l'informazione non utilizzabile per elaborati di dettaglio. Per l'applicazione concreta della metodologia impiegata sarebbe auspicabile una validazione attraverso delle verifiche successive che si avvalgano di metodi alternativi e che, quindi, attraverso procedure che impiegano strumenti e supporti differenti, possano fornire elementi confrontabili. E' in corso di realizzazione la carta dell'impermeabilizzazione dei suoli basata sui dati CLC1990 che permetterà valutazioni relative al *trend* evolutivo. L'analisi dei cambiamenti dell'uso del suolo basata sulla comparazione CLC1990-CLC2000 evidenzia comunque un incremento delle aree urbanizzate che si traduce in un aumento delle superfici impermeabilizzate. In Fig. 3.22 sono riportate le percentuali delle aree impermeabilizzate suddivise per regione. I valori più elevati si riscontrano in Lombardia, Puglia, Veneto e Campania mentre nella carta di Fig. 3.21 è possibile osservare come le aree impermeabilizzate siano concentrate in corrispondenze delle aree urbane e lungo i principali assi stradali. In particolare la problematica assume proporzioni preoccupanti nelle grandi aree di pianura dove al fenomeno indotto dall'urbanizzazione deve essere sommato anche quello derivante dall'agricoltura intensiva.

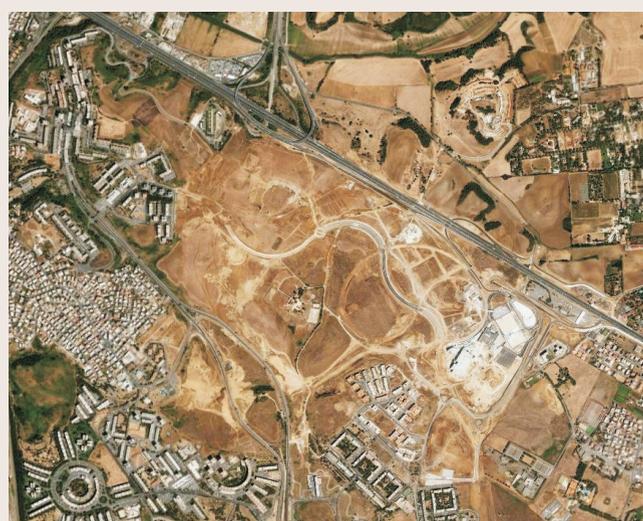


Fig. 3.20 - Espansione delle aree urbane. Confronto tra le immagini aeree del 1979 e del 2006 di un settore della zona nord-orientale di Roma. Nell'area interessata dai movimenti di terra si sta edificando uno dei più grandi centri commerciali d'Europa.

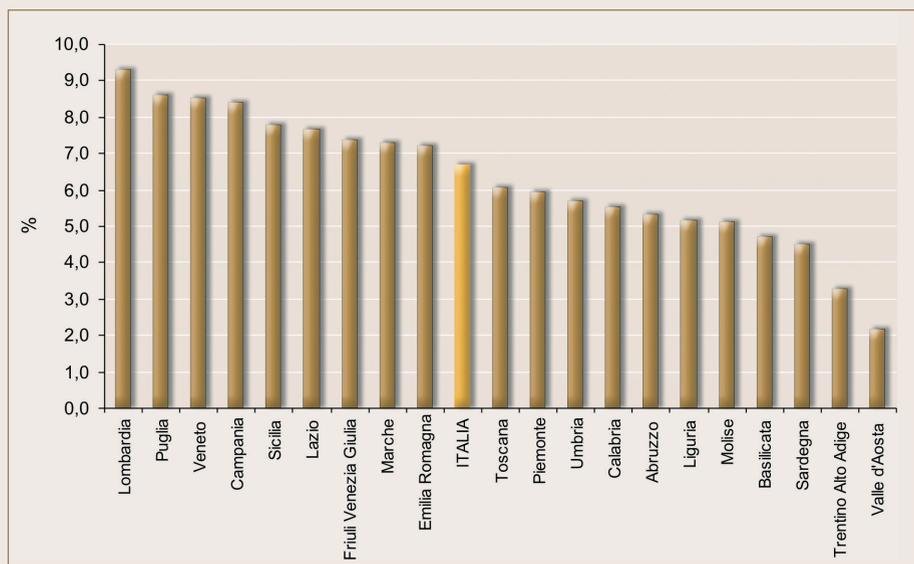
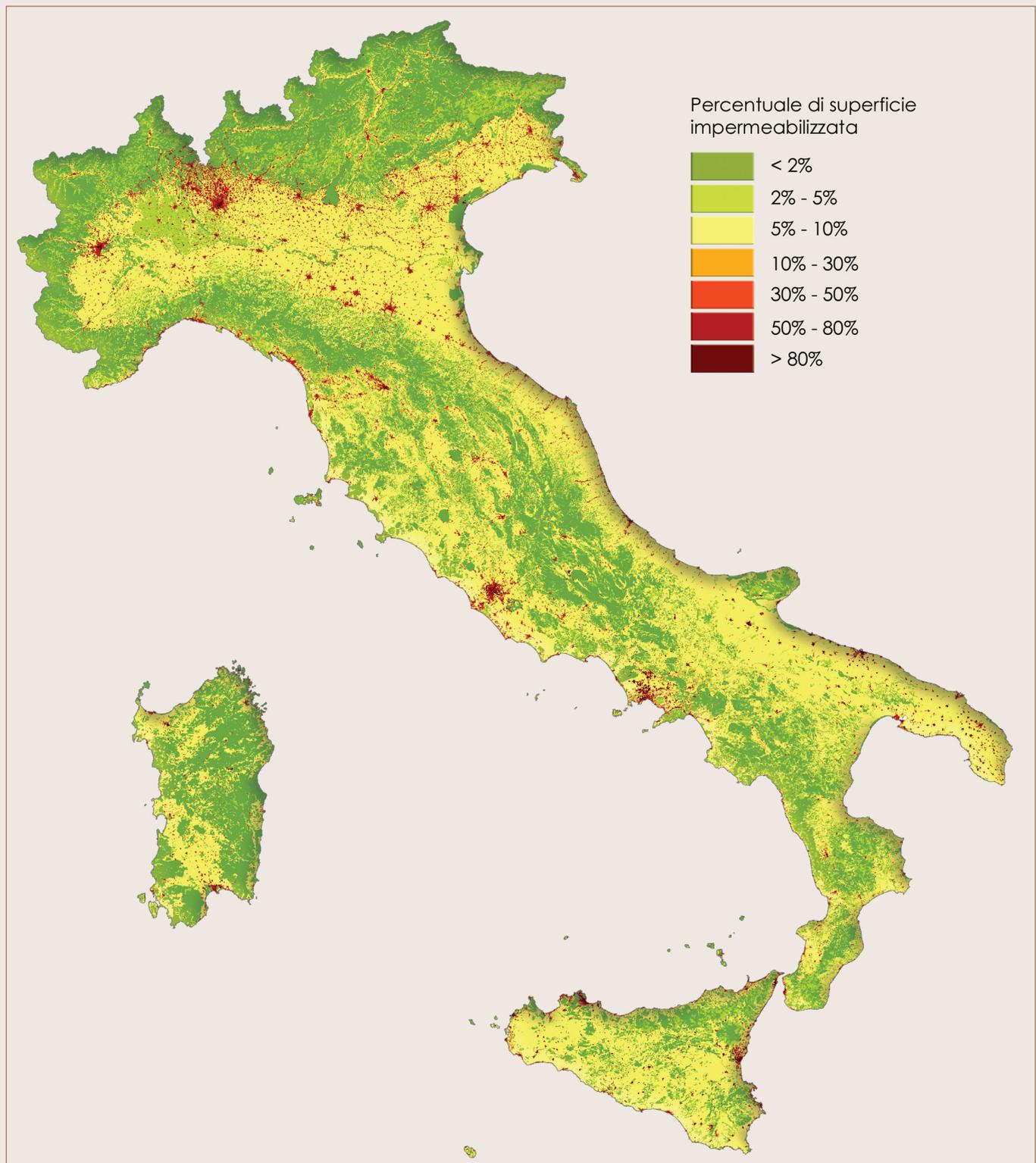


Fig. 3.21 - Carta nazionale dell'impermeabilizzazione del suolo legata all'urbanizzazione.

Fig. 3.22 - Percentuale delle aree impermeabilizzate per urbanizzazione in Italia.

LA CONTAMINAZIONE DIFFUSA



Per contaminazione diffusa dei suoli si intende l'insieme dei fenomeni di apporto ai suoli di sostanze esogene inquinanti di cui non è sempre individuabile l'origine. Tali processi possono essere veicolati per tramite dell'aria o delle acque superficiali oppure da pratiche agricole che prevedono l'utilizzo di fertilizzanti e fitofarmaci. Essa interessa aree molto vaste ed è dovuta sia ad attività diffuse sul territorio, come l'adozione di pratiche agricole intensive, sia a processi naturali di trasporto e diffusione degli inquinanti. Molti di questi vengono immessi nell'atmosfera dalle emissioni dell'industria e del traffico e possono essere trasportati dall'aria e rilasciati nel suolo grazie al naturale processo della deposizione atmosferica. Anche lo scarico di un impianto, fonte puntiforme, che immette acque in un bacino superficiale la cui acqua viene utilizzata per l'irrigazione, diventa la fonte della contaminazione diffusa di tutto il comprensorio irriguo che utilizza quella sorgente.

L'agricoltura intensiva, invece, può essere considerata fonte di inquinamento diffuso perché prevede l'abbondante utilizzo di fitofarmaci, fertilizzanti chimici e deiezioni zootecniche. Talvolta, anche l'utilizzo agricolo di fanghi derivanti dal trattamento delle acque reflue urbane e industriali, che possono contenere quantità considerevoli di sostanze pericolose per l'uomo, può destare qualche preoccupazione se non correttamente gestito e controllato.

I principali impatti derivanti dalla diffusione di inquinanti verso il suolo consistono nell'accumulo di elementi nutritivi, di metalli pesanti, di sostanze organiche persistenti. In alcuni casi la contaminazione diffusa dei suoli può rappresentare un fenomeno praticamente irreversibile; pertanto diverse disposizioni normative e politiche comunitarie hanno l'obiettivo di ridurre gli impatti. La risposta più efficace al problema riguarda la razionalizzazione delle pratiche agricole, soprattutto degli interventi di fertilizzazione e difesa antiparassitaria. In generale però la ridu-

FONTI DI INQUINAMENTO DEL SUOLO	
DIRETTE	ORIGINE AGRICOLA - Concimazioni minerali - Concimazioni organiche - Distribuzione di prodotti fitosanitari (es. erbicidi)
	ORIGINE INDUSTRIALE E CIVILE - Attività legate alla gestione dei rifiuti - Attività legate ai processi produttivi - Traffico veicolare
INDIRETTE	- Fall-out atmosferico - Acque di irrigazione contaminate

Tab. 3.1 - La contaminazione diffusa dei suoli può essere classificata come diretta ed indiretta. L'utilizzo di prodotti fitosanitari e/o l'utilizzo dei suoli come recettori di sostanze di origine industriale che vengono scaricate deliberatamente sui suoli sono i principali fenomeni di contaminazione diretta. Sostanze inquinanti possono essere apportate anche da fenomeni naturali (contaminazione indiretta).

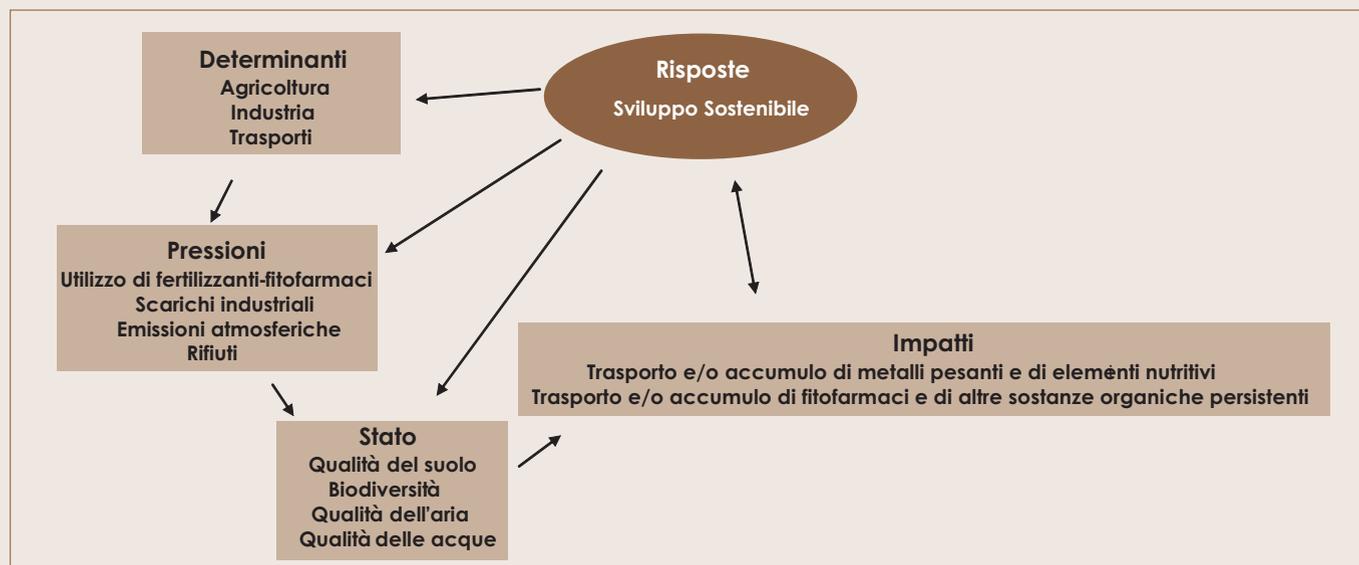


Fig. 3.23 - Schema DPSIR della contaminazione diffusa. Le attività antropiche (Determinanti) danno luogo a fattori di Pressione che sono responsabili della condizione ambientale (Stato) delle varie matrici coinvolte con conseguenti effetti (Impatti) per la mitigazione dei quali è necessaria l'adozione di apposite misure (Risposte).

zione degli apporti, in una logica di approccio preventivo al problema, può avvenire sia attraverso il controllo dell'immissione sul mercato di prodotti chimici, sia definendo e migliorando i controlli sulle emissioni in aria e nelle acque. Infine è necessario definire i criteri di qualità per i prodotti utilizzati in agricoltura soprattutto quelli destinati all'apporto di sostanze organiche (fanghi di depurazione, effluenti di allevamento, compost).

Quando gli apporti al suolo non sono evitabili si deve tollerare come "accettabile" l'accumulo entro un livello critico in un determinato arco temporale oppure l'accumulo fino ad un certo effetto misurabile. La scelta tra le diverse opzioni può dipendere da interessi economici del sistema agricolo (valore dei prodotti, sicurezza alimentare, valore del fondo coltivato) o dalla tutela del valore naturale del territorio (ecosistemi vulnerabili); si deve tener conto anche del fatto che la contaminazione dei terreni porta con sé problemi economici perché i consumatori potrebbero in casi limite rifiutare i prodotti ottenuti dalla coltivazione di suoli pubblicamente dichiarati inquinati.



I FERTILIZZANTI, IL SUOLO E L'EUTROFIZZAZIONE DEGLI ECOSISTEMI ACQUATICI

I fertilizzanti sono sostanze, sia naturali che di sintesi, impiegate per l'apporto di elementi nutritivi alle colture. I nutrienti come l'azoto e il fosforo sono sostanze indispensabili e normalmente presenti in natura, anche se in piccola quantità; tuttavia possono comportare rischi sia per l'ambiente che per l'uomo quando ne viene introdotta una quantità eccessiva rispetto al fabbisogno delle coltivazioni. Questo vale soprattutto per i fertilizzanti che contengono azoto. Quest'ultimo è spesso presente nel terreno sottoforma di nitrati che, essendo molto solubili nelle acque e difficilmente trattenuti dal suolo, vengono facilmente dilavati dai terreni ad opera della pioggia e dell'acqua di irrigazione, determinando fenomeni di inquinamento delle falde idriche sotterranee e di eutrofizzazione degli ecosistemi acquatici. In particolare, l'eutrofizzazione consiste nell'arricchimento in nutrienti delle acque di fiumi, laghi e mari. Il fenomeno comporta una crescita eccessiva di alghe, piante acquatiche ed altri organismi viventi, il cui sviluppo incontrollato porta a situazioni di carenza di ossigeno, alla morte della fauna ittica ed al conseguente deterioramento delle acque, che ne compromette gli innumerevoli usi, da quello potabile a quello ricreativo.

Fig. 3.24 - Alcune pratiche agricole immettono nell'ambiente sostanze potenzialmente contaminanti che oltre all'inquinamento del suolo, qualora raggiungano la falda acquifera, possono provocare fenomeni di contaminazione diffusa anche nel comparto delle acque sotterranee.



LA CONTAMINAZIONE PUNTUALE

Nei paesi industrializzati la presenza di attività antropiche, quali industrie, miniere, discariche ed altre strutture può determinare fenomeni di contaminazione puntuale del suolo, per sversamenti, perdite di impianti/serbatoi, non corretta gestione dei rifiuti, ecc. Le alterazioni delle caratteristiche del suolo, indotte dalla contaminazione, ne compromettono inevitabilmente alcune funzioni chiave quali, ad esempio, la produzione alimentare e di altre biomasse, le funzioni ecologiche essenziali nonché il ruolo di substrato fisico e culturale che esso svolge per l'uomo. Nella maggior parte dei casi tali alterazioni non interessano solo il suolo, in quanto i contaminanti, attraverso complessi processi di trasporto legati alla tipologia di terreno, alle caratteristiche chimico-fisiche del contaminante, all'idrogeologia della zona, ecc., vengono veicolati in altre matrici ambientali. Gli impatti dovuti al fenomeno di contaminazione puntuale di un suolo riguardano quindi anche il passaggio dell'inquinante ad altri comparti ambientali, quali acque sotterranee ed aria.

Il fenomeno determina anche una serie di impatti sociali, economici e sanitari. Basti pen-

sare al rischio di insorgenza di patologie, legata all'esposizione, più o meno prolungata dei lavoratori e della popolazione a sostanze pericolose e all'ingente impegno economico necessario per la bonifica ed il ripristino ambientale di siti, che possono interessare anche aree molto estese, quali, ad esempio, Porto Marghera.

A tutela della salute pubblica, sono stati, pertanto, sviluppati idonei strumenti di analisi di rischio per valutare quello sanitario e le priorità di intervento (vedi Box).

In Italia le attività antropiche principalmente coinvolte in fenomeni di contaminazione puntuale sono soprattutto le industrie legate alla raffinazione di prodotti petroliferi, l'industria chimica, metallurgica e mineraria, i manufatti in amianto e alcune attività di gestione dei rifiuti (Fig. 3.25).

Un aspetto particolare è rappresentato dai *brownfields*; si tratta di 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.

SITI CONTAMINATI

Il recupero dei siti contaminati si può ottenere mediante più o meno complessi processi di bonifica. Essi diventano attuabili solo in seguito ad una corretta valutazione del rischio (analisi del rischio) ovvero una stima del rischio per la salute della popolazione esposta a differenti quantità di sostanze tossiche. La valutazione del rischio è definita, in termini tecnici, come un "processo sistematico per la stima di tutti i fattori di rischio significativi che intervengono in uno scenario di esposizione causato dalla presenza di pericoli." Nel caso in cui tale stima sia focalizzata alla valutazione della probabilità che si manifestino effetti avversi sull'ecosistema, piuttosto che sull'uomo, si parla di analisi di rischio ecologico.

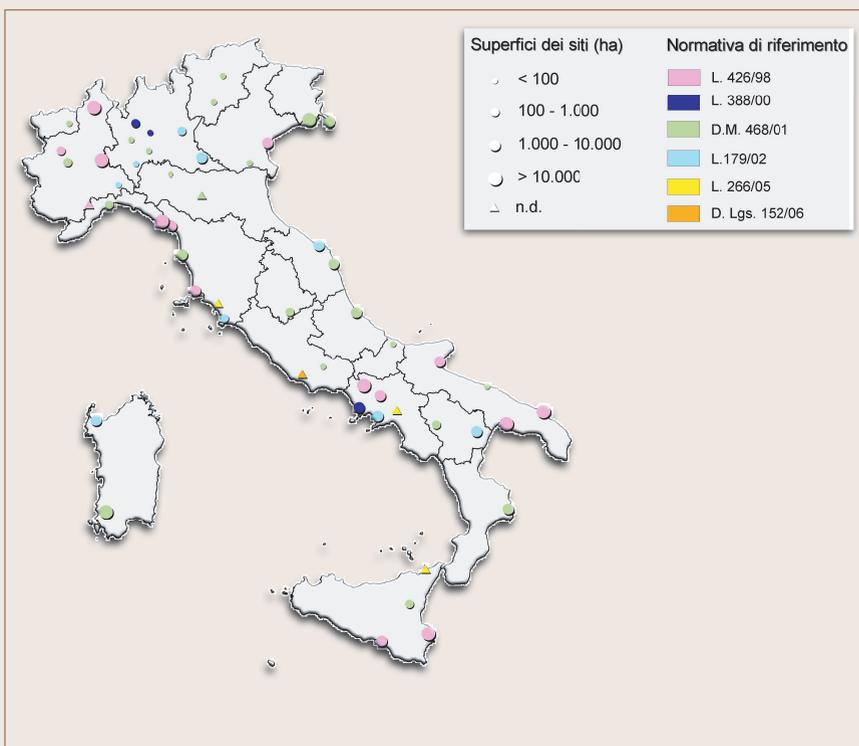


Fig. 3.25 - Localizzazione, dimensionamento e legislazione di riferimento dei 54 siti contaminati di interesse nazionale in cui, cioè, le operazioni di bonifica sono coordinate direttamente dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare. Esistono inoltre diverse migliaia di siti contaminati o potenzialmente contaminati di competenza regionale.

BONIFICHE

Le tecniche di bonifica dovrebbero privilegiare le tecnologie di biorisanamento cioè quei processi che non inducono grossi cambiamenti nelle caratteristiche del suolo, la cui qualità può deteriorarsi sia per la perdita di proprietà strutturali (mediante utilizzo di processi termici, chimici o fisici), sia per la presenza residua di reagenti al termine del trattamento (utilizzando processi di lavaggio o di ossido riduzione).

Questi siti sono di solito già dotati di tutte le opere di urbanizzazione (luce, acqua, gas, rete fognaria ecc.) e ubicati in prossimità di linee e raccordi di trasporto. Questa condizione ne rende vantaggioso il riutilizzo o la trasformazione d'uso, per motivi sia economici che di ripristino ambientale.

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 per la presenza di poche, ma estese, zone industriali, testimoni di uno sviluppo concentrato in un limitato numero di aree. Attualmente si sta operando al fine di rivitalizzare le aree dismesse e renderle parti attive nell'organismo urba-

no. Le iniziative di recupero in corso nel paese interessano sia grandi aree che piccole aree industriali dismesse.

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.

I "megasiti" sono infatti caratterizzati da livelli ed estensioni della contaminazione dei terreni e delle acque di falda tali da rendere difficilmente attuabili, dal punto di vista tecnico, economico ed ambientale, interventi di recupero totale in tempo medio-breve (25 anni).

Categoria	Descrizione
Siti interni a centri abitati	<i>Siti che ospitavano insediamenti manifatturieri caratteristici del XIX secolo, o attrezzature a servizio di ferrovie e porti, successivamente dismessi, o trasferiti in aree più periferiche, a seguito dei processi di sviluppo economico e di crescita della città.</i>
Grandi zone industriali	<i>Situati spesso in zone costiere, hanno visto lo sviluppo ed il successivo declino di settori produttivi quali l'industria chimica, le acciaierie, l'attività estrattiva, l'industria meccanica. Questi siti possono essere di notevoli dimensioni (centinaia o migliaia di ettari). In tal caso sono definiti "megasiti" e possono determinare impatti ambientali e socio-economici su scala regionale.</i>
Siti extraurbani	<i>Un tempo connessi con attività quali l'industria mineraria, chimica, siderurgica, ecc.</i>

Tab. 3.2 - Categorie di *brownfields*.



**“L'introduzione di contaminanti nel suolo può danneggiare o distruggere alcune o diverse funzioni del suolo e provocare una contaminazione indiretta dell'acqua”
Commissione delle Comunità Europee, 2002**

LE ALLUVIONI

La fuoriuscita dei corsi d'acqua dai loro alvei a seguito di precipitazioni meteoriche intense e/o prolungate rappresenta un fenomeno naturale di fondamentale importanza nel complesso quadro dell'evoluzione geomorfologica della superficie terrestre, che ha determinato la genesi delle pianure alluvionali dalle quali trae sostentamento gran parte dell'umanità. D'altra parte, però, proprio l'occupazione delle aree esondabili con insediamenti urbani, industriali ed infrastrutture impone la necessità di interventi atti a prevenire e/o mitigare i disastrosi effetti socio-economici derivanti dagli eventi alluvionali.

In tale contesto il mantenimento della funzionalità dei suoli riveste una importanza strategica.

Le caratteristiche e le dinamiche idrologiche dei suoli giocano, infatti, un ruolo fondamentale nel processo di formazione ed evoluzione di un evento alluvionale.

Ad esclusione della porzione delle precipitazioni che viene intercettata dalla vegetazione o da altri organismi e di quella che evapora immediatamente, la restante parte interagisce direttamente col comparto suolo. Parte di questa acqua penetra nel sottosuolo (infiltrazione) e va ad alimentare le falde sotterranee, parte ritorna all'atmosfera in forma di vapore attraverso le piante e gli organismi viventi (evapotraspirazione) (Fig. 3.27). La porzione rimanente va a formare il deflusso superficiale, cioè quella frazione delle precipitazioni che scorre sulla superficie del suolo e che, alimentando i corsi d'acqua, è quella realmente responsabile della formazione di un evento di piena. Le dinamiche dell'acqua meteorica a contatto con la matrice suolo si differenziano a seconda delle caratteristiche del suolo stesso, in particolare dalla sua tessitura e struttura, dal suo uso, dalla stabilità dell'acqua negli aggregati, dall'eventuale copertura vegetale, dall'umidità iniziale, ecc. (Fig. 3.26). In generale, maggiore è la capacità di infiltrazione e ritenzione di un suolo minore è il deflusso superficiale e la possibilità di eventi repentini di piena. Le caratteristiche pedologiche dei bacini idrografici devono pertanto essere tenute in debita considerazione in ogni elaborazione mirata alla previsione/prevenzione degli eventi alluvionali.

Alcune attività antropiche concorrono a perturbare le naturali caratteristiche dei suoli, incrementando la possibilità di genesi di eventi alluvionali (Tab. 3.3). Di particolare importanza risultano l'impermeabilizzazione del suolo (*soil sealing*) e la compattazione. In entrambi i

casi viene diminuito/impedito l'assorbimento per infiltrazione di una parte delle acque e di conseguenza aumenta, in volume e in velocità, lo scorrimento superficiale.

I maggiori problemi in tal senso si riscontrano al verificarsi di fenomeni di pioggia particolar-

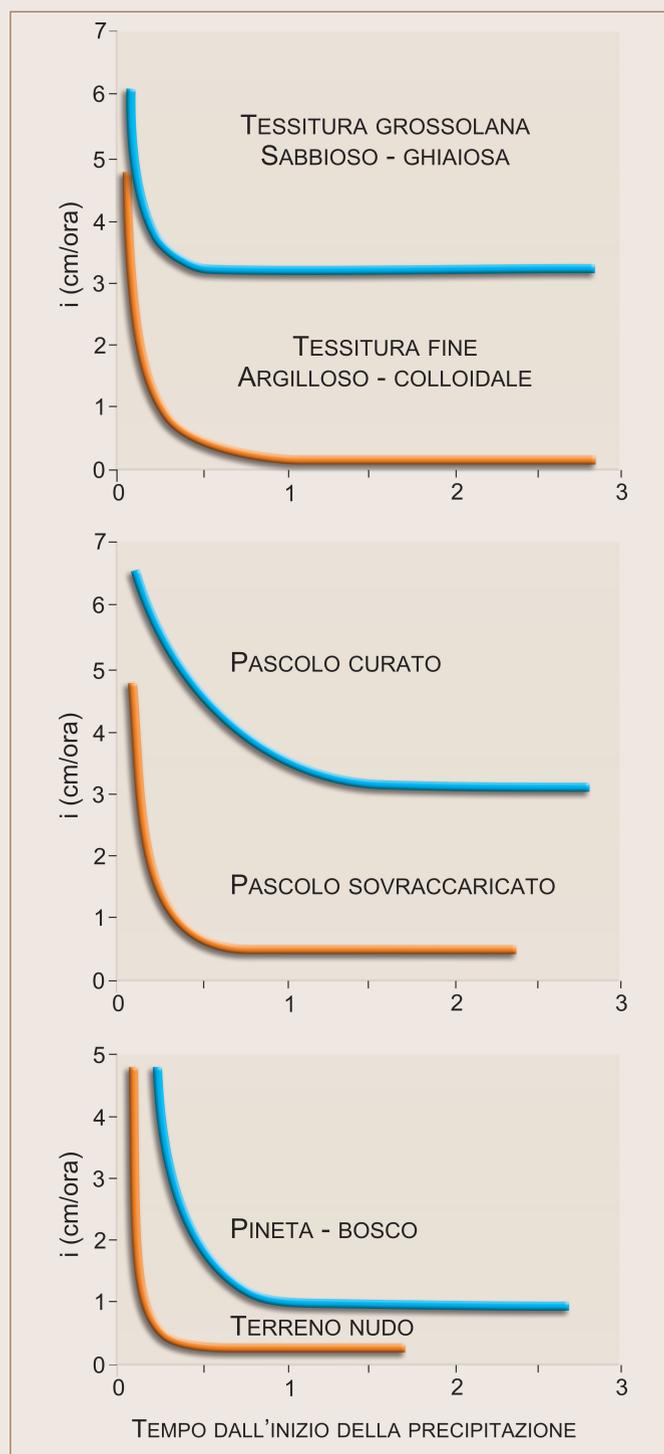


Fig. 3.26 - Velocità di infiltrazione in funzione delle caratteristiche granulometriche e della copertura del suolo. La velocità decresce con il progressivo aumento dell'umidità del suolo fino a raggiungere un valore stazionario. In generale suoli naturali o poco sfruttati garantiscono, a parità di caratteristiche fisiche, una maggiore capacità di infiltrazione e ritenzione delle acque meteoriche.