



5

SUOLO

A cura di **Renzo Barberis**
Gabriele Fabietti, Tommaso Niccoli
ARPA Piemonte, Area Ricerca e Studi

Il suolo costituisce l'interfaccia tra la terra (geosfera), l'aria (atmosfera) e l'acqua (idrosfera) e il suo ruolo multifunzionale è essenziale per la vita su questo pianeta. Il suolo infatti assolve una moltitudine di compiti ambientali, economici, sociali e culturali.

I maggiori problemi che interessano i suoli piemontesi e italiani sono simili, pur nella particolarità e nella grande eterogeneità del nostro territorio, a quelli europei: l'erosione, soprattutto idrica, la contaminazione locale e diffusa, la perdita di suolo per impermeabilizzazione, la compattazione superficiale e profonda dovuta all'uso di mezzi meccanici, la perdita di sostanza organica, la diminuzione della biodiversità, la salinizzazione, il rischio idrogeologico evidenziato dalle frane e dalle inondazioni.

Accanto a questi problemi ne viene spesso evidenziato un altro, riguardante la carenza di dati validati, disponibili e confrontabili tra di loro, che

permettano di descrivere lo stato di conservazione della risorsa suolo, in tutte le sue multifunzionalità. Il recente documento della Commissione Europea sulla protezione del suolo, COM (2002) 179, pone con forza il problema di utilizzare procedure di campionamento e metodi di analisi standardizzati e comparabili, accelerando i processi di armonizzazione da parte delle apposite organizzazioni internazionali CEN (European Committee for Standardisation) e ISO (International Organisation for Standardisation).

Oltre ad avere dati affidabili e confrontabili, occorre che gli stessi siano utilizzati in modo integrato con quelli riguardanti le altre matrici ambientali, costruendo indicatori e indici affidabili; l'aggiornamento di questi indicatori deriva, in condizioni ottimali, dall'incrocio di dati statistici con dati sulla qualità ambientale provenienti da una rete di monitoraggio.

La creazione di una apposita rete regionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali, inserita in una rete nazionale ed europea, deve essere il principale obiettivo dei prossimi anni. In attesa che la Comunità Europea, lo Stato e la Regione predispongano i necessari atti normativi per dare a questa rete importanza e risorse paragonabili a quelle dedicate alle reti di monitoraggio dell'aria e delle acque, l'ARPA ha avviato sul territorio regionale una serie di attività conoscitive che, assieme alle attività svolte da altre strutture regionali, permettono di rappresentare lo stato conoscitivo di



alcuni dei principali processi degradativi dei suoli piemontesi. Gli indicatori presentati in questo capitolo sono strettamente correlati con quelli riportati nel capitolo agricoltura e in diversi altri capitoli, come siti contaminati, ecosistemi e paesaggi, acqua ed eventi naturali.

Una parte degli indicatori risente della insoddisfacciente qualità dei dati disponibili, e per quasi tutti risulta difficoltoso costruire degli andamenti nel tempo; solo l'avvio di una apposita rete di monitoraggio permetterà di superare queste difficoltà.

INDICATORE	DPSIR	Unità di misura	Livello territoriale	Anno	Disponibilità dati	Andamento numerico	Stato Ambientale
Utilizzo dei terreni agrari	D	ha	Provinciale	1990-2000	☺	↘	☺
Aree usate per agricoltura intensiva	P	ha	Comunale	1990-2000	☺	↔	☺
Tessitura del suolo	S	Classi di tessitura	Comunale	1991-2000	☺	-	-
pH del suolo	S	unità di pH	Comunale	1991-2000	☺	-	☺
Contenuto in sostanza organica del suolo	S	%	Comunale	1991-2000	☺	-	☹
Capacità di scambio cationico (CSC) del suolo	S	cmol • kg ⁻¹ o meq • 100 g ⁻¹	Comunale	1991-2000	☺	-	☺
Metalli pesanti nel suolo	S	mg/kg	Provinciale	1999-2001	☺	-	☺
Frammentazione	I	ha	Provinciale	1993-2000	☺	↗	☹
Superficie percorsa da incendi	I	n° incendi ha superficie	Provinciale	1957-2001	☺	↘	☺

5.1 USO E QUALITÀ DEL SUOLO

La conoscenza ambientale del suolo si basa almeno su quattro livelli:

- le informazioni relative all'uso del suolo ricavabili mediante telerilevamento, possibilmente integrate con rilievi a terra;
- le informazioni di base sui suoli contenute nelle carte dei suoli, elemento chiave per la scelta dei siti di monitoraggio e per l'interpretazione dei risultati;
- una rete di monitoraggio degli inquinanti inorganici ed organici o di eventuali caratteristiche di facile misura (es.: carbonio organico, CSC, pH) configurata sulla base di una maglia rigida; in alternativa, utili informazioni, per una prima fase conoscitiva, possono derivare dall'analisi dei campioni di suolo prelevati per la realizzazione di carte dei suoli;
- una rete di monitoraggio delle relazioni pressione-impatto composta da alcuni siti di riferimento allestiti in modo da raccogliere informazioni sui fenomeni di degrado nei principali tipi di suolo (degrado fisico).

Ciascuno di questi elementi va considerato come livello distinto in fase di realizzazione, salvo poi

mettere in relazione i diversi livelli per l'interpretazione dei fenomeni di degrado del suolo.

I dati relativi all'uso e alla qualità dei suoli, rappresentano i primi due livelli, che in ambito regionale trovano sviluppo soprattutto nelle attività promesse dalla Regione Piemonte, sia direttamente attraverso il lavoro degli assessorati, sia indirettamente attraverso le attività delle strutture tecniche regionali e degli Enti partecipati.

I due livelli successivi, che sono affrontati nei paragrafi 5.2 e 5.3, vedono invece il coinvolgimento prioritario dell'ARPA.

5.1.1 USO DEL SUOLO: UTILIZZO DEI TERRENI AGRICOLI

L'uso del suolo descrive la variazione quantitativa dei vari tipi di aree individuate come omogenee (agricole, urbane, industriali,...) alla scala di indagine e con la metodologia utilizzata. L'indicatore viene costruito utilizzando immagini aeree opportunamente scelte e interpretate; l'aggiornamento del Corine Land Cover, utilizzato per la costruzione dell'indicatore riportato nella relazione del 2001, sarà disponibile solo alla fine del 2003.

In attesa di poter disporre di questi dati, può esse-



re interessante valutare l'utilizzo dei terreni agricoli sulla base dei primi dati disponibili dal Censimento dell'agricoltura del 2000. La **tabella 5.1** riporta la distribuzione provinciale delle principali forme di utilizzazione dei terreni. Su base regionale, spiccano la sostanziale tenuta della superficie a seminativi e l'aumento della loro incidenza rispetto alla SAU (fenomeno ormai di lungo periodo e comune alle principali aree agricole dell'Unione europea), la forte riduzione dei prati permanenti, soltanto in parte compensata dall'aumento dei pascoli (andamenti da mettere in relazione con la diminuzione dei capi bovini) e la scomparsa di 1/3

della superficie a boschi (fenomeno da interpretare con estrema cautela, poiché con il censimento dell'agricoltura non viene rilevata l'intera superficie boscata – che in Piemonte è oltre il doppio di quella riportata in tabella - ma soltanto quella facente capo ad aziende agroforestali). A livello provinciale occorre rilevare il peso della Provincia di Cuneo (che da sola rappresenta quasi 1/3 della SAU piemontese e i 3/4 dei fruttiferi), la forte caratterizzazione viticola della Provincia di Asti, la preponderanza dei seminativi nella Provincia di Vercelli e Novara e la connotazione prettamente silvopastorale della Provincia di Verbania.

Tabella 5.1 - Distribuzione provinciale delle principali forme di utilizzazione dei terreni aziendali al 5° censimento generale dell'agricoltura e variazioni rispetto al censimento precedente. Superfici espresse in ettari. Dati 2000 provvisori

Tipo di utilizzazione dei terreni	Provincia								Totale Regione	
	Torino	Vercelli	Novara	Cuneo	Asti	Alessandria	Biella	Verbania	Valori assoluti	% rispetto al 1990
Seminativi	110.039	91.098	56.997	129.589	37.475	132.839	10.173	387	568.598	-2,10%
Orti familiari	602	39	108	1.044	645	737	59	29	3.263	-11,00%
Vite	1.983	180	693	16.682	18.328	14.842	310	29	53.048	-14,20%
Altre coltivazioni legnose agrarie	3.471	868	243	31.626	3.241	3.038	306	133	42.927	-15,00%
Prati permanenti	41.208	1.358	4.293	51.219	13.141	11.750	6.895	6.756	136.620	-24,30%
Pascoli	98.863	6.552	1.743	95.322	1.069	3.315	10.620	34.786	252.269	3,70%
Superficie agricola utilizzata	256.166	100.095	64.076	325.482	73.900	166.522	28.363	42.120	1.056.724	-5,70%
Boschi	67.512	11.164	5.879	84.995	19.899	33.462	7.106	49.842	279.858	-33,40%
Arboricoltura da legno	7.598	1.456	1.593	8.406	4.326	8.370	313	128	32.190	-20,00%
Superficie agricola non utilizzata	25.376	5.098	1.086	43.559	5.047	12.721	2.862	11.293	107.042	-7,90%
Altra superficie	13.614	3.072	2.371	10.129	2.587	6.164	1.230	1.981	41.146	-48,40%
Superficie totale	370.267	120.884	75.005	472.570	105.759	227.239	39.873	105.364	1.516.961	-14,60%

Fonte: ISTAT - Regione Piemonte

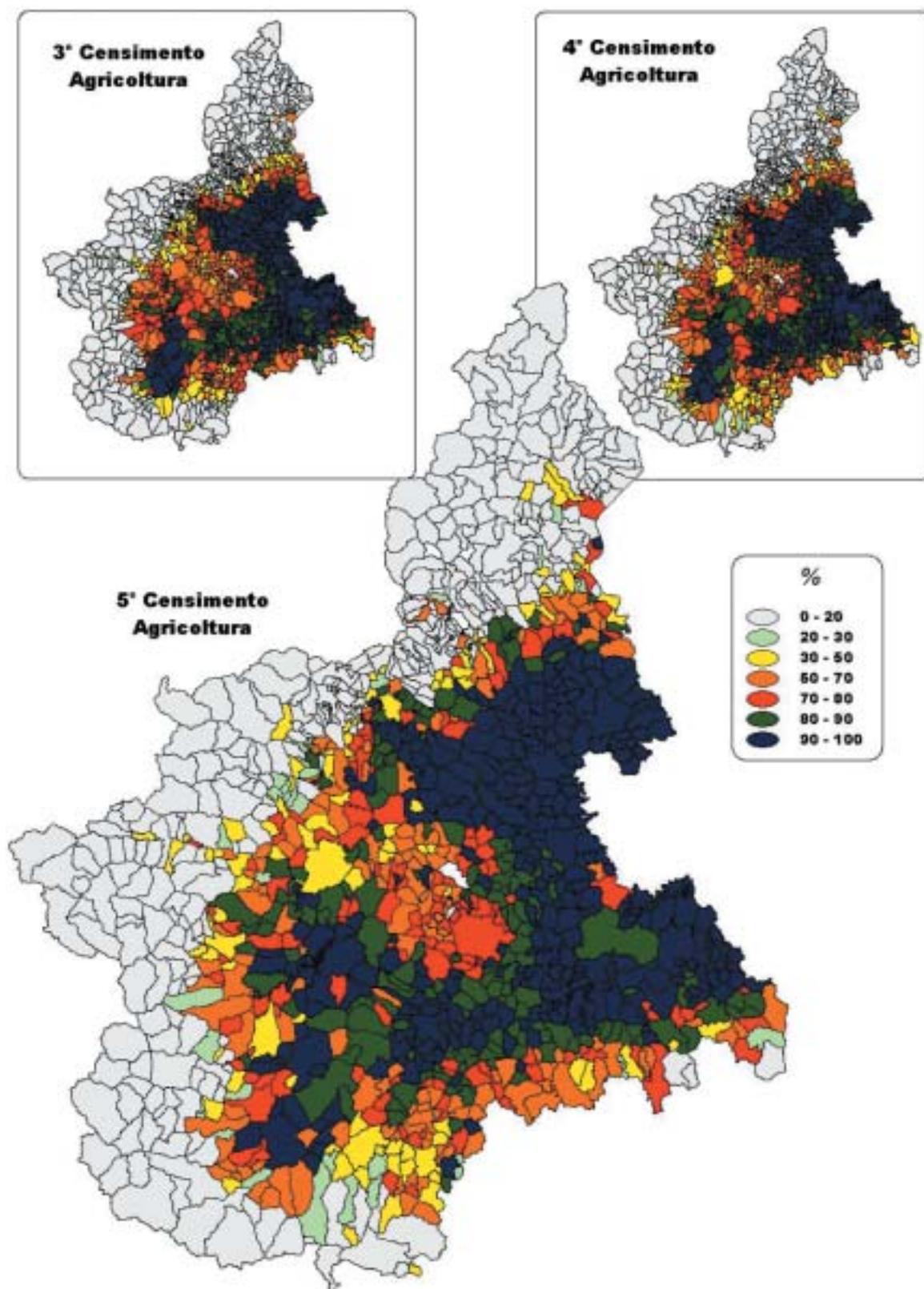
La voce "altre coltivazioni legnose agrarie" comprende i fruttiferi (compresi i castagneti da frutto), i vivai (compresi quelli forestali non destinati all'esclusivo fabbisogno aziendale) e coltivazioni minori quali il salice da vimini, il gelso da foglie, le canne ecc. La voce "arboricoltura da legno" comprende i pioppeti e la superficie investita a fruttiferi destinati alla produzione di legname e non di frutta (noce, ciliegio ecc.); essa non è perfettamente paragonabile al dato 1990 poiché in quel censimento erano stati rilevati soltanto i pioppeti. La voce "superficie agraria non utilizzata" è costituita dall'insieme dei terreni aziendali non utilizzati a scopi agricoli ma suscettibili di esserlo a seguito di operazioni effettuate con mezzi normalmente

presenti nell'azienda agraria (terreni abbandonati e superfici destinate ad attività ricreative) mentre la voce "altra superficie" comprende le aree occupate da fabbricati, cortili, fossi, canali, parchi e giardini ornamentali ecc.

Come si vede dalla **figura 5.1**, gran parte del territorio agricolo piemontese è sfruttato in modo intensivo, con grande presenza di seminativi nelle aree di pianura e di colture permanenti, soprattutto vite, nelle aree collinari. Si può notare un progressivo aumento dell'intensità di utilizzo del suolo nella zona collinare del cuneese e tra il torinese e l'astigiano. Per le considerazioni sulla diffusione di colture meno intensive tipiche dell'agricoltura biologica, si rimanda al capitolo sull'agricoltura.



Figura 5.1 – Superficie sottoposta ad agricoltura intensiva rispetto alla SAU totale





5.1.2 PARAMETRI DI QUALITÀ PEDOLOGICA

5.1.2.1 Cartografia pedologica in Piemonte

(in collaborazione con Roberto Salandin, Igor Boni e Mauro Piazzi - IPLA S.p.A. Torino)

L'urgenza di disporre di un quadro conoscitivo sui suoli europei, coerente con le iniziative della Commissione Europea, è stata riconosciuta anche in Italia, con la promozione, nel 1998, di un ambizioso progetto: la "Carta dei suoli d'Italia" a scala 1:250.000.

Questo progetto fa parte integrante della Misura 5, nel Programma interregionale cofinanziato "Agricoltura e qualità" di cui alla legge 5 novembre 1996, n.578.

Questo progetto si pone anche in perfetta sintonia con la progettazione e la realizzazione del nuovo Sistema Informativo Territoriale sui suoli Europei, a piccola scala (1:1.000.000), che è anche una delle principali attività dell'Ufficio Europeo per il Suolo (ESB).

L'attenzione verso questa fondamentale risorsa, da parte del decisore pubblico, sembra ormai avviata a soppiantare la colpevole indifferenza di un passato anche recente.

Alle singole Regioni è demandato il compito di realizzare detta cartografia per il proprio territorio, nel rispetto di una serie di requisiti tecnici validi a livello nazionale e capaci di esaltare l'integrazione degli investimenti regionali in una visione europea. Il Piemonte sta facendo la sua parte, forte di una esperienza pedologica sviluppata negli ultimi decenni, con il Settore Suolo dell'IPLA, che ha avuto in affidamento il progetto regionale. I lavori iniziati nel 2000, hanno prodotto i primi risultati, con l'allestimento di una prima versione della Carta dei suoli (1ª approssimazione - **figura 5.2**), che ha consentito al Piemonte di elaborare, a livello regionale, un primo documento applicativo in campo ambientale: la "Carta della capacità protettiva del suolo nei confronti delle acque sotterranee" (**figura 5.3**). Il progetto "Carta dei suoli d'Italia", diversamente individuato come "Carta pedologica", ne aveva fin dall'inizio previsto l'allestimento, lasciando però libere le singole realtà regionali, nel quadro di una politica di salvaguardia, di elaborare una propria priorità tematica.

Per il Piemonte, la conoscenza delle soggiacenze idrologiche, quale fonte di energia primaria, indispensabile alla comunità, riveste particolare importanza, nel quadro di uno sviluppo sostenibile, quando si volesse affrontare lo studio, la valutazio-

ne e la pianificazione dello sfruttamento controllato delle risorse naturali del suo territorio. Un'esaudiva messa a fuoco dell'emergenza "acqua" fu portata all'attenzione di tutti dal Consiglio d'Europa, nell'ormai lontano 1968, preoccupato di tutelare questa vitale risorsa.

Da allora per la grande pressione esercitata sul territorio dalle varie attività umane, prove numerose di alterazione dell'equilibrio naturale sono state portate all'attenzione dell'opinione pubblica, specie di recente. In alcuni casi eclatanti, situazioni di grave danno per la comunità, hanno portato alla chiusura di acquedotti inquinati, per presenza di prodotti tossici alla salute umana, giungendo persino a porre in crisi parti di bacini idrologici (torrente Bormida).

Ma altre importanti conoscenze, desumibili dalle Carte dei suoli, sono in attesa di valorizzazione, come ad esempio, la distribuzione spaziale del contenuto di materia organica nel suolo: un argomento attualissimo (protocollo di Kyoto) nelle argomentazioni che coinvolgono problematiche sull'effetto serra del pianeta Terra. Poter disporre di una buona documentazione cartografica di base, come sono le Carte dei Suoli, da cui derivare finalizzazioni specifiche, riveste quindi il significato più pregnante degli investimenti pubblici che si stanno attuando in questo campo.

5.1.2.2 Indicatori pedologici di stato

(in collaborazione con Giancarlo Bourlot e Aurelio Del Vecchio - Regione Piemonte, Laboratorio Agrochimico)

I cartogrammi presentati nascono come prodotto intermedio del progetto "Costituzione di una Banca Dati Regionale dei Terreni Agrari (BDRTA) attraverso il confronto e la georeferenziazione delle analisi del terreno", finanziato dalla Regione Piemonte e attuato dal Laboratorio Agrochimico - Settore Fitosanitario Regionale, dal Dipartimento Divapra - Chimica Agraria della Facoltà di Agraria di Torino e dalla 3a S.r.l. di Torino.

Il progetto è stato avviato al fine di soddisfare la crescente richiesta di informazioni sui terreni agrari che negli ultimi anni si è manifestata da parte delle organizzazioni professionali degli agricoltori, dei liberi professionisti, di diversi Enti di Ricerca e della stessa Regione Piemonte.

Si è così scelto di costituire una Banca Dati Regionale dei Terreni Agrari di facile consultazione e in grado di raccogliere e organizzare tutte le informazioni disponibili in Piemonte su questa importante matrice, così da permettere l'efficiente svolgimento delle seguenti funzioni:



Figura 5.2 – Prima approssimazione della carta pedologica in scala 1:250.000

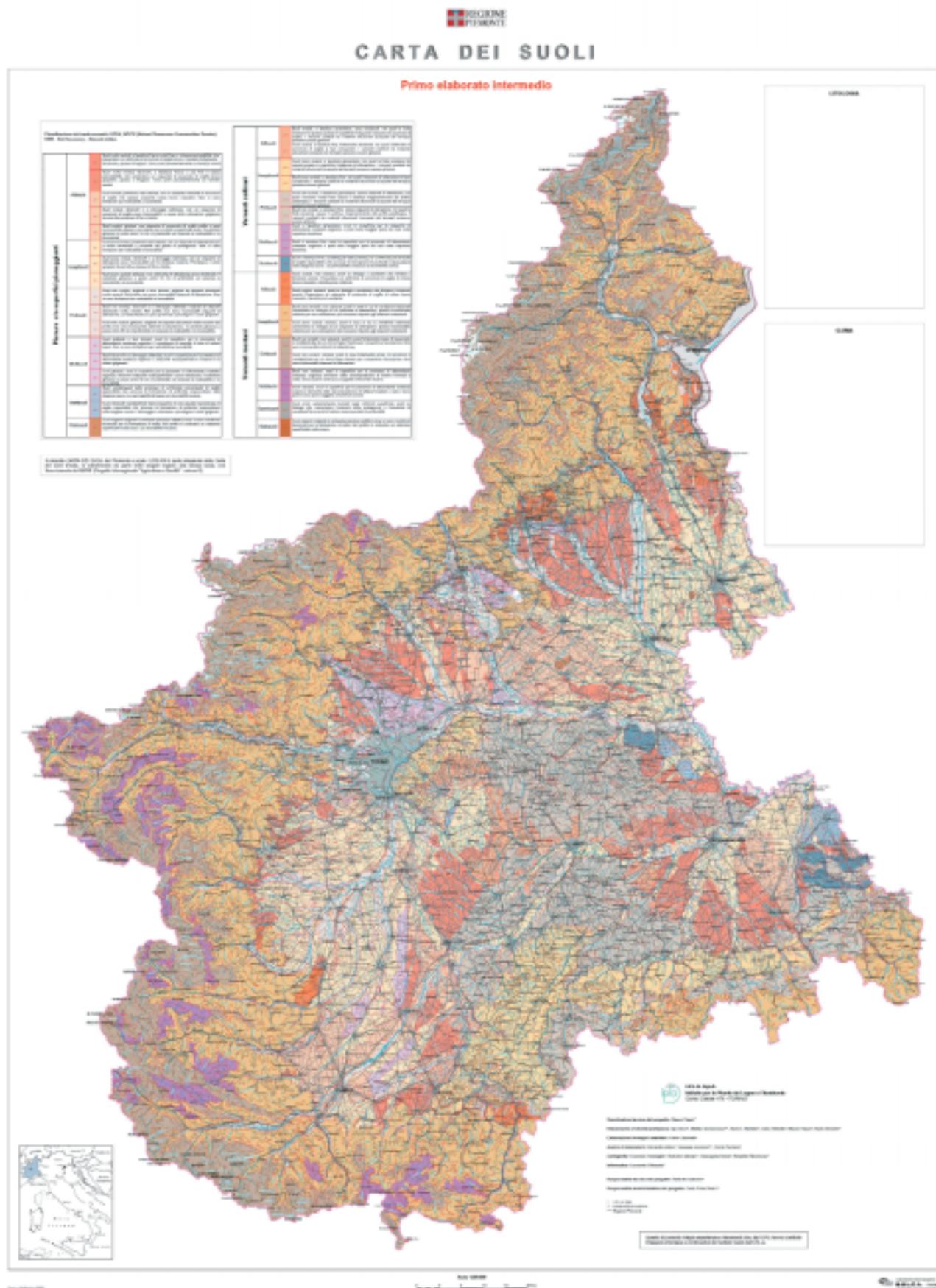
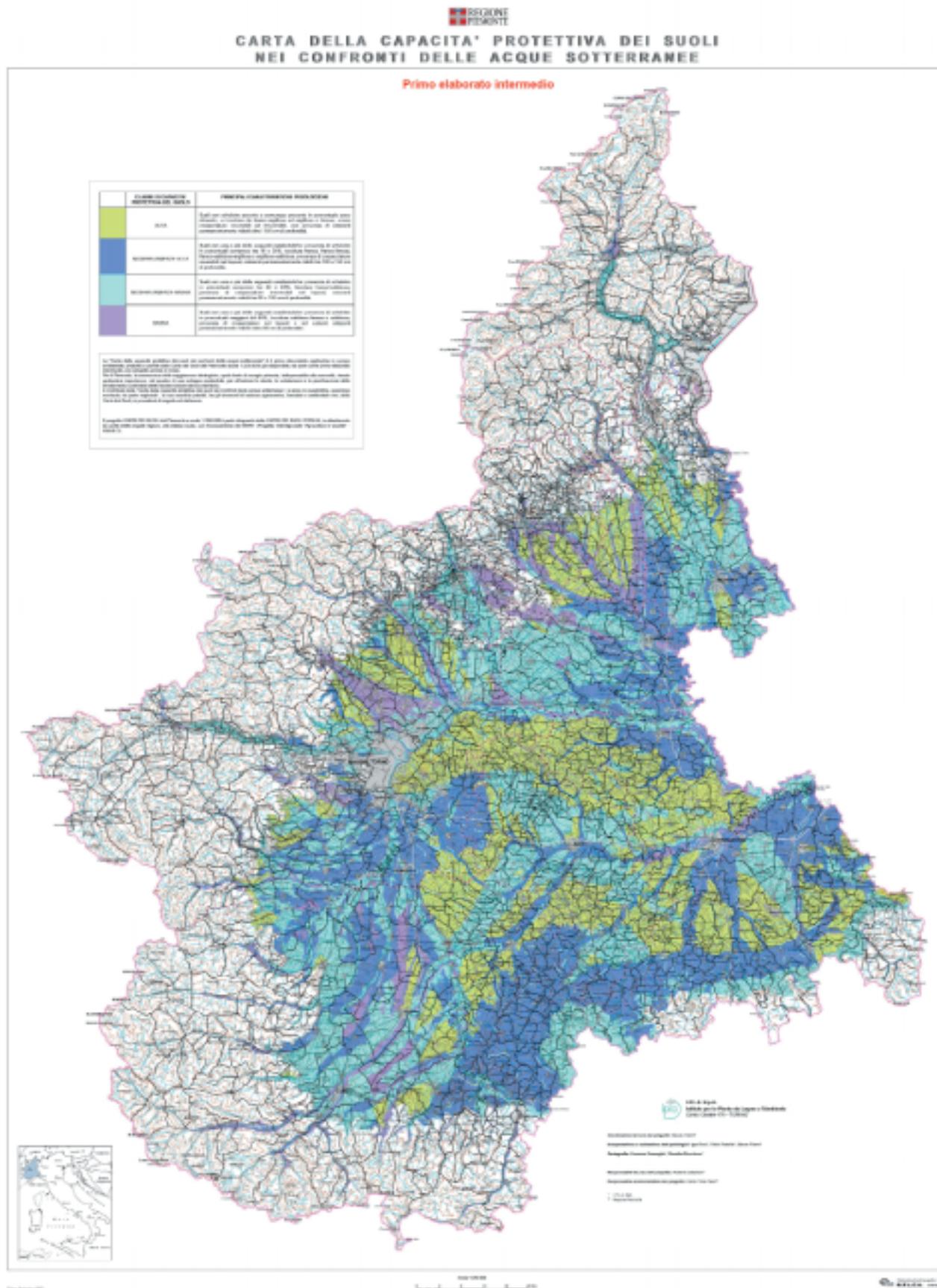




Figura 5.3 – Carta della capacità protettiva dei suoli nei confronti delle acque sotterranee





- inserimento e verifica dei dati;
- conservazione dei dati e gestione del database;
- estrazione, elaborazione e presentazione dei dati;
- interfacciamento con opportuni software GIS (Geographical Information System) in grado di offrire all'utente modalità d'uso interattive, che possono essere esemplificate con la possibilità di interrogare e di lavorare sul database, selezionando a video apposite visualizzazioni cartografiche.

Nella costruzione della BDRTA è stata preziosa la collaborazione di numerosi laboratori piemontesi del settore, che hanno messo a disposizione le banche dati di cui erano in possesso: tra il 2000 ed il 2001 oltre 3000 analisi provenienti da laboratori privati sono affluite, in forma rigorosamente anonima, nella BDRTA, che ha così raggiunto le 18000 analisi complessive.

La costituzione della BDRTA ha posto subito diversi problemi organizzativi, legati al fatto che i dati disponibili erano disomogenei quanto ad unità di misura e a metodiche analitiche utilizzate; inoltre, erano spesso privi di georeferenziazione e, talvolta, spuri, perché riferiti anche a matrici diverse dal vero terreno agrario. Si deve aggiungere che tra le analisi presenti, quelle effettuate su terreni forestali erano meno affidabili a causa dell'alto contenuto di sostanza organica, che poteva essere stata causa di errore in molte determinazioni. Tali problemi hanno richiesto la progettazione di opportuni strumenti e procedure di lavoro per la georeferenziazione e la validazione delle analisi, nonché l'individuazione di criteri per valutarne la confrontabilità.

I cartogrammi proposti sono una prima rappresentazione grafica, per alcuni parametri dell'analisi del terreno, di quanto emerge dai dati raccolti; hanno dunque la finalità di riassumere alcune caratteristiche chimico-fisiche dei terreni agrari, fornendo un'informazione di tipo qualitativo e tale da permettere riflessioni di carattere generale a quanti si occupano di pianificazione e governo del territorio.

I limiti dei cartogrammi sopra riportati risiedono principalmente:

- alla fonte, nella modalità con cui viene effettuato il campionamento dei terreni da sottoporre ad analisi; il campionamento, infatti, viene sempre eseguito "a dimensione di appezzamento", raccogliendo sistematicamente nel campo interessato diversi subcampioni e non facendo quindi riferimento ad un prelievo effettivamente puntiforme;

- al momento dell'elaborazione, nelle modalità di spazializzazione del dato; questo aspetto critico è legato alla necessità di riferire ad un'area dati sostanzialmente puntiformi, rispondendo al quesito, che sorge sempre di fronte ad un dato puntuale, di quale sia l'intorno territoriale per cui questo dato è valido.

Una soluzione in questo senso è data dall'applicazione di tecniche di geostatistica, che richiedono però la cooperazione tra esperti di chimica agraria e pedologi specialisti; a tal fine, con finanziamento statale, è stato varato nel corso del 2002 il progetto "Applicazione di tecniche di geostatistica allo studio delle caratteristiche di fertilità dei terreni agrari", attuato dal LAR - Settore Fitosanitario Regionale, dall'IPLA S.p.A. (Istituto Piante da Legno e Ambiente) e dalla 3a S.r.l.

Con riferimento ai cartogrammi di seguito riportati, in attesa di sviluppare maggiori competenze ed esperienza, si è scelto di calcolare una semplice media dei parametri più interessanti, utilizzando come unità cartografica di riferimento i confini comunali, dunque un'entità amministrativa e non di tipo geomorfologico. I limiti di questo tipo di elaborazione sono evidenti, anche se i cartogrammi prodotti permettono comunque valutazioni qualitative; suggeriscono inoltre interessanti riflessioni di tipo agronomico se sovrapposti agli areali di diffusione delle principali colture agricole piemontesi.

I cartogrammi relativi alla sostanza organica (**figure 5.4, 5.5 e 5.6**), importante componente della fertilità dei terreni agrari, rappresentano una situazione di generale bassa dotazione; questo è particolarmente evidente nelle aree viticole, dove la maggior parte dei campioni presenta un contenuto di sostanza organica minore dell'1,4%; anche estese aree di pianura cerealicola presentano comunque una significativa percentuale di campioni scarsi in sostanza organica, forse a causa delle tecniche di lavorazione e concimazione utilizzate ed in seguito al declino della zootecnia nelle zone meno vocate. Nelle aree risicole il problema risulta invece più contenuto, probabilmente anche in seguito alle condizioni ambientali caratteristiche della risaia, meno favorevoli alla mineralizzazione della sostanza organica; tuttavia, per trarre riflessioni più complete relativamente alla sostanza organica nelle aree risicole, sarebbe opportuno studiarne anche la qualità attraverso opportune determinazioni analitiche.

Nelle **figure 5.7, 5.8 e 5.9** sono riportati cartogrammi riferiti ad altri tre indicatori di stato, tessitura, pH e capacità di scambio cationico, che evidenziano la notevole variabilità dei suoli piemontesi.

Le prospettive che la BDRTA offre a quanti studia-



no l'uso agricolo del territorio sono notevoli: ormai validata, organizzata e georeferenziata, la BDRTA permetterà la produzione di molti interessanti elaborati descrittivi, cartografici e statistici riferiti a diversi ambiti territoriali, colture e parametri agrono-

mici, anche in relazione ai molteplici tipi di suolo riconosciuti da un punto di vista pedologico. Gli elaborati prodotti potranno inoltre essere resi disponibili su Internet, nella sezione del sito della Regione Piemonte dedicata ai suoli.

Figura 5.4 *

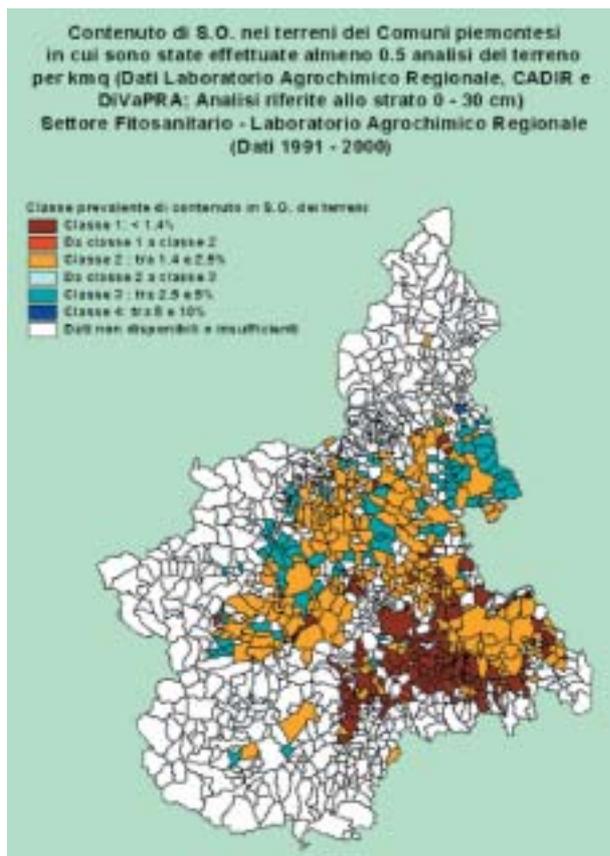
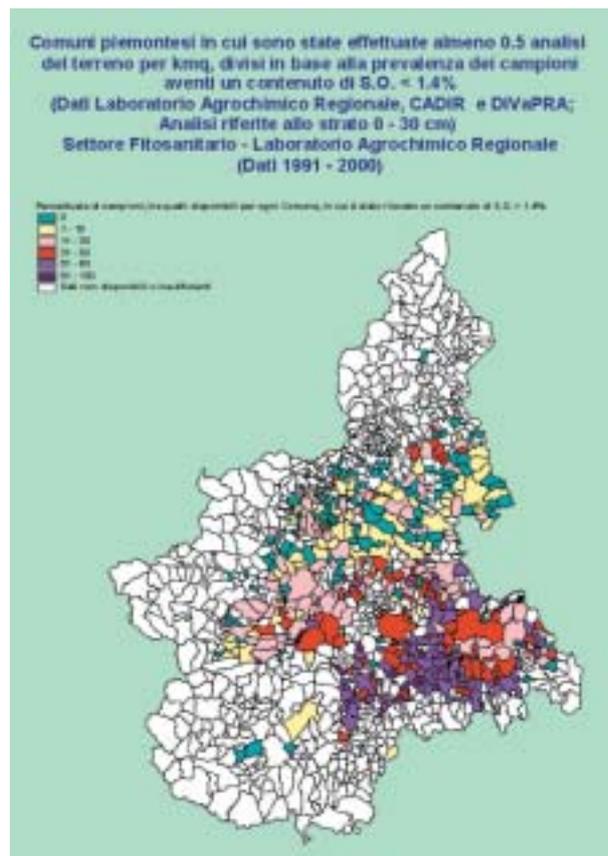


Figura 5.5



* In alcuni Comuni si sono presentati con la stessa frequenza valori appartenenti a diverse classi di contenuto in sostanza organica; in questo caso si sono utilizzate diciture del tipo "da classe 1 a classe 2".

Figura 5.6

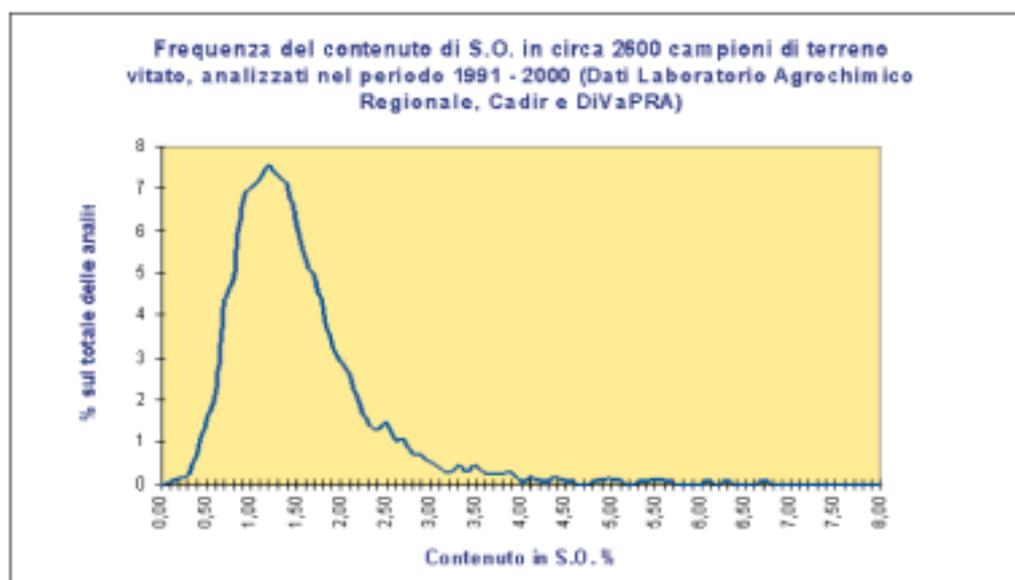




Figura 5.7 *

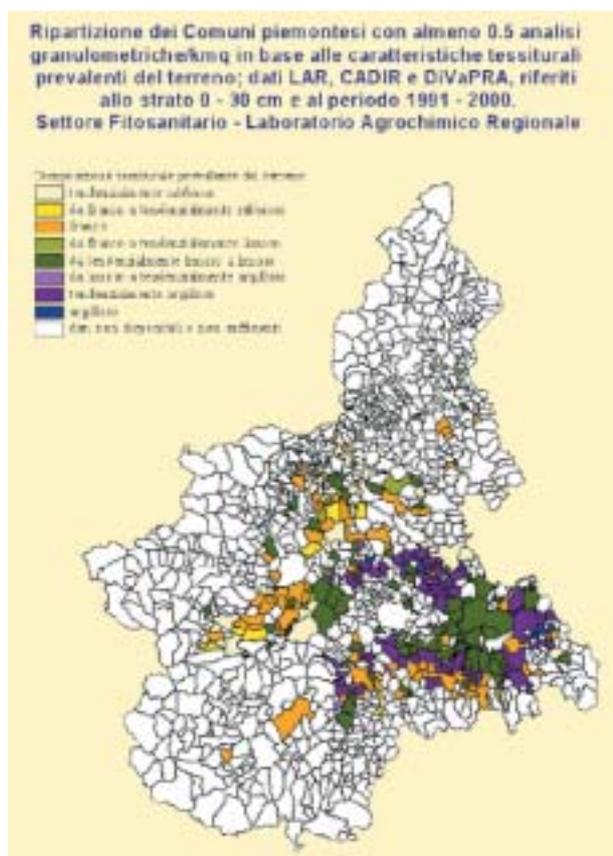


Figura 5.8 *

Capacità di scambio cationico nei terreni dei Comuni piemontesi in cui sono state effettuate almeno 0,5 analisi per kmq (Dati Laboratorio Agrochimico Regionale, CADIR e DiVaPRA; analisi riferite allo strato 0 - 30 cm)
Settore Fitosanitario - Laboratorio Agrochimico Regionale (Dati 1991 - 2000)

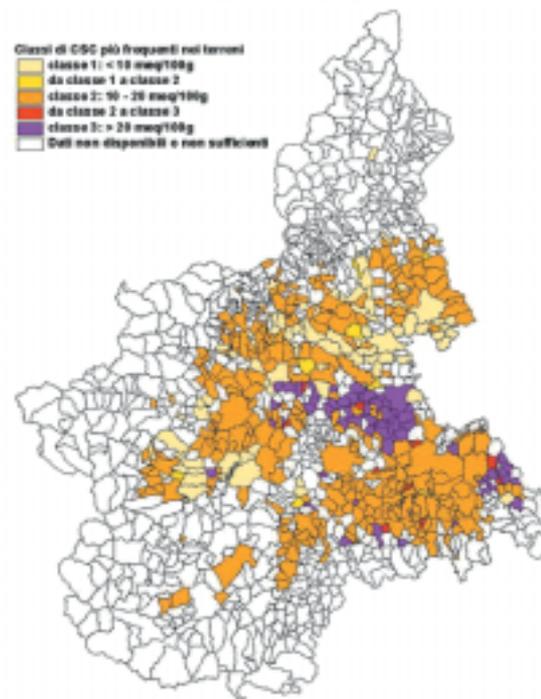
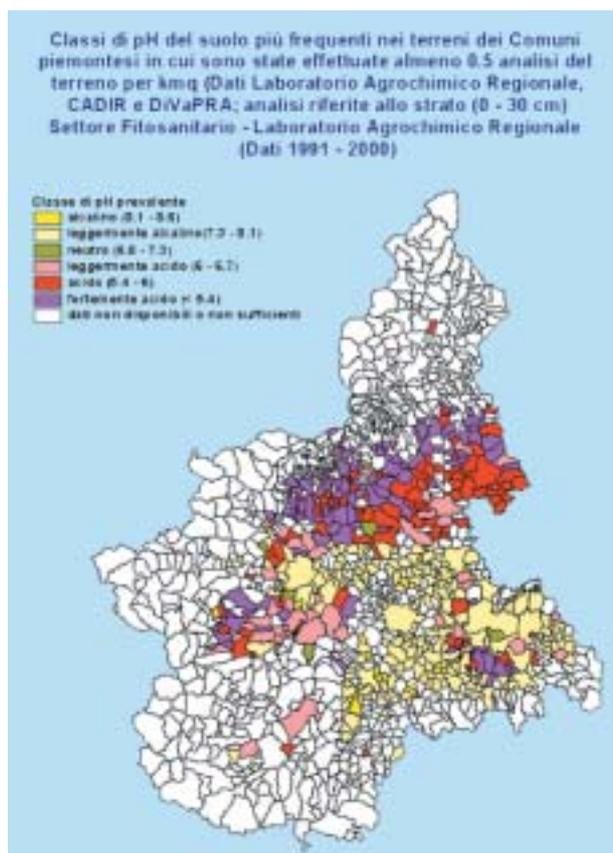


Figura 5.9 *



5.2 CONTAMINAZIONE DEL SUOLO

Il documento della CE già precedentemente citato afferma che *“l'introduzione di contaminanti nel suolo può danneggiare o distruggere alcune o diverse funzioni del suolo e provocare una contaminazione indiretta dell'acqua. La presenza di contaminanti nel suolo oltre certi livelli comporta una serie di conseguenze negative per la catena alimentare e quindi per la salute umana e per tutti i tipi di ecosistemi e di risorse naturali. Per valutare l'impatto potenziale dei contaminanti del suolo, è necessario non solo valutarne la concentrazione, ma anche il relativo comportamento e il meccanismo di esposizione per la salute umana.”*

Anche il documento europeo, come la maggior parte dei documenti che si occupano di degrado e protezione del suolo, distingue tra la contaminazione locale o puntiforme, identificabile con il ben noto problema dei siti inquinati da bonificare, e la contaminazione diffusa, associando quest'ultimo fenomeno *“alla deposizione atmosferica, a determinate pratiche agricole e ad inadeguate operazioni di riciclo dei rifiuti e trattamento delle acque reflue”*.



La deposizione atmosferica è la principale via di diffusione dei contaminati di origine antropica derivanti dalle emissioni dell'industria, del traffico e, seppure in misura minore, dell'agricoltura. La deposizione di sostanze inquinanti trasportate dall'aria rilascia nel suolo contaminanti acidificanti (come SO₂, NO_x), metalli pesanti (ad esempio cadmio, arsenico, piombo, mercurio) e diversi altri composti organici (ad esempio diossine, bifenili policlorurati, idrocarburi policiclici aromatici).

Varie pratiche agricole possono essere considerate fonte di contaminazione diffusa del suolo, anche se si conoscono meglio i loro effetti sull'acqua.

Il problema più noto riguarda il surplus di azoto derivante da sistemi di produzione agricola nei quali non è raggiunto un equilibrio tra input e output di sostanze nutritive nel suolo, con scompensi che spesso provocano la contaminazione delle acque superficiali e sotterranee.

Un secondo problema riguarda i prodotti fitosanitari, che sono prodotti tossici impiegati per combattere gli insetti nocivi e le malattie delle piante. Anche se l'utilizzo di questi prodotti è regolamentato, è stato riscontrato che percolano attraverso il suolo fino alle acque sotterranee, dove, per mancanza di luce e di ossigeno, rallentano moltissimo i loro processi biodegradativi, e sono erosi insieme al suolo finendo nelle acque superficiali. Nel suolo e nelle acque si possono verificare dei fenomeni di accumulo.

Anche l'utilizzo agricolo di rifiuti, in particolare fanghi di depurazione e compost, può portare alla diffusione sul suolo di metalli pesanti e di composti organici scarsamente biodegradabili, con conseguente possibile aumento della concentrazione di queste sostanze nel suolo. Pur ricordando gli effetti positivi che l'uso di sostanza organica può apportare al suolo, appare evidente che la qualità di questi prodotti vada controllata alla fonte e che l'uso vada adeguatamente monitorato.

L'inquinamento del suolo da fonti puntuali, e quindi la presenza di siti contaminati, rappresenta una compromissione della qualità del suolo tale da impedire lo sviluppo, spesso totale, delle funzioni che il suolo stesso dovrebbe svolgere. La situazione piemontese sui siti contaminati è trattata nel capitolo 16.

5.2.1 METALLI PESANTI

La concentrazione di metalli pesanti nei suoli, come noto, è funzione delle caratteristiche litologiche del suolo stesso, dell'utilizzo di sostanze anti-

parassitarie o fertilizzanti contenenti metalli pesanti e delle emissioni atmosferiche.

I metalli pesanti non sono generalmente ricercati nelle analisi chimico-agrarie, benché alcuni di essi (rame e zinco in particolare) si configurino come microelementi nutritivi molto importanti per la chimica e la biologia del suolo. Per tale motivo, il numero di dati disponibili è piuttosto limitato, e fa in genere riferimento a particolari studi su aree specifiche o ad analisi finalizzate all'uso agricolo di fanghi e compost.

Perciò l'ARPA, nell'ambito di un progetto che si propone come propedeutico all'avvio della rete regionale di monitoraggio ambientale dei suoli, ha organizzato nel 2001 una apposita campagna conoscitiva che ha visto il prelevamento di oltre 450 campioni in circa 220 siti uniformemente distribuiti sul territorio agricolo regionale, limitatamente alle aree di pianura e collina. Tale attività è stata svolta in collaborazione con il Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche dell'Università di Torino, e va ad ampliare ed integrare un precedente lavoro già condotto dal citato dipartimento.

I risultati delle analisi sono stati elaborati sia da soli per ottenere carte geostatistiche, sia assieme ai dati già in possesso dell'ARPA per rilevare le concentrazioni mediamente riscontrate e per poterle rapportare con i limiti previsti dalla legislazione ambientale.

Un'altra esperienza interessante, condotta dall'ARPA in collaborazione con lo IES (Institute for Environment and Sustainability) del Joint Research Center di Ispra (VA), riguarda lo studio dei metalli pesanti nei muschi e nei terreni sottostanti; i risultati sono riportati in un apposito box.

5.2.1.1 Elaborazioni statistiche

I risultati delle elaborazioni statistiche effettuate su tutti i dati disponibili sono riportati in **tabella 5.2** per i metalli totali e in **tabella 5.3** per i metalli assimilabili.

I campioni di suoli considerati riguardano, per la quasi totalità, l'orizzonte agrario e quello immediatamente sottostante; solo alcune decine di campioni fanno riferimento anche a orizzonti più profondi. Le metodologie analitiche seguite sono quelle ufficiali del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali.

Nella tabella 5.2 sono riportati come termini di confronto i limiti previsti da norme nazionali e regionali, e precisamente:

- dalla Tabella 1 dell'Allegato 1 del D.M. 471/99 per i suoli bonificati destinabili ad uso residenziale-verde e commerciale-industriale;



- dalla DCR 1005-4351 della Regione Piemonte, confermati dalla legge regionale 42/2000, per i suoli bonificati a destinazione agricola;
- dal D. lgs. 99/92 per i terreni utilizzabili per lo spandimento di fanghi di depurazione;
- dalle norme tecniche del DPR 915/82 per i terreni sui quali è possibile lo spandimento di compost da rifiuti.

Dal confronto si evidenzia che, per la quasi totalità dei casi, sia la media che la mediana dei dati sono al di sotto dei diversi limiti riportati, con la sola eccezione del cromo rispetto al valore del DPR 915/82. Il cromo totale è però sicuramente l'elemento meno tossico tra quelli considerati, tant'è che nelle successive leggi il limite è stato alzato se non addirittura eliminato.

L'esame dei valori statistici, ed in particolare del 25°, 50°, 75° e 90° percentile, può dare delle interessanti informazioni sul livello medio di presenza dei vari metalli.

Per il cadmio, i limiti più restrittivi sembrano superati con una certa frequenza, come dimostra il valore del 75° percentile, equivalente al limite del 471/99 per l'uso residenziale e superiore al limite del D. lgs. 99/92. Anche per il nichel si verifica una situazione simile, con il 75° percentile superiore sia al limite del D. lgs. 99/92, sia a quello del DPR 915/82.

Per gli altri tre metalli considerati, piombo, rame e zinco, i valori riscontrati sono decisamente inferiori, tanto che anche il 90° percentile si colloca ben al di sotto di tutti i limiti legislativi.

Tabella 5.2 - Concentrazione di metalli pesanti estraibili in acqua regia nei suoli agrari piemontesi – anno 2001

		Cromo totale	Cadmio totale	Nichel totale	Piombo totale	Rame totale	Zinco totale
dati disponibili	<i>n°</i>	725	617	720	679	687	723
Valore massimo	mg/kg	418,0	5,40	483,0	333,0	425,0	994,5
Valore minimo	mg/kg	9,3	0,01	3,4	0,3	3,4	9,0
Media	mg/kg	77,3	1,45	62,0	27,3	39,9	88,6
Mediana	mg/kg	66,0	1,20	49,8	19,3	26,0	57,3
Deviazione Standard	mg/kg	51,8	1,17	51,6	28,6	58,1	153,2
25° percentile	mg/kg	41,6	0,60	30,0	13,8	16,7	42,0
50° percentile	mg/kg	66,0	1,20	49,8	19,3	26,0	57,3
75° percentile	mg/kg	95,0	2,00	79,8	27,7	41,6	76,0
90° percentile	mg/kg	138,6	3,00	118,1	71,2	65,4	106,3
Limite 471/99 Residenziale	mg/kg	150	2	120	100	120	150
Limite 471/99 Industriale	mg/kg	800	15	500	1000	600	1500
Limite DCR1005-4351 agrario	mg/kg	500	5	150	375	150	500
Limite D. lgs 99/92	mg/kg		1,5	75	100	100	300
DPR 915/82	mg/kg	50	3	50	100	100	300

Fonte: ARPA Piemonte, Università di Torino

Come commento conclusivo a questa tabella, è bene ricordare che il semplice superamento dei limiti di legge riportati non deve essere automaticamente letto come indice di contaminazione, in quanto questi elementi possono essere presenti naturalmente nei suoli, in funzione delle caratteristiche litologiche e pedologiche dei suoli stessi.

In particolare, il contenuto in metalli totali (estraibili in acqua regia) fornisce poche informazioni sulla pericolosità del metallo, che diventa disponibile per le piante solo quando è presente in forme chimiche disponibili per gli apparati radicali. Per questo motivo, accanto alla valutazione della forma totale è stata determinata, generalmente sui cam-

pioni più superficiali, la presenza di metalli in forma disponibile, utilizzando le metodologie ufficiali del Ministero per le Politiche Agricole e Forestali.

I risultati di tali determinazioni sono riportati nella tabella 5.3 per quattro dei metalli più significativi.

I valori sono stati posti a confronto con due limiti legislativi, e precisamente:

- il limite definito dalla DCR della Regione Piemonte n°1005-4351, successivamente confermato dalla legge regionale 42/2000, per i suoli bonificati destinati ad uso agricolo;
- il limite previsto dalle norme regionali piemontesi integrative del D. lgs. 99/92 che riguarda l'uso agricolo dei fanghi di depurazione.



Tabella 5.3 - Concentrazione di metalli pesanti disponibili nei suoli agrari piemontesi – anno 2001

		Nichel	Piombo	Rame	Zinco
dati disponibili	n°	351	346	347	348
Valore massimo	mg/kg	158,0	44,0	214,0	61,5
Valore minimo	mg/kg	0,1	0,2	0,2	0,3
Media	mg/kg	4,6	10,2	14,7	6,0
Mediana	mg/kg	2,7	8,5	6,3	3,7
Deviazione Standard	mg/kg	10,4	10,2	28,3	11,7
25° percentile	mg/kg	1,1	5,5	3,6	2,6
50° percentile	mg/kg	2,7	8,5	6,3	3,7
75° percentile	mg/kg	5,0	11,9	12,3	6,8
90° percentile	mg/kg	7,6	16,6	28,5	10,0
Limite DCR 1005-4351 agrario	mg/kg	30	50	50	150
DGR 34-8488 6-5-96	mg/kg	30	50	50	150

Fonte: ARPA Piemonte, Università di Torino

Per tutti i metalli considerati si può vedere che non solo i valori di media e mediana, ma anche quelli del 90° percentile sono ampiamente inferiori ai limiti di legge, che vengono superati solo nel caso di pochissimi campioni.

5.2.1.2 Elaborazioni geostatistiche

(in collaborazione con Aurelio Facchinelli
DSMP Università di Torino)

I dati chimici usati in queste elaborazioni provengono da punti di campionamento che, oltre ad essere georeferenziati, sono stati scelti con criteri di rappresentatività sia rispetto alle caratteristiche pedologiche dei suoli piemontesi, sia rispetto all'uso attuale di questi suoli.

Altro criterio seguito rigorosamente nel campionamento è stato quello di evitare la vicinanza di strade ad alta intensità di traffico, aree industriali, grandi centri abitati e ogni possibile fonte di contaminazione puntiforme.

Un set di dati così selezionato rappresenta quindi una base adatta per elaborazioni geostatistiche che mettano in evidenza la variabilità chimica a scala regionale, a prescindere da siti contaminati localizzati, e che quindi forniscano interessanti informazioni sull'origine dei metalli pesanti nei suoli e sulla loro distribuzione territoriale a grande scala. In particolare le elaborazioni permetteranno di individuare il controllo esercitato dalla litologia della roccia madre (origine litogenica) o anche eventuali influenze legate a immissioni antropiche non puntiformi.

Le indagini svolte dall'ARPA in collaborazione con

il Dipartimento di Scienze Mineralogiche e Petrologiche (DSMP) dell'Università di Torino, già citate nella premessa del presente capitolo, hanno riguardato i principali metalli pesanti (Cd, Cr, Ni, Cu, Pb e Zn). Vengono qui succintamente presentate le carte relative agli elementi Zn e Cu, ricavate dalla elaborazione dei dati analitici relativi a circa 550 campioni prelevati in oltre 250 punti di campionamento nell'ambito dell'indagine citata e di un precedente studio del DSMP.

Distribuzione dello zinco

Le due rappresentazioni cartografiche relative allo zinco (**figura 5.10**) sembrano mettere in evidenza una variabilità spaziale poco pronunciata ed erratica: non si notano decisi trend spaziali né aree anomale significative, con la sola eccezione della piccola anomalia positiva all'incirca al centro dell'area regionale, che sembra essere legata ad un solo campione e quindi di scarsa significatività.

Le concentrazioni variano erraticamente senza discostarsi troppo dal valore medio di circa 50 mg/kg, molto vicino alla mediana. Questa sostanziale identità di media e mediana ci conferma come, dal punto di vista statistico, la distribuzione di valori sia essenzialmente normale e simmetrica, escludendo quindi la presenza di un consistente gruppo di valori anomali e confermando l'osservazione visuale delle carte.

Sembra quindi non esistere, per questo metallo, né un deciso controllo litogenico, né alcun fenomeno di contaminazione diffusa a larga scala di qualche rilevanza.



Distribuzione del rame

Una situazione molto diversa è quella mostrata dal rame, riportata in **figura 5.11**. In questo caso una estesa area a decisa anomalia positiva si evidenzia nella zona sud-est. I valori qui si discostano molto dal valore della media di circa 30 mg/kg, per altro superiore di una volta e mezza rispetto alla mediana. Questo dato statistico conferma una distribuzione non normale e non simmetrica, con la presenza di una consistente popolazione di valori elevati.

Una anomalia spaziale come quella qui evidenziata deve sicuramente avere una spiegazione geochimica, spiegazione che risulta chiara dal con-

fronto con la terza cartografia presentata, relativa all'uso del suolo.

Appare infatti evidente la stretta relazione spaziale tra l'anomalia nella carte del rame, e le aree a massima densità di vigneti.

In conclusione sembra di poter affermare che la pratica dello spargimento di pesticidi ad alto contenuto in rame abbia rappresentato, e rappresenti tuttora, una attività antropica in grado di modificare in modo consistente la situazione geochimica del Piemonte, creando anomalie estese ed elevate, che meritano indubbiamente un approfondimento di indagine.

BOX 1: UTILIZZO DI MUSCHI E SUOLI PER CALCOLARE I FLUSSI DI DEPOSIZIONE DI ELEMENTI IN TRACCE

(A cura di Roberto Cenci – Commissione Europea, Centro Ricerche di ISPRA, Pina Nappi e Renzo Barberis - ARPA Piemonte, Gian Maria Beone e Alessandra Besozzi – Università Sacro Cuore di Piacenza)

Negli ultimi anni, accanto alle tradizionali tecniche di monitoraggio, si è andato affermando l'uso di organismi vegetali come indicatori di inquinamento (bioindicatori). I vantaggi risiedono soprattutto nella capacità di questi organismi di fungere da "integratori di dati" e nei bassi costi delle metodiche utilizzate.

In collaborazione con ARPA Piemonte, è stata effettuata una sperimentazione per valutare la possibilità di utilizzare

i muschi, in grado di accumulare su lungo tempo notevoli quantità di contaminanti, per valutare in essi la concentrazione dei metalli pesanti in confronto alle concentrazioni presenti nei terreni.

In particolare sono stati prelevati in tutto il Piemonte 42 campioni di muschi e di suoli, secondo le metodologie riportate da Cenci (1999).

La concentrazione degli elementi indagati quali: Al, As, Bi, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sc, Ti, Tl, V e Zn nei campioni di suolo e muschio raccolti in Piemonte, è stata quantificata, previa dissoluzione acida in micro-onde, mediante ICP-MS e ICP ottico. Il Hg totale è stato analizzato su campione solido mediante SAA. Nelle tabelle seguenti vengono riportati per alcuni metalli analizzati nei suoli e nei muschi i valori di concentrazione relativi alla media, mediana, 75° e 90° percentile.

Valori di concentrazione (mg/kg peso secco) e limiti accettabili nel suolo e sottosuolo riferibili al D.M. 471 del 1999

suoli	Al	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Ti	V	Zn
Valore medio	53.259	0,5	15,9	158	44	0,10	698	100	43,2	0,35	50	101
Mediana	46.724	0,5	12,3	60	26	0,07	613	39	28,6	0,35	49	94
75° percentile	72.297	0,7	16,3	129	38	0,10	908	90	45,2	0,44	64	118
90° percentile	92.668	0,9	26,9	369	61	0,15	1.274	207	89,7	0,52	73	144
D.M. 471 A ¹		2	20	150	120	1		120	100		90	150
D.M. 471 B ²		15	250	800	600	5		500	1000		250	1500

Valori di concentrazione in muschi (mg/kg peso secco)

MUSCHI	Al	Cd	Co	Cr	Cu	Hg	Mn	Ni	Pb	Ti	V	Zn
Valore medio	6.992	0,6	2,4	16	19	0,12	332	20	25,7	168,20	13	116
Mediana	4.700	0,4	1,9	11	15	0,11	199	12	18,7	96,60	10	91
75° percentile	9.147	0,5	2,9	15	18	0,13	306	18	26,4	241,46	16	130
90° percentile	11.891	0,8	4,4	23	26	0,19	527	39	39,5	385,67	22	202

¹ A = limiti per siti ad uso verde pubblico, privato e residenziale

² B = limiti per siti ad uso commerciale e industriale



Nella figura relativa alla concentrazione dello Zinco vengono rappresentati i valori corrispondenti a ciascuna stazione di campionamento attraverso scale di rapporti.

Dai valori di concentrazione riscontrati nei muschi, si può valutare il rateo di deposizione, come metodo alternativo o integrativo rispetto all'uso di raccoglitori di deposizioni secche e umide. Tale valore, in un approccio in cui il suolo viene considerato come una "scatola chiusa", escludendo perdite di elementi in tracce dovute al dilavamento, ai vegetali o per altre cause, può consentire una stima dei tempi di superamento nei suoli dei valori guida indicati nel D.M. 471/99.

La "normalizzazione" dei valori di concentrazione dei metalli pesanti nei suoli e nei muschi viene effettuata con un elemento conservativo come l'alluminio (Olmez et al., 1985) e può consentire di discriminare l'apporto antropico da quello crostale. Tale approccio permette di ottenere il Fattore di Arricchimento; se esso risulta superiore a 15, le concentrazioni riscontrate nei muschi possono essere causate da attività antropiche o naturali (attività vulcanica, incendi boschivi ecc.), se FA è inferiore a 5 significa che c'è un coinvolgimento prevalente del suolo. Tra 5 e 15, suolo e attività antropiche concorrono nelle stesse misure.

Dai risultati dell'esperienza si può evidenziare, come per buona parte delle stazioni, gli elementi Cd, Sb, Zn siano di derivazione prevalentemente antropica e/o naturale (incendi boschivi e attività vulcaniche), mentre Hg e Cu presentano la stessa origine in un numero minore di stazioni. Gli stessi fattori sembrano avere influenzato un ridotto numero di stazioni per gli elementi Mo, Ti e Pb. I restanti elementi indagati sembrano risentire prevalentemente dei fattori crostali, anche se una componente antropica e naturale potrebbe comunque esserci.

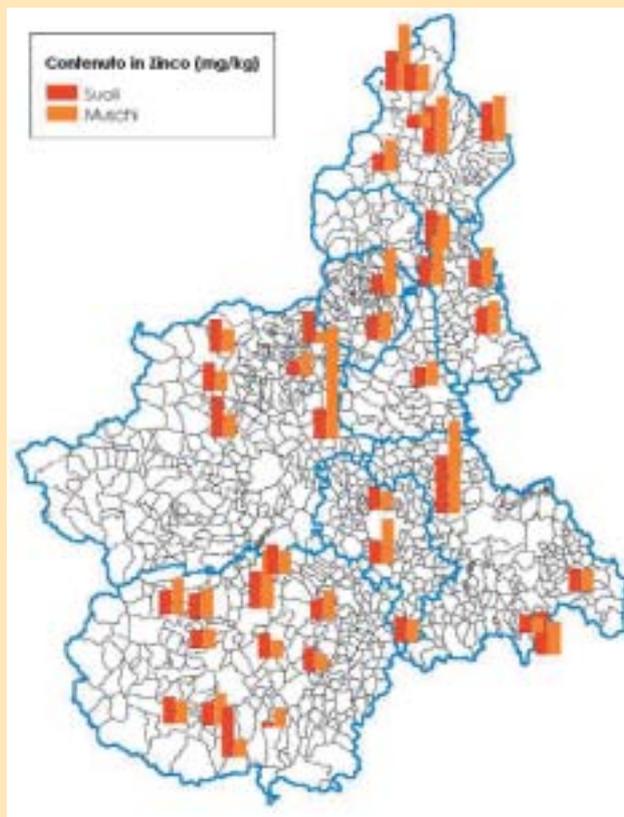
Per qualche elemento sono state rilevate concentrazioni di gran lunga superiori ai valori medi, si tratta di situazioni puntiformi con una valenza prettamente locale che potrebbero essere oggetto di indagini più particolareggiate.

Conclusioni

L'ottenimento di valori che descrivono e si avvicinano alle concentrazioni reali, sia per il suolo che per altre matrici, non sempre risulta di facile esecuzione, in quanto la valutazione finale risulta comprensiva di numerosi processi che coinvolgono la "bontà" del campionamento, la sua rappresentatività, la preparazione e l'analisi finale.

L'approccio che vede l'impiego dei suoli superficiali in abbinamento ai muschi, per valutare l'origine delle ricadute e i flussi di elementi in tracce al suolo, appare essere in grado di fornire indicazioni utili circa il "peso" delle attività antropiche sui comparti ambientali. Tale approccio permette inoltre di stimare nei suoli, i tempi di superamento dei valori soglia, per alcuni elementi in tracce elencati in norme o leggi.

L'indagine conoscitiva per valutare la distribuzione di contaminanti persistenti inorganici del Piemonte, ha permesso di identificare quelle aree maggiormente influenzate dalle attività dell'uomo. Le ricadute al suolo riscontrate in questo monitoraggio sono state ridotte, nonostante l'area indagata sia alquanto industrializzata.



Fanno eccezione alcuni elementi in ristrette aree, dove le attività di origine antropica sono la principale causa dell'innalzamento dei valori di concentrazione dei contaminanti inorganici persistenti.

Con il contributo di: P. Angelini G. Amprimo, C. Barolo, L.Lo Baido, M. Cirio, F. Coppo, M. Cuvillo, B. Griselli, M. Machiorlatti, M. Massara, A. Penna, F. Regis, L. Ropolo, M. Stefanetti. ARPA Piemonte.

BIBLIOGRAFIA

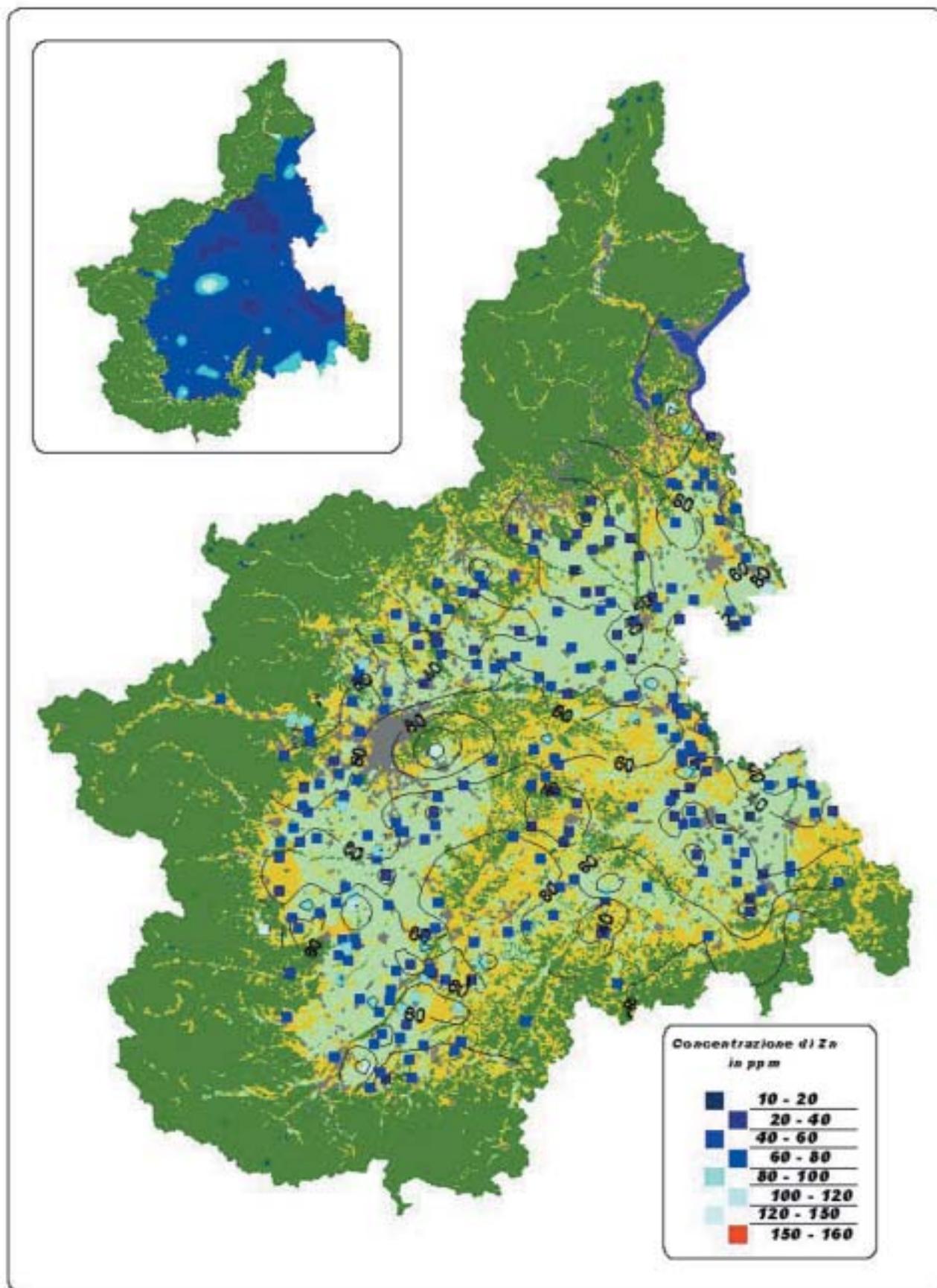
CENCI R.M. 1999. L'utilizzo di muschi indigeni e trapiantati per valutare in micro e macro aree le ricadute al suolo di elementi in tracce: proposte di metodologie. Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente. Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale. Serie Atti 2/1999: 241-263.

OLMEZ I., GULOVALI M. C., GORDON G. E. 1985. Trace element concentrations in lichens near a coal-fired power plant. Atmos. Environ. (19): 1663.

NAPPI P., R.M. CENCI, R. BARBERIS, D. DABERGAMI. Suoli e muschi del Piemonte centro-nord: distribuzione della concentrazione di elementi in tracce e flussi di deposizione. In: La conservazione della risorsa suolo in Europa. Convegno annuale SISS. Piacenza 8-10 Giugno 2002.



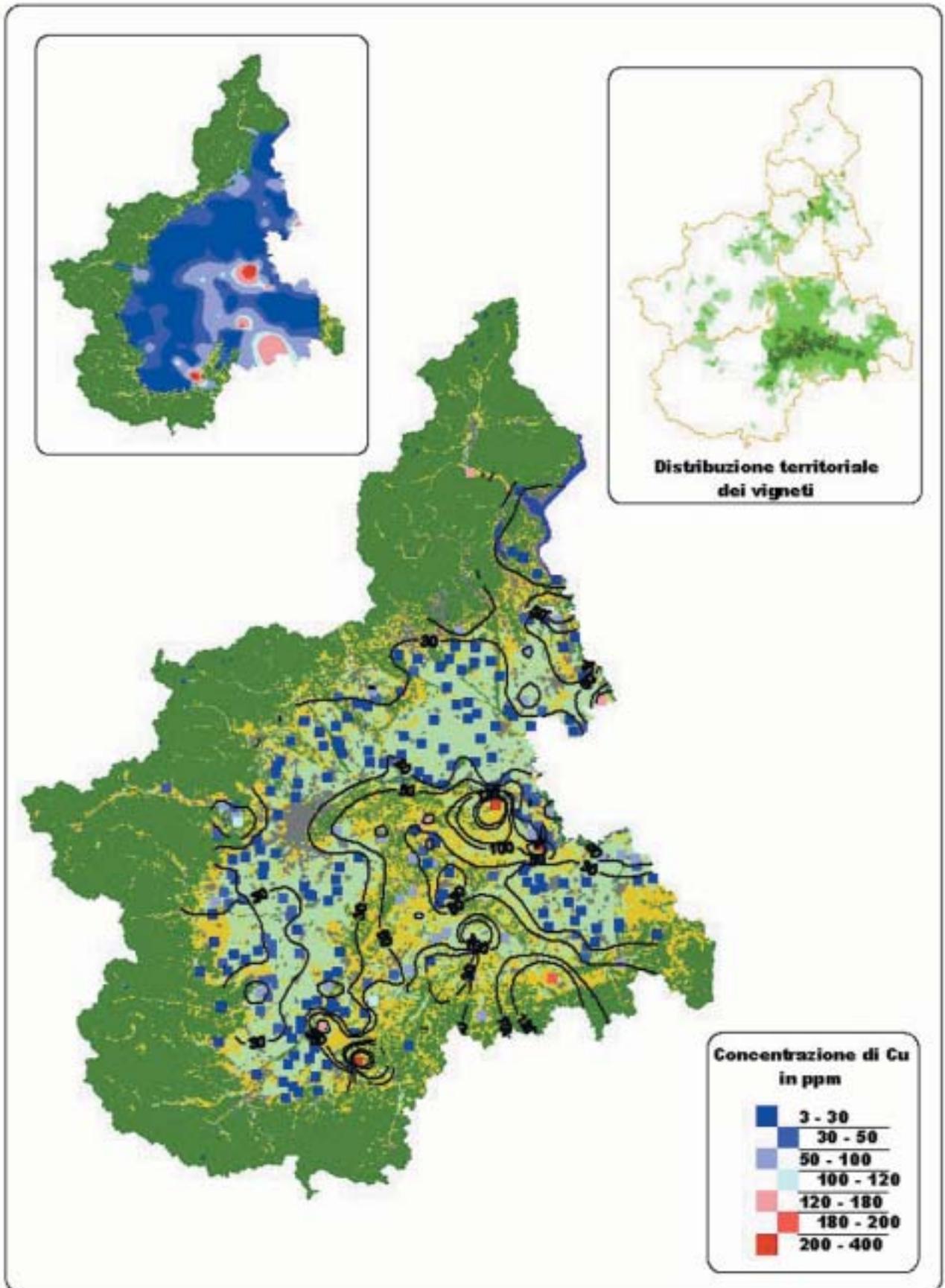
Figura 5.10 – Contenuto in Zinco totale nello strato superficiale dei suoli agrari



Fonte: ARPA Piemonte, Università di Torino



Figura 5.11 – Contenuto in Rame totale nello strato superficiale dei suoli agrari



Fonte: ARPA Piemonte, Università di Torino



5.2.2 PRODOTTI FITOSANITARI

L'utilizzo dei prodotti fitosanitari in agricoltura è una delle cause principali di contaminazione diffusa. Le problematiche ambientali legate all'utilizzo di tali prodotti sono complesse in quanto vengono utilizzate un numero elevato di sostanze attive, inorganiche e organiche di sintesi. Inoltre tali sostanze sono immesse nell'ambiente in modo diversificato da zona a zona e a seconda del tipo di coltura e si comportano nei suoli in modo diverso in funzione delle caratteristiche pedologiche e idrogeologiche dei suoli stessi; dalla carta sulla capacità protettiva dei suoli rispetto alle acque sotterranee, riportata nel capitolo 5.1.2.1 (figura 5.3), è possibile derivare delle carte specifiche sulle aree maggiormente vulnerabili ai prodotti fitosanitari, come già ha fatto la Regione Piemonte (cfr capitolo 4).

Un apposito gruppo di lavoro costituito dall'ANPA, dalle ARPA e APPA ha messo a punto un modello di studio sulla conversione dei dati di vendita come sostanze attive e su indici di priorità dei prodotti fitosanitari, con lo scopo di razionalizzare i protocolli analitici per la determinazione dei prodotti fitosanitari in differenti matrici, consentendo così una migliore conoscenza dell'inquinamento diffuso sul territorio.

La ricerca dei residui dei prodotti fitosanitari nelle acque è ormai ben standardizzata e i risultati ottenuti sul territorio piemontese sono esposti nel capitolo 4.

L'ARPA ha però avviato una campagna analitica relativa alla determinazione dei residui di fitofarmaci anche nei campioni di suolo agrario, utilizzando allo scopo la rete di campionamento definito per lo studio dei metalli. I risultati completi saranno disponibili nell'autunno 2002; le prime anticipazioni portano comunque a considerare questi risultati di grande interesse sia dal punto di vista di standardizzazione di protocolli analitici, sia sotto l'aspetto più strettamente ambientale.

5.2.3 INQUINANTI ORGANICI

Le diossine, i furani e i PCB (bifenili policlorurati) sono un gruppo di sostanze chimiche tossiche e persistenti che hanno effetti negativi sulla salute umana. La loro presenza nell'ambiente è determinata dall'emissione in atmosfera da innumerevoli fonti civili, industriali e naturali delle quali è molto difficile stabilire un contributo specifico. La definizione dei "livelli di base nelle matrici ambientali"

permetterà, secondo la Comunicazione della Commissione al Consiglio, al Parlamento Europeo e al Comitato Economico e sociale (Strategia comunitaria sulle diossine, i furani e i PCB) del 17/11/2001, di comprovare la riduzione nei tempi stabiliti, da una "azione a medio e lungo termine" (cinque - dieci anni) delle fonti emmissive ritenute più significative. La definizione di un inquinamento "di base" dei suoli da parte dei microinquinanti converge con l'esigenza di conoscere l'inquinamento prodotto "da fonti diffuse", in quanto non sono state ad oggi realizzate efficaci campagne di valutazione dei livelli di presenza in questa matrice ambientale.

I presupposti della ricerca di queste sostanze nei suoli, piuttosto che negli aeriformi, sono determinati dal basso rischio di assunzione diretta di questi inquinanti per via inalatoria, e dai possibili processi di accumulo nei suoli, nei vegetali e dall'inserimento diretto nella catena alimentare. Il percorso dell'assunzione indiretta risulta più complicato da descrivere perché passa attraverso fasi più articolate, che hanno comunque come preliminare il deposito degli inquinanti (PCDD - PCDF e PCB) nei suoli. Per tale motivo è stato avviato da parte dell'ARPA un processo conoscitivo che prevede di valutare la presenza di queste sostanze su un certo numero di terreni agrari, coincidenti con i punti finora individuati della costruendo rete di monitoraggio dei suoli.

5.3 DEGRADAZIONE FISICA E BIOLOGICA

5.3.1 EROSIONE

I dati più recenti sul rischio di erosione idrica, pubblicati dall'European Soil Bureau (Van der Knijff et al. 1999) classificano la maggior parte del territorio italiano ad elevato rischio. Circa il 77% del territorio italiano è soggetto a rischio di erosione accelerata a causa della notevole energia di rilievo e dell'erodibilità dei suoli.

L'erosione potenziale diventa effettiva quando a questi fattori di rischio si associa l'azione antropica effettuata senza criteri conservativi. I fattori che accelerano l'erosione sono infatti le lavorazioni del terreno a rittochino, l'utilizzo di organi lavoranti che generano la formazione della suola d'aratura (zona compatta d'interfaccia fra lo strato arato e il suolo naturale) e l'eccessivo amminutamento superficiale del suolo per la preparazione dei letti di semina.



Anche la mancanza di applicazione di misure conservative del suolo, quali le sistemazioni idraulico agrarie, i drenaggi, gli inerbimenti, genera un aumento del rischio di erosione, come pure il livellamento del terreno effettuato con macchine per il movimento di terra per l'impianto di colture arboree specializzate.

I movimenti di massa, causati ad esempio dai livellamenti dei terreni agrari, generano troncamenti del profilo del suolo nelle zone di scavo, mentre nelle zone di riporto determinano accumuli di notevoli masse di materiale incoerente a porosità disorganizzata e facilmente erodibile. In queste condizioni, e per alcuni anni a seguire, è frequente osservare tassi di erosione catastrofici, che superano le 500 t ha⁻¹anno⁻¹.

Il rischio d'erosione è aumentato negli ultimi decenni, anche a causa dell'aumento dell'erosività delle piogge, che presentano scrosci più intensi ed eventi notevoli più ravvicinati; ciò è in relazione con l'ormai noto generale mutamento del clima a scala planetaria.

L'erosione del suolo appare preoccupante anche nelle zone collinari di pregio, dove è andata intensificandosi la meccanizzazione.

La metodologia generalmente utilizzata per calcolare il rischio di erosione è la Universal Soil Loss Equation (USLE), nota come equazione di Wischmeier, che integra i fattori piovosità (R), erodibilità (K), lunghezza (L) e pendenza (S) dei versanti con quello di copertura delle terre (C). L'attendibilità dei risultati ottenuti è direttamente proporzionale alla qualità dei dati climatici e pedologici utilizzati nella elaborazione. Esistono però anche altri approcci, come quello degli "Hot Spots" utilizzato da EEA-UNEP nel messaggio congiunto sul suolo, o, ancora, il recente modello PESERA (Pan European Soil Erosion Risk Assessment) proposto ancora dal European Soil Bureau (Grimm et al., 2001).

Non sono note, al momento, elaborazioni sul rischio di erosione a scala regionale, probabilmente per una insufficiente qualità delle banche dati pedologiche al momento disponibili. Per contro, l'utilizzo delle elaborazioni fatte a livello nazionale ha scarso significato a livello regionale.

5.3.2 DIMINUZIONE DELLA SOSTANZA ORGANICA E RISCHIO DESERTIFICAZIONE

La sostanza organica presente nel suolo è l'insieme dei componenti organici che si trovano nel terreno e sulla sua superficie, con l'esclusione della

sola biomassa vegetale vivente. Il suo livello nel suolo è strettamente legato al ciclo degli elementi nutritivi e, in particolare, a quello del carbonio: i processi che contraddistinguono tale ciclo possono essere suddivisi in quattro fasi principali corrispondenti agli apporti organici al suolo, alla loro degradazione, all'umificazione (attraverso processi di polimerizzazione e di sintesi che conducono alla formazione della porzione più stabile ed attiva, chiamata, appunto, "humus") e alla mineralizzazione.

La sostanza organica, come è noto, ricopre un ruolo fondamentale per gli equilibri ambientali e per la fertilità fisica, chimica e biologica dei suoli.

La quantità di sostanza organica nel suolo è controllata, in ambienti naturali, prevalentemente dal clima, mentre nelle aree coltivate è anche fortemente condizionata dalla gestione agricola.

L'accumulo di sostanza organica nel suolo è un processo lento, molto più lento della sua diminuzione. Tale processo può essere migliorato con tecniche di gestione agraria positive, come diminuzione del numero di arature, agricoltura biologica, pascoli permanenti, colture da copertura, pacciamatura, concimazione con sovescio, stallatico e compost e così via. La maggior parte di queste tecniche si rivela efficace anche per combattere e prevenire l'erosione, aumentare la fertilità e migliorare la biodiversità del suolo.

La perdita di sostanza organica, spesso causa e contemporaneamente conseguenza di processi di erosione, è generalmente associata agli effetti di pratiche agricole intensive, soprattutto se accompagnate dalla concomitante scomparsa dell'attività zootecnica; peraltro va ricordato che livelli di sostanza organica più bassi rispetto a quelli europei continentali sono normali negli ambienti pedoclimatici mediterranei, mentre il fenomeno assume un carattere di estrema gravità là dove si innescano processi di desertificazione. La situazione di carenza di sostanza organica evidenziata, a livello nazionale, nella Relazione sullo Stato dell'Ambiente 2001 del Ministero dell'Ambiente, pone come aree critiche non solo quelle meridionali o insulari, ma anche aree del centro Italia e della stessa pianura padana.

La trasformazione di queste aree critiche in aree a rischio di desertificazione dipende, ovviamente, anche da altri fattori, soprattutto da quello climatico. La Carta delle aree sensibili alla desertificazione, riportata anche nell'Atlante degli indicatori del suolo dell'ANPA (2001), evidenzia perciò principalmente aree di Sicilia, Sardegna, Calabria e Puglia.



La situazione piemontese in merito al contenuto in sostanza organica è già stata riportata nel paragrafo 5.1.2.2; benchè i dati disponibili non consentino, al momento, una sufficiente integrazione territoriale, appare evidente che esistono in Piemonte molte zone sicuramente povere di sostanza organica, con valori vicini a quelli considerati critici rispetto all'avvio di processi irreversibili, o comunque reversibili con grandi difficoltà, che possono portare a processi di desertificazione.

5.3.3 COMPATTAZIONE

La compattazione può essere definita come la compressione della massa del suolo in un volume minore che si accompagna a cambiamenti significativi nelle proprietà strutturali e nel comportamento del suolo, nella conduttività idraulica e termica, nell'equilibrio e nelle caratteristiche delle fasi liquide e gassose del suolo stesso.

La compattazione del suolo induce una maggiore resistenza meccanica alla crescita e all'approfondimento delle radici, una contrazione e alterazione della porosità, con conseguente induzione di condizioni di asfissia. Ciò può deprimere lo sviluppo delle piante, con effetti negativi sulla produttività delle colture agricole e ridurre l'infiltrazione dell'acqua nel suolo.

Il compattamento del terreno può essere provocato dalla combinazione di forze naturali e da forze di origine antropica legate alle conseguenze delle pratiche colturali. Queste ultime sono essenzialmente dovute all'utilizzo di macchine agricole ed hanno un effetto compattante notevolmente superiore alle forze naturali quali l'impatto della pioggia, il rigonfiamento e il crepacciamento, l'accrescimento radicale, anche perché l'ingegneria agraria nell'ultimo trentennio ha prodotto macchine di grandi dimensioni sempre più potenti e pesanti.

I suoli più sensibili alla compattazione sono quelli a tessitura limosa o argillosa, poveri di calcio e materia organica; alcuni suoli, che a queste caratteristiche associano la presenza di argilla poco attiva (illite, caolinite), possono manifestare anche una naturale propensione alla perdita di stabilità degli aggregati in presenza di umidità.

In mancanza di dati diretti del livello di compattazione, si può valutare il rischio di compattazione, come indicatore "proxi", attraverso il numero e la potenza delle macchine agricole.

Se si esaminano i dati del 1967 e si confrontano con quelli del 1992, si evidenzia il netto aumento del numero e del peso delle trattrici avvenuto su

tutto il territorio regionale nel periodo considerato, come dimostrano i valori dell'indicatore riportati nella RSA del 2001. Per l'aggiornamento di questo indicatore occorre attendere la pubblicazione dei risultati definitivi del Censimento dell'Agricoltura del 2000, attesi per l'autunno 2002.

5.3.4 URBANIZZAZIONE, INFRASTRUTTURE E FRAMMENTAZIONE

L'incremento di superficie urbanizzata, occupata da infrastrutture e da reti di comunicazione può essere considerato come il principale e più evidente tipo di pressione gravante sul territorio.

Gli impatti sul suolo conseguenti a tale incremento, oltre ad essere direttamente collegati alla perdita della risorsa, si riassumono in una perdita di valore qualitativo delle aree rurali, in una frammentazione delle unità colturali e in un inquinamento da fonti diffuse diverse da quelle agricole.

Il termine di urbanizzazione assume nello specifico il significato di cementificazione e "sigillatura" dei suoli ad opera dell'edificazione del territorio; ciò deriva dal fatto che qualunque intervento edificatorio, così come qualsiasi intervento infrastrutturale, comporta il decorticamento e l'impermeabilizzazione della sede in cui si lavora. Tale fenomeno interessa in particolare le zone di pianura, mentre le aree occupate da reti di comunicazione risultano diffuse più omogeneamente sul territorio nazionale. Per infrastrutture si intendono i porti e gli idroscali, gli aeroporti e gli oleodotti, mentre le reti di comunicazione comprendono strade, autostrade e ferrovie.

I dati al momento disponibili non consentono l'aggiornamento dell'indicatore già riportato nella RSA del 2001, ma potranno sicuramente essere aggiornati nei prossimi mesi, quando saranno disponibili coperture fotografiche recenti del territorio regionale.

Un altro parametro importante per valutare l'influenza delle grandi infrastrutture sull'ambiente è la valutazione della frammentazione del territorio dovuta alle autostrade e alle altre grandi vie di comunicazione, che di fatto si pongono come importante ostacolo alla migrazione delle biocenosi e al mantenimento di ottimali livelli di biodiversità. La presenza di ostacoli e barriere contribuisce all'isolamento degli habitat e delle popolazioni animali, interrompendo sempre più i già scarsi corridoi ecologici. Si assiste ad una costante riduzione delle dimensioni medie delle aree naturali e delle distanze di queste dalle infrastrutture viarie.



L'indicatore "Frammentazione" è stato sviluppato a livello europeo dall'EEA e applicato a varie situazioni, con metodologie valide a piccola scala. Viene definito come "la superficie media delle aree naturali (Forestali) non frammentate (indisturbate o non tagliate da strade)". L'analisi dello stesso indicatore a livello locale, pone da un lato la possibilità di approfondire il dettaglio sulla situazione stradale, considerando anche la viabilità minore (strade statali), dall'altra la necessità di definire il calcolo dell'indicatore con risoluzioni maggiori di quelle riportate dai Fact Sheet sull'argomento.

Per il calcolo dell'indicatore sono stati utilizzati i dati del progetto "CORINE Land Cover" e il reticolo viario del SITA (Sistema Informativo Territoriale Ambientale) della Regione Piemonte sia in formato vettoriale che raster, entrambi in scala 1:100.000; sulla base di questi si è cercato di sviluppare una metodologia che portasse a risultati analoghi partendo dalle due tipologie di fonte.

L'obiettivo per entrambe le metodologie era di valutare le dimensioni medie delle particelle boscate contigue per Provincia.

Dal CORINE Land Cover sono derivate le dimensioni medie delle superfici boscate contigue per Provincia senza l'impatto delle strade. L'uso del suolo a questa scala non considera le infrastrutture viarie, in quanto di dimensioni troppo piccole per poter essere cartografate. Conseguentemente

quelle unità suddivise da strade vengono riportate in carta come contigue e non frammentate.

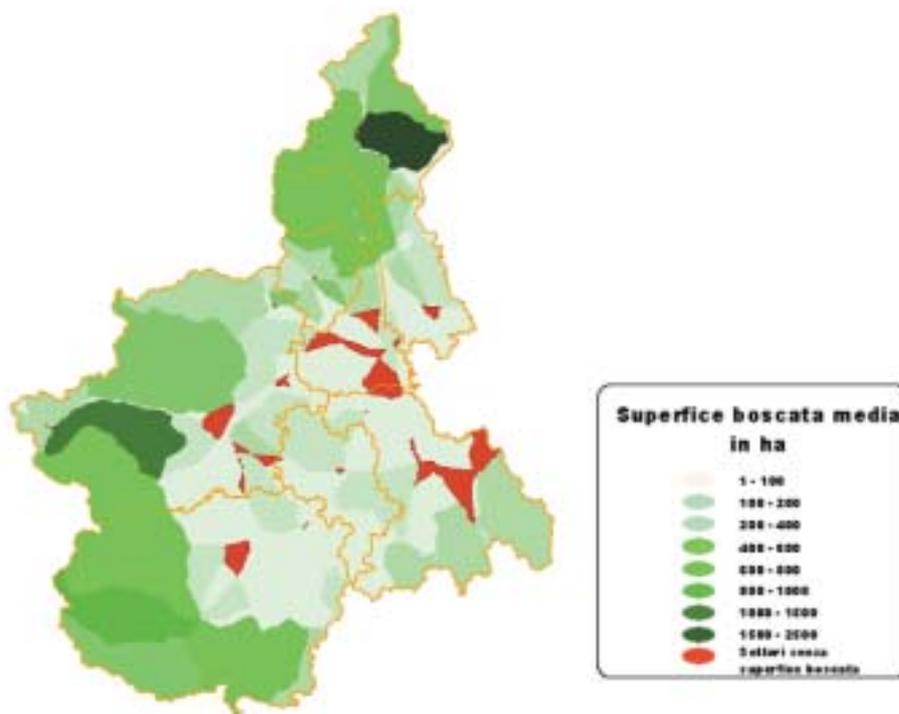
Con una prima elaborazione a livello vettoriale si sono incrociate le superfici classificate a bosco dalla carta CORINE Land Cover, con aree (settori stradali) delimitate da autostrade e strade statali ritenute, per caratteristiche costruttive e per intensità di traffico, i principali ostacoli allo spostamento faunistico; si sono così frammentate le particelle originarie.

Da questa si sono ricavate le superfici boscate medie per settore stradale illustrate in **figura 5.12** e le dimensioni medie delle particelle boscate contigue suddivise per Provincia illustrate nella **figura 5.13**.

Con il secondo tipo di dato si è calcolata la superficie stradale che intercetta superfici di uso del suolo classificate come bosco. L'elaborazione è stata effettuata a livello raster riclassificando le superfici naturali interessate e il reticolo stradale con un passo di 50 metri.

La griglia così costruita sovrastima la superficie del reticolo stradale, con maggior risalto soprattutto delle strade statali e in minor misura delle autostrade. Una risoluzione maggiore avrebbe comunque scarso significato, vista la scala al 100.000 dei dati vettoriali di origine utilizzati per ricavarla e la conseguente precisione metrica. Il passo è comunque nettamente inferiore al chilometro previsto

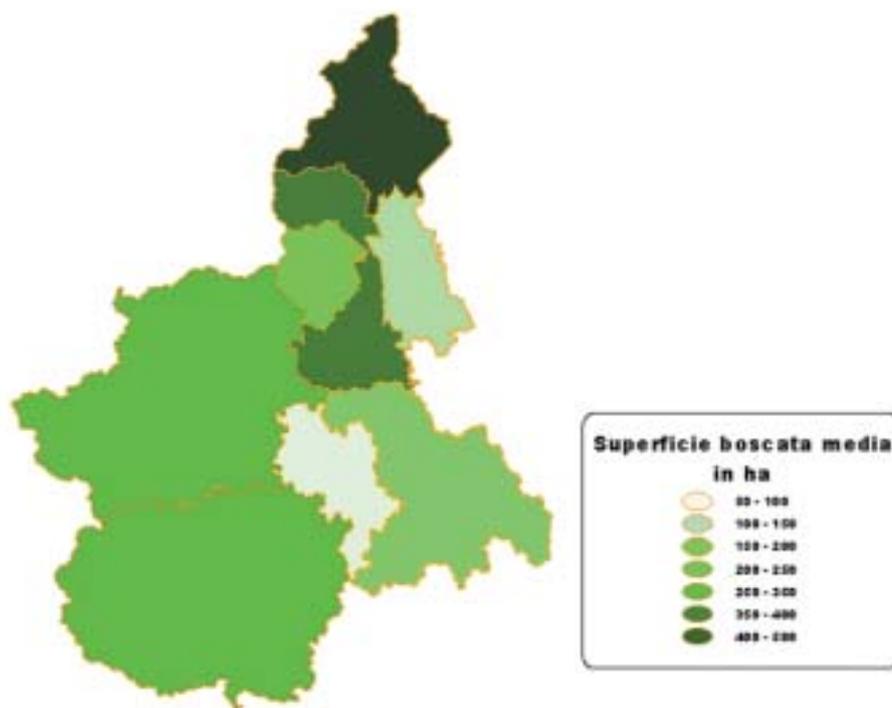
Figura 5.12 - Dimensione medie delle superfici boscate contigue nei settori stradali



Fonte: ARPA Piemonte



Figura 5.13 - Dimensioni medie delle superfici boscate contigue suddivise per Provincia



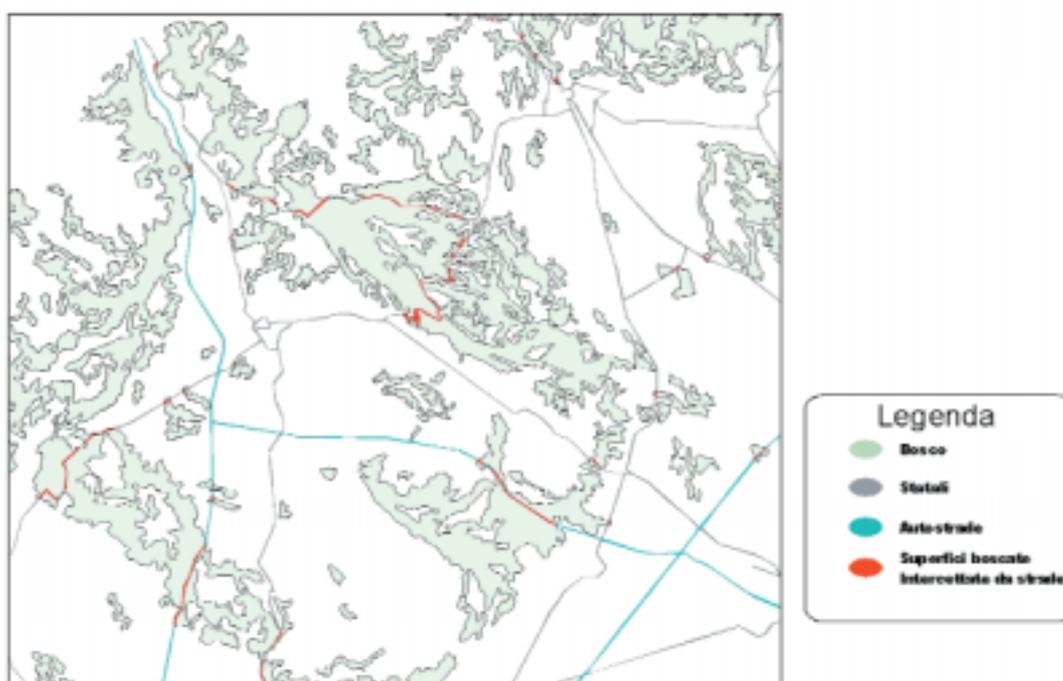
Fonte: ARPA Piemonte

dall'elaborazioni della EEA. La stessa metodologia è stata applicata per il territorio francese, con una griglia di 2,5 chilometri. Un esempio localizzato del risultato ottenuto è illustrato in **figura 5.14**.

Nella **figura 5.15** viene riportato un confronto tra le

superfici delle due categorie di viabilità che intercettano superfici boscate, da cui si può notare, come era logico aspettarsi, una netta prevalenza delle statali sulle autostrade. E' pur sempre vero che queste ultime presentano sicuramente un im-

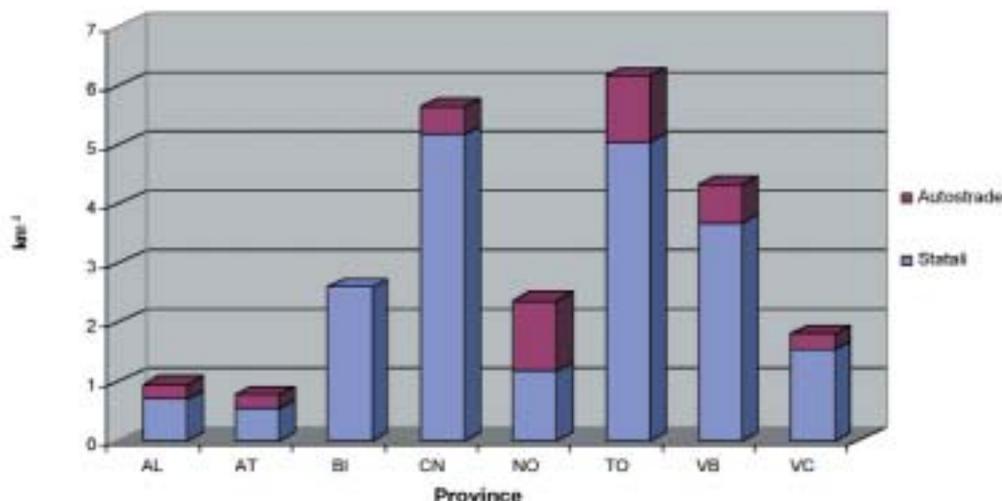
Figura 5.14 - Frammentazione dei boschi ad opera della rete stradale (stralcio della provincia di Biella)



Fonte: ARPA Piemonte



Figura 5.15 – Superficie di statali ed autostrade che intercettano particelle boscate



Fonte: ARPA Piemonte

patto maggiore sia per le caratteristiche costruttive che per l'intensità di traffico, non rendendo corretto un semplice confronto basato sulle superfici. Per un approfondimento dell'indicatore sarà necessario attribuire pesi diversi alle due tipologie di reticolo stradale valutando anche le possibili fasce laterali di disturbo che da queste derivano (Format *et al.*, 1997). Si veda in proposito anche quanto riportato nel Capitolo 7.

Dalla base dati così ottenuta e suddividendo le particelle boscate contigue per Provincia si sono calcolate le relative dimensioni medie.

Nella **figura 5.16** sono riportati i valori medi in ettari delle superfici boscate non frammentate dal reticolo stradale e quelle definite dalle due tipologie di elaborazione illustrate.

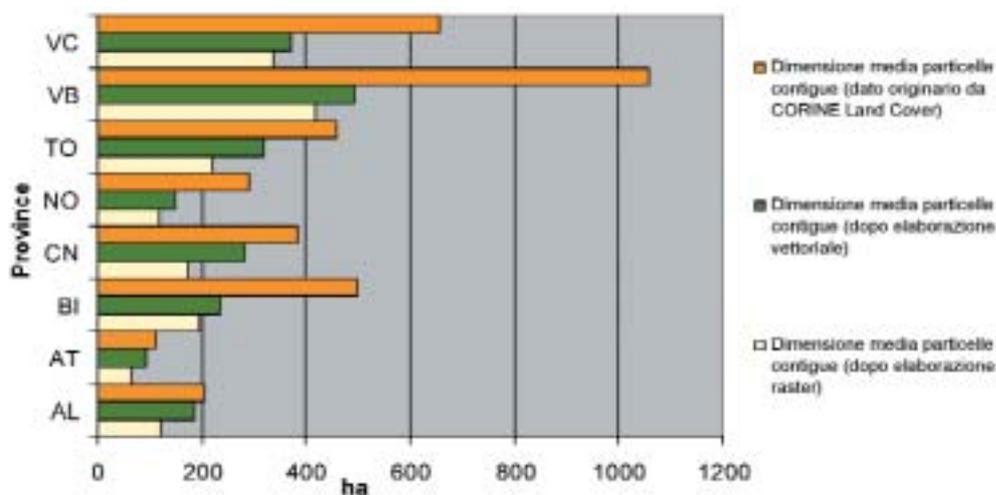
I dati medi a livello raster risultano inferiori a quelli

ricavati dall'elaborazione vettoriale a causa del ricampionamento a 50 metri delle strade, con sovrastima delle relative superfici, e per aver considerato le strade, nell'elaborazione vettoriale, come linea di mezzera (singola linea senza spessore) e non come superficie reale delle stesse.

Si assiste ad una netta diminuzione della superficie media delle aree boscate contigue nelle province di Verbania, Vercelli e Biella rispetto alle particelle originarie, dato che viene confermato dall'elevata superficie stradale che intercetta le aree boscate nelle tre Province.

Le province di Torino e Cuneo, che analogamente evidenziano un elevato impatto delle strade, presentano però un dato medio di partenza più basso, che sta ad indicare una maggiore frammentazione delle aree boscate dovuta ad altri tipo di uso del suolo.

Figura 5.16 - Dimensioni medie in ha delle particelle boscate: confronto tra dato di base ed elaborazioni



Fonte: ARPA Piemonte



Sviluppi futuri

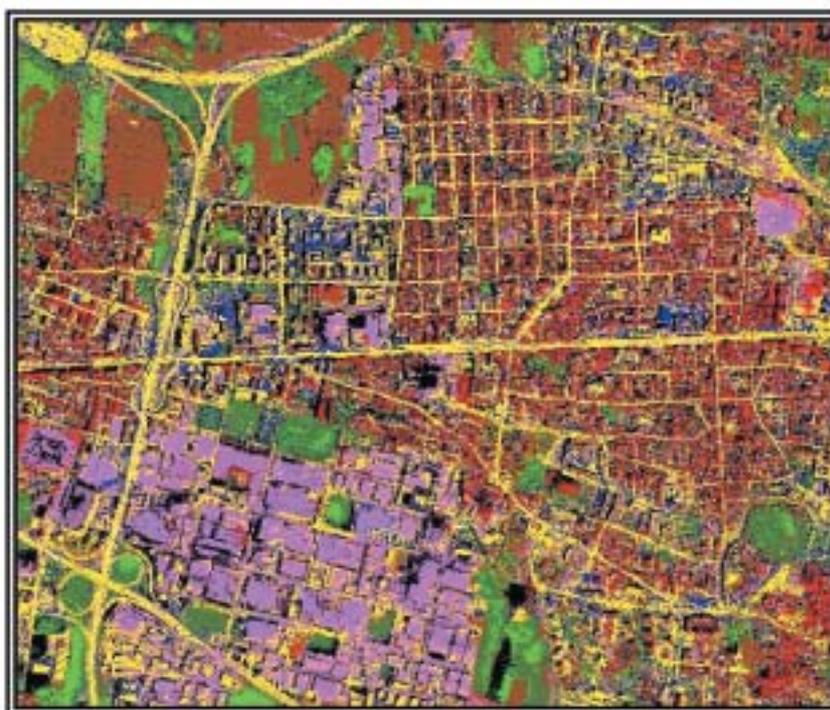
La sempre maggiore disponibilità di dati ad alta risoluzione ha consentito di effettuare una prova, limitata ad un'area corrispondente ad una Carta Tecnica Regionale (CTR), di sovracampionamento di una immagine da satellite (Landsat TM a 7 bande spettrali con risoluzione a terra di 30 metri) con una ortofoto ad alta risoluzione (IT2000 a colori con risoluzione a terra di 1 metro). Il risultato con-

sente di ottenere una immagine derivata con risoluzione di 5 metri multispettrale.

Da questa si è rivelato sufficientemente semplice classificare in semiautomatico le superfici urbanizzate, le aree industriali, il reticolo stradale, le aree vegetate e le superfici agricole, come illustrato in **figura 5.17**.

Sulla base di questi dati si possono ottenere valori dell'indicatore di maggior dettaglio e aggiornamento rispetto ai dati CORINE Land Cover.

Figura 5.17 - Classificazione semiautomatica di immagine Landsat TM sovracampionata con immagine IT2000 (stralcio della CTR 155110 - zona industriale di Cascine Vica e urbanizzato di Collegno)



Fonte: Dati ed elaborazioni ARPA

5.3.5 DIMINUZIONE DELLE BIODIVERSITÀ

La biodiversità, intesa in senso stretto, è la risultante del complesso degli esseri viventi che partecipano all'ecosistema di una data unità geografica (sito, regione o zona) ed è molto difficile, se non impossibile, poterne definire le caratteristiche e le condizioni mediante una rappresentazione numerica, basata su modelli matematici.

Perciò la perdita di biodiversità viene rappresentata attraverso un insieme di indicatori che cercano di valutare lo stato e le tendenze evolutive della biodiversità sul territorio naturale attraverso l'analisi delle specie (es. stato e trend di gruppi di specie ornitiche; numero generale di specie animali

minacciate; perdita di biodiversità delle specie ornitiche), ovvero valutano indirettamente il fenomeno attraverso indicatori che riguardano alcune caratteristiche del territorio e degli habitat (perdita di aree protette o di aree umide; area utilizzate per agricoltura intensiva; frammentazione delle foreste e dei paesaggi rurali per colpa di strutture viarie o ferroviarie; cambiamenti nelle tradizionali pratiche agronomiche).

Negli ultimi tempi si sta inoltre diffondendo, come misura della biodiversità del suolo, l'uso di un indicatore biologico denominato QBS, che misura la pedofauna del suolo. La pedofauna compie infatti un ciclo vitale che si svolge in maniera strettamente dipendente con il substrato che la ospita, interagendo con esso in vari modi. Ne risulta che la



composizione delle zoocenosi del suolo può essere considerata un importante descrittore della qualità dell'ambiente, e per poterla valutare è necessario utilizzare metodologie che consentano di evidenziare il numero di specie presenti. Nel suolo sono presenti diverse reti trofiche: esse sono comunemente chiamate micro, meso e macro - reti. La zoocenosi che meglio si adatta alla valutazione della qualità del suolo, è quella appartenente alle meso - reti, in quanto il ruolo svolto da questi organismi nel ciclo della formazione e del rinnovamento del suolo, riveste sicuramente un'importanza fondamentale.

Le considerazioni in merito alle esperienze dirette dell'uso dell'indice di qualità biologica dei suoli in Piemonte sono riportate nel capitolo 7.

5.3.6 SUPERFICIE PERCORSA DA INCENDI

Il numero annuo di incendi in Italia è passato da 6.000 negli anni '60, a 12.000 negli anni '80 e a 15.000 nel 2001, corrispondenti a 42 incendi al giorno, quasi 2 all'ora.

Gli incendi causano gravi danni sia a livello umano (conseguenze mortali) che ambientale (distruzione di fauna e flora); essi hanno inoltre ripercussioni economiche considerevoli: scomparsa di habitat naturali, danni alle foreste, costi degli interventi antincendio.

La causa della maggior parte di questi incidenti è l'uomo. Ma sono fattori naturali, quali la siccità, la velocità del vento o la configurazione dei luoghi, a determinare la propagazione degli incendi e a provocare effetti devastanti.

Il Piemonte è una regione con un notevole patrimonio forestale, un quarto della sua superficie complessiva (2,5 milioni di ettari) è occupato da boschi (663.364 ettari). Stando ai dati ufficiali questa superficie si va espandendo ad un tasso annuo pari al 0,69%. Tale espansione è dovuta soprattutto alla ricolonizzazione spontanea di coltivi e pascoli abbandonati. L'azione di rimboschimento artificiale da parte delle pubbliche amministrazioni ha invece una incidenza molto modesta, del-

l'ordine di qualche centinaio di ettari l'anno. In queste profonde modificazioni a carico dell'ambiente silvo-pastorale derivate dal "veloce", dal punto di vista dei cicli forestali, cambiamento socio-economico verificatosi nell'ultimo secolo, gli incendi si affermano in modo sempre più imponente come la principale minaccia per i boschi (figure 5.18 e 5.19).

Con il cambiamento delle condizioni socio-economiche, alla funzione produttiva del bosco, divenuta poco remunerativa, si è prepotentemente sostituita quella paesaggistico-ricreativa, permanendo quella protettiva e stabilizzatrice dei versanti. Venendo meno una produzione legnosa economicamente sostenibile, sono automaticamente diminuite le cure colturali dei boschi, specialmente in quelli di proprietà privata. Come conseguenza si è verificato un progressivo aumento dei residui vegetali sul suolo del bosco (tecnicamente definito come aumento del carico d'incendio), così come delle piante secche schiantate. Per tale ragione è nettamente aumentata la sensibilità dei boschi al fuoco, visto che le fiamme trovano facile esca nell'abbondante combustibile morto al suolo. Tuttavia, alla base dell'incremento degli incendi negli ultimi decenni non vi è solo la situazione di abbandono dei boschi, ma anche la riduzione delle terre agricole.

Dal 1° gennaio 1997 al 31 agosto 2000 si sono verificati in Piemonte 1.856 incendi boschivi, che hanno interessato 22.232 ettari (11.742 boscati e 10.490 non boscati). 22 incendi hanno avuto cause naturali, 293 involontarie, 1.082 volontarie (459 i casi non classificati). I responsabili individuati per incendi volontari e non, sono stati 88; nella **tabella 5.4** è riportata la distribuzione dettagliata delle cause di incendi avvenuti nel 2000.

Nel 2001 la provincia più colpita è stata Torino (**tabella 5.5**) per numero di incendi (75) mentre la provincia di Biella registra la maggiore superficie totale percorsa dal fuoco (411 ettari).

Nelle province di Asti e Vercelli si è verificato il minor numero di incendi (rispettivamente 9 e 6) e vi sono state la minore superficie boscata (3-11 ettari) e la minore superficie totale (50-14 ettari) percorsa dal fuoco.

Tabella 5.4 - Distribuzione degli incendi secondo le cause nell'anno 2000 in Piemonte

Cause naturali		Cause volontarie		Cause involontarie		Non classificabili	
n°	% sul tot	n°	% sul tot	n°	% sul tot	n°	% sul tot
3	0,8	216	60,3	44	12,3	95	26,5

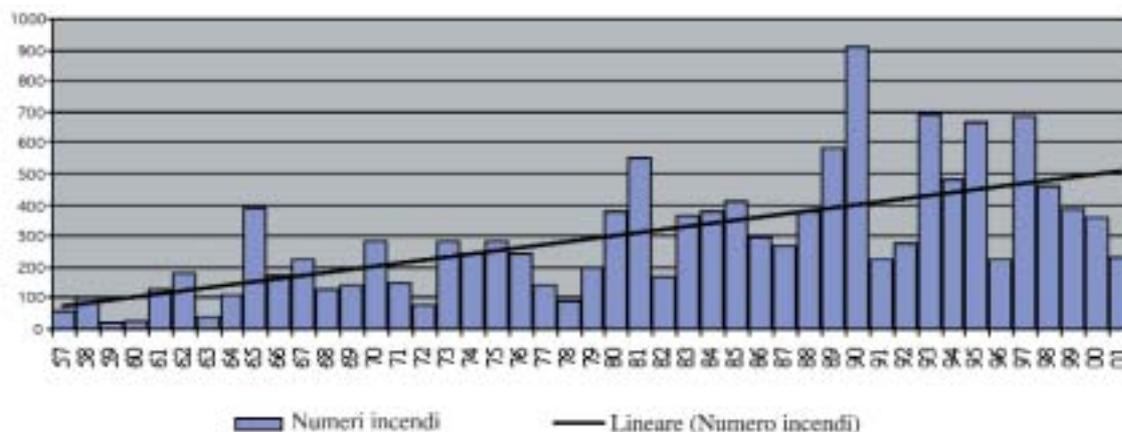
Fonte: Corpo Forestale dello Stato



In relazione alle medie del quadriennio 1997 - 2000 in Piemonte (**figura 5.20**) si è registrata una riduzione del numero di incendi (231 nel 2001 rispetto ad una media di 464 del quadriennio consi-

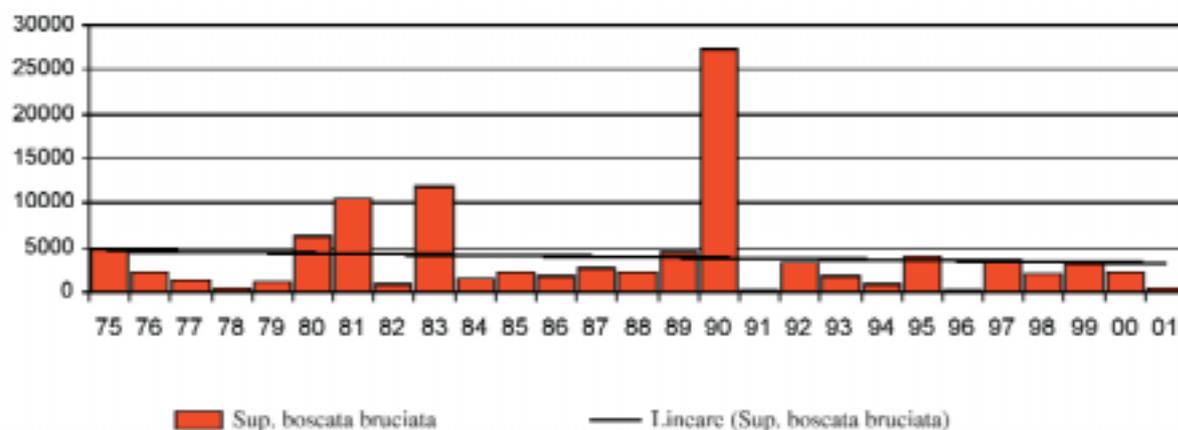
derato) e una diminuzione della superficie boscata percorsa dal fuoco (1.191 ettari nel 2001 rispetto a 2.938 come media del quadriennio).

Figura 5.18 - Numero di incendi in Piemonte 1957- 2001



Fonte: Corpo Forestale dello Stato

Figura 5.19 - Superficie boscata bruciata in Piemonte 1975-2001



Fonte: Corpo Forestale dello Stato

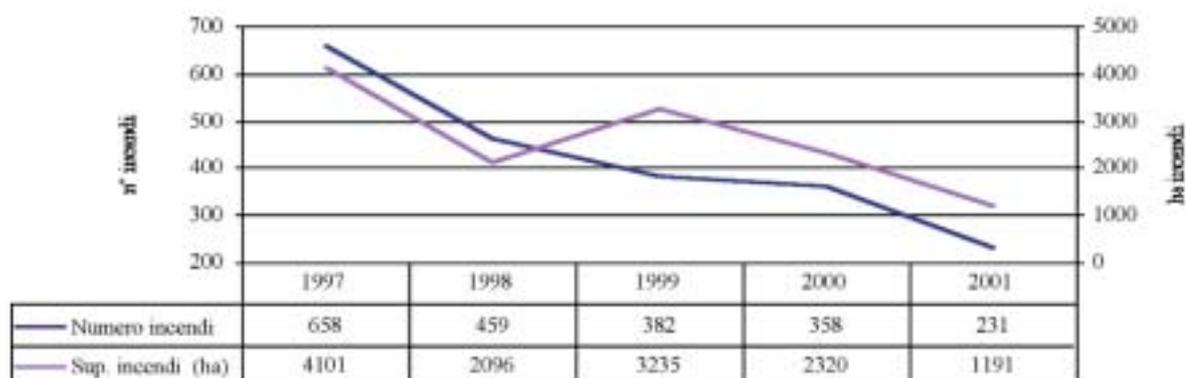
Tabella 5.5 - Numero degli incendi e superficie percorsa dal fuoco - Dettaglio '97- '01

Provincia	Periodo 1997-2001																	
	1997	1998	1999	2000	2001	media	1997	1998	1999	2000	2001	media	1997	1998	1999	2000	2001	media
	Numero incendi						Superficie boscata (ha)						Superficie non boscata (ha)					
Alessandria	56	35	25	28	33	35	388	606	83	114	147	268	95	378	19	157	80	146
Asti	12	9	13	10	9	11	9	10	17	22	3	12	2	1	15	4	2	5
Cuneo	72	71	36	38	40	51	131	275	83	74	38	120	221	186	18	766	39	246
Novara	67	20	43	32	16	36	596	160	101	119	57	207	72	31	16	10	35	33
Torino	241	195	163	138	75	162	430	548	2259	523	60	764	1298	863	1380	2541	218	1260
Vercelli	48	20	28	26	6	26	394	66	52	46	11	114	60	22	42	46	3	35
Biella	112	76	47	63	39	67	765	240	546	1344	86	596	312	583	23	857	325	420
Verbania	50	33	27	23	13	29	1388	191	94	78	56	361	266	160	38	16	31	102
TOTALE	658	459	382	358	231	418	4101	2096	3235	2320	458	2442	2326	2224	1551	4397	733	2246

Fonte: Corpo Forestale dello Stato



Figura 5.18 - Numero di incendi in Piemonte 1957- 2001



Fonte: Corpo Forestale dello Stato

5.3.7 INONDAZIONI E SMOTTAMENTI

In considerazione della spiccata variabilità climatica e geomorfologica del territorio italiano, il rischio idrogeologico include (Annuario ANPA 2001):

- il rischio di esondazioni cui sono soggette sia le pianure attraversate da fiumi, sia le fasce pedemontane (conoidi di deiezione);
- il rischio di frane che si possono manifestare con tipologie estremamente variabili (dal crollo a colate di fango, con cinematismi semplici o complessi) a seconda del contesto geomorfologico, idrogeologico e litologico locale;
- il rischio di valanghe legato a condizioni climatiche e geografiche particolari quali quelle degli ambienti montani.

Il rischio idrogeologico di un'area è funzione della probabilità di occorrenza di un dissesto di data intensità in un determinato intervallo (pericolosità) e

della vulnerabilità dell'area stessa, in termini d'incolumità delle persone, della sicurezza delle infrastrutture, del patrimonio ambientale e culturale. L'obiettivo conoscitivo generale del tema è quindi la valutazione dello stato di avanzamento degli interventi programmati, tesi alla minimizzazione del rischio attraverso la riduzione della pericolosità (intensità) dell'evento atteso o della vulnerabilità dei soggetti a rischio.

I dati riportati nella già citata Relazione sullo stato dell'ambiente (2001), rispetto al rischio idrogeologico, evidenziano come ben 2.488 Comuni, dei circa 8.000 esistenti, abbiano aree a rischio idrogeologico molto elevato. Tra il 1998 e il 2000 sono stati approvati 732 interventi urgenti (DL 180/98, art. 1 comma 2) per una spesa complessiva di oltre 919 miliardi di lire.

La situazione piemontese è descritta in dettaglio nel capitolo sugli eventi naturali.

BIBLIOGRAFIA

ANPA. 2001. *Verso l'Annuario dei dati ambientali* – ANPA Stato dell'Ambiente 5-2001.

ANPA. 2001. *Atlante degli indicatori del suolo* – RTI CTN_SSC 3/2001.

COMMISSIONE DELLE COMUNITA' EUROPEE. 2002. *Verso una strategia tematica per la protezione del suolo*. Comunicazione della Commissione al Consiglio e al parlamento europeo, al Comitato economico e sociale e al Comitato delle Regioni – Bruxelles 16.4.2002 COM(2002) 179 definitivo.

EEA-UNEP. 2000. *Down to earth: soil degradation and sustainable development in Europe* – EEA – Environmental issue series N° 16.

FORMAT ET AL. 1997. *Ecological effect of roads: toward three summary indices and an overview for North America*, Atti del Convegno "Habitat fragmentation, infrastructure and the role of ecological engineering" Maastricht – The Hague, The Netherlands, 40-54.

GRIMM M., JONES R., MONTANARELLA L. 2001. *Soil Erosion Risk in Europe* - ESB – IES - JRC Ispra (VA) EUR 19939EN.

MINISTERO DELL'AMBIENTE. 2001. *Relazione sullo stato dell'ambiente*. Roma 2001.

VAN DER KNIJFF J.M., JONES R.J.A., MONTANARELLA L. 1999. *Soil Erosion Risk Assessment in Italy* – ESB – IES - JRC Ispra (VA) EUR 19022EN.