

# GEOSFERA



## CAPITOLO 12 - GEOSFERA

Autori:

Paolo BAFFOZZI<sup>(6)</sup>, Renzo BARBERIS<sup>(2)</sup>, Giovanni COLLETTA<sup>(1)</sup>, Maria CUVIELLO<sup>(2)</sup>, Vincenzo DE GIRONIMO<sup>(1)</sup>, Gabriele FABIETTI<sup>(2)</sup>, Fiorenzo FUMANTI<sup>(1)</sup>, Paolo GIANDON<sup>(3)</sup>, Anna LUISE<sup>(1)</sup>, Giuseppe MARELLA<sup>(1)</sup>, Luca MONTANARELLA<sup>(5)</sup>, Tommaso NICCOLI<sup>(2)</sup>, Marcello PAGLIAI<sup>(6)</sup>, Giuseppe PALLADINO<sup>(8)</sup>, Antonio PUGLIESE<sup>(1)</sup>, Andrea ROSSI MARCELLI<sup>(7)</sup>, Ezio RUSCO<sup>(5)</sup>, Maurizio SCIORTINO<sup>(4)</sup>, Leonello SERVA<sup>(1)</sup>, Marco SETTI<sup>(8)</sup>, Ilario SPREAFICO<sup>(8)</sup>, Romina VERZELLA<sup>(2)</sup>, Stefanina VITI<sup>(1)</sup>

1) APAT, 2) ARPA Piemonte (CTN\_TES), 3) ARPA Veneto (CTN\_TES), 4) ENEA, 5) *European Soil Bureau* Ispra (CE), 6) ISSDS Firenze (CTN\_TES), 7) Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, 8) Università di Bologna



## 12. Geosfera

Q 12: Quadro sinottico indicatori per la Geosfera

| Tema SINAnet                            | Nome Indicatore                                                                     | DPSIR | Qualità Informazione | Copertura S | T                      | Stato e Trend | Rappresentazione Tabelle | Figure      |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------|-------------|------------------------|---------------|--------------------------|-------------|
| Qualità dei suoli                       | Contenuto in metalli pesanti totali nei suoli agrari                                | S     | ★★                   | P 40/103    | 1980-2000              | -             | 12.1-12.7                | -           |
|                                         | Bilancio di nutrienti nel suolo (Input/Output di nutrienti)                         | S     | ★★★                  | R           | 1994, 1998, 2000       | ☹             | 12.8-12.9                | 12.1-12.2   |
| Evoluzione fisica e biologica dei suoli | Desertificazione                                                                    | P     | ★★                   | I<br>R 4/20 | 2002                   | -             | -                        | 12.3-12.12  |
|                                         | Rischio di compattazione del suolo in relazione al numero e potenza delle trattrici | P     | ★★★                  | I<br>R      | 1967, 1992, 1995, 2000 | ☹             | 12.10                    | 12.13-12.14 |
|                                         | Erosione idrica                                                                     | I     | ★★                   | I           | 2003                   | -             | -                        | 12.15       |
| Contaminazione del suolo                | Allevamenti ed effluenti zootecnici                                                 | P     | ★★★                  | R           | 1990-2000              | ☹             | 12.11-12.13              | 12.16-12.18 |
|                                         | Aree usate per l'agricoltura intensiva                                              | P     | ★★★                  | R           | 1995-2000              | 😊             | 12.14                    | -           |
|                                         | Utilizzo di fanghi di depurazione in aree agricole                                  | P     | ★★★                  | R           | 1995-2000              | ☹             | 12.15-12.16              | 12.19-12.21 |
| Siti contaminati                        | Siti contaminati                                                                    | P     | ★★                   | R           | 2003                   | -             | 12.17                    | -           |
|                                         | Siti contaminati di interesse nazionale                                             | P     | ★★                   | R           | 2003                   | -             | 12.18                    | 12.22       |
|                                         | Siti bonificati                                                                     | R     | ★★                   | R           | 2003                   | -             | 12.19                    | -           |
| Uso del territorio                      | Uso del suolo                                                                       | S     | ★★                   | R           | 1990-2001              | ☹             | 12.20-12.21              | 12.23-12.24 |
|                                         | Urbanizzazione e infrastrutture                                                     | P     | ★★                   | R           | 1990-2001              | ☹             | 12.22                    | 12.25       |
|                                         | Siti di estrazione di minerali di seconda categoria (cave)                          | P     | ★★                   | P 46/103    | 1995-1998              | -             | 12.23-12.24              | -           |
|                                         | Siti di estrazione di minerali di prima categoria (miniere)                         | P     | ★★★                  | R           | 1993-2001              | ☹             | 12.25                    | 12.26-12.27 |
|                                         | Siti di estrazioni di risorse energetiche                                           | P     | ★★★                  | R           | 1982-2001              | ☹             | 12.26-12.27              | 12.28       |
|                                         | Urbanizzazione in area costiera                                                     | S     | ★★★                  | R           | 1975, 1992             | ☹             | -                        | 12.29-12.31 |

Per la lettura riferirsi al capitolo "Guida all'Annuario" pag. 3

### Introduzione

Nel sistema Geosfera sono compresi sia il suolo *strictu senso*, cioè la parte superiore della crosta terrestre interessata dai processi pedogenetici, sia il sottosuolo, cioè la parte di crosta che va dalla base della roccia pedogenizzata sino a qualche centinaio-migliaio di metri di profondità.

In molte aree europee il suolo è soggetto a processi degradativi gravi e irreversibili, che sono il risultato della domanda crescente e, spesso, conflittuale da parte di quasi tutti i settori economici. Le pressioni sul suolo derivano dalla concentrazione, in aree localizzate, della popolazione e delle attività economiche, dai cambiamenti climatici e dalle variazioni di uso del suolo stesso.



Se il sistema di coltivazione è quello che maggiormente influisce sulla qualità del suolo nelle aree agricole, l'incremento dei consumi e del settore industriale ha contribuito ad aumentare il numero delle potenziali sorgenti di contaminazione, così come gli impianti di smaltimento dei rifiuti, la produzione di energia e i trasporti, soprattutto nelle aree a forte urbanizzazione.

L'azione combinata di queste attività influenza la qualità dei suoli e ne limita molte importanti funzioni, inclusa la capacità di rimuovere i contaminanti dall'ambiente attraverso i processi di filtrazione e assorbimento. Proprio questa capacità, assieme alla resilienza del suolo, cioè alla capacità di reagire agli influssi esterni, fanno sì che spesso i danni al suolo vengano evidenziati solo quando sono in stato molto avanzato, a volte molto vicini alla fase di non reversibilità. A ciò va aggiunto che la composizione del suolo è molto complessa e le conoscenze sugli equilibri chimico-fisici, che presiedono alla sua formazione ed evoluzione e delle interazioni con gli altri agenti naturali, resta tuttora limitata sia in termini qualitativi sia quantitativi.

Questo spiega la crescente attenzione dedicata al suolo a livello europeo, sia nel Sesto programma di azione ambientale, sia, soprattutto, attraverso la comunicazione della Commissione Europea sulla protezione del suolo, COM (2002)179, che porterà nel 2004 ad altre importanti iniziative legislative, prima fra tutte l'emanazione di una Direttiva europea sul monitoraggio ambientale dei suoli.

In attesa della citata Direttiva europea e delle conseguenti azioni a livello nazionale, l'APAT, avvalendosi principalmente del sistema dei CTN, ha da tempo avviato sul territorio nazionale una serie di attività conoscitive che, assieme alle attività svolte da altre strutture nazionali e regionali, permettono di rappresentare lo stato di alcuni dei principali processi degradativi dei suoli italiani.

I maggiori problemi che interessano i suoli italiani sono: 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 geologico evidenziato dalle frane e dalle inondazioni.

Nel presente Annuario si riportano informazioni attinenti al suolo e all'uso del territorio; nelle successive edizioni, anche in relazione alle nuove competenze dell'Agenzia, verranno date informazioni anche per il sottosuolo.

Un quadro descrittivo della situazione attuale si ottiene dall'esame congiunto degli indicatori riportati nel quadro Q12 e di quelli collegati riportati nei capitoli *Rischio antropogenico* e *Rischio naturale*, nonché nel capitolo *Agricoltura* nella sezione dedicata ai *Settori produttivi*.

Una parte degli indicatori rappresentati in questo capitolo risente dell'insoddisfacente qualità dei dati disponibili, e per molti risulta difficoltoso costruire gli andamenti nel tempo; solo l'avvio di un'apposita rete di monitoraggio permetterà di superare queste difficoltà.

Nel tema dedicato alla qualità dei suoli, la carenza di una banca dati nazionale non permette al momento la costruzione di indicatori di stato, principalmente riferiti alle caratteristiche pedologiche, seppure in presenza di un gran numero di dati nelle singole regioni. Solo il completamento della Carta dei suoli alla scala 1:250.000 e della relativa banca dati, permetterà, a livello nazionale, non solo la costruzione di questi indicatori, ma anche un utilizzo più corretto e più produttivo di diversi modelli (erosione, carichi critici, vulnerabilità dei suoli) a scale tali da consentire la rappresentazione delle diverse problematiche con modalità realmente utilizzabili dai decisori politici. Tra gli indicatori costruiti, si pone l'attenzione sul bilancio di nutrienti nel suolo, soprattutto per gli evidenti legami con il problema della salvaguardia delle risorse idriche.

Il tema dell'evoluzione fisica e biologica viene affrontato descrivendo tre delle principali problematiche dei suoli italiani, indubbiamente tra loro correlate: il rischio di desertificazione, la compattazione e il rischio di erosione idrica. Il quadro che ne emerge non è certamente rassicurante e non consola l'apprendere che simili problemi, come ha ben evidenziato la Commissione Europea, interessano molti altri Paesi europei, con particolare riferimento all'area mediterranea.

Il tema della contaminazione del suolo da fonti diffuse viene descritto attraverso tre indicatori che cercano di pesare le pressioni derivanti dall'agricoltura e dallo smaltimento dei rifiuti; ne emerge un quadro abbastanza stabile, con qualche segnale positivo legato soprattutto alla diminuzione dell'agricoltura intensiva. Anche i dati relativi allo smaltimento dei fanghi in agricoltura consentono di evidenziare gli aspetti positivi legati all'apporto di sostanza organica e di elementi nutritivi, a scapito di quelli negativi correlati al possibile accumulo di metalli pesanti.

La situazione dei siti contaminati, descritta attraverso i dati, ancora incompleti ma sicuramente interessanti, derivanti dalle Anagrafi regionali volute dal DM 471/99, evidenzia il notevole impegno che il settore pubblico e quello privato forniscono per risolvere migliaia di casi rilevati a livello nazionale. Viene, in particolare, posta in



risalto l'importanza dei siti di interesse nazionale per la loro grande rilevanza economica e ambientale, in considerazione delle vastissime superfici di terra e di acque (mare, lagune, fiumi) che sono coinvolte. Gli attuali strumenti legislativi, in particolare il DM 471/99, hanno permesso l'emersione del problema e hanno fornito gli elementi di base per affrontarlo; i miglioramenti della legislazione, da tutti auspicati, dovrebbero facilitare il reperimento delle risorse, anche tra i capitali privati, necessarie per risolvere in modo sostanziale il problema. Il tema dell'uso del territorio analizza e rappresenta i dati relativi al territorio e al suolo, ove e per quanto possibile, secondo la dimensione territoriale dei fenomeni, avvalendosi anche delle tecniche di *remote sensing*. Gli indicatori costruibili nell'ambito di questo tema aumenteranno considerevolmente, in quantità e qualità, allorquando saranno disponibili i dati del *Corine Land Cover 2000* (CLC2000) e saranno dunque possibili i confronti con il CLC1990. Per ora gli indicatori costruiti affrontano, oltre al tema generale dell'uso del suolo, i problemi della perdita di suolo e della sua impermeabilizzazione (*sealing*) dovuti all'espansione delle aree urbanizzate e delle infrastrutture, con particolare attenzione alla fascia costiera; vengono inoltre considerate le cave, le miniere e i siti di estrazione delle risorse energetiche. Ne emerge un quadro non troppo positivo, dove si evidenzia il conflitto esistente tra i diversi possibili usi del suolo, conflitto maggiormente esasperato dove la quantità di suolo utilizzabile è limitata, come nel caso delle fasce costiere.

### Quadro riassuntivo delle valutazioni

| Trend | Nome indicatore                                    | Descrizione                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|-------|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|       | Aree usate per l'agricoltura intensiva             | L'indicatore quantifica la Superficie Agricola Utilizzata (SAU) in modo intensivo, in quanto a essa sono riconducibili, in genere, maggiori rischi di inquinamento, degradazione del suolo e perdita di biodiversità. L'andamento evidenzia una consistente diminuzione nel periodo 1995-2000, dovuto anche all'incremento delle aree utilizzate per agricoltura biologica.                                                                                                                                                                                  |
|       | Utilizzo di fanghi di depurazione in aree agricole | L'indicatore valuta l'apporto di elementi nutritivi e di metalli pesanti derivante dall'utilizzo di fanghi di depurazione in agricoltura. L'andamento nel periodo 1995-2000 è da considerare sostanzialmente indifferente, in quanto non si denotano significativi cambiamenti nella qualità dei fanghi e l'utilizzo avviene nel rispetto dei limiti normativi.                                                                                                                                                                                              |
|       | Urbanizzazione e infrastrutture                    | L'indicatore rappresenta l'occupazione del territorio da urbanizzazione e infrastrutture, che è considerata come la principale forma di perdita irreversibile di suolo. Benché la carenza di dati aggiornati sull'urbanizzato non permetta di rappresentare in modo completo il trend dell'indicatore, appare evidente una tendenza alla crescita delle superfici impermeabilizzate, da giudicare negativamente come consumo di suolo e crescenti problemi di gestione idrogeologica del territorio, soprattutto negli eventi piovosi di maggiore intensità. |

### 12.1 Qualità dei suoli

La complessità dei suoli e la loro variabilità spaziale fanno sì che solo attraverso la comprensione dei fenomeni che li hanno originati si possa fornire un'informazione attendibile sulla loro qualità ambientale. Ciò richiede l'ausilio di un sistema di descrizione e rappresentazione semplificato, ma pur sempre strutturato su più livelli e approssimazioni successive; ogni altra semplificazione che attribuisca a un'area il valore relativo a un punto, rappresenta una forzatura che necessariamente può indurre all'errore. Per tale motivo, nella costruzione degli indicatori ambientali sulla qualità dei suoli, è opportuno ricorrere all'esperienza maturata in ambito pedologico, dove sono stati sviluppati strumenti e metodiche idonei a rappresentare le caratteristiche dei suoli nella loro variabilità.

Molti di quelli identificati sono indicatori di stato e rappresentano le principali caratteristiche chimico fisiche e pedologiche del suolo: pH, sostanza organica, capacità di scambio cationica, tessitura, fosforo e potassio scambiabile. La maggior parte dei dati disponibili è stata raccolta, nelle diverse regioni, nell'ambito di indagini pedologiche e non per il monitoraggio della qualità ambientale dei suoli. Onde evitare di arrivare a conclusioni errate, i gestori dei dati pedologici ritengono poco corretto il loro utilizzo per altri scopi che non siano quelli per cui sono stati raccolti. Suggestiscono, quindi, l'utilizzo non dei dati elementari, ma di dati rielaborati a partire da questi. Per questo motivo, considerata la disomogeneità dei dati e il gran numero di gestori degli stessi, allo stato attuale non è possibile rappresentare su scala nazionale gli indicatori basati su dati pedologici.



Il progetto sulla Carta dei suoli alla scala 1:250.000, promosso dal Ministero per le politiche agricole e forestali, dovrebbe portare alla creazione di una banca dati nazionale delle caratteristiche chimico fisiche e pedologiche dei suoli; questa banca dati ha un valore fondamentale, non solo per la costruzione e rappresentazione degli indicatori sopra menzionati, ma anche per un utilizzo più corretto e più produttivo di diversi modelli proposti per affrontare temi importanti (quali il rischio di erosione, di desertificazione, di vulnerabilità) a scale tali da consentire la rappresentazione delle diverse problematiche con modalità realmente utilizzabili dai decisori politici, cioè, in altri termini, permettendo la costruzione di quegli strumenti di supporto alle decisioni sempre più richiesti.

Un altro gruppo di indicatori descrive il livello di presenza di alcuni elementi chimici che possono contaminare il suolo e, attraverso di esso, le acque. Questi elementi possono accumularsi nel suolo anche a seguito delle pratiche agricole di concimazione e difesa antiparassitaria, ovvero possono derivare da altre attività antropiche. Alcuni di questi indicatori (vendita e uso di fertilizzanti e prodotti fitosanitari) sono descritti nel capitolo relativo al settore produttivo *Agricoltura*, altri (allevamenti, utilizzo di fanghi in agricoltura) nel tema sulla contaminazione del suolo. Gli indicatori costruiti per questo tema, riportati nel quadro Q 12.1, sono relativi al contenuto di metalli pesanti e al bilancio di nutrienti (azoto e fosforo).

Il primo è un indicatore di stato richiesto a livello europeo in quanto indispensabile per l'attuazione di diverse politiche in campo agricolo e ambientale. La difficoltà di reperimento e i limiti di confrontabilità dei numerosi dati esistenti a livello nazionale rendono non facile la costruzione di questo indicatore, che è al momento rappresentabile solo per alcune regioni.

Il secondo indicatore valuta, attraverso una metodologia riconosciuta a livello europeo, il bilancio complessivo di nutrienti (azoto e fosforo) apportati e asportati dal suolo, con una stima dei *surplus* che possono tendenzialmente contaminare le acque superficiali e sotterranee.

**Q 12.1: Quadro delle caratteristiche degli indicatori per la Qualità dei suoli**

| Nome Indicatore                                                     | Finalità                                                                                                                                                                           | DPSIR    | Riferimenti Normativi                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Contenuto in metalli pesanti totali nei suoli agrari                | Descrivere la presenza di metalli pesanti nel suolo dovuta alle caratteristiche dei materiali originari o a sostanze usate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione | <b>S</b> | D.lgs. 99/92<br>D.lgs. 22/97<br>DM Ambiente 27/03/98<br>DM Ambiente 471/99<br>Direttiva 86/278/CEE |
| Bilancio di nutrienti nel suolo ( <i>Input/Output</i> di nutrienti) | Definire la situazione di <i>deficit</i> o di <i>surplus</i> di nutrienti per unità di superficie coltivata                                                                        | <b>S</b> | D.lgs. 152/99<br>DM MiPAF 19/04/99<br>"Approvazione del codice di buona pratica agricola"          |



## INDICATORE

### CONTENUTO IN METALLI PESANTI TOTALI NEI SUOLI AGRARI

## SCOPO

Descrivere la presenza di metalli pesanti nel suolo dovuta alle caratteristiche dei materiali originari o a sostanze usate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione.

## DESCRIZIONE

Per metalli pesanti si intendono gli elementi inorganici caratterizzati dall'essere presenti in natura come ioni con singola o doppia carica positiva e dall'avere un peso atomico abbastanza elevato ( $>50$ ). L'origine dei metalli pesanti, che alterano la qualità dell'ambiente, è riconducibile a fonti sia naturali, quali il substrato pedogenetico, sia antropiche, quali le attività industriali, civili e agricole.

I metalli originati dal substrato pedogenetico si possono definire inquinanti geochimici, ma i fenomeni di contaminazione del suolo, attribuibili al materiale originario e in grado di produrre danni biologici sono, di norma, limitati ad aree ristrette.

I fanghi di depurazione delle acque reflue industriali contengono metalli pesanti di tipo e quantità variabili secondo le lavorazioni e la dimensione delle industrie. Un discorso analogo può essere fatto per i composti. I metalli pesanti provenienti dalle attività civili si ritrovano, inoltre, nella fase gassosa dei combustibili utilizzati per il riscaldamento, nei fumi provenienti dagli inceneritori o dal traffico veicolare; tali metalli raggiungono il suolo attraverso la deposizione atmosferica, facilitata dalle precipitazioni. Alcune attività tipicamente agricole, come l'uso di prodotti fitosanitari e di concimi minerali, possono costituire una fonte di inquinamento da metalli pesanti. La concentrazione dei metalli pesanti nel suolo è, quindi, funzione delle caratteristiche dei materiali originari, dell'utilizzo di sostanze contenenti metalli pesanti (quali quelle utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione) e delle emissioni in atmosfera.

In genere, i metalli pesanti si concentrano nei sottoprodotti di alcuni settori industriali o, anche se in misura minore, nei rifiuti urbani e nei reflui civili; pertanto, lo smaltimento di questi materiali, per i rischi di tossicità sopra riportati, è regolamentato da apposite normative.

## UNITÀ di MISURA

Milligrammi su chilogrammo (mg/kg) di sostanza secca di metallo estraibile in acqua regia.

## FONTE dei DATI

Elaborazioni APAT/CTN\_TES su dati relativi a suoli agrari provenienti da ARPA/APPA, Regioni, Università e Province.

## NOTE TABELLE e FIGURE

### *Contenuto in metalli pesanti totali*

La tabella 12.1 riporta il numero di dati disponibili sul contenuto di metalli pesanti totali, estraibili in acqua regia, dei suoli agrari di alcune regioni del nord e del centro Italia. Solo una parte di questi dati è georeferenziata.

L'analisi dei metalli pesanti viene condotta generalmente mediante digestione acida, con acqua regia, del campione ad alte temperature e successiva determinazione in assorbimento atomico in fiamma (AAS) o spettrometria di emissione a plasma (ICP) (riferimento ISO 11047, DM MiPAF 13/09/99).

### *Contenuto in cadmio (Cd) totale*

La concentrazione di cadmio nel suolo, riportata in tabella 12.2, è funzione delle caratteristiche dei materiali originari e dell'utilizzo sul suolo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione (concimi fosfatici, fanghi di depurazione).

### *Contenuto in cromo (Cr) totale*

La concentrazione di cromo nel suolo, riportata in tabella 12.3, è riconducibile in parte a naturali processi di degradazione dei substrati geologici, da cui i suoli stessi traggono origine; in parte è funzione dell'utilizzo sul suolo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione. In particolare il contenuto di cromo può essere molto elevato in alcuni sottoprodotti dell'industria conciaria utilizzati per la produzione di concimi organici.

*Contenuto in nichel (Ni) totale*

La concentrazione di nichel nel suolo, riportata in tabella 12.4, è funzione delle caratteristiche dei materiali originari (riconducibili a naturali processi di degradazione dei substrati geologici) e dell'utilizzo, per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione di sostanze contenenti metalli pesanti. Il livello naturale di nichel dei suoli in alcune aree è particolarmente elevato, raggiungendo valori di gran lunga superiori a quelli previsti dalla Direttiva 86/278/CEE.

*Contenuto in piombo (Pb) totale*

La concentrazione di piombo nel suolo, riportata in tabella 12.5, è riconducibile in parte a naturali processi di degradazione dei substrati geologici, da cui i suoli stessi traggono origine. Fonte primaria di arricchimento della preesistente dotazione è però l'attività antropica con l'apporto di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione, ma anche attraverso processi di *fallout* atmosferico.

Il contenuto piuttosto elevato di piombo riguardante la provincia di Bolzano è dovuto al fatto che i dati considerati sono relativi a uno studio sulla contaminazione del terreno derivante dal traffico stradale.

*Contenuto in rame (Cu) totale*

La concentrazione di rame nel suolo, riportata in tabella 12.6, è funzione delle caratteristiche dei materiali originari e dell'utilizzo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione, soprattutto con reflui zootecnici. In particolare l'elevato contenuto di rame nelle deiezioni zootecniche è dovuto all'utilizzo di integratori e additivi alimentari che contengono questo elemento. Le concentrazioni più elevate di rame sono caratteristiche di molti suoli utilizzati per la viticoltura.

*Contenuto in zinco (Zn) totale*

La concentrazione di zinco nel suolo, riportata in tabella 12.7, è riconducibile in parte a naturali processi di degradazione dei substrati geologici, da cui i suoli stessi traggono origine, in parte è funzione dell'utilizzo sul suolo di sostanze contenenti metalli pesanti utilizzate per la difesa antiparassitaria o per la fertilizzazione. In particolare, l'elevato contenuto di zinco nelle deiezioni zootecniche è dovuto all'utilizzo di integratori e additivi alimentari che contengono questo elemento.

**STATO e TREND**

La copertura parziale del territorio e il numero piuttosto limitato di dati non consentono, al momento, di esprimersi in merito allo stato e al trend relativi a questo indicatore.

**OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA**

I limiti per il contenuto di *cadmio* nel suolo, al fine del riutilizzo sullo stesso di *compost*, è previsto dalla Direttiva 86/278/CEE (limite massimo di concentrazione di cadmio, espressa in mg/kg s.s., pari a 3) e dal D.lgs. 99/92 (limite di concentrazione di cadmio, espressa in mg/kg s.s., pari a 1,5). Il DM Ambiente 471/99 sui siti inquinati stabilisce dei valori differenti per l'uso del suolo, come verde e residenziale oppure come commerciale e industriale, considerando tali valori sia come limiti per i suoli contaminati, sia come obiettivi di bonifica. Tali valori, per il cadmio, sono di 2 mg/kg s.s. per l'uso del suolo come verde e residenziale e di 15 mg/kg s.s. per l'uso commerciale e industriale.

Un limite per il contenuto di *cromo* totale nel suolo, al fine del riutilizzo sullo stesso di *compost*, è previsto dalla Denominazione Comune Internazionale (DCI) 27/07/84 (limite massimo di concentrazione di cromo, espressa in mg/kg s.s., pari a 50). Il DM Ambiente 471/99 sui siti inquinati stabilisce dei valori differenti per l'uso del suolo come verde e residenziale oppure come commerciale e industriale, considerando tali valori sia come limiti per i suoli contaminati, sia come obiettivi di bonifica. Tali valori, per il cromo totale, sono di 150 mg/kg s.s. per l'uso del suolo come verde e residenziale e di 800 mg/kg s.s. per l'uso commerciale e industriale.

I limiti per il contenuto di *nichel* nel suolo, al fine del riutilizzo sullo stesso di rifiuti, sono previsti dalla Direttiva 86/278/CEE (limite massimo di concentrazione di nichel, espresso in mg/kg s.s., pari a 75) e dal D.lgs. 99/92 (limite di concentrazione di nichel, espressa in mg/kg s.s., pari a 75). Secondo il DM Ambiente 471/99, i valori per il nichel sono di 120 mg/kg s.s. per l'uso del suolo come verde e residenziale e di 500 mg/kg s.s. per l'uso commerciale e industriale.

I limiti per il contenuto di *piombo* nel suolo, al fine del riutilizzo sullo stesso di rifiuti, sono previsti dalla Direttiva 86/278/CEE (limite massimo di concentrazione di piombo, espresso in mg/kg s.s., pari a 300) e dal D.lgs. 99/92 (limite di concentrazione di piombo, espressa in mg/kg s.s., pari a 100). Secondo il DM Ambiente 471/99 i valori, per il piombo, sono di 100 mg/kg s.s. per l'uso del suolo come verde e residenziale e di 1.000 mg/kg s.s. per l'uso commerciale e industriale.



I limiti per il contenuto di *rame* nel suolo, al fine del riutilizzo sullo stesso di rifiuti, sono previsti dalla Direttiva 86/278/CEE (limite massimo di concentrazione di rame, espressa in mg/kg s.s., pari a 140) e dal D. lgs. 99/92 (limite di concentrazione di rame, espressa in mg/kg s.s., pari a 100). Secondo il DM Ambiente 471/99 i valori, per il rame, sono di 120 mg/kg s.s. per l'uso del suolo come verde e residenziale e di 600 mg/kg s.s. per l'uso commerciale e industriale.

I limiti per il contenuto di *zinco* nel suolo, al fine del riutilizzo sullo stesso di rifiuti, sono previsti dalla Direttiva 86/278/CEE (limite massimo di concentrazione di zinco, espresso in mg/kg s.s., pari a 300) e dal D. lgs. 99/92 (limite di concentrazione di zinco, espressa in mg/kg s.s., pari a 300). Secondo il DM 471/99 i valori, per lo zinco, sono di 150 mg/kg s.s. per l'uso del suolo come verde e residenziale e di 1.500 mg/kg s.s. per l'uso commerciale e industriale.

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Quinquennale

### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 3                       | 2                          |

L'indicatore fornisce attualmente informazioni incomplete e non del tutto aderenti alla richiesta derivante da parte della normativa. I dati derivano da fonti abbastanza affidabili, anche se la loro comparabilità risente della mancanza di informazioni circa i criteri di campionamento e analisi utilizzati, a scapito, quindi, della qualità dell'informazione e della possibilità di validazione. Tutto ciò è dovuto alla carenza di una rete di monitoraggio dei suoli. Per lo stesso motivo, la comparabilità temporale è bassa, mentre quella spaziale è media.



**Tabella 12.1: Contenuto in metalli pesanti totali, estraibili in acqua regia, nei suoli agrari (numero dei dati disponibili e mediana in mg/kg s.s.) per provincia**

| Regione               | Provincia     | n. dati <sup>(a)</sup>  | Cd   | Cr    | Cu   | Hg<br>mg/kg s.s. | Ni   | Pb   | Zn    | As   |
|-----------------------|---------------|-------------------------|------|-------|------|------------------|------|------|-------|------|
| Piemonte              | Alessandria   | 71-96                   | 0,9  | 71,5  | 24,2 | -                | 57,5 | 14,9 | 44,9  | -    |
|                       | Asti          | 45-59                   | 0,5  | 62,4  | 37,6 | -                | 55,0 | 14,0 | 52,6  | -    |
|                       | Biella        | 14                      | 0,7  | 96,0  | 21,1 | -                | 14,8 | 24,1 | 30,1  | -    |
|                       | Cuneo         | 108-125                 | 2,4  | 75,2  | 19,6 | -                | 37,6 | 19,6 | 62,5  | -    |
|                       | Novara        | 125-130 (As 5)          | 2,0  | 37,0  | 32,2 | -                | 44,0 | 72,5 | 74,0  | 5,5  |
|                       | Torino        | 460-467 (Cd 94, Cr 188) | 1,5  | 72,7  | 14,0 | -                | 10,0 | 12,0 | 9,0   | -    |
|                       | Verbania      | 6                       | 1,2  | 51,9  | 28,3 | -                | 18,6 | 52,1 | 101,0 | -    |
|                       | Vercelli      | 34-55 (As 5)            | 1,6  | 85,4  | 18,0 | -                | 52,3 | 15,6 | 40,6  | 8,0  |
| Lombardia             | Pavia         | 42 (Cr e Pb 2)          | -    | 70,5  | 32,3 | -                | 92,3 | 13,0 | 50,3  | -    |
| Trentino Alto Adige   | Bolzano-Bozen | 135                     | 0,37 | 18,0  | 79,0 | -                | -    | 83,0 | 167,0 | -    |
| Veneto                | Belluno       | 16-23                   | 0,4  | 33,0  | 22,0 | <LR              | 27,0 | 19,0 | 66,0  | 1,2  |
|                       | Padova        | 143                     | 0,4  | 37,2  | 46,9 | 0,1              | 29,5 | 16,1 | 97,3  | 8,2  |
|                       | Rovigo        | 246-267                 | 0,70 | 42,6  | 34,0 | <LR              | 59,0 | 39,0 | 75,0  | 7,7  |
|                       | Treviso       | 286-383                 | 0,5  | 27,8  | 37,0 | 0,1              | 24,2 | 26,9 | 73,0  | 3,6  |
|                       | Venezia       | 342-407                 | 0,5  | 30,2  | 68,7 | 0,2              | 20,7 | 26,6 | 104,0 | 17,5 |
|                       | Verona        | 209-248                 | 0,30 | 28,7  | 11,8 | <LR              | 30,0 | 29,0 | 45,9  | 1,1  |
|                       | Vicenza       | 96-122                  | 0,20 | 19,0  | 27,0 | <LR              | 15,9 | 18,6 | 56,2  | 6,9  |
| Friuli Venezia Giulia | Gorizia       | 8                       | 0,95 | 36,5  | 52,5 | -                | -    | 38,0 | 75,5  | -    |
|                       | Pordenone     | 58-59                   | 1,50 | 20,0  | 28,0 | -                | -    | 33,0 | 55,0  | -    |
|                       | Udine         | 91                      | 1,00 | 27,0  | 29,0 | -                | -    | 32,0 | 66,0  | -    |
| Liguria               | Genova        | 39-42                   | 0,07 | -     | 43,8 | 0,06             | -    | 38,0 | 109,0 | 0,6  |
|                       | La Spezia     | 49                      | 0,12 | 12,7  | 12,8 | <LR              | -    | 17,8 | -     | 6,5  |
| Emilia Romagna        | Bologna       | 196 (Cd e Cr 44)        | <LR  | 98,5  | 45,0 | -                | 67,0 | 28,0 | 92,0  | -    |
|                       | Ferrara       | 36-39                   | -    | -     | 28,0 | -                | 45,0 | 14,0 | 63,0  | -    |
|                       | Forlì         | 21-31                   | <LR  | 107,0 | 35,0 | -                | 49,4 | 18,0 | 76,0  | -    |
|                       | Modena        | 85 (Cd e Cr 10)         | <LR  | 86,0  | 47,0 | -                | 71,0 | 30,0 | 93,0  | -    |
|                       | Parma         | 151 (Cd e Cr 7)         | <LR  | 83,0  | 47,0 | -                | 72,0 | 34,0 | 81,0  | -    |
|                       | Piacenza      | 262-327                 | -    | -     | 47,5 | -                | 69,5 | 30,6 | 95,0  | -    |
|                       | Ravenna       | 681 (Cd 38)             | 0,8  | -     | 44,0 | 0,1              | 62,0 | 32,0 | 80,0  | -    |
|                       | Reggio Emilia | 10                      | -    | -     | 47,0 | -                | 69,0 | 25,5 | 96,5  | -    |
|                       | Rimini        | 13                      | -    | -     | 37,0 | -                | 64,0 | 29,0 | 63,0  | -    |
| Toscana               | Arezzo        | 27                      | <LR  | -     | 50,0 | 0,1              | 74,0 | 22,0 | 77,0  | -    |
|                       | Firenze       | 97-102                  | 0,09 | -     | 50,0 | 0,1              | 59,7 | 14,3 | 87,5  | -    |
|                       | Grosseto      | 23-47                   | <LR  | 52,0  | 23,0 | 0,2              | 42,0 | 25,0 | 48,0  | -    |
|                       | Livorno       | 17-31                   | 0,80 | 83,2  | 31,7 | <LR              | 72,5 | 41,6 | 85,5  | -    |
|                       | Pisa          | 18                      | 0,31 | -     | 34,0 | -                | 64,5 | 15,5 | 92,5  | -    |
|                       | Siena         | 12-21                   | 0,26 | -     | 57,7 | 0,56             | 50,0 | 33,1 | 105,0 | -    |
| Sardegna              | Cagliari      | 24-37 (Cr 7)            | 2,6  | 26,0  | 18,0 | -                | 16,9 | 41,6 | 123   | -    |
|                       | Oristano      | 7                       | 2,49 | -     | 6,3  | -                | 9,2  | 11,7 | 39,7  | -    |
|                       | Sassari       | 29-41                   | <LR  | 32,0  | 15,0 | -                | 9,0  | 17,0 | 111,0 | -    |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati di ARPA/APPA, Università, Province

**LEGENDA:**

<sup>(a)</sup> sono riportati il numero minimo e massimo di dati disponibili

LR = limite di rilevabilità



**Tabella 12.2: Contenuto di cadmio totale, estraibile in acqua regia, nei suoli agrari, relativo alle classi di pH, per provincia**

| Regione               | Provincia     |         |         |       |        |         | pH>7    |         |       |        |         | pH≤7    |         |       |        |         |
|-----------------------|---------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|
|                       |               | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo |
| Piemonte              | Alessandria   | 71      | 0,9     | 0,9   | 0,2    | 1,7     | 20      | 0,7     | 0,8   | 0,2    | 1,6     | 14      | 1,1     | 1,1   | 0,4    | 1,6     |
|                       | Asti          | 45      | 0,5     | 0,6   | 0,2    | 0,9     | 16      | 0,55    | 0,6   | 0,4    | 0,9     | 1       | 0,3     | 0,3   | 0,3    | 0,3     |
|                       | Biella        | 14      | 0,7     | 0,8   | 0,4    | 1,5     | -       | -       | -     | -      | -       | 7       | 0,7     | 0,7   | 0,4    | 1,4     |
|                       | Cuneo         | 108     | 2,4     | 2,4   | 0,4    | 5,4     | 18      | 2,7     | 2,6   | 1,3    | 4,6     | 35      | 2,4     | 2,4   | 0,4    | 4,0     |
|                       | Novara        | 125     | 2,0     | 2,2   | 0,2    | 7,0     | 3       | 0,7     | 1,0   | 0,4    | 2,0     | 102     | 2,0     | 2,5   | 0,4    | 7,0     |
|                       | Torino        | 94      | 1,5     | 1,6   | 0,6    | 3,2     | 3       | 1,4     | 1,3   | 1,0    | 1,5     | 39      | 1,6     | 1,7   | 0,7    | 3,2     |
|                       | Verbania      | 6       | 1,2     | 1,3   | 0,9    | 2,3     | -       | -       | -     | -      | -       | 3       | 1,1     | 1,5   | 1,1    | 2,3     |
|                       | Vercelli      | 34      | 1,6     | 1,7   | 1,1    | 2,3     | 2       | 2,0     | 2,0   | 1,9    | 2,0     | 15      | 1,6     | 1,6   | 1,1    | 2,3     |
| Trentino Alto Adige   | Bolzano-Bozen | 135     | 0,37    | 0,39  | 0,05   | 1,78    | 84      | 0,36    | 0,35  | 0,05   | 0,77    | 51      | 0,45    | 0,45  | 0,08   | 1,78    |
| Veneto                | Belluno       | 23      | 0,4     | 0,6   | <LR    | 1,4     | 17      | 0,3     | 0,5   | <LR    | 1,4     | 4       | 1,1     | 1,1   | 1      | 1,3     |
|                       | Padova        | 143     | 0,4     | 0,5   | <LR    | 1,2     | 133     | 0,5     | 0,5   | <LR    | 1,2     | 10      | 0,4     | 0,4   | 0,1    | 0,9     |
|                       | Rovigo        | 267     | 0,70    | 0,61  | <LR    | 2,60    | 264     | 0,70    | 0,61  | <LR    | 2,60    | 3       | 0,90    | 0,97  | 0,80   | 1,20    |
|                       | Treviso       | 375     | 0,5     | 0,6   | <LR    | 4,3     | 344     | 0,5     | 0,6   | <LR    | 4,3     | 30      | 0,6     | 0,6   | 0,0    | 1,5     |
|                       | Venezia       | 407     | 0,5     | 0,5   | <LR    | 6,5     | 360     | 0,5     | 0,5   | <LR    | 6,5     | 3       | 0,2     | 0,1   | 0,0    | 0,2     |
|                       | Verona        | 233     | 0,30    | 0,43  | <LR    | 1,48    | 228     | 0,30    | 0,43  | <LR    | 1,48    | 2       | 0,62    | 0,62  | 0,14   | 1,10    |
|                       | Vicenza       | 107     | 0,20    | 0,27  | <LR    | 2,00    | 90      | 0,16    | 0,25  | <LR    | 2,00    | 16      | 0,40    | 0,45  | <LR    | 1,25    |
|                       |               |         |         |       |        |         |         |         |       |        |         |         |         |       |        |         |
| Friuli Venezia Giulia | Gorizia       | 8       | 0,95    | 1,06  | 0,40   | 1,70    | 7       | 1,20    | 1,13  | 0,40   | 1,70    | 1       | 0,60    | 0,60  | 0,60   | 0,60    |
|                       | Pordenone     | 59      | 1,50    | 1,45  | 0,40   | 2,50    | 56      | 1,50    | 1,50  | 0,40   | 2,50    | 3       | 0,50    | 0,53  | 0,50   | 0,60    |
|                       | Udine         | 91      | 1,00    | 0,99  | 0,40   | 2,00    | 72      | 1,05    | 1,07  | 0,50   | 2,00    | 19      | 0,70    | 0,69  | 0,40   | 1,10    |
| Liguria               | Genova        | 40      | 0,07    | 0,22  | <LR    | 2,20    | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | La Spezia     | 49      | 0,12    | 0,83  | <LR    | 12,1    | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
| Emilia Romagna        | Bologna       | 44      | <LR     | 0,5   | <LR    | 3,0     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Forlì         | 21      | <LR     | <LR   | <LR    | <LR     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Modena        | 10      | <LR     | <LR   | <LR    | <LR     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Parma         | 7       | <LR     | 0,4   | <LR    | 3,0     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Ravenna       | 38      | 0,8     | 0,7   | <LR    | 0,8     | 38      | 0,75    | 0,71  | <LR    | 0,8     | -       | -       | -     | -      | -       |
| Toscana               | Arezzo        | 27      | <LR     | <LR   | <LR    | <LR     | 3       | <LR     | <LR   | <LR    | <LR     | 24      | <LR     | <LR   | <LR    | <LR     |
|                       | Firenze       | 97      | 0,09    | 0,1   | <LR    | 0,3     | 88      | 0,1     | 0,1   | <LR    | 0,3     | 9       | <LR     | <LR   | <LR    | 0,1     |
|                       | Grosseto      | 50      | <LR     | 0,2   | <LR    | 3,0     | 17      | 0,0     | 0,2   | <LR    | 2,1     | 21      | <LR     | <LR   | <LR    | <LR     |
|                       | Livorno       | 31      | 0,80    | 1,2   | <LR    | 4,3     | 18      | 0,7     | 0,6   | <LR    | 1,5     | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Pisa          | 18      | 0,31    | 0,31  | 0,23   | 0,43    | 17      | 0,30    | 0,31  | 0,23   | 0,43    | 1       | 0,31    | 0,31  | 0,31   | 0,31    |
|                       | Siena         | 16      | 0,26    | 0,5   | <LR    | 4,2     | 13      | 0,4     | 0,6   | 0,0    | 4,2     | 3       | <LR     | 0,01  | <LR    | 0,03    |
| Sardegna              | Cagliari      | 37      | 2,6     | 3,9   | 0,7    | 31,0    | 9       | 2,3     | 3,3   | 1,4    | 6,8     | 13      | 2,7     | 3,5   | 1,9    | 7,5     |
|                       | Oristano      | 7       | 2,49    | 2,42  | 1,93   | 2,88    | 1       | 2,49    | 2,49  | 2,49   | 2,49    | 6       | 2,44    | 2,41  | 1,93   | 2,88    |
|                       | Sassari       | 41      | <LR     | 0,4   | <LR    | 3,2     | 12      | 1,4     | 1,4   | <LR    | 3,2     | -       | -       | -     | -      | -       |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN TES su dati di ARPA/APPA, Università, Province

**LEGENDA:**

LR = limite di rilevabilità

**Tabella 12. 3: Contenuto di cromo totale, estraibile in acqua regia, nei suoli agrari, relativo alle classi di pH, per provincia**

| Regione               | Provincia      |         |         |       |        |         | pH>7    |         |       |        |         | pH≤7    |         |       |        |         |
|-----------------------|----------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|
|                       |                | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo |
| Piemonte              | Alessandria    | 96      | 71,5    | 83,6  | 9,3    | 339     | 20      | 86,2    | 88,1  | 22,3   | 169     | 14      | 76,8    | 105   | 35,7   | 319     |
|                       | Asti           | 59      | 62,4    | 64,2  | 14,6   | 125     | 16      | 74,5    | 72,9  | 37,4   | 111     | 1       | 34,4    | 34,4  | 34,4   | 34,4    |
|                       | Biella         | 14      | 96,0    | 108   | 28,9   | 207     | -       | -       | -     | -      | -       | 7       | 97,0    | 103   | 28,9   | 167     |
|                       | Cuneo          | 125     | 75,2    | 78,7  | 14,0   | 341     | 18      | 80,8    | 92,9  | 36,1   | 247     | 35      | 72,9    | 82,7  | 40,5   | 172     |
|                       | Novara         | 130     | 37,0    | 54,1  | 15,3   | 218     | 3       | 33,0    | 48,3  | 26,4   | 85,5    | 102     | 36,8    | 46,6  | 15,3   | 218     |
|                       | Torino         | 188     | 72,7    | 87,4  | 13,3   | 333     | 13      | 60,5    | 79,6  | 37,7   | 264     | 97      | 66,0    | 80,4  | 38,1   | 322     |
|                       | Verbania       | 6       | 51,9    | 61,8  | 33,7   | 137     | -       | -       | -     | -      | -       | 3       | 57,9    | 84,0  | 57,2   | 137     |
|                       | Vercelli       | 55      | 85,4    | 98,2  | 10,0   | 305     | 2       | 125     | 125   | 109    | 141     | 15      | 104     | 96,8  | 34,8   | 183     |
| Lombardia             | Pavia          | 2       | 70,5    | 70,5  | 52,0   | 89,0    | -       | -       | -     | -      | -       | 2       | 70,5    | 70,5  | 52,0   | 89,0    |
| Trentino Alto Adige   | Bolzano- Bozen | 135     | 18,0    | 18,7  | 2,0    | 39,0    | 84      | 16,5    | 18,0  | 2,0    | 39,0    | 51      | 19,0    | 19,7  | 8,0    | 38,0    |
| Veneto                | Belluno        | 18      | 33,0    | 32,2  | 17,0   | 43,0    | 12      | 32,0    | 29,8  | 17,0   | 43,0    | 4       | 37,5    | 37,8  | 33     | 43      |
|                       | Padova         | 143     | 37,2    | 43,1  | 8,4    | 149     | 133     | 35,8    | 43,2  | 8,4    | 149     | 10      | 38,1    | 41,7  | 18,0   | 75,5    |
|                       | Rovigo         | 254     | 42,6    | 38,8  | 7,9    | 50,1    | 251     | 42,4    | 38,7  | 7,9    | 50,1    | 3       | 46,7    | 46,1  | 44,7   | 46,8    |
|                       | Treviso        | 354     | 27,8    | 28,6  | <LR    | 81,1    | 327     | 27,9    | 28,9  | 0,9    | 81,1    | 27      | 24,0    | 25,0  | <LR    | 53,5    |
|                       | Venezia        | 407     | 30,2    | 35,1  | 4,8    | 264     | 360     | 28,6    | 32,8  | 4,8    | 264     | 3       | 71,0    | 80,1  | 66,2   | 103     |
|                       | Verona         | 227     | 28,7    | 28,2  | <LR    | 107     | 225     | 28,5    | 28,0  | <LR    | 107     | 2       | 47,0    | 47,0  | 46,0   | 48,0    |
|                       | Vicenza        | 111     | 19,0    | 22,8  | 0,3    | 90,0    | 91      | 18,0    | 22,5  | 0,4    | 90,0    | 16      | 27,0    | 27,5  | 15,0   | 45,0    |
| Friuli Venezia Giulia | Gorizia        | 8       | 36,5    | 41,3  | 15,0   | 91,0    | 7       | 38,0    | 42,4  | 15,0   | 91,0    | 1       | 33,0    | 33,0  | 33,0   | 33,0    |
|                       | Pordenone      | 59      | 20,0    | 21,5  | 5,0    | 48,0    | 56      | 20,0    | 21,5  | 5,0    | 48,0    | 3       | 20,0    | 20,0  | 18,0   | 22,0    |
|                       | Udine          | 91      | 27,0    | 27,8  | 10,0   | 59,0    | 72      | 27,0    | 28,2  | 13,0   | 59,0    | 19      | 27,0    | 26,6  | 10,0   | 50,0    |
| Emilia Romagna        | Bologna        | 44      | 98,5    | 154   | <LR    | 1375    | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Forlì          | 21      | 107     | 91,4  | 8,0    | 196     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Modena         | 10      | 86,0    | 93,4  | 59,0   | 135     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Parma          | 7       | 83,0    | 233   | 72,0   | 1147    | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
| Toscana               | Grosseto       | 23      | 52,0    | 54,6  | 8,8    | 159     | 4       | 61      | 70,3  | 40,0   | 119     | 11      | 64,0    | 75,7  | 46,0   | 159     |
|                       | Livorno        | 27      | 83,2    | 120   | 61,5   | 434     | 14      | 82,2    | 85,2  | 65,3   | 120     | 27      | -       | -     | -      | -       |
| Sardegna              | Cagliari       | 7       | 26,0    | 25,4  | 5,0    | 37,0    | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Sassari        | 29      | 32,0    | 53,3  | 17,0   | 291     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati di ARPA/APPA, Università, Province

**LEGENDA:**

LR = limite di rilevabilità



**Tabella 12.4: Contenuto di nichel totale, estraibile in acqua regia, nei suoli agrari, relativo alle classi di pH, per provincia**

| Regione        | Provincia     |         |         |       |        |         | pH>7    |         |       |        |         | pH≤7    |         |       |        |         |
|----------------|---------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|
|                |               | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo |
| Piemonte       | Alessandria   | 96      | 57,5    | 73,3  | 20,2   | 303     | 20      | 62,2    | 64,6  | 21,6   | 150     | 14      | 40,3    | 56,9  | 20,2   | 214     |
|                | Asti          | 59      | 55,0    | 58,6  | 14,2   | 150     | 16      | 46,2    | 48,6  | 17,9   | 86,9    | 1       | 25,2    | 25,2  | 25,2   | 25,2    |
|                | Biella        | 14      | 14,8    | 15,9  | 3,4    | 42,2    | -       | -       | -     | -      | -       | 7       | 13,5    | 14,7  | 3,4    | 30,7    |
|                | Cuneo         | 125     | 37,6    | 47,7  | 8,8    | 188     | 18      | 46,7    | 50,3  | 14,7   | 119     | 35      | 27,6    | 42,1  | 11,5   | 126     |
|                | Novara        | 130     | 44,0    | 40,4  | 7,6    | 168     | 3       | 26,4    | 30,0  | 13,6   | 50,0    | 102     | 47,0    | 45,1  | 7,6    | 168     |
|                | Torino        | 462     | 10,0    | 40,3  | 2,0    | 483     | 64      | 8,0     | 26,9  | 3,0    | 366     | 320     | 9,0     | 31,6  | 2,0    | 431     |
|                | Verbania      | 6       | 18,6    | 20,8  | 10,9   | 36,1    | -       | -       | -     | -      | -       | 3       | 20,4    | 24,4  | 16,7   | 36,1    |
|                | Vercelli      | 55      | 52,3    | 55,6  | 7,0    | 157     | 2       | 77,7    | 77,7  | 67,3   | 88,0    | 15      | 38,1    | 35,4  | 7      | 60,4    |
| Lombardia      | Pavia         | 42      | 92,3    | 92,3  | 19,5   | 167     | -       | -       | -     | -      | -       | 42      | 92,3    | 92,3  | 19,5   | 167     |
| Veneto         | Belluno       | 23      | 27,0    | 27,8  | 8,0    | 59,0    | 17      | 27,0    | 29,8  | 16,8   | 59,0    | 4       | 28,0    | 28,5  | 25     | 33      |
|                | Padova        | 143     | 29,5    | 53,3  | 6,1    | 413     | 133     | 29,8    | 52,5  | 6,1    | 413     | 10      | 27,8    | 63,9  | 7,0    | 201     |
|                | Rovigo        | 267     | 59,0    | 53,6  | 8,7    | 80,3    | 264     | 58,9    | 53,6  | 8,7    | 80,3    | 3       | 64,6    | 60,8  | 50,0   | 67,7    |
|                | Treviso       | 378     | 24,2    | 26,6  | 0,5    | 70,1    | 347     | 24,1    | 26,7  | 2,3    | 70,1    | 30      | 25,0    | 24,6  | 0,5    | 45,3    |
|                | Venezia       | 407     | 20,7    | 26,2  | 3,1    | 337     | 360     | 20,5    | 23,7  | 3,1    | 337     | 3       | 65,6    | 112   | 61,8   | 210     |
|                | Verona        | 248     | 30,0    | 33,3  | <LR    | 72,8    | 243     | 30,0    | 33,1  | <LR    | 72,8    | 2       | 67,0    | 67,0  | 66,0   | 68,0    |
|                | Vicenza       | 122     | 15,9    | 23,6  | 0,3    | 72,0    | 105     | 15,0    | 22,2  | 3,8    | 71,0    | 16      | 38,7    | 34,6  | 8,0    | 72,0    |
| Emilia Romagna | Bologna       | 196     | 67,0    | 74,2  | 24,0   | 1.480   | 151     | 69,0    | 65,6  | 37,0   | 75,0    | 1       | 59,0    | 59,0  | 59,0   | 59,0    |
|                | Ferrara       | 37      | 45,0    | 64,4  | 28,0   | 90,0    | 34      | 44,5    | 45,6  | 28,0   | 74,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                | Forlì         | 31      | 49,4    | 53,5  | 3,0    | 101     | 10      | 64,5    | 61,8  | 47,9   | 75,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                | Modena        | 85      | 71,0    | 66,8  | 43,0   | 75,0    | 73      | 74,0    | 68,6  | 44,0   | 75,0    | 2       | 57,5    | 57,5  | 57,0   | 58,0    |
|                | Parma         | 151     | 72,0    | 78,9  | 42,0   | 1.424   | 79      | 67,0    | 66,5  | 42,0   | 75,0    | 65      | 75,0    | 73,8  | 68,0   | 75,0    |
|                | Piacenza      | 327     | 69,5    | 52,7  | 12,5   | 180,0   | 213     | 69,0    | 48,8  | 12,5   | 75,0    | 49      | 51,6    | 41,4  | 38,2   | 75,0    |
|                | Ravenna       | 681     | 62,0    | 61,2  | 20,0   | 95,0    | 669     | 62,0    | 61,5  | 20,0   | 95,0    | 12      | 45,5    | 46,4  | 41,0   | 52,0    |
|                | Reggio Emilia | 10      | 69,0    | 65,7  | 42,0   | 75,0    | 9       | 65,0    | 64,7  | 42,0   | 75,0    | 1       | 75,0    | 75,0  | 75,0   | 75,0    |
|                | Rimini        | 13      | 64,0    | 62,8  | 45,0   | 73,0    | 13      | 64,0    | 62,8  | 45,0   | 73,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
| Toscana        | Arezzo        | 27      | 74,0    | 70,3  | 51,0   | 74,0    | 3       | 56,0    | 60,3  | 51,0   | 74,0    | 24      | 74,0    | 71,6  | 52,0   | 74,0    |
|                | Firenze       | 102     | 59,7    | 119   | 29,3   | 1.827   | 89      | 59,0    | 57,3  | 29,3   | 75,0    | 9       | 71,0    | 67,7  | 50,0   | 75,0    |
|                | Grosseto      | 47      | 42,0    | 40,7  | 5,0    | 80,0    | 14      | 47,0    | 48,1  | 22,0   | 80,0    | 21      | 48,0    | 41,8  | 5,0    | 77,0    |
|                | Livorno       | 31      | 72,5    | 113   | 23,5   | 665     | 18      | 71,4    | 67,4  | 23,5   | 75,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                | Pisa          | 18      | 64,5    | 64,9  | 51,0   | 85,0    | 17      | 64,0    | 63,9  | 51,0   | 85,0    | 1       | 82,4    | 82,4  | 82,4   | 82,4    |
|                | Siena         | 17      | 50,0    | 55,0  | 31,8   | 127     | 13      | 47,0    | 57,3  | 31,8   | 127     | 3       | 50,0    | 51,3  | 50,0   | 54,0    |
| Sardegna       | Cagliari      | 24      | 16,9    | 15,3  | <LR    | 52,6    | 9       | 0,7     | 11,8  | 0,3    | 52,6    | 8       | 8,3     | 12,0  | <LR    | 33,3    |
|                | Oristano      | 7       | 9,2     | 10,2  | 4,3    | 17,9    | 1       | 8,5     | 8,5   | 8,5    | 8,5     | 6       | 10,4    | 10,5  | 4,3    | 17,9    |
|                | Sassari       | 37      | 9,0     | 14,0  | 0,5    | 98,0    | 8       | 2,9     | 2,7   | 0,5    | 4,8     | -       | -       | -     | -      | -       |

Fonte: Elaborazione APAT /CTN TES su dati di ARPA/APPA, Università, Province

**LEGENDA:**

LR = limite di rilevabilità

**Tabella 12.5: Contenuto di piombo totale, estraibile in acqua regia, nei suoli agrari, relativo alle classi di pH, per provincia**

| Regione               | Provincia     |         |         |       |        |         | pH>7    |         |       |        |         | pH≤7    |         |       |        |         |
|-----------------------|---------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|
|                       |               | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo |
| Piemonte              | Alessandria   | 96      | 14,9    | 15,3  | 0,3    | 34,5    | 20      | 17,1    | 17,8  | 8,7    | 29,0    | 14      | 15,2    | 17,3  | 7,9    | 34,5    |
|                       | Asti          | 59      | 14,0    | 14,6  | 1,6    | 46,2    | 16      | 15,0    | 15,4  | 9,0    | 26,9    | 1       | 7,3     | 7,3   | 7,3    | 7,3     |
|                       | Biella        | 14      | 24,1    | 22,1  | 8,9    | 36,6    | -       | -       | -     | -      | -       | 7       | 23,9    | 23,0  | 11,1   | 36,6    |
|                       | Cuneo         | 125     | 19,6    | 19,1  | 0,9    | 43,8    | 18      | 18,6    | 19,8  | 2,0    | 32,1    | 35      | 20,6    | 21,7  | 11,3   | 38,8    |
|                       | Novara        | 130     | 72,5    | 63,7  | 9,0    | 267     | 3       | 31,9    | 45,2  | 12,7   | 91,0    | 102     | 78,5    | 73,7  | 9,0    | 267     |
|                       | Torino        | 460     | 12,0    | 14,6  | <LR    | 52,0    | 65      | 12,0    | 14,2  | 1,0    | 52,0    | 317     | 12,0    | 14,6  | <LR    | 46,0    |
|                       | Verbania      | 6       | 52,1    | 118   | 21,1   | 333     | -       | -       | -     | -      | -       | 3       | 60,7    | 145   | 41,4   | 333     |
|                       | Vercelli      | 55      | 15,6    | 15,2  | 0,6    | 39,6    | 2       | 23,3    | 23,3  | 18,7   | 27,9    | 15      | 16,2    | 16,5  | 10,8   | 23,3    |
| Lombardia             | Pavia         | 2       | 13,0    | 13,0  | 11,1   | 14,8    | -       | -       | -     | -      | -       | 2       | 13,0    | 13,0  | 11,1   | 14,8    |
| Trentino Alto Adige   | Bolzano-Bozen | 135     | 83,0    | 114   | 33,0   | 516     | 84      | 85,0    | 125   | 37,0   | 516     | 51      | 70,0    | 96,0  | 33,0   | 341     |
| Veneto                | Belluno       | 23      | 19,0    | 21,5  | 7,8    | 38,0    | 17      | 18,0    | 18,2  | 7,8    | 32,0    | 4       | 27,5    | 27,8  | 19,0   | 37,0    |
|                       | Padova        | 143     | 16,1    | 18,5  | 0,8    | 78,8    | 133     | 15,8    | 18,2  | 0,8    | 78,8    | 10      | 23,1    | 23,5  | 9,1    | 40,9    |
|                       | Rovigo        | 267     | 39,0    | 41,5  | 8,3    | 95,0    | 264     | 39,0    | 41,4  | 8,3    | 95,0    | 3       | 52,0    | 50,4  | 31,6   | 67,7    |
|                       | Treviso       | 375     | 26,9    | 29,1  | 0,7    | 203     | 344     | 26,5    | 28,5  | 0,7    | 203     | 30      | 32,0    | 35,4  | 2,3    | 70,0    |
|                       | Venezia       | 396     | 26,6    | 29,7  | 1,3    | 212     | 349     | 27,3    | 31,2  | 1,3    | 212     | 3       | 18,5    | 17,6  | 13,1   | 21,2    |
|                       | Verona        | 243     | 29,0    | 30,1  | <LR    | 96,0    | 238     | 29,1    | 29,9  | <LR    | 96,0    | 2       | 56,0    | 56,0  | 24,0   | 88,0    |
|                       | Vicenza       | 122     | 18,6    | 23,8  | <LR    | 87,0    | 105     | 18,0    | 21,7  | <LR    | 87,0    | 16      | 42,0    | 39,2  | 11,0   | 57,0    |
| Friuli Venezia Giulia | Gorizia       | 8       | 38,0    | 39,8  | 31,0   | 56,0    | 7       | 35,0    | 39,6  | 31,0   | 56,0    | 1       | 41,0    | 41,0  | 41,0   | 41,0    |
|                       | Pordenone     | 59      | 33,0    | 33,9  | 15,0   | 53,0    | 56      | 33,0    | 34,2  | 15,0   | 53,0    | 3       | 28,0    | 28,0  | 27,0   | 29,0    |
|                       | Udine         | 91      | 32,0    | 32,6  | 17,0   | 46,0    | 72      | 32,0    | 33,1  | 23,0   | 46,0    | 19      | 31,0    | 30,7  | 17,0   | 43,0    |
| Liguria               | Genova        | 41      | 38,0    | 60,3  | 19,9   | 557     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | La Spezia     | 49      | 17,8    | 88,1  | 0,7    | 777     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
| Emilia Romagna        | Bologna       | 196     | 28,0    | 29,9  | 3,0    | 80,0    | 151     | 28,0    | 30,5  | 17,0   | 70,0    | 1       | 31,0    | 31,0  | 31,0   | 31,0    |
|                       | Ferrara       | 34      | 14,0    | 15,3  | 8,0    | 29,0    | 34      | 14,0    | 15,1  | 8,0    | 29,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Forlì         | 31      | 18,0    | 19,9  | 2,0    | 55,0    | 10      | 28,5    | 27,3  | 20,9   | 33,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Modena        | 85      | 30,0    | 29,7  | 2,5    | 58,0    | 73      | 30,0    | 32,4  | 25,0   | 58,0    | 2       | 38,0    | 38,0  | 38,0   | 38,0    |
|                       | Parma         | 151     | 34,0    | 33,7  | 5,0    | 170     | 79      | 36,0    | 35,7  | 21,0   | 70,0    | 65      | 30,0    | 30,9  | 24,0   | 70,0    |
|                       | Piacenza      | 263     | 30,6    | 63,4  | 1,6    | 166     | 213     | 31,0    | 65,1  | 1,6    | 78,6    | 49      | 28,0    | 55,1  | 16,5   | 51,0    |
|                       | Ravenna       | 681     | 32,0    | 35,4  | 9,0    | 96,0    | 669     | 32,0    | 35,3  | 9,0    | 96,0    | 12      | 38,5    | 38,2  | 30,0   | 44,0    |
|                       | Reggio Emilia | 10      | 25,5    | 29,7  | 21,0   | 58,0    | 9       | 25,0    | 26,6  | 21,0   | 38,0    | 1       | 58,0    | 58,0  | 58,0   | 58,0    |
|                       | Rimini        | 13      | 29,0    | 28,8  | 24,0   | 34,0    | 13      | 29,0    | 28,8  | 24,0   | 34,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
| Toscana               | Arezzo        | 27      | 22,0    | 22,3  | 20,0   | 25,0    | 3       | 22,0    | 21,3  | 20,0   | 22,0    | 24      | 22,0    | 22,4  | 20,0   | 25,0    |
|                       | Firenze       | 100     | 14,3    | 18,3  | 0,1    | 96,4    | 87      | 11,6    | 15,2  | 0,1    | 96,4    | 9       | 25,0    | 26,2  | 21,0   | 40,0    |
|                       | Grosseto      | 44      | 25,0    | 31,8  | 1,5    | 95      | 14      | 28,5    | 33,1  | 9,9    | 82      | 18      | 34,0    | 43,8  | 22,0   | 95      |
|                       | Livorno       | 31      | 41,6    | 60,7  | 10,3   | 266     | 18      | 35,9    | 43,6  | 10,3   | 100     | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Pisa          | 18      | 15,5    | 18,2  | 10,0   | 69,7    | 17      | 15,0    | 18,0  | 10,0   | 69,7    | 1       | 20,3    | 20,3  | 20,3   | 20,3    |
|                       | Siena         | 18      | 33,1    | 32,7  | <LR    | 68,0    | 13      | 30,9    | 29,2  | <LR    | 50,0    | 3       | 53,0    | 53,7  | 40,0   | 68,0    |
| Sardegna              | Cagliari      | 37      | 41,6    | 67,3  | 9,7    | 247     | 9       | 11,5    | 19,0  | 9,7    | 45,6    | 13      | 34,3    | 36,5  | 12,4   | 64,3    |
|                       | Oristano      | 7       | 11,7    | 12,0  | 10,2   | 15,5    | 1       | 11,2    | 11,2  | 11,2   | 11,2    | 6       | 11,9    | 12,1  | 10,2   | 15,5    |
|                       | Sassari       | 41      | 17,0    | 19,8  | 2,7    | 51,0    | 12      | 9,3     | 9,6   | 2,7    | 16,8    | -       | -       | -     | -      | -       |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN TES su dati di ARPA/APPA, Università, Province

**LEGENDA:**

LR = limite di rilevabilità



**Tabella 12.6: Contenuto di rame totale, estraibile in acqua regia, nei suoli agrari, relativo alle classi di pH, per provincia**

| Regione               | Provincia     |         |         |       |        |         | pH>7    |         |       |        |         | pH≤7    |         |       |        |         |
|-----------------------|---------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|
|                       |               | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo |
| Piemonte              | Alessandria   | 96      | 24,2    | 41,4  | 7,6    | 354     | 20      | 21,5    | 29,6  | 11,7   | 91,9    | 14      | 21,1    | 27,5  | 9,3    | 96,4    |
|                       | Asti          | 59      | 37,6    | 52,1  | 8,5    | 286     | 16      | 29,9    | 40,4  | 13,4   | 110     | 1       | 99,0    | 99,0  | 99,0   | 99,0    |
|                       | Biella        | 14      | 21,1    | 25,4  | 3,2    | 67,9    | -       | -       | -     | -      | -       | 7       | 22,6    | 25,7  | 3,3    | 67,9    |
|                       | Cuneo         | 125     | 19,6    | 32,6  | 3,2    | 317     | 18      | 25,9    | 31,6  | 6,1    | 110     | 35      | 14,4    | 33,6  | 3,2    | 316     |
|                       | Novara        | 130     | 32,2    | 62,2  | 4,7    | 720     | 3       | 18,9    | 24,3  | 16,9   | 37,0    | 102     | 33,5    | 69,7  | 4,7    | 720     |
|                       | Torino        | 467     | 14,0    | 18,9  | 4,0    | 109     | 66      | 14,0    | 17,7  | 4,0    | 74,0    | 323     | 12,0    | 17,6  | 4,0    | 65,4    |
|                       | Verbania      | 6       | 28,3    | 53,8  | 16,3   | 146     | -       | -       | -     | -      | -       | 3       | 29,7    | 67,5  | 26,8   | 146     |
|                       | Vercelli      | 55      | 18,0    | 19,2  | 5,0    | 53,3    | 2       | 26,5    | 26,5  | 24,0   | 29,0    | 15      | 13,1    | 14,4  | 6,2    | 24,5    |
| Lombardia             | Pavia         | 42      | 32,3    | 34,6  | 13,5   | 65,0    | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
| Trentino Alto Adige   | Bolzano-Bozen | 135     | 79,0    | 131   | 30,0   | 712     | 84      | 77,0    | 135   | 30,0   | 712     | 51      | 81,0    | 124   | 38,0   | 436     |
| Veneto                | Belluno       | 23      | 22,0    | 21,4  | 6,4    | 35,0    | 17      | 25,2    | 23,3  | 7,5    | 35,0    | 4       | 15,0    | 16,4  | 6,4    | 29,0    |
|                       | Padova        | 143     | 46,9    | 61,1  | 3,7    | 280     | 133     | 46,3    | 61,2  | 3,8    | 280     | 10      | 69,2    | 59,1  | 3,7    | 105     |
|                       | Rovigo        | 267     | 34,0    | 34,3  | 1,2    | 82,1    | 264     | 34,1    | 34,3  | 1,2    | 82,1    | 3       | 29,5    | 31,4  | 26,3   | 38,4    |
|                       | Treviso       | 385     | 37,0    | 50,0  | 3,1    | 362     | 353     | 37,0    | 50,3  | 3,1    | 362     | 31      | 39,0    | 47,0  | 11,9   | 100     |
|                       | Venezia       | 342     | 68,7    | 73,9  | 9,5    | 369     | 295     | 74,3    | 76,7  | 9,5    | 369     | 3       | 32,0    | 42,9  | 30,7   | 66,0    |
|                       | Verona        | 248     | 11,8    | 19,6  | <LR    | 94,9    | 243     | 11,7    | 19,5  | <LR    | 94,9    | 2       | 34,6    | 34,6  | 4,1    | 65,0    |
|                       | Vicenza       | 122     | 27,0    | 26,1  | 1,3    | 91,0    | 105     | 27,0    | 26,3  | 1,6    | 91,0    | 16      | 23,6    | 26,6  | 15,0   | 47,3    |
| Friuli Venezia Giulia | Gorizia       | 8       | 52,5    | 64,0  | 24,0   | 123     | 7       | 49,0    | 62,7  | 24,0   | 123     | 1       | 73,0    | 73,0  | 73,0   | 73,0    |
|                       | Pordenone     | 59      | 28,0    | 42,5  | 9,0    | 203     | 56      | 27,5    | 43,4  | 9,0    | 203     | 3       | 29,0    | 24,7  | 15,0   | 30,0    |
|                       | Udine         | 91      | 29,0    | 33,3  | 13,0   | 176     | 72      | 30,0    | 34,3  | 13,0   | 176     | 19      | 27,0    | 29,3  | 17,0   | 61,0    |
| Liguria               | Genova        | 26      | 43,8    | 60,5  | 10,0   | 279     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | La Spezia     | 49      | 12,8    | 31,3  | 4,2    | 251     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
| Emilia Romagna        | Bologna       | 196     | 45,0    | 47,7  | 12,0   | 198     | 151     | 46,0    | 47,2  | 12,0   | 100     | 1       | 31,0    | 31,0  | 31,0   | 31,0    |
|                       | Ferrara       | 34      | 28,0    | 28,1  | 10,0   | 80,0    | 34      | 28,0    | 28,1  | 10,0   | 80,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Forlì         | 31      | 35,0    | 39,2  | 19,0   | 85,6    | 10      | 40,0    | 44,2  | 21,5   | 85,6    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Modena        | 85      | 47,0    | 49,7  | 15,0   | 100     | 73      | 47,0    | 50,1  | 31,0   | 100     | 2       | 80,0    | 80,0  | 60,0   | 100     |
|                       | Parma         | 151     | 47,0    | 52,0  | 21,0   | 100     | 79      | 46,0    | 49,2  | 21,0   | 100     | 65      | 56,0    | 54,3  | 34,0   | 77,0    |
|                       | Piacenza      | 295     | 47,5    | 55,7  | 11,0   | 313     | 213     | 48,3    | 52,4  | 11,0   | 100     | 49      | 30,8    | 34,1  | 16,0   | 91,4    |
|                       | Ravenna       | 681     | 44,0    | 50,4  | 4,0    | 131     | 669     | 44,0    | 50,1  | 4,0    | 131     | 12      | 75,5    | 68,6  | 34,0   | 97,0    |
|                       | Reggio Emilia | 10      | 47,0    | 49,3  | 27,0   | 76,0    | 9       | 46,0    | 47,7  | 27,0   | 76,0    | 1       | 64,0    | 64,0  | 64,0   | 64,0    |
| Toscana               | Rimini        | 13      | 37,0    | 33,7  | 22,0   | 40,0    | 13      | 37,0    | 33,7  | 22,0   | 40,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Arezzo        | 27      | 50,0    | 52,9  | 40,0   | 85,0    | 3       | 45,0    | 45,3  | 41,0   | 50,0    | 24      | 50,5    | 53,8  | 40,0   | 85,0    |
|                       | Firenze       | 102     | 50,0    | 51,0  | 17,2   | 88,0    | 89      | 51,0    | 50,9  | 17,2   | 88,0    | 9       | 48,0    | 58,0  | 37,0   | 86,0    |
|                       | Grosseto      | 25      | 23,0    | 24,1  | <LR    | 88,3    | 11      | 29,0    | 32,2  | 10,0   | 88,3    | 12      | 12,5    | 15,0  | <LR    | 55,0    |
|                       | Livorno       | 30      | 31,7    | 37,8  | 3,7    | 118     | 17      | 23,1    | 28,0  | 3,7    | 92,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Pisa          | 18      | 34,0    | 34,7  | 20,0   | 55,0    | 17      | 34,0    | 34,3  | 20,0   | 55,0    | 1       | 40,4    | 40,4  | 40,4   | 40,4    |
|                       | Siena         | 16      | 57,7    | 56,4  | 18,7   | 94,3    | 13      | 61,8    | 56,8  | 18,7   | 94,3    | 3       | 54,0    | 55,0  | 51,0   | 60,0    |
| Sardegna              | Cagliari      | 37      | 18,0    | 21,1  | 2,0    | 66,3    | 9       | 19,4    | 21,1  | 9,1    | 38,6    | 13      | 24,0    | 26,1  | 9,4    | 66,3    |
|                       | Oristano      | 7       | 6,3     | 14,0  | 4,0    | 61,5    | 1       | 7,5     | 7,5   | 7,5    | 7,5     | 6       | 6,2     | 15,1  | 4,0    | 61,5    |
|                       | Sassari       | 41      | 15,0    | 17,1  | 3,1    | 39,0    | 12      | 6,1     | 7,8   | 3,1    | 15,4    | -       | -       | -     | -      | -       |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati di ARPA/APPA, Università, Province

**LEGENDA:**

LR = limite di rilevabilità

**Tabella 12.7: Contenuto di zinco totale, estraibile in acqua regia, nei suoli agrari, relativo alle classi di pH, per provincia**

| Regione               | Provincia     |         |         |       |        |         | pH>7    |         |       |        |         | pH≤7    |         |       |        |         |
|-----------------------|---------------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|---------|---------|-------|--------|---------|
|                       |               | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo | n. dati | mediana | media | minimo | massimo |
| Piemonte              | Alessandria   | 96      | 44,9    | 48,6  | 19,1   | 130     | 20      | 44,5    | 44,7  | 23,7   | 73,9    | 14      | 37,3    | 40,2  | 19,1   | 59,5    |
|                       | Asti          | 59      | 52,6    | 50,8  | 13,5   | 94,9    | 16      | 48,5    | 48,0  | 29,1   | 78,7    | 1       | 37,3    | 37,3  | 37,3   | 37,3    |
|                       | Biella        | 14      | 30,1    | 30,4  | 9,0    | 53,3    | -       | -       | -     | -      | -       | 7       | 30,3    | 29,3  | 10,5   | 45,1    |
|                       | Cuneo         | 125     | 62,5    | 64,3  | 23,0   | 142     | 18      | 56,5    | 57,4  | 27,3   | 91,5    | 35      | 68,7    | 70,2  | 33,3   | 142     |
|                       | Novara        | 129     | 74,0    | 96,4  | 26,1   | 940     | 3       | 75,4    | 75,1  | 50,0   | 100     | 101     | 76,0    | 105   | 26,1   | 940     |
|                       | Torino        | 467     | 9,0     | 62,5  | 2,0    | 1400    | 66      | 7,5     | 65,4  | 2,0    | 995     | 323     | 7,0     | 64,3  | 2,0    | 1400    |
|                       | Verbania      | 6       | 101     | 97,6  | 49,7   | 163     | -       | -       | -     | -      | -       | 3       | 110     | 111   | 61,4   | 163     |
|                       | Vercelli      | 55      | 40,6    | 53,4  | 12,9   | 328     | 2       | 57,3    | 57,3  | 52,5   | 62,0    | 15      | 35,0    | 35,7  | 17,6   | 59      |
| Lombardia             | Pavia         | 42      | 50,3    | 84,6  | 29,0   | 330     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
| Trentino Alto Adige   | Bolzano-Bozen | 135     | 167     | 195   | 94,0   | 536     | 84      | 170     | 203   | 94,0   | 536     | 51      | 157     | 182   | 95,0   | 418     |
| Veneto                | Belluno       | 23      | 66,0    | 70,3  | 38,6   | 125     | 17      | 65,5    | 68,5  | 38,6   | 125     | 4       | 79,5    | 81,5  | 64     | 103     |
|                       | Padova        | 143     | 97,3    | 95,2  | 12,6   | 201     | 133     | 93,6    | 94,4  | 12,6   | 201     | 10      | 115     | 105   | 34,1   | 139     |
|                       | Rovigo        | 267     | 75,0    | 75,8  | 16,7   | 164     | 264     | 75,2    | 75,9  | 16,7   | 164     | 3       | 72,9    | 72,5  | 65,0   | 79,5    |
|                       | Treviso       | 383     | 73,0    | 73,1  | 1,8    | 190     | 351     | 73,0    | 73,8  | 1,8    | 190     | 31      | 66,3    | 62,6  | 2,1    | 108     |
|                       | Venezia       | 342     | 104     | 111   | 23,1   | 345     | 295     | 101     | 103   | 23,1   | 345     | 3       | 130     | 136   | 119    | 159     |
|                       | Verona        | 247     | 45,9    | 50,6  | <LR    | 272     | 242     | 45,9    | 50,1  | <LR    | 272     | 2       | 94,2    | 94,2  | 1,5    | 187     |
|                       | Vicenza       | 122     | 56,2    | 54,4  | 2,6    | 202     | 105     | 55,0    | 53,3  | 2,6    | 202     | 16      | 66,3    | 64,9  | 22,9   | 122     |
| Friuli Venezia Giulia | Gorizia       | 8       | 75,5    | 76,0  | 58,0   | 91,0    | 7       | 75,0    | 74,1  | 58,0   | 91,0    | 1       | 89,0    | 89,0  | 89,0   | 89,0    |
|                       | Pordenone     | 58      | 55,0    | 57,9  | 15,0   | 107     | 55      | 55,0    | 57,5  | 15,0   | 107     | 3       | 72,0    | 64,7  | 50,0   | 72,0    |
|                       | Udine         | 91      | 66,0    | 66,7  | 27,0   | 111     | 72      | 66,5    | 67,3  | 27,0   | 111     | 19      | 66,0    | 64,5  | 45,0   | 103     |
| Liguria               | Genova        | 42      | 109     | 161   | 35,0   | 801     | -       | -       | -     | -      | -       | -       | -       | -     | -      | -       |
| Emilia Romagna        | Bologna       | 196     | 92,0    | 92,7  | 33,0   | 239     | 151     | 92,0    | 87,5  | 33,0   | 121     | 1       | 75,0    | 75,0  | 75,0   | 75,0    |
|                       | Ferrara       | 34      | 63,0    | 70,0  | 30,0   | 87,0    | 34      | 63,0    | 62,3  | 30,0   | 87,0    | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Forlì         | 31      | 76,0    | 71,6  | 13,0   | 145     | 10      | 76,5    | 79,5  | 59,0   | 118     | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Modena        | 85      | 93,0    | 92,3  | 67,0   | 138     | 73      | 93,0    | 90,1  | 67,0   | 132     | 2       | 79,0    | 79,0  | 77,0   | 81,0    |
|                       | Parma         | 151     | 81,0    | 84,3  | 65,0   | 421     | 79      | 83,0    | 82,9  | 65,0   | 102     | 65      | 79,0    | 78,7  | 67,0   | 102     |
|                       | Piacenza      | 262     | 95,0    | 51,1  | 20,0   | 189     | 213     | 97,1    | 52,9  | 20,0   | 189     | 49      | 71,0    | 43,2  | 52,8   | 162     |
|                       | Ravenna       | 681     | 80,0    | 81,2  | 4,0    | 300     | 669     | 80,0    | 81,3  | 4,0    | 300     | 12      | 73,5    | 78,3  | 59,0   | 95,0    |
|                       | Reggio Emilia | 10      | 96,5    | 89,6  | 69,0   | 102     | 9       | 97,0    | 90,4  | 69,0   | 102     | 1       | 82,0    | 82,0  | 82,0   | 82,0    |
|                       | Rimini        | 13      | 63,0    | 75,8  | 40,0   | 246     | 13      | 63,0    | 75,8  | 40,0   | 246     | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Toscana       | Arezzo  | 27      | 77,0  | 75,6   | 61,0    | 86,0    | 3       | 65,0  | 67,3   | 63,0    | 74,0    | 24      | 77,5  | 76,6   | 61,0    |
|                       | Firenze       | 102     | 87,5    | 86,9  | 50,0   | 160     | 89      | 88,0    | 86,8  | 50,0   | 144     | 9       | 67,0    | 69,9  | 52,0   | 97,0    |
|                       | Grosseto      | 35      | 48,0    | 50,2  | 26,0   | 85      | 11      | 56,0    | 58,2  | 37,8   | 84      | 12      | 49,5    | 51    | 40,0   | 64      |
|                       | Livorno       | 30      | 85,5    | 100   | 42,0   | 335     | 17      | 73,3    | 77,0  | 56,1   | 108     | -       | -       | -     | -      | -       |
|                       | Pisa          | 18      | 92,5    | 94,2  | 54,0   | 164     | 17      | 95,0    | 95,3  | 54,0   | 164     | 1       | 75,6    | 75,6  | 75,6   | 75,6    |
|                       | Siena         | 21      | 105     | 139   | 28,0   | 277     | 13      | 105     | 151   | 61,5   | 277     | 3       | 195     | 184   | 150    | 206     |
| Sardegna              | Cagliari      | 37      | 123     | 139   | 26,3   | 438     | 9       | 42,7    | 73,0  | 26,3   | 189     | 13      | 77,3    | 101   | 40,7   | 204     |
|                       | Oristano      | 7       | 39,7    | 39,7  | 26,5   | 50,5    | 1       | 37,7    | 37,7  | 37,7   | 37,7    | 6       | 42,3    | 40,0  | 26,5   | 50,5    |
|                       | Sassari       | 40      | 111     | 120   | 38,0   | 209     | 11      | 83,9    | 86    | 38,0   | 209     | -       | -       | -     | -      | -       |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati di ARPA/APPA, Università, Province

**LEGENDA:**

LR = limite di rilevabilità



## INDICATORE

BILANCIO DI NUTRIENTI NEL SUOLO (INPUT/OUTPUT DI NUTRIENTI)

### SCOPO

Definire la situazione di *deficit* o di *surplus* di nutrienti per unità di superficie coltivata.

### DESCRIZIONE

L'attività agricola è basata sull'impiego di diversi composti di origine organica e inorganica, principalmente a base di fosforo e azoto. Un'attenta e corretta pratica agricola aziendale limita gli eccessi di nutrienti per non determinare l'insorgere di fitopatie nelle colture e un inutile dispendio economico. Contestualmente l'eccessivo apporto di azoto e fosforo è la causa d'inquinamento da nitrati nelle acque e di fenomeni d'eutrofizzazione. Una metodologia per quantificare tali fenomeni a livello aziendale (o superiore) è costituita dal modello ELBA (*Environmental Liveliness and Blent Agriculture*), cioè un modello econometrico, finalizzato allo studio delle variabili dei fattori produttivi delle aziende agricole come *Input* e *Output* (mangimi, fertilizzanti, reimpieghi aziendali, produzione vegetale, animale e deiezioni) per valori aggregati su scala provinciale. Mediante l'utilizzo di un Sistema di Gestione di *data base* (*Data Base Management System*, DBMS) specificamente realizzato, il modello ELBA gestisce dati di diverse fonti statistiche (ad es. CRONOS, REGIO, ISTAT, RICA, COMEXT) e di natura economica (produzioni, costi, prezzi, margini reddituali, elasticità, consumi, flussi commerciali), tecnologica, politica (misure agro-ambientali), meteorologica, orografica e pedologica. Il *data base* è congruente ai diversi livelli di aggregazione (nazionale, regionale, provinciale, areali pedoclimatici: 1990-1997) ed è a sua volta integrato da un'ampia serie di variabili tecniche, economiche e ambientali prodotte dalla stessa modellistica.

Tale modello è stato studiato dalla Facoltà di Agraria dell'Università di Bologna, Dipartimento di Protezione e Valorizzazione agro-alimentare (DIPROVAL), sezione distaccata di Economia di Reggio Emilia.

Tramite il modello ELBA è stato calcolato il bilancio di nutrienti nel suolo relativamente a azoto (N) e fosforo (P) definendo la situazione di *deficit* o di *surplus* di nutrienti di origine organica e inorganica per unità di superficie coltivata mediante la definizione - per singola coltura e area - di bilanci *Input* (apporti meteorici, concimazioni, ecc.)/*Output* (asporto culturale, volatilizzazione) dei nutrienti.

### UNITÀ di MISURA

Chilogrammo per ettaro (kg/ha)

### FONTE dei DATI

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT utilizzando il modello ELBA - Università di Bologna

### NOTE TABELLE e FIGURE

Dalla tabella 12.8 e dalla figura 12.1 relative al fosforo si può evincere che gli apporti di elementi fertilizzanti di origine inorganica prevalgano nelle regioni in cui sono più consistenti le produzioni agricole di tipo cerealicolo, frutticolo e orticolo, mentre in quelle dove è prevalente la zootecnia abbondi l'apporto di elementi di origine organica.

Nella tabella 12.9 e nella figura 12.2 relative al bilancio dell'azoto, il confronto tra il 1994, 1998 e 2000 mette in evidenza una situazione relativamente stabile sia per quanto riguarda la media nazionale, sia per quanto riguarda l'andamento delle singole regioni, a eccezione di Liguria, Toscana, Emilia Romagna e Molise che registrano una riduzione progressiva del *surplus*.

### STATO e TREND

I dati disponibili evidenziano *surplus* di azoto e fosforo praticamente in tutte le regioni italiane, con valori più elevati nelle regioni con le maggiori aree ad agricoltura intensiva, in particolare in alcune regioni della pianura padana.

Il *trend* al momento evidenziabile è di sostanziale stabilità, pur con differenze tra le diverse regioni e un limitato aumento nazionale la cui significatività andrà confermata nel corso degli anni.



## OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il DM MiPAF 19/04/99 “Approvazione del codice di buona pratica agricola” indirizza verso un corretto utilizzo dei fertilizzanti per evitare problemi di *surplus* di elementi nutritivi. Il D.lgs. 152/99 prevede, tra l’altro, l’individuazione delle aree sensibili al problema dei nitrati al fine di salvaguardare le falde acquifere.

A tale riguardo nel D.lgs. 152/99, all’art. 38, è presa in considerazione l’utilizzazione agronomica degli effluenti zootecnici, con modalità che limitino la perdita e la diffusione nell’ambiente.

## PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Biennale

## QUALITÀ dell’INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 1         | 1           | 2                       | 1                          |

L’indicatore fornisce informazioni pienamente rispondenti alla domanda derivante dalla normativa per la problematica ambientale descritta. I dati derivano da fonti affidabili, sono ottenuti con metodologie riconosciute a livello internazionale e hanno, quindi, una buona comparabilità.

La comparabilità temporale è migliorabile, mentre quella spaziale è elevata, in quanto copre tutto il territorio nazionale.





**Tabella 12.8: Input di fosforo (P) di origine inorganica e organica, Output e relativo surplus regionale per Superficie Agricola Utilizzata (SAU) – Anni 1994, 1998, 2000 (kg/ha)**

| Regione               | Input inorganico |             |             | Input organico |             |             | Output      |             |             | Surplus*    |             |             |
|-----------------------|------------------|-------------|-------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                       | 1994             | 1998        | 2000        | 1994           | 1998        | 2000        | 1994        | 1998        | 2000        | 1994        | 1998        | 2000        |
| Piemonte              | 35,0             | 26,2        | 19,3        | 33,0           | 41,2        | 36,0        | 39,0        | 35,6        | 28,5        | 29,0        | 31,8        | 26,8        |
| Valle d'Aosta         | 1,0              | 0,2         | 0,2         | 15,0           | 13,6        | 16,8        | 3,0         | 3,7         | 6,7         | 13,0        | 10,1        | 10,3        |
| Liguria               | 42,0             | 13,9        | 8,2         | 25,0           | 13,0        | 14,2        | 45,0        | 18,8        | 9,7         | 22,0        | 8,1         | 12,7        |
| Lombardia             | 41,0             | 40,0        | 34,7        | 92,0           | 74,9        | 81,1        | 45,0        | 47,2        | 47,2        | 88,0        | 67,7        | 68,6        |
| Trentino Alto Adige   | 19,0             | 7,1         | 6,0         | 22,0           | 18,6        | 22,5        | 21,0        | 16,0        | 13,4        | 20,0        | 9,7         | 15,1        |
| Veneto                | 60,0             | 66,5        | 58,9        | 63,0           | 48,8        | 51,5        | 65,0        | 77,0        | 48,6        | 58,0        | 38,3        | 61,8        |
| Friuli Venezia Giulia | 42,0             | 47,7        | 47,0        | 31,0           | 19,0        | 20,3        | 47,0        | 66,0        | 45,0        | 26,0        | 0,7         | 22,4        |
| Emilia Romagna        | 48,0             | 42,7        | 35,4        | 40,5           | 30,1        | 40,1        | 51,5        | 37,9        | 39,3        | 36,0        | 34,9        | 36,2        |
| Toscana               | 26,0             | 38,3        | 27,9        | 14,0           | 11,2        | 12,7        | 30,0        | 24,0        | 17,6        | 10,0        | 25,5        | 23,0        |
| Umbria                | 29,0             | 50,3        | 42,4        | 17,0           | 17,1        | 16,4        | 34,0        | 39,4        | 25,1        | 12,0        | 28,0        | 33,7        |
| Marche                | 31,0             | 49,9        | 47,0        | 15,0           | 9,1         | 11,2        | 35,0        | 40,9        | 28,0        | 11,0        | 18,1        | 30,2        |
| Lazio                 | 25,0             | 30,7        | 28,0        | 20,0           | 23,2        | 20,1        | 29,0        | 27,0        | 21,0        | 16,0        | 26,9        | 27,1        |
| Abruzzo               | 25,0             | 30,8        | 26,7        | 16,5           | 15,6        | 14,5        | 27,5        | 23,9        | 17,1        | 12,0        | 22,5        | 24,2        |
| Molise                | 17,0             | 28,3        | 18,9        | 16,0           | 17,6        | 12,5        | 21,0        | 19,8        | 17,5        | 12,0        | 26,1        | 13,9        |
| Campania              | 35,0             | 37,6        | 30,8        | 23,0           | 26,6        | 19,8        | 40,0        | 37,2        | 21,4        | 19,0        | 27,0        | 29,2        |
| Puglia                | 43,0             | 27,1        | 21,8        | 8,0            | 6,7         | 6,5         | 47,0        | 22,9        | 17,0        | 4,0         | 10,9        | 11,3        |
| Basilicata            | 23,0             | 19,1        | 17,2        | 11,0           | 16,6        | 12,6        | 28,0        | 35,5        | 13,6        | 6,0         | 0,2         | 16,2        |
| Calabria              | 42,0             | 19,4        | 12,8        | 11,0           | 19,2        | 11,5        | 45,0        | 28,0        | 16,0        | 8,0         | 10,6        | 8,3         |
| Sicilia               | 34,0             | 23,9        | 24,1        | 12,0           | 18,1        | 12,1        | 38,0        | 32,2        | 11,4        | 8,0         | 9,8         | 24,8        |
| Sardegna              | 11,0             | 12,2        | 10,6        | 17,0           | 25,6        | 15,8        | 14,0        | 19,6        | 5,9         | 14,0        | 18,2        | 20,5        |
| <b>ITALIA</b>         | <b>31,5</b>      | <b>30,6</b> | <b>26,8</b> | <b>25,1</b>    | <b>23,3</b> | <b>24,8</b> | <b>35,3</b> | <b>32,6</b> | <b>23,3</b> | <b>21,2</b> | <b>21,3</b> | <b>28,3</b> |

Fonte: Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture) – Università di Bologna

**LEGENDA:**

\* al netto dei consumi nel settore florovivaistico

**Tabella 12.9: Input di azoto (N) di origine inorganica e organica, Output e relativo surplus regionale per Superficie Agricola Utilizzata (SAU) trattabile<sup>(1)</sup> - Anni 1994, 1998, 2000 (kg/ha)**

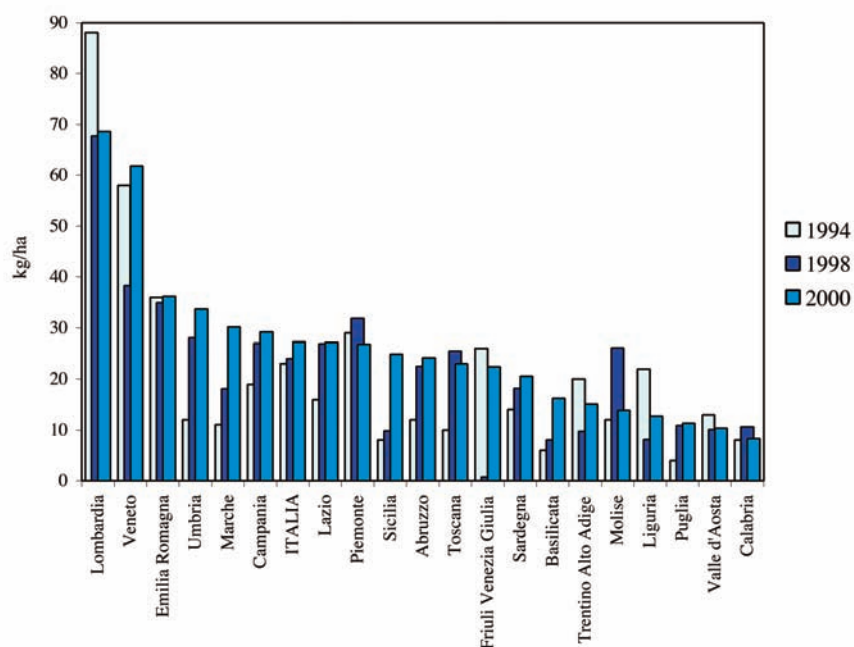
| Regione               | Fert. minerali |             |              | Fert. organici |             |              | Altre fonti |             |             | Output      |             |              | Surplus <sup>(*)</sup> |             |             |
|-----------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|------------------------|-------------|-------------|
|                       | 1994           | 1998        | 2000         | 1994           | 1998        | 2000         | 1994        | 1998        | 2000        | 1994        | 1998        | 2000         | 1994                   | 1998        | 2000        |
| Piemonte              | 66,1           | 61,1        | 51,2         | 52,3           | 48,6        | 51,2         | 16,6        | 17,7        | 12,3        | 80,4        | 84,6        | 60,9         | 54,6                   | 42,8        | 53,8        |
| Valle d'Aosta         | 0,2            | 2,3         | 0,2          | 13,9           | 19,7        | 20,2         | 7,1         | 7,1         | 24,3        | 3,7         | 3,2         | 28,2         | 17,5                   | 25,9        | 16,5        |
| Liguria               | 46,0           | 14,1        | 4,3          | 16,2           | 16,8        | 17,7         | 15,6        | 14,4        | 14,1        | 32,3        | 19,5        | 30,5         | 45,6                   | 25,8        | 5,7         |
| Lombardia             | 98,4           | 102,8       | 96,2         | 104,9          | 99,4        | 111,3        | 37,5        | 35,2        | 12,0        | 133,2       | 142,6       | 89,0         | 107,7                  | 94,9        | 130,6       |
| Trentino Alto Adige   | 12,1           | 29,1        | 13,0         | 21,8           | 23,8        | 25,0         | 11,2        | 11,1        | 11,7        | 35,5        | 40,4        | 49,3         | 9,5                    | 23,7        | 0,5         |
| Veneto                | 82,1           | 108,1       | 116,5        | 67,0           | 61,2        | 68,0         | 27,3        | 30,5        | 9,3         | 132,8       | 149,9       | 90,3         | 43,6                   | 49,9        | 103,5       |
| Friuli Venezia Giulia | 96,0           | 91,0        | 93,3         | 36,4           | 25,5        | 21,1         | 37,6        | 39,4        | 13,3        | 104,6       | 126,1       | 78,3         | 65,5                   | 29,8        | 49,4        |
| Emilia Romagna        | 105,4          | 106,8       | 61,4         | 50,9           | 43,6        | 53,5         | 59,7        | 63,0        | 8,1         | 140,3       | 148,0       | 75,1         | 75,7                   | 65,4        | 48,0        |
| Toscana               | 61,9           | 29,7        | 29,8         | 20,4           | 15,3        | 20,3         | 18,2        | 17,4        | 8,0         | 54,9        | 41,2        | 41,1         | 45,6                   | 21,3        | 17,0        |
| Umbria                | 51,6           | 42,1        | 69,7         | 21,8           | 22,0        | 23,2         | 30,1        | 31,9        | 9,6         | 56,5        | 58,4        | 56,6         | 46,9                   | 37,7        | 45,9        |
| Marche                | 54,4           | 60,7        | 69,0         | 15,9           | 12,1        | 16,5         | 37,7        | 32,4        | 8,1         | 87,5        | 84,2        | 70,0         | 20,4                   | 21,1        | 23,5        |
| Lazio                 | 45,7           | 54,7        | 44,5         | 32,2           | 32,8        | 28,5         | 24,8        | 22,1        | 7,6         | 81,3        | 75,9        | 50,0         | 21,4                   | 33,8        | 30,5        |
| Abruzzo               | 35,4           | 40,2        | 39,6         | 21,5           | 19,5        | 22,6         | 20,7        | 20,5        | 7,1         | 60,6        | 55,7        | 42,7         | 17,0                   | 24,5        | 26,6        |
| Molise                | 35,0           | 40,2        | 20,3         | 19,5           | 20,2        | 17,1         | 23,1        | 23,9        | 7,1         | 46,7        | 55,7        | 36,9         | 31,0                   | 28,6        | 7,5         |
| Campania              | 62,1           | 61,7        | 57,6         | 29,9           | 28,4        | 26,3         | 21,9        | 20,4        | 7,3         | 95,8        | 85,6        | 44,9         | 18,1                   | 25,1        | 46,4        |
| Puglia                | 62,6           | 45,1        | 37,9         | 8,9            | 9,6         | 8,5          | 9,2         | 8,7         | 4,0         | 77,0        | 62,5        | 38,1         | 3,6                    | 0,9         | 12,3        |
| Basilicata            | 18,7           | 34,8        | 24,1         | 16,0           | 18,8        | 18,3         | 11,0        | 10,6        | 4,8         | 39,9        | 48,2        | 33,2         | 5,8                    | 16,0        | 14,0        |
| Calabria              | 36,2           | 38,6        | 20,8         | 18,1           | 18,5        | 15,6         | 15,8        | 15,2        | 6,9         | 51,8        | 53,5        | 26,0         | 18,3                   | 18,8        | 17,3        |
| Sicilia               | 36,1           | 37,9        | 32,9         | 19,4           | 17,4        | 17,5         | 10,8        | 9,1         | 6,4         | 53,7        | 52,5        | 28,6         | 12,6                   | 11,9        | 28,2        |
| Sardegna              | 8,6            | 13,0        | 10,0         | 24,8           | 25,8        | 30,3         | 10,2        | 9,4         | 6,4         | 20,9        | 18,1        | 26,5         | 22,7                   | 30,2        | 20,3        |
| <b>ITALIA</b>         | <b>53,1</b>    | <b>55,0</b> | <b>47,64</b> | <b>33,3</b>    | <b>32,2</b> | <b>34,98</b> | <b>22,0</b> | <b>22,1</b> | <b>8,12</b> | <b>74,1</b> | <b>76,2</b> | <b>50,68</b> | <b>34,4</b>            | <b>33,0</b> | <b>40,1</b> |

Fonte: Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture) - Università di Bologna

**LEGENDA:**

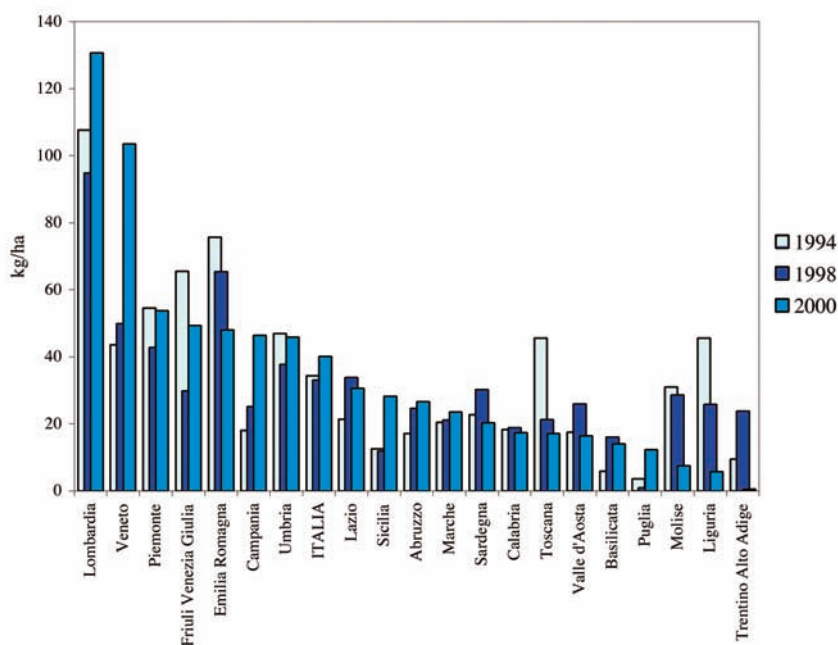
(\*) al netto delle perdite di volatilizzazione (N organico) e comprensivo di apporti atmosferici medi

(1) Per SAU trattabile si intende la somma delle superfici dei seminativi (al netto dei terreni a riposo) delle coltivazioni arboree agrarie (al netto dei canneti), delle coltivazioni foraggiere permanenti (al netto dei pascoli), escludendo le coltivazioni orticole



Fonte: Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture) – Università di Bologna

**Figura 12.1: Surplus regionale di fosforo su SAU - Confronto tra gli anni 1994, 1998, 2000**



Fonte: Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture) – Università di Bologna

**Figura 12.2: Surplus regionale di azoto su SAU - Confronto tra gli anni 1994 , 1998, 2000**



## 12.2 Evoluzione fisica e biologica dei suoli

I principali processi responsabili di forme di alterazione nel tempo delle proprietà fisiche e biologiche del suolo sono generalmente riconducibili a: erosione, salinizzazione, sodicizzazione, compattamento, formazione di croste superficiali e di strati compatti lungo il profilo, perdita di sostanza organica, deterioramento della struttura, desertificazione.

I due terzi dei suoli del nostro Paese presentano preoccupanti problemi di degradazione a causa di una gestione territoriale non sempre corretta, soprattutto nelle aree ove più forte è stata l'attività antropica, la quale non sempre si svolge in maniera compatibile con i criteri fondamentali della conservazione del suolo. È evidente che la modernizzazione dell'agricoltura degli ultimi 30 anni, se nell'immediato ha portato a un aumento produttivo, nel lungo termine ha prodotto, in alcuni casi, tangibili fenomeni di degradazione del suolo e quindi dell'ambiente. D'altro canto anche la pianificazione urbanistica del territorio (aree industriali e urbane con le relative infrastrutture) raramente, in particolar modo in passato, ha tenuto conto dell'impatto ambientale prodotto, soprattutto per quanto concerne il suolo, con conseguente innesco di fenomeni di degradazione, in molti casi, molto spinti.

È quindi necessario quantificare proprio questi aspetti di degradazione del suolo e, soprattutto, è fondamentale definire quella soglia oltre la quale un processo degradativo diventa irreversibile, accelerando così i fenomeni di dissesto e di desertificazione. A questo proposito un esempio tipico è rappresentato dall'erosione del suolo: non è pensabile praticare un'agricoltura, sia pure sostenibile, capace di annullarla completamente; è importante però conoscere il limite, per ogni determinato ambiente pedologico, entro il quale l'erosione deve essere contenuta. In sintesi, pur essendo il fenomeno erosivo uno dei principali fattori della stessa formazione dei suoli, occorre che la velocità di erosione sia in qualche modo in equilibrio con la velocità di formazione di nuovo suolo, per evitare la completa asportazione del suolo fertile e l'inizio di fenomeni di desertificazione.

Molto più difficile risulta essere la quantificazione di altri fenomeni di degrado, quali la perdita di struttura, la formazione di strati compatti lungo il profilo, il crepacciamento, la formazione di croste superficiali, le variazioni di porosità e di conducibilità idraulica satura, il rilascio di sedimenti da aree agricole. Per questi indicatori non sono al momento disponibili dati con copertura nazionale, anche se si stanno mettendo a punto diverse tecniche di valutazione che utilizzano, ad esempio, le foto aeree o i rilievi satellitari, oppure che cercano di stimare i fenomeni per via indiretta. Un esempio di applicazione di indicatore "proxi" è la stima del rischio di compattazione in relazione al numero e alla potenza delle trattrici.

La capacità di un suolo di mantenere le sue molteplici funzioni è però connessa non solo alle proprietà fisiche precedentemente citate, ma anche a quelle chimiche e biologiche. Molte di queste proprietà sono una funzione del contenuto di sostanza organica, che a sua volta è la principale riserva terrestre di elementi essenziali quali carbonio (C), azoto (N), fosforo (P) e zolfo (S). L'importanza della componente biologica del suolo è frequentemente sottovalutata, per cui si rileva una grande mancanza di dati proprio sugli indicatori biologici e, di conseguenza, lo scarso uso di questa tipologia di indicatori sul suolo, contrariamente ad altre matrici ambientali quali l'acqua e l'aria. Tra i molti indicatori teoricamente utilizzabili per rappresentare queste problematiche, i tre riportati nel quadro Q12.2 rappresentano quelli al momento popolabili, anche se con dettaglio non sempre soddisfacente.

Altri indicatori comunque collegati a questo sottotema, si ritrovano, oltre che nell'ambito di questo capitolo, in quello dedicato al *Rischio naturale*.


**Q12.2: Quadro delle caratteristiche degli indicatori per l'Evoluzione fisica e biologica dei suoli**

| Nome Indicatore                                                                     | Finalità                                                                                                                  | DPSIR | Riferimenti Normativi                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Desertificazione                                                                    | Stimare il rischio di desertificazione dei suoli italiani                                                                 | P     | Convenzione UN CCD 1994<br>L 170/97<br>D.lgs. 152/99<br>CE-COM (2002)179                                                                       |
| Rischio di compattazione del suolo in relazione al numero e potenza delle trattrici | Stimare il rischio di compattamento del suolo dovuto al passaggio di macchine pesanti sul suolo agrario                   | P     | 5 <sup>th</sup> EAP: cap. 5 (risorse naturali)<br>Agenda 21: cap. 7 (domanda di uso del territorio)<br>6 <sup>th</sup> EAP<br>CE-COM (2002)179 |
| Erosione idrica                                                                     | Stimare il rischio di erosione del suolo dovuta all'azione superficiale dell'acqua in sistemi agricoli complessi (bacini) | I     | 5 <sup>th</sup> EAP: cap. 5 (risorse naturali)<br>Agenda 21: cap. 7 (domanda di uso del territorio)<br>6 <sup>th</sup> EAP<br>CE-COM (2002)179 |

**Bibliografia**

- Bianco G. [...], 2002, *Metodologia per la redazione di una carta in scala 1:250.000 sulle aree vulnerabili al rischio di desertificazione in Sardegna, sulla base di parametri meteorologici, fisiografici e pedologici*. Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna, realizzato per conto della Regione Autonoma della Sardegna – Ente regionale di Sviluppo e Assistenza Tecnica in Agricoltura.
- Carnemolla S. [...], 2001, *Metodologia per la redazione di una carta in scala 1:250.000 sulle aree vulnerabili al rischio di desertificazione in Sicilia*. [http://217.58.222.70/corpo\\_carta\\_desertificazione.htm](http://217.58.222.70/corpo_carta_desertificazione.htm)
- Giordano L. [...], 2002, *Individuazione delle zone sensibili alla desertificazione nella regione Siciliana*. Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio. *Valutazione e mitigazione della desertificazione nella regione Sicilia: un caso studio*. ENEA, novembre 2002: pp 27-47.
- European Commission, 1999, *The MEDALUS Project Mediterranean desertification and land use. Project report*.
- Kosmas C. [...]. (eds.), EUR 18882, V.
- ISTAT, 2002, *Annuari - Statistiche dell'Agricoltura*, Anno 1999.
- Van der Knijff [...], 1999, *Soil Erosion Risk Assessment in Italy*. European Soil Bureau. EUR 19044 EN.
- Van Rompaey A. [...], 2003, *Validation of Soil Erosion Risk Assessments in Italy*. European Soil Bureau Research Report No 12 - 2003 – EUR 20676 EN.



## INDICATORE

### DESERTIFICAZIONE

#### SCOPO

L'indicatore individua le aree a rischio di desertificazione, definita dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e alla Desertificazione - UN CCD come: *“degrado del territorio nelle aree aride, semi aride e sub-umide secche, conseguente all'azione di vari fattori, incluse le variazioni climatiche e le attività umane”*.

#### DESCRIZIONE

L'indicatore relativo al rischio di desertificazione è costruito con l'uso di una metodologia basata sull'analisi degli andamenti di alcuni indici ambientali e socio-economici, principalmente di pressione, di stato e di risposta che, attraverso la loro combinazione, portano all'individuazione di aree sensibili, ovvero del grado di reattività degli ecosistemi agli *stress* prodotti da agenti esterni (biologici, geodinamici, climatici, ecc.) e di aree vulnerabili, ovvero minacciate da siccità, degrado dei suoli, desertificazione.

Ciascun parametro viene ponderato per ottenere una serie di classi in relazione alla sua influenza sui processi di desertificazione. I valori vengono elaborati con Sistemi Informativi Geografici (GIS), producendo mappe di sensitività e di vulnerabilità costruite essenzialmente con obiettivi di supporto alle decisioni di gestione e di politica del territorio.

Nell'ambito delle azioni di supporto al Programma di Azione Nazionale di lotta alla siccità e alla desertificazione (PAN), è stata elaborata una carta delle aree sensibili al fenomeno della desertificazione a scala nazionale, a cura di un gruppo di lavoro coordinato dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali della Presidenza del Consiglio dei ministri (DSTN), oggi APAT. In seguito al lancio del PAN, le Regioni e le Autorità di Bacino hanno avviato la realizzazione di mappature a scala locale.

Per individuare a livello nazionale le aree sensibili alla desertificazione e realizzare la relativa carta (figura 12.3), sono stati considerati i seguenti tematismi:

- clima (indice di aridità). La definizione di indice di aridità posta alla base dell'individuazione delle aree sensibili è quella pubblicata dall'UNESCO, nel 1979, nella *Carta della distribuzione mondiale delle regioni aride*;
- caratteristiche del suolo (indice pedoclimatico);
- vegetazione (*CORINE Land Cover*, riclassificato in funzione del diverso livello di predisposizione delle singole classi d'uso del suolo rispetto al fenomeno della desertificazione);
- pressione antropica (carta della variazione demografica 1981-1991 realizzata in base a censimenti ISTAT e riclassificata in funzione di tre diversi livelli di predisposizione alla desertificazione).

Oltre ai tematismi già considerati, l'approfondimento dell'analisi prevede di tenere in considerazione anche:

- clima (indice di siccità);
- caratteristiche del suolo (indice di erodibilità del suolo, pendenza, esposizione e forma dei versanti, fattori di erosione relativi all'azione delle precipitazioni di breve durata ed elevata intensità);
- uso del suolo (indice di capacità di ritenzione idrica (AWC) e indice vegetazionale (NDVI) e carta degli incendi);
- pressione antropica (fattori economico-produttivi e socio-demografici, rapporto tra disponibilità e consumi della risorsa idrica).

#### UNITÀ di MISURA

Classi di sensibilità per la Carta delle aree sensibili al fenomeno della desertificazione.

Classi di vulnerabilità per la Carta delle aree vulnerabili al fenomeno della desertificazione.

#### FONTE dei DATI

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio – Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione, ENEA, Regione Puglia, Regione Basilicata, Regione Sardegna, Regione Sicilia.

#### NOTE TABELLE e FIGURE

La carta in figura 12.3 è stata redatta alla scala 1:250.000. Sono state individuate come aree sensibili quelle che, caratterizzate da un indice di aridità compreso tra il sub-umido secco e il semi-arido, presentano almeno uno dei tematismi considerati con un livello non nullo. Questo tipo di interpretazione spiega, in parte, la piccola superficie



del territorio considerata a rischio di desertificazione, che un'analisi più approfondita, con maggiore attenzione nei confronti delle diverse realtà e problematiche locali, potrebbe ampliare.

Alcune regioni hanno prodotto carte a scala regionale nell'ambito delle azioni conseguenti il lancio del PAN. Vengono qui presentate quelle relative a: Puglia, Basilicata, Sardegna e Sicilia (figure 12.4 - 12.12).

Puglia e Basilicata hanno adottato la metodologia riportata nelle linee guida del PAN come sopra indicato (figure 12.4 e 12.6). Nelle figure 12.5 e 12.7 sono riportate le percentuali delle aree regionali associate alle diverse classi di sensibilità.

La carta delle aree a rischio di desertificazione prodotta dalla Regione Sardegna si basa sui seguenti indici (Bianco, 2001): aridità (che considera la disponibilità media di risorsa idrica), perdita di suolo (che considera erosione, pendenza, tipo di suolo, copertura vegetale), siccità (che considera precipitazioni e temperatura, applicando l'indice di De Martonne-Gottmann). Il territorio regionale è ripartito in cinque classi di rischio (figura 12.8); la figura 12.9 mostra la ripartizione percentuale delle aree.

La Regione Sicilia (Carnemolla *et al.*, 2001) ha elaborato una carta in scala 1:250.000 delle aree vulnerabili (figura 12.10), utilizzando una metodologia basata su indice di aridità, indice di siccità e indice della perdita di suolo. Inoltre l'ENEA, in collaborazione con l'INEA (Giordano *et al.*, 2002), ha elaborato una carta, sempre della regione Sicilia, delle aree sensibili alla desertificazione che segue la metodologia del progetto MEDALUS (EC, 1999). Tale metodologia prevede il calcolo della media geometrica degli indici di qualità del suolo (litologia, tessitura, profondità, pendenza), di qualità climatica (precipitazioni, evapotraspirazione potenziale), di qualità vegetazionale (incendi, protezione dall'erosione, resistenza all'aridità, vegetazione) e di qualità della gestione (intensità dell'uso del suolo, politiche di protezione). Le due carte mostrano, pur utilizzando metodologie leggermente diverse, una analoga distribuzione delle aree.

Sebbene le carte a scala regionale abbiano criteri di scelta delle classi di sensibilità e talvolta anche metodologie di calcolo degli indici che non permettono il confronto diretto tra regione e regione, in esse si evidenzia una diffusione del rischio di desertificazione maggiore di quanto mostrato dalla carta nazionale.

## STATO e TREND

La cartografia e i dati disponibili a livello nazionale e regionale mostrano come in alcune regioni italiane siano presenti aree a elevato rischio di desertificazione. La mancanza di serie storiche non permette una valutazione del *trend*.

## OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e alla Desertificazione (UNCCD), firmata a Parigi nel 1994, è stata ratificata dall'Italia con L. 170 del 04/06/97. Seguendo gli impegni sottoscritti e assunti con tale legge, è stato istituito il Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione - CNLD (DPCM del 26/09/97) e avviato il Programma di Azione Nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione - PAN (Delibera CIPE 229 del 21/12/99, pubblicata sulla GURI n. 37 del 15/02/00), secondo le linee guida approvate dal CNLD il 22/07/99. Le indicazioni contenute nel PAN per quanto riguarda l'individuazione delle aree vulnerabili fanno diretto riferimento all'art. 20, comma 2 e comma 3 del D.lgs. 11/05/99 n. 152, che attribuisce tale compito a Regioni e Autorità di Bacino.

## PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Non definibile

## QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 1         | 2           | 3                       | 2                          |

L'indicatore fornisce informazioni aderenti alla domanda derivante dalla normativa in merito alla problematica ambientale descritta. I dati sono ottenuti con metodologie riconosciute a livello internazionale, ma la comparabilità è migliorabile.

La comparabilità temporale è, al momento, bassa, mentre quella spaziale è media, in quanto le carte regionali sono parzialmente confrontabili tra loro.



Fonte: Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione

**Figura 12.3: Carta nazionale delle aree sensibili alla desertificazione**

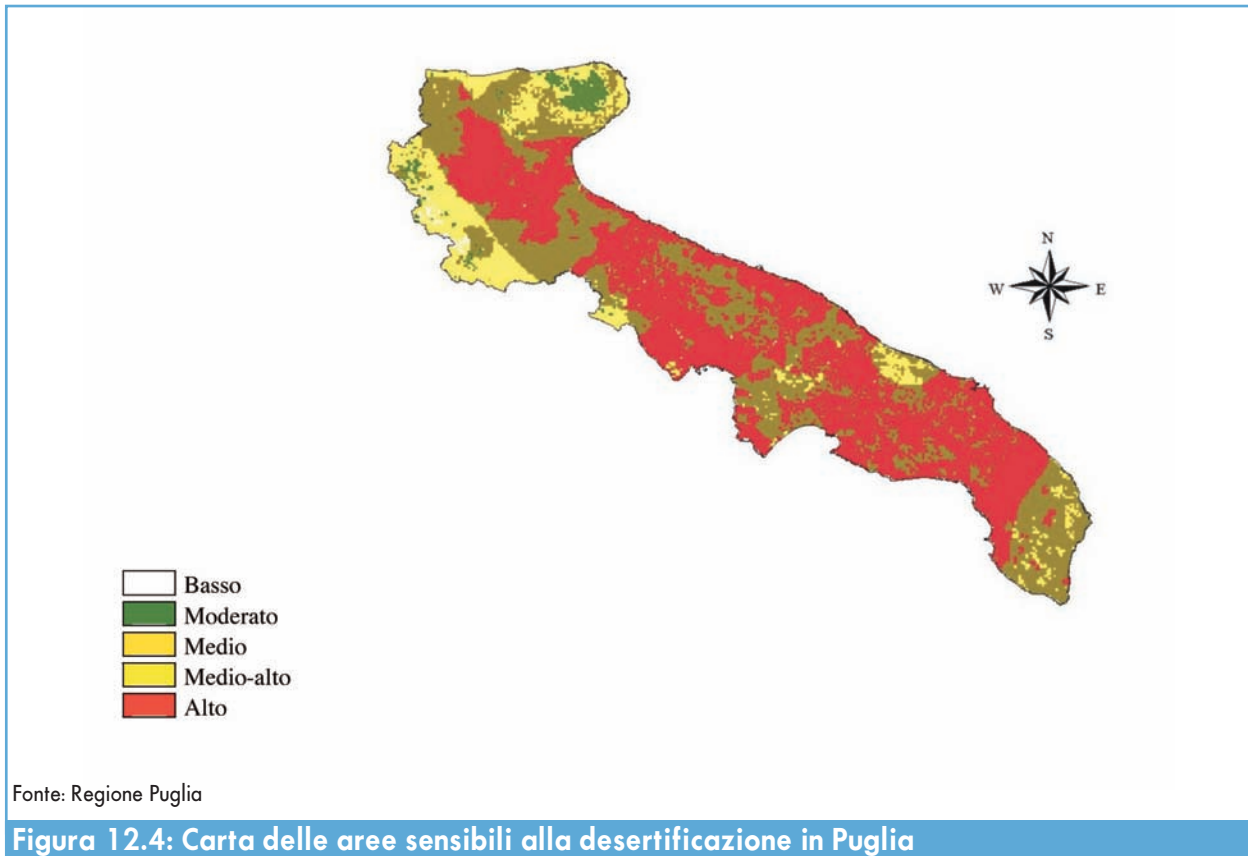


Figura 12.4: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Puglia

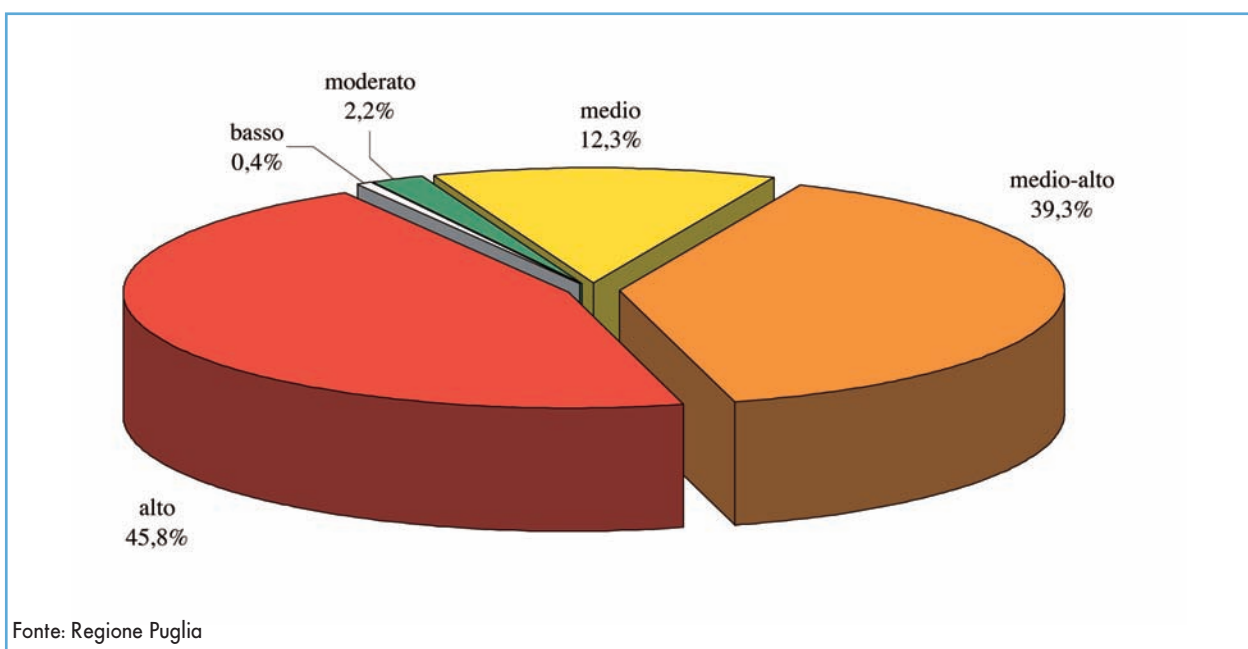


Figura 12.5: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Puglia

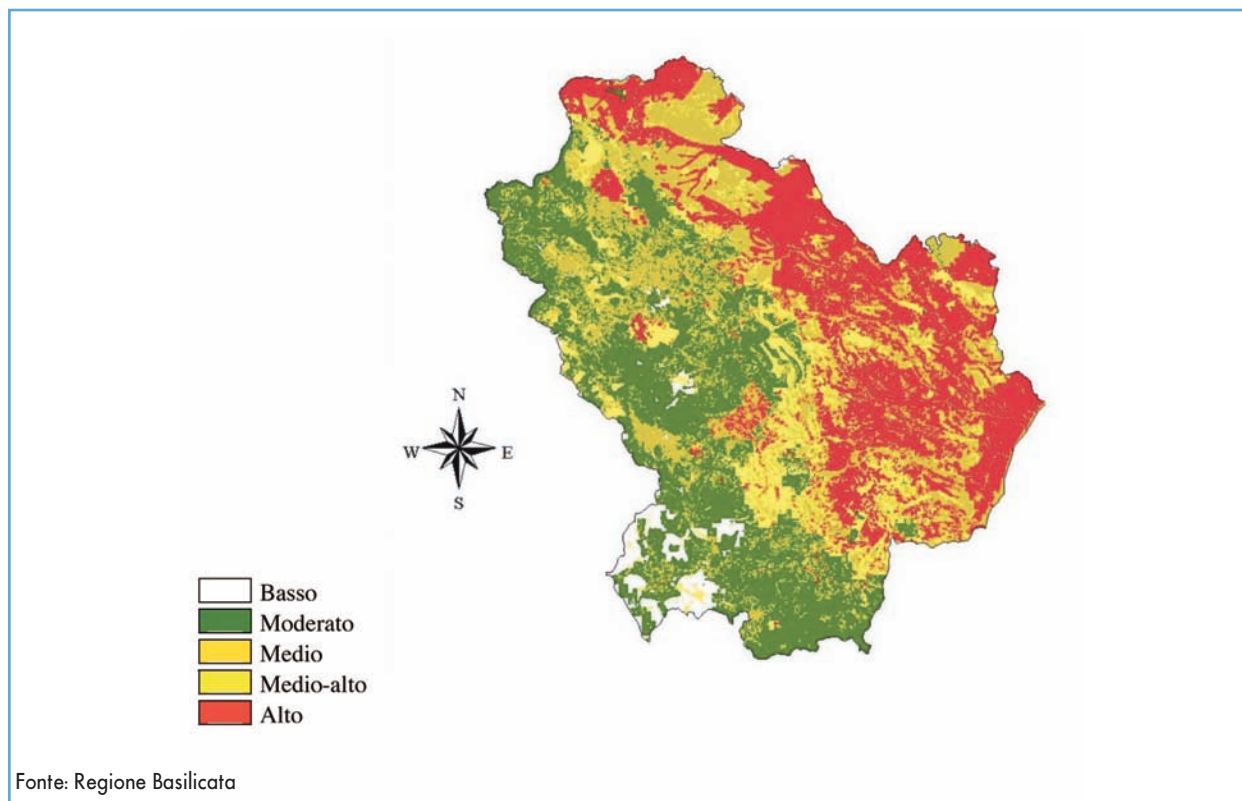


Figura 12.6: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Basilicata

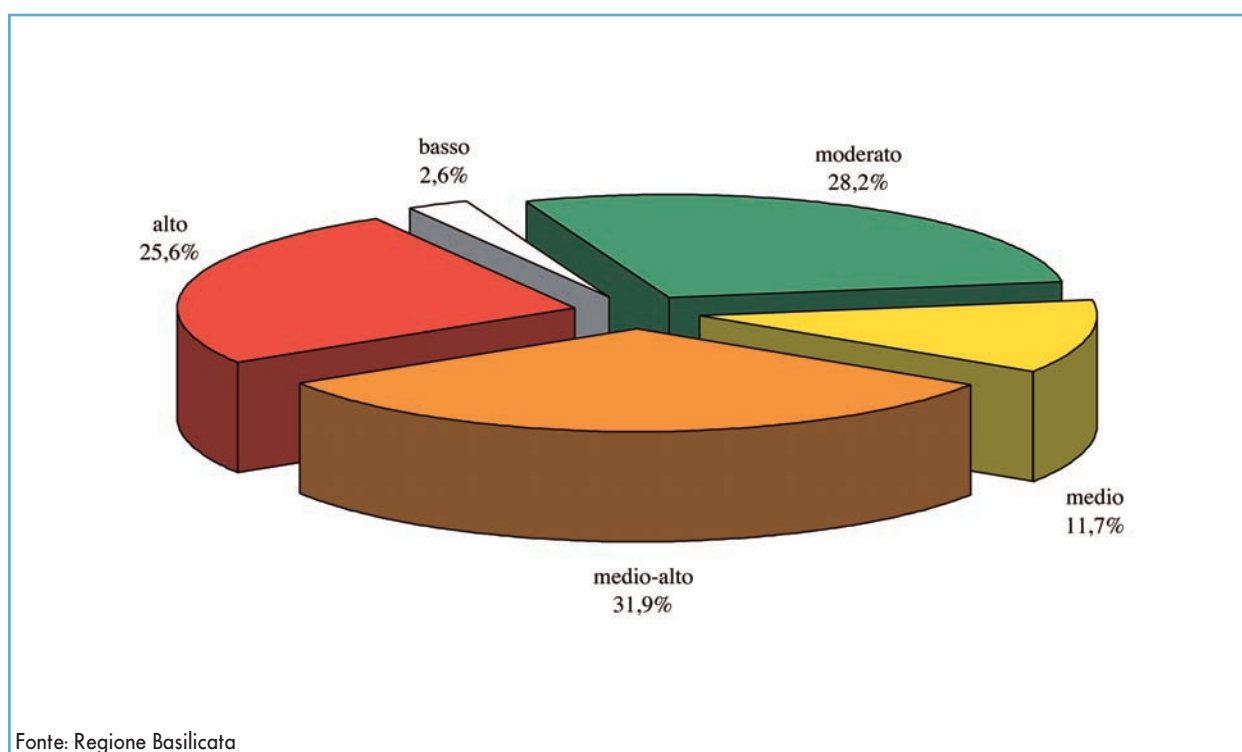
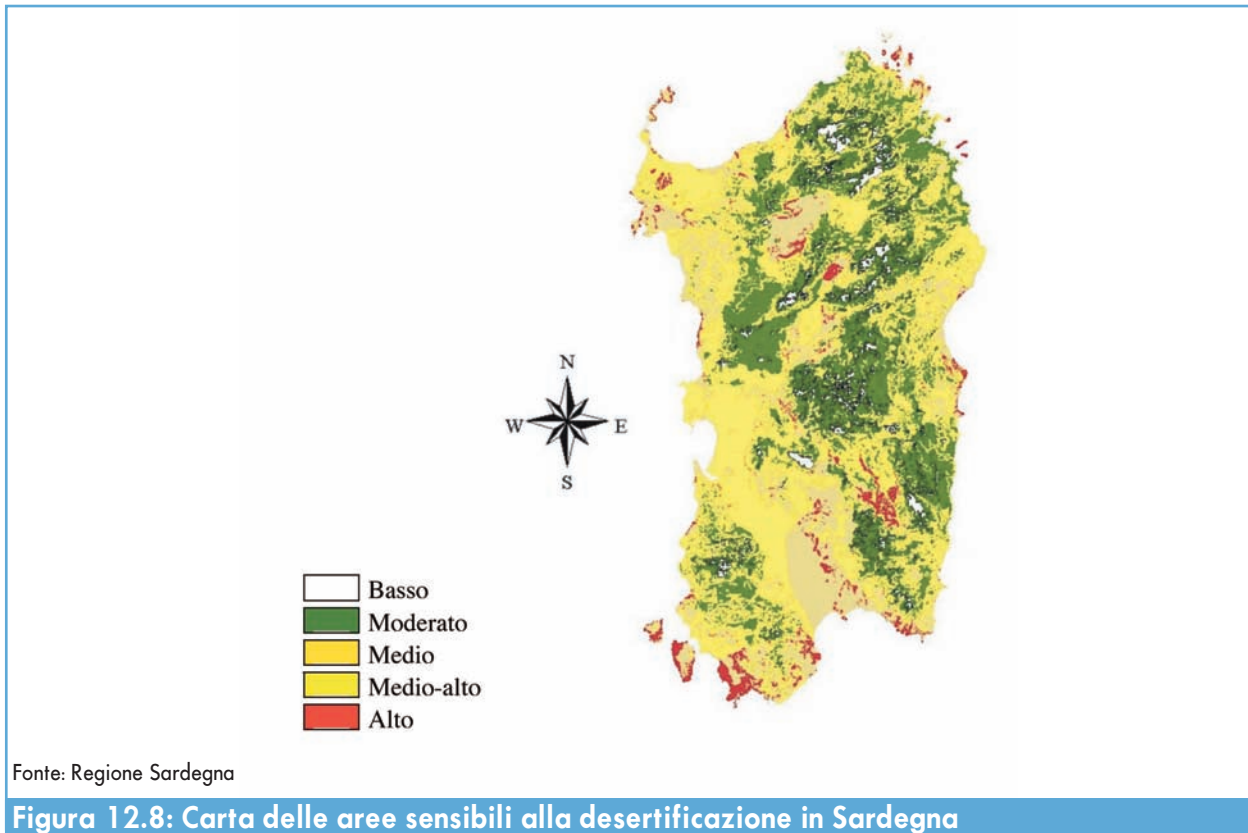
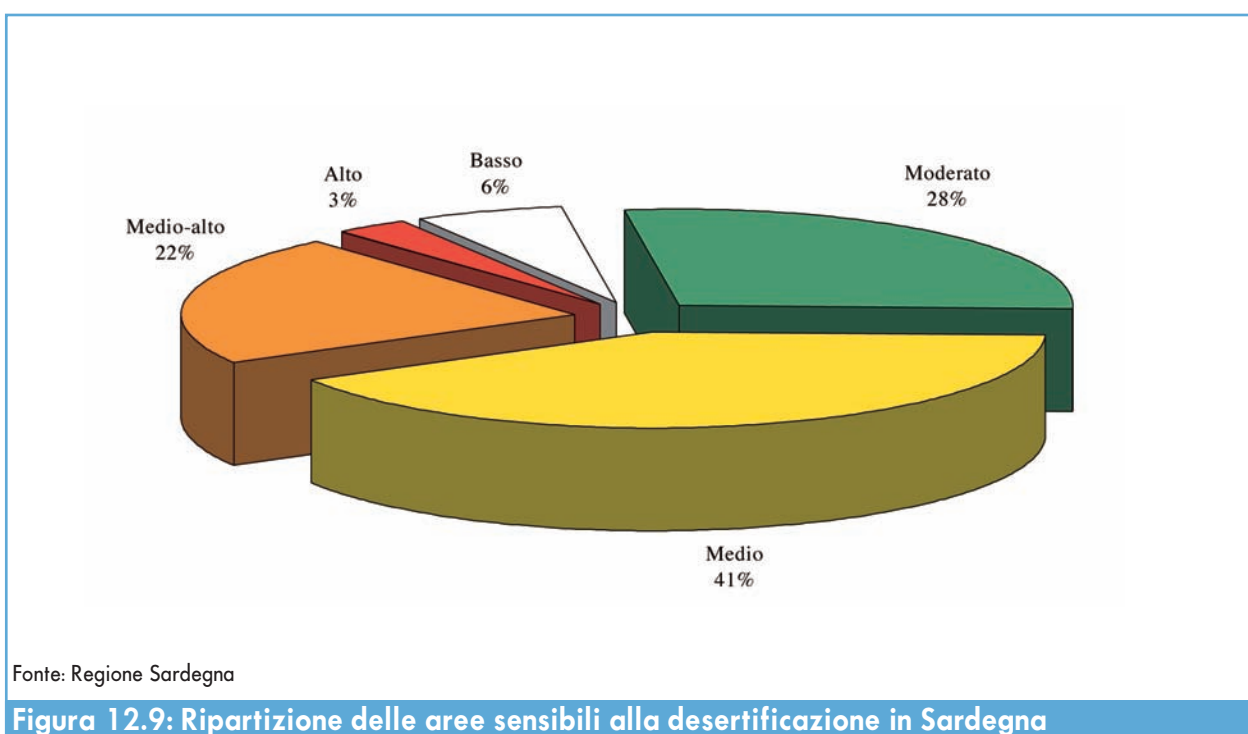


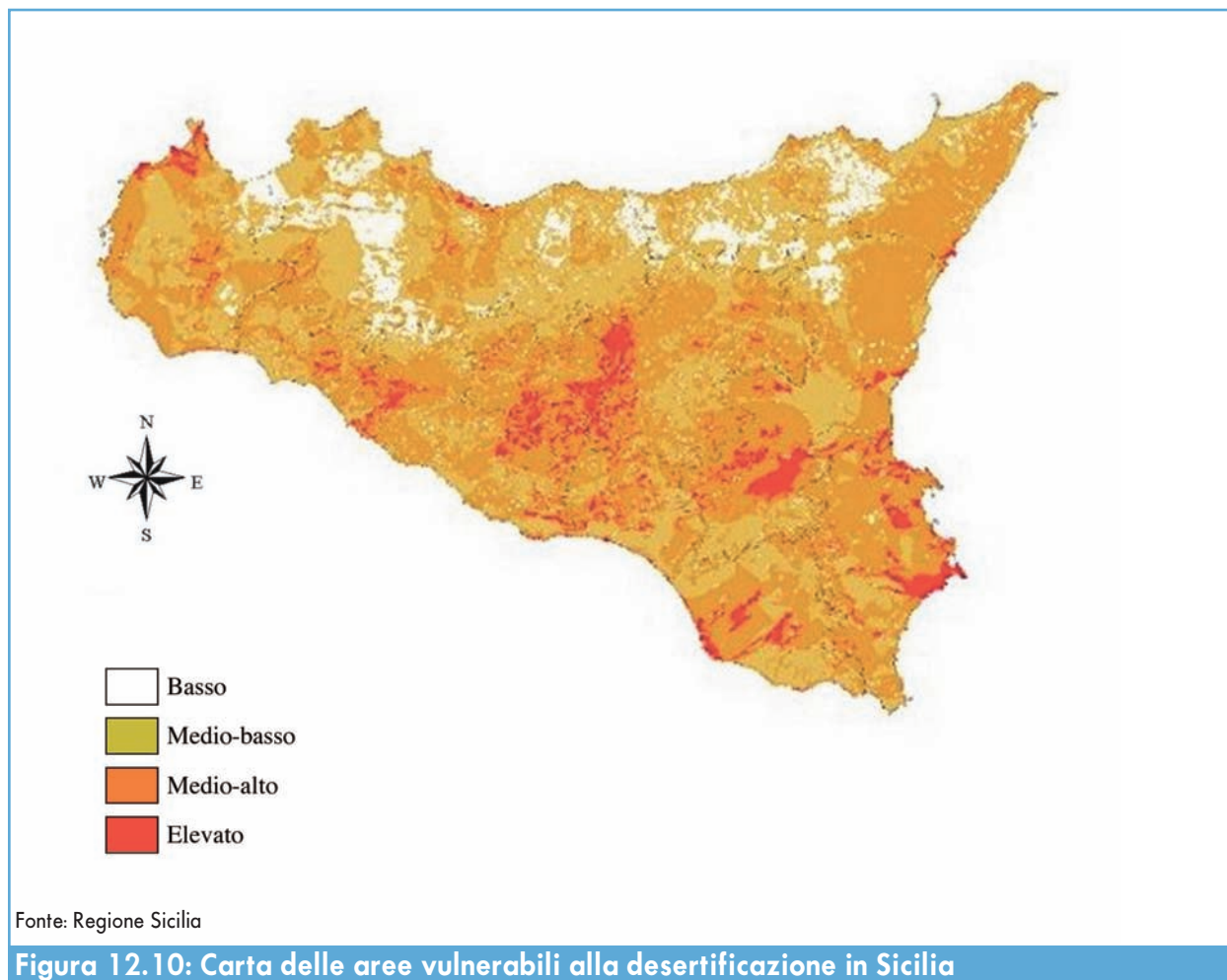
Figura 12.7: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Basilicata



**Figura 12.8: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna**



**Figura 12.9: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna**



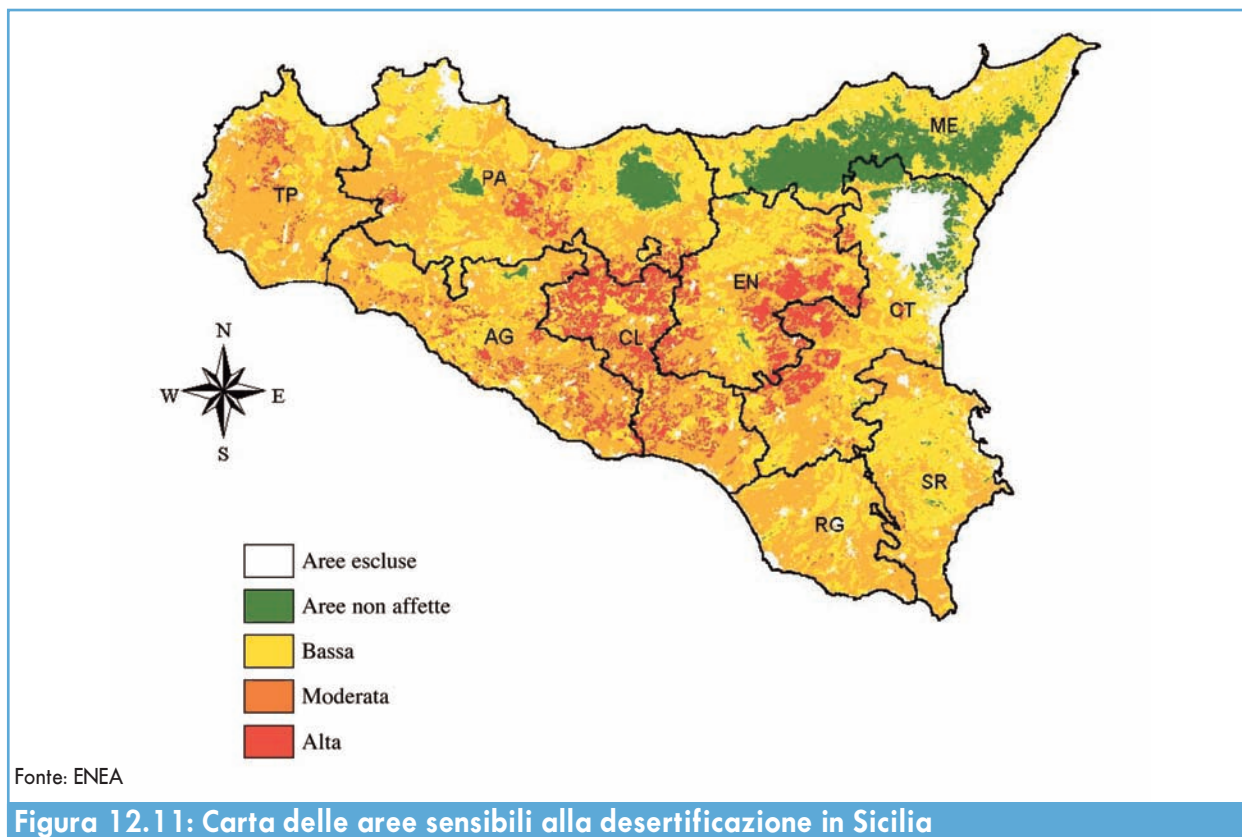


Figura 12.11: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Sicilia

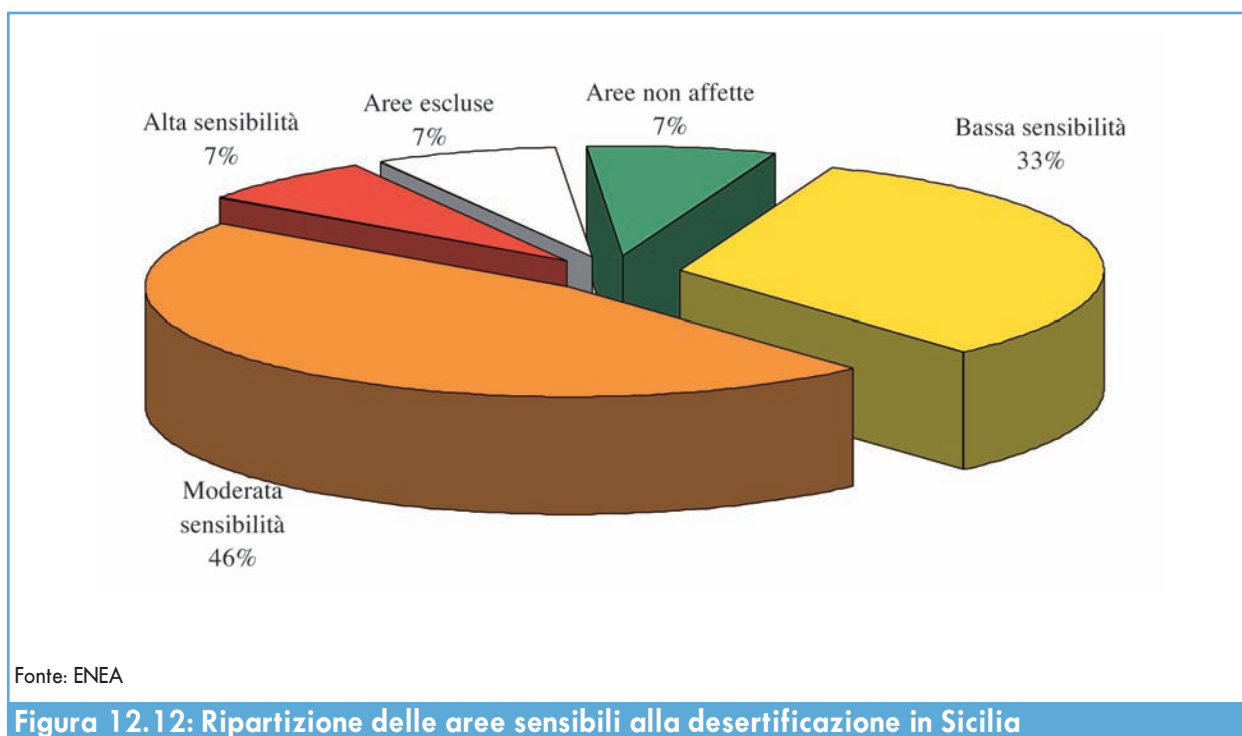


Figura 12.12: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Sicilia



## INDICATORE

RISCHIO DI COMPATTAZIONE DEL SUOLO IN RELAZIONE AL NUMERO E POTENZA DELLE TRATTRICI

## SCOPO

Stimare il rischio di compattamento del suolo, derivante dal ripetuto passaggio di macchine operatrici sul suolo agrario.

## DESCRIZIONE

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, nella conduttività idraulica e termica, nell'equilibrio e nelle caratteristiche delle fasi liquide e gassose del suolo stesso.

La compattazione 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 di origine antropica legate alle conseguenze delle pratiche colturali. Queste ultime sono essenzialmente dovute al traffico delle macchine agricole e 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, con un indicatore *proxi*, cioè il numero e la potenza delle macchine agricole. Infatti, l'utilizzazione in agricoltura di macchine sempre più potenti e pesanti, dove i problemi di equipaggiamenti atti ad attenuare il compattamento stesso sono tutt'altro che risolti, è sicuramente una causa di grande rilievo nei confronti di questa forma di degrado.

## UNITÀ di MISURA

Numero (n.), numero per ettari (n./ha), quintale per ettaro (q/ha).

## FONTE dei DATI

Elaborazione APAT/CTN\_TES con metodologia elaborata da Paolo Bazzoffi dell'Istituto Sperimentale Studio e Difesa del Suolo (ISSDS) su dati ISTAT.

## NOTE TABELLE e FIGURE

Nella tabella 12.10 sono riportati i dati per regione relativi a macchinari utilizzati (trattrici e mietitrebbia) e potenza delle trattrici (MW), che sono stati utilizzati per la costruzione dell'indicatore per gli anni 1967, 1992, 1995 e 2000. La figura 12.13 rappresenta la variazione del numero di trattrici e mietitrebbia ogni 100 ettari di superficie (seminativi + legnose agrarie) per le regioni italiane negli anni 1967, 1992, 1995 e 2000; nel grafico gli elevati valori riscontrati e il notevole incremento nel tempo per Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige sono giustificabili dalla bassa superficie di seminativi e legnose agrarie che aumenta notevolmente il valore del rapporto numerico. La determinazione della sommatoria peso ( $\Sigma p$ ) è stata effettuata con il seguente calcolo:

$$\Sigma p = kW \cdot P \cdot N \cdot 5 / S$$

dove

kW = kilowatt

P = peso medio 102 kg/kW = 1,02 q/kW

N = numero di trattrici

5 = numero di passaggi medi per anno

S = superficie in ettari di seminativi e legnose agrarie



La figura 12.14 rappresenta l'incremento della sommatoria peso per regione in q/ha per gli anni 1967, 1992, 1995 e 2000; i risultati della sommatoria peso sono rappresentati attraverso otto classi che vanno da valori minimi compresi tra 1 e 5 q/ha, a valori massimi superiori a 141 q/ha.

### STATO e TREND

L'analisi dei risultati evidenzia il netto aumento del numero dei macchinari avvenuto su tutto il territorio nazionale negli intervalli di tempo 1967-1992 e 1992-1995; nel periodo 1995-2000 l'incremento ha assunto, invece, valori più contenuti per la maggior parte delle regioni con alcuni casi di lieve diminuzione, come nel caso del Piemonte e del Friuli Venezia Giulia.

### OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due Programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità.

La degradazione fisica è indicata tra i problemi del suolo anche dalla CE-COM (2002) 179.

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 1                       | 1                          |

L'indicatore fornisce informazioni abbastanza aderenti alla domanda derivante dalla normativa in merito alla problematica ambientale descritta, tenendo presente che si tratta di un *proxi*. I dati sono prodotti da fonti affidabili; le elaborazioni contengono, per forza di cose, delle approssimazioni che limitano l'accuratezza complessiva ma non la comparabilità dei dati.

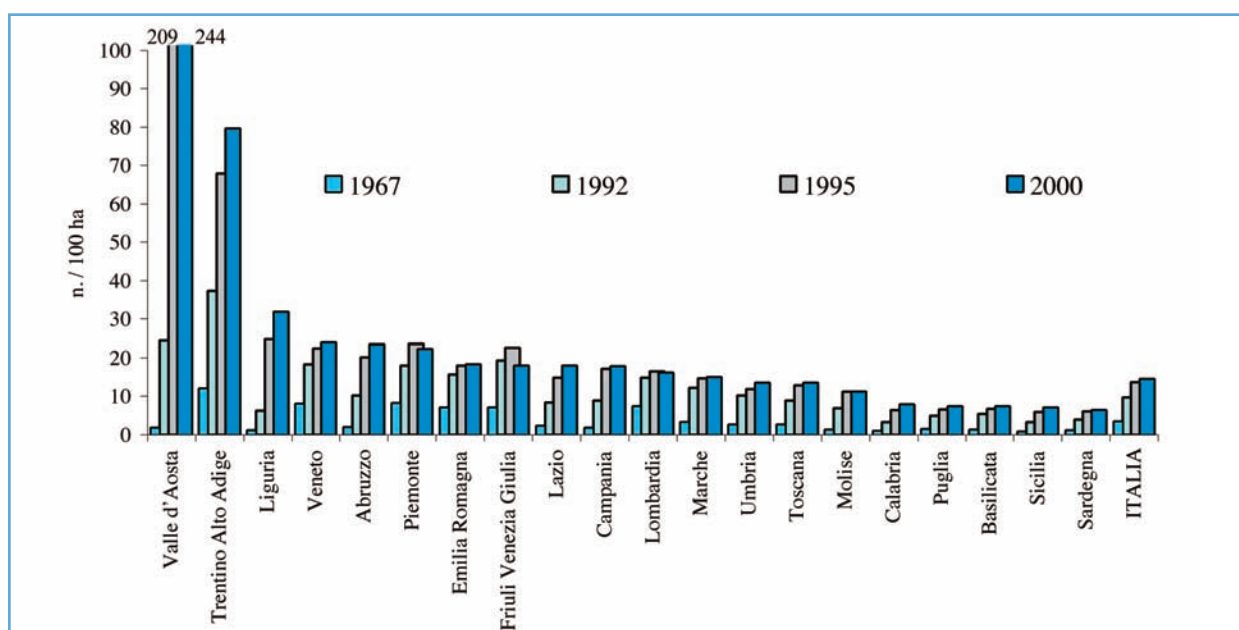
La comparabilità temporale e quella spaziale sono elevate.

★ ★ ★

**Tabella 12.10: Dati per regione relativi a macchinari (trattrici e mietitrebbia) e potenza delle trattrici, utilizzati per la costruzione dell'indicatore**

| Regione               | 1967            |             |             | 1992            |             |             | 1995            |             |             | 2000            |             |             |
|-----------------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|-----------------|-------------|-------------|
|                       | Trattr. n°1.000 | Mietitr. MW | Potenza     | Trattr. n°1.000 | Mietitr. MW | Potenza     | Trattr. n°1.000 | Mietitr. MW | Potenza     | Trattr. n°1.000 | Mietitr. MW | Potenza     |
| Piemonte              | 76              | 1           | 2,0         | 161             | 7           | 6,7         | 167             | 6           | 8,0         | 146             | 5           | 8,2         |
| Valle d'Aosta         | 0               | 0           | 0           | 2               | 0           | 0,1         | 4               | 0           | 0,1         | 4               | 0           | 0,2         |
| Lombardia             | 70              | 1           | 1,9         | 136             | 6           | 6,5         | 134             | 3           | 6,8         | 119             | 3           | 7,2         |
| Trentino Alto Adige   | 11              | 0           | 0,2         | 35              | 0           | 1,3         | 39              | 1           | 1,6         | 43              | 0           | 2,1         |
| Veneto                | 79              | 2           | 2,0         | 181             | 4           | 7,2         | 165             | 3           | 7,6         | 163             | 3           | 8,8         |
| Friuli Venezia Giulia | 17              | 0           | 0,4         | 45              | 1           | 1,8         | 44              | 2           | 2,0         | 35              | 1           | 1,9         |
| Liguria               | 1               | 0           | 0           | 7               | 0           | 0,2         | 10              | 0           | 0,3         | 9               | 0           | 0,5         |
| Emilia Romagna        | 97              | 2           | 2,5         | 215             | 7           | 8,7         | 197             | 3           | 8,8         | 180             | 3           | 9,7         |
| Toscana               | 26              | 2           | 0,8         | 95              | 3           | 3,8         | 99              | 4           | 4,5         | 95              | 3           | 5,1         |
| Umbria                | 10              | 1           | 0,3         | 39              | 2           | 1,6         | 35              | 1           | 1,8         | 37              | 1           | 2,1         |
| Marche                | 19              | 2           | 0,6         | 74              | 3           | 3,0         | 68              | 2           | 3,2         | 64              | 2           | 3,5         |
| Lazio                 | 22              | 1           | 0,6         | 83              | 2           | 3,2         | 87              | 2           | 3,8         | 87              | 2           | 4,6         |
| Abruzzo               | 10              | 1           | 0,3         | 56              | 1           | 0,9         | 61              | 1           | 2,7         | 61              | 1           | 3,2         |
| Molise                | 3               | 1           | 0,1         | 20              | 1           | 0,9         | 21              | 1           | 1,0         | 19              | 1           | 1,1         |
| Campania              | 13              | 1           | 0,4         | 70              | 1           | 2,8         | 90              | 1           | 4,0         | 85              | 2           | 4,6         |
| Puglia                | 21              | 1           | 0,6         | 70              | 3           | 2,9         | 81              | 3           | 3,7         | 83              | 3           | 4,6         |
| Basilicata            | 6               | 1           | 0,2         | 25              | 2           | 1,1         | 26              | 1           | 1,4         | 27              | 2           | 1,7         |
| Calabria              | 6               | 1           | 0,2         | 25              | 1           | 1,0         | 32              | 1           | 1,4         | 32              | 1           | 1,8         |
| Sicilia               | 14              | 1           | 0,4         | 60              | 2           | 2,4         | 71              | 1           | 3,3         | 73              | 2           | 3,9         |
| Sardegna              | 9               | 0           | 0,3         | 31              | 1           | 1,3         | 34              | 1           | 1,7         | 31              | 1           | 1,8         |
| <b>ITALIA</b>         | <b>510</b>      | <b>19</b>   | <b>13,8</b> | <b>1.430</b>    | <b>47</b>   | <b>57,4</b> | <b>1.465</b>    | <b>37</b>   | <b>67,7</b> | <b>1.393</b>    | <b>36</b>   | <b>76,6</b> |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT

**Figura 12.13: Numero di trattrici e mietitrebbia ogni 100 ha di superficie (seminativi+legnose agrarie)**

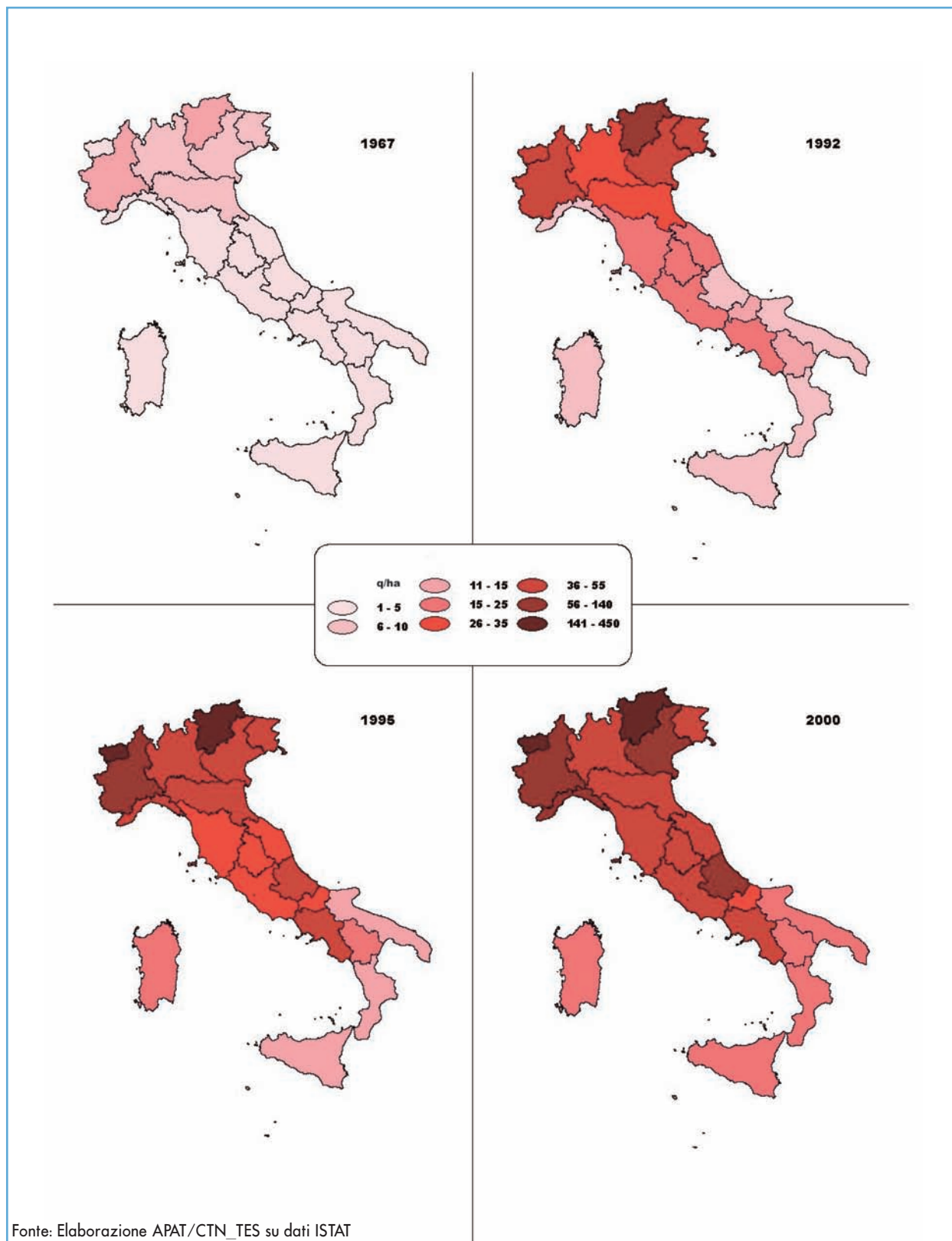


Figura 12.14: Sommatoria peso per regione (q/ha) - Anni 1967, 1992, 1995 e 2000

**INDICATORE****EROSIONE IDRICA****SCOPO**

Stimare, in sistemi agricoli complessi (bacini), il rischio di erosione del suolo dovuto all'azione superficiale dell'acqua.

**DESCRIZIONE**

La conoscenza di questo fenomeno risulta particolarmente utile come strumento decisionale per la pianificazione degli interventi di conservazione del suolo sulla base di una singola unità di territorio.

L'indicatore viene qui espresso attraverso l'indice di erosione effettiva, calcolato integrando i fattori R, K, L, S con quello di copertura delle terre (C), in base ai principi e ai parametri definiti dalla *Universal Soil Loss Equation* (USLE).

L'indice di erosione effettiva è:  $A = RKLSC$  dove:

A (*Mean annual soil loss*): perdita di suolo stimata ( $t\ ha^{-1}\ anno^{-1}$ );

R (*Rainfall erosivity factor*): fattore di pioggia o di erosività, è il numero di unità dell'indice di erosione e determina la forza erosiva e l'energia cinetica della pioggia ( $MJ\ mm\ ha^{-1}\ h^{-1}\ 0,25\ y^{-1}$ );

K (*Soil erodibility factor*): fattore di erodibilità del suolo, tiene conto della erodibilità intrinseca di un determinato suolo ed è definito come la perdita di suolo, misurata in ( $t\ ha^{-1}\ anno^{-1}$ ) per unità di indice R della pioggia;

L (*Slope length factor*): fattore di lunghezza di un versante;

S (*Slope factor*): fattore di pendenza di un versante;

C (*Cover management factor*): fattore di copertura vegetale.

**UNITÀ di MISURA**

Tonnellata per ettaro per anno ( $t/ha/a$ )

**FONTE dei DATI**

La carta riportata nella figura 12.15 è stata elaborata, nel 2003, dall'*European Soil Bureau del Joint Research Centre* (Ispra – CE). Come fonte di dati sono stati utilizzati il *Mars meteorological Database* per i dati climatici necessari alla costruzione dell'indice R; il *Soil Geographical Database of Europe* 1:1.000.000 per le informazioni relative alle classi di tessitura dei suoli usate per costruire l'indice K; il *CORINE Land Cover database* integrato con immagini NOAA AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) per la costruzione dell'indice C; il DEM (*Digital Elevation Model*) risoluzione 250 m, per i dati relativi ai fattori L e S.

**NOTE TABELLE e FIGURE**

La figura 12.15 rappresenta la mappa del rischio di erosione effettiva espressa in classi di perdita di suolo; il rischio di erosione è rappresentato in classi di perdita di suolo che vanno da un valore minimo di 0 – 1  $t/ha/anno$  a un valore massimo per le zone con rischio stimato superiore a 120  $t/ha/anno$ .

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. Lo stesso rischio si ha anche con il livellamento del terreno effettuato con macchine per il movimento di terra per l'impianto di colture arboree specializzate.

I movimenti di massa causati dai livellamenti 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, si possono frequentemente raggiungere tassi di erosione catastrofici, che superano le 500  $t/ha/anno$ .

**STATO e TREND**

Sebbene non siano disponibili dati quantitativi, si può affermare che una quota consistente del territorio italiano è soggetto a rischio di erosione a causa della notevole energia di rilievo e dell'erodibilità dei suoli.



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 il generale mutamento del clima a scala planetaria.

Una diminuzione dell'erosione a scala nazionale, dovuta ai rimboschimenti e all'abbandono dell'agricoltura nelle zone più svantaggiate, non deve trarre in inganno. L'erosione del suolo, infatti, appare preoccupante nelle zone collinari di pregio, dove è andata intensificandosi la meccanizzazione.

### OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due Programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità.

La Comunicazione della Commissione Europea COM (2002) 179 definisce il rischio di erosione come uno dei principali problemi dei suoli europei.

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Decennale

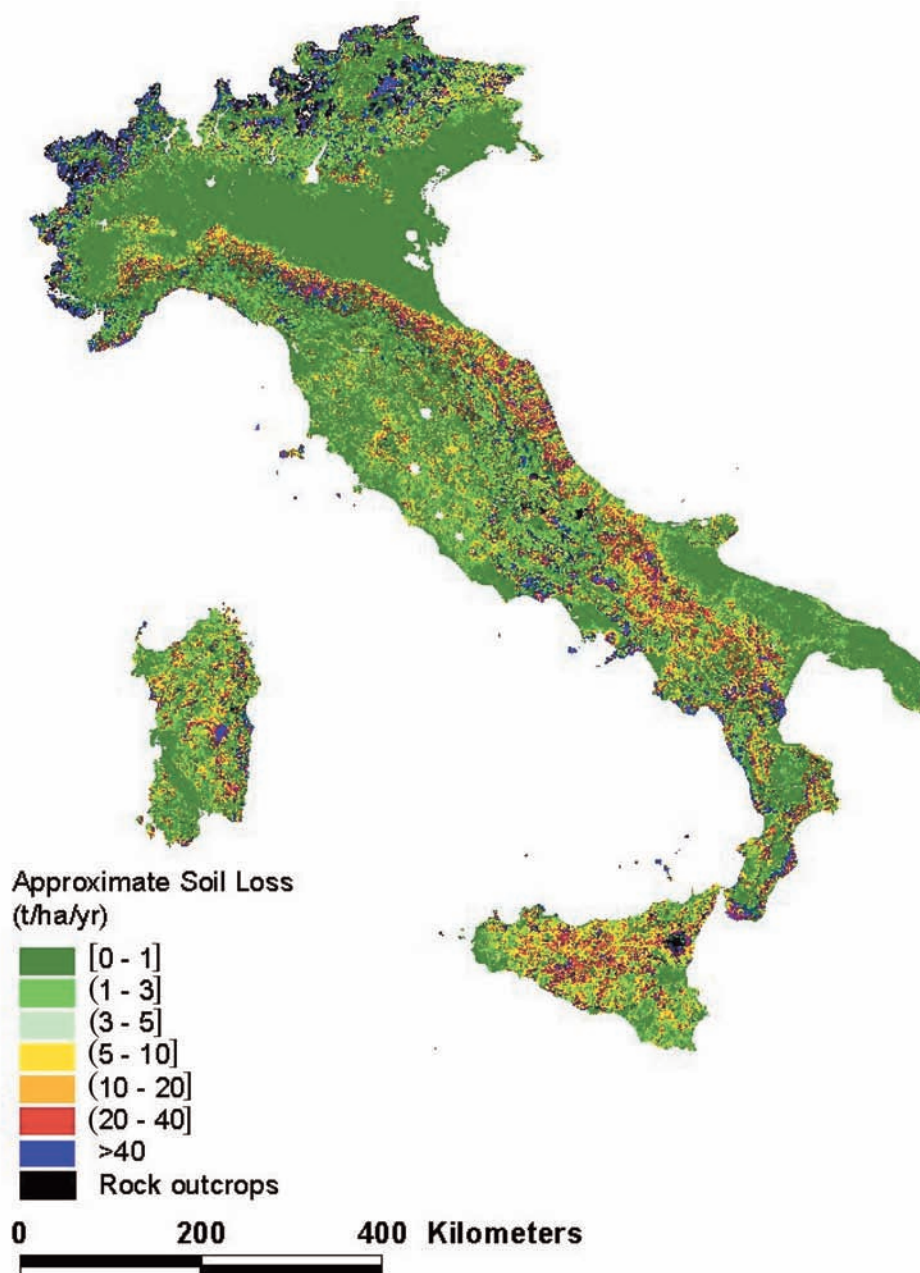
### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 3                       | 1                          |

L'indicatore fornisce informazioni abbastanza aderenti alla domanda derivante dalla normativa in merito alla problematica ambientale descritta, anche se i dati derivano da un approccio esclusivamente modellistico privo, al momento, di sufficienti riscontri sperimentali. I dati provengono da fonti affidabili; le elaborazioni contengono, per forza di cose, delle approssimazioni che limitano l'accuratezza complessiva ma non la comparabilità spaziale dei dati che è elevata.

La comparabilità temporale è invece bassa, in quanto non esistono serie temporali confrontabili.

★ ★



Fonte: European Soil Bureau del Joint Research Centre (EC-JRC, Ispra)

**Figura 12.15: Mappa a scala nazionale del rischio di erosione effettiva (Approximate soil loss) espressa in classi di perdita di suolo (t/ha/anno) – Elaborazione 2003**



### 12.3 Contaminazione del suolo

La Comunicazione della CE - COM (2002)179 - 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 ambientale e il meccanismo di esposizione per la salute umana e degli ecosistemi.”*

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

Lasciando gli indicatori del tema *Siti contaminati* all'apposito capitolo, viene qui considerata la contaminazione da fonti diffuse tenendo presente che gli indicatori devono descrivere in termini qualitativi e quantitativi i livelli di incidenza dei fenomeni antropici che interagiscono col suolo in modo tale da quantificarne impatto e sostenibilità nel tempo.

Si noti che, in altre sezioni dell'Annuario, sono riportati alcuni indicatori rilevanti per questa tematica, ad esempio: *il contenuto in metalli pesanti* e *il bilancio di nutrienti nel suolo (Input/ Output di nutrienti)* (riportati nel tema *Qualità dei suoli*), la vendita di fertilizzanti, la vendita di prodotti fitosanitari e le superfici adibite a coltivazioni a basso impatto ambientale (riportati nel capitolo *Agricoltura*), la valutazione dei carichi critici (riportata nel capitolo *Biosfera*).

Nel quadro Q12.3 vengono riportati indicatori che cercano di misurare soprattutto l'intensità delle attività agricole e dell'uso dei mezzi di produzione agricola, valutando nel contempo le risposte già date dal sistema. Gli indicatori riguardano: la stima degli effluenti da allevamenti zootecnici, la variazione delle aree ad agricoltura intensiva e l'utilizzo agricolo dei fanghi di depurazione.

Il primo indicatore fornisce gli elementi di valutazione dell'impatto degli allevamenti zootecnici, soprattutto nei termini della produzione di azoto contenuto negli effluenti.

Con il secondo indicatore si valuta principalmente la pressione derivante dalle forme di coltivazioni agrarie che fanno maggior uso di mezzi di produzione, fornendo al contempo alcune indicazioni sulla risposta messa in atto attraverso l'estendersi delle superfici adibite a coltivazioni a basso impatto ambientale.

Con il terzo indicatore si cerca di valutare il carico inquinante, soprattutto in metalli pesanti, fornito al suolo dall'utilizzo di fanghi agricoli, non dimenticando però gli aspetti positivi legati all'apporto di sostanza organica e di elementi nutritivi.

**Q 12.3: Quadro delle caratteristiche degli indicatori per la Contaminazione del suolo**

| Nome Indicatore                                    | Finalità                                                                                                                                                                                                          | DPSIR | Riferimenti Normativi                                                                                                                                                        |
|----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Allevamenti ed effluenti zootecnici                | Valutare l'incidenza del carico di bestiame sul territorio attraverso la produzione di azoto rapportata alla SAU trattabile                                                                                       | P     | D.lgs. 152/99<br>DM MIPAF 19/04/99<br><i>“Approvazione del codice di buona pratica agricola”</i>                                                                             |
| Aree usate per l'agricoltura intensiva             | Quantificare la Superficie di aree Agricole Utilizzata (SAU) in modo intensivo, in quanto a essa sono riconducibili, in genere, maggiori rischi di inquinamento, degradazione del suolo e perdita di biodiversità | P     | (5 <sup>th</sup> EAP e 6 <sup>th</sup> EAP)<br>Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità |
| Utilizzo di fanghi di depurazione in aree agricole | Valutare l'apporto di elementi nutritivi e di metalli pesanti derivante dall'utilizzo di fanghi di depurazione in agricoltura                                                                                     | P     | Direttiva 86/278/CEE<br>D.lgs. 99/92                                                                                                                                         |



## INDICATORE

### ALLEVAMENTI ED EFFLUENTI ZOOTECNICI

## SCOPO

Quantificare la produzione di azoto (N) negli effluenti zootecnici sulla base della consistenza del patrimonio zootecnico.

## DESCRIZIONE

La produzione di azoto di origine animale può essere stimata sulla base del numero di capi presenti sul territorio o sulla base delle deiezioni da essi prodotte. Le diverse specie animali possono produrre impatti differenti sul territorio, a seconda del tipo e della distribuzione delle deiezioni. Infatti, l'allevamento bovino è attuato generalmente con modalità più estensive, a esclusione degli allevamenti industriali all'ingrasso di vitelloni e vitelli a carne bianca, così pure l'allevamento ovi-caprino, mentre l'allevamento suino è confinato solo in alcune aree geografiche del Paese e condotto in modo intensivo.

Le deiezioni prodotte sono inoltre differenti per tipologia e conseguenti modalità di trattamento e impiego. Si è tentato quindi di rappresentare e armonizzare queste differenze, riconducendo il tutto all'Unità di Bestiame Adulto (UBA), tramite equiparazioni tabellari tra le diverse specie di animali e il bovino lattifero al quale è associato il valore 1. Inoltre, utilizzando il modello ELBA (*Environmental Liveliness and Blent Agriculture*), cioè un modello econometrico, finalizzato allo studio delle variabili dei fattori produttivi delle aziende agricole come *input* e *output* (mangimi, fertilizzanti, reimpieghi aziendali, produzione vegetale, animale e deiezioni) per valori aggregati su scala provinciale è possibile definire quali sono le produzioni di azoto complessivamente derivanti dagli allevamenti. Mediante l'utilizzo di un Sistema di Gestione di *database* (*Database Management System - DBMS*) specificamente realizzato, il modello ELBA gestisce dati di diversi fonti statistiche (ad es. CRONOS, REGIO, ISTAT, RICA, COMEXT) e di natura economica (produzioni, costi, prezzi, margini reddituali, elasticità, consumi, flussi commerciali), tecnologica, politica (misure agro-ambientali), meteorologica, orografica e pedologica. Il *database* è congruente ai diversi livelli di aggregazione (nazionale, regionale, provinciale, areali pedoclimatici: 1990-1997) ed è a sua volta integrato da un'ampia serie di variabili tecniche, economiche e ambientali prodotte dalla stessa modellistica.

Tale modello è stato studiato dalla Facoltà di Agraria dell'Università di Bologna.

## UNITÀ di MISURA

Numero (n.), chilogrammo per ettaro (kg/ha), percentuale (%).

## FONTE dei DATI

Università di Bologna: Modello ELBA; ISTAT.

## NOTE TABELLE e FIGURE

Nelle tabelle e figure successive sono rappresentati :

- i dati relativi alle UBA per regione e percentuale di UBA per singola categoria riferiti agli anni 1998 e 2000 (tabella 12.11) e agli anni 1994, 1998 e 2000 (figure 12.16 e 12.17);
- i dati relativi alla produzione totale d'azoto e alla produzione d'azoto in percentuale differenziata per singola specie animale allevata (tabelle 12.12 e 12.13 );
- i dati relativi alla consistenza del bestiame allevato a livello nazionale, differenziati per specie allevata, dove è possibile vedere i *trend* evolutivi temporali per gli anni 1990-2000 (figura 12.18). Non sono disponibili i dati relativi agli equini per il 1990.

## STATO e TREND

Il maggior carico di allevamenti animali e dei relativi effluenti si concentra nelle regioni padane seguite da quelle insulari e dalla Campania. Il *trend* dei dati attualmente disponibili risulta costante per la maggior parte delle regioni italiane; per quanto riguarda la consistenza nazionale del bestiame per specie si evidenzia invece una diminuzione consistente del numero di ovini e di bovini.



### OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il DM MiPAF 19/04/99 sul Codice di buona pratica agricola indirizza verso un corretto utilizzo dei fertilizzanti per evitare problemi di *surplus* di elementi nutritivi. Il D.lgs. 152/99 prevede, tra l'altro, l'individuazione delle aree sensibili al problema dei nitrati al fine di salvaguardare le falde acquifere.

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Biennale

### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 1         | 1           | 2                       | 1                          |

L'indicatore fornisce informazioni aderenti alla domanda derivante da parte della normativa in merito alla problematica ambientale descritta, anche se i dati derivano dalla vendita e non da una valutazione diretta dell'uso. I dati sono prodotti da fonti affidabili, ottenuti con metodologie riconosciute a livello internazionale e hanno quindi una buona comparabilità.

La comparabilità temporale è migliorabile, mentre quella spaziale è elevata, in quanto copre tutto il territorio nazionale.

★★★

**Tabella 12.11: Numero regionale di Unità Bovino Adulto (UBA), percentuale di UBA per singola categoria animale - Anni 1998, 2000**

| Regione               | UBA           |               | UBA ripartizione per specie |             |             |             |             |             |            |            |
|-----------------------|---------------|---------------|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------|------------|
|                       | 1998          | 2000          | Bovini                      |             | Suini       |             | Ovi-caprini |             | Avicoli    |            |
|                       | n° 1.000      |               | 1998                        | 2000        | 1998        | 2000        | 1998        | 2000        | 1998       | 2000       |
|                       |               |               | %                           |             |             |             |             |             |            |            |
| Piemonte              | 1.464         | 1.542         | 71,0                        | 64,1        | 25,0        | 25,9        | 1,0         | 1,1         | 3,0        | 8,9        |
| Valle d'Aosta         | 34            | 36            | 82,8                        | 97,7        | 0,0         | 0,7         | 1,7         | 1,5         | 15,5       | 0,1        |
| Liguria               | 30            | 32            | 69,8                        | 70,1        | 2,0         | 13,1        | 16,6        | 16,2        | 11,6       | 0,6        |
| Lombardia             | 2.947         | 2.965         | 51,8                        | 54,2        | 45,8        | 38,2        | 0,4         | 0,4         | 2,0        | 7,2        |
| Trentino Alto Adige   | 202           | 198           | 77,7                        | 85,3        | 8,7         | 5,7         | 4,0         | 3,1         | 9,6        | 5,9        |
| Veneto                | 1.310         | 1.686         | 80,7                        | 63,8        | 16,0        | 14,1        | 0,3         | 0,2         | 3,0        | 21,9       |
| Friuli Venezia Giulia | 207           | 175           | 60,0                        | 54,6        | 34,7        | 25,4        | 0,3         | 0,7         | 5,0        | 19,3       |
| Emilia Romagna        | 1.282         | 1.948         | 47,8                        | 32,6        | 47,6        | 45,2        | 1,0         | 0,9         | 3,6        | 21,3       |
| Toscana               | 369           | 447           | 35,5                        | 35,7        | 28,2        | 31,7        | 28,3        | 29,2        | 8,0        | 3,4        |
| Umbria                | 258           | 302           | 34,0                        | 26,2        | 49,0        | 46,7        | 10,0        | 13,1        | 7,0        | 14,0       |
| Marche                | 210           | 261           | 37,0                        | 38,9        | 40,0        | 37,1        | 13,0        | 11,2        | 10,0       | 12,8       |
| Lazio                 | 541           | 605           | 47,0                        | 44,2        | 16,0        | 23,5        | 30,0        | 29,5        | 7,0        | 2,8        |
| Abruzzo               | 286           | 305           | 41,0                        | 36,1        | 26,0        | 33,3        | 24,0        | 25,1        | 9,0        | 5,4        |
| Molise                | 144           | 128           | 51,0                        | 51,5        | 24,4        | 13,0        | 16,3        | 20,6        | 8,3        | 14,9       |
| Campania              | 531           | 496           | 61,8                        | 59,1        | 18,6        | 22,3        | 13,6        | 13,8        | 6,0        | 4,7        |
| Puglia                | 321           | 322           | 47,0                        | 50,3        | 6,0         | 8,3         | 31,0        | 34,0        | 16,0       | 7,4        |
| Basilicata            | 266           | 181           | 36,0                        | 46,2        | 21,0        | 12,1        | 33,0        | 39,1        | 10,0       | 2,5        |
| Calabria              | 425           | 280           | 50,0                        | 61,8        | 23,0        | 14,3        | 18,0        | 22,2        | 9,0        | 1,7        |
| Sicilia               | 794           | 591           | 63,5                        | 65,4        | 8,4         | 8,1         | 19,5        | 22,4        | 8,6        | 4,1        |
| Sardegna              | 1.221         | 899           | 31,0                        | 31,8        | 18,0        | 17,7        | 45,0        | 48,4        | 6,0        | 2,1        |
| <b>ITALIA</b>         | <b>12.842</b> | <b>13.399</b> | <b>53,8</b>                 | <b>53,5</b> | <b>22,9</b> | <b>21,8</b> | <b>15,4</b> | <b>16,6</b> | <b>7,9</b> | <b>8,1</b> |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT



**Tabella 12.12: Produzione totale di azoto (N) da allevamenti per regione in migliaia di tonnellate e kg/ha Superficie Agricola Utilizzata trattabile - Anni 1994, 1998, 2000**

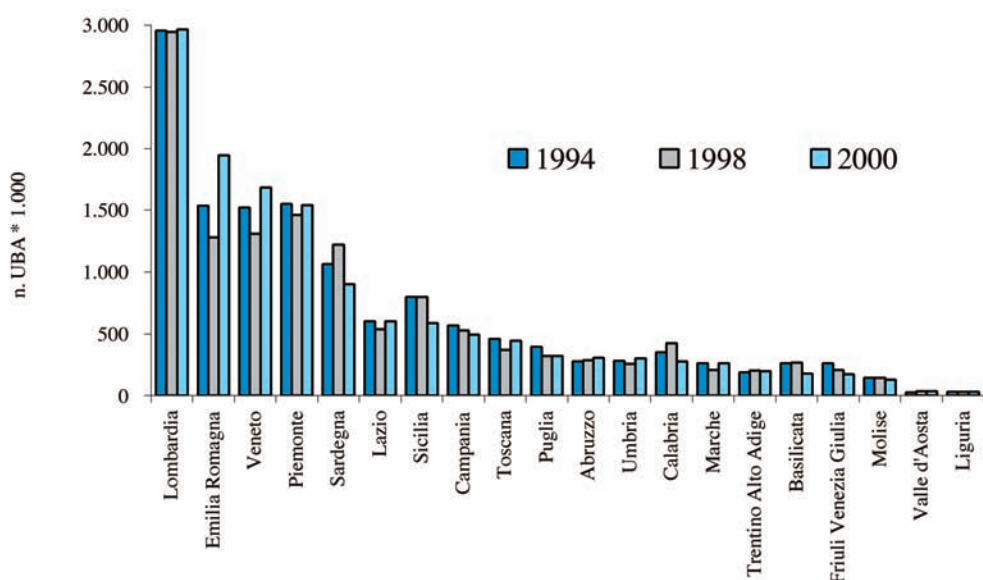
| Regione               | 1994       | 1998<br>t*1.000 | 2000       | 1994      | 1998<br>kg/ha | 2000      |
|-----------------------|------------|-----------------|------------|-----------|---------------|-----------|
| Piemonte              | 87         | 81              | 87         | 75        | 69            | 82        |
| Valle d'Aosta         | 2          | 3               | 3          | 20        | 28            | 38        |
| Liguria               | 2          | 2               | 2          | 23        | 24            | 30        |
| Lombardia             | 168        | 162             | 174        | 150       | 142           | 168       |
| Trentino Alto Adige   | 13         | 14              | 14         | 31        | 34            | 34        |
| Veneto                | 89         | 78              | 83         | 96        | 87            | 98        |
| Friuli Venezia Giulia | 15         | 11              | 9          | 52        | 36            | 38        |
| Emilia Romagna        | 88         | 76              | 94         | 73        | 62            | 84        |
| Toscana               | 25         | 20              | 23         | 29        | 22            | 26        |
| Umbria                | 14         | 12              | 12         | 31        | 31            | 33        |
| Marche                | 13         | 10              | 13         | 23        | 17            | 26        |
| Lazio                 | 40         | 39              | 34         | 46        | 47            | 47        |
| Abruzzo               | 16         | 15              | 16         | 31        | 28            | 36        |
| Molise                | 7          | 7               | 7          | 28        | 29            | 31        |
| Campania              | 30         | 27              | 26         | 43        | 41            | 44        |
| Puglia                | 18         | 18              | 18         | 13        | 12            | 15        |
| Basilicata            | 14         | 13              | 12         | 23        | 27            | 22        |
| Calabria              | 18         | 18              | 17         | 26        | 26            | 30        |
| Sicilia               | 42         | 39              | 38         | 28        | 25            | 29        |
| Sardegna              | 53         | 61              | 66         | 35        | 37            | 65        |
| <b>ITALIA</b>         | <b>754</b> | <b>706</b>      | <b>748</b> | <b>49</b> | <b>46</b>     | <b>57</b> |

Fonte: Università di Bologna - Modello ELBA (*Environmental Liveliness and Blent Agriculture*)

**Tabella 12.13: Percentuale di produzione di azoto per categoria animale - Anni 1994, 1998, 2000**

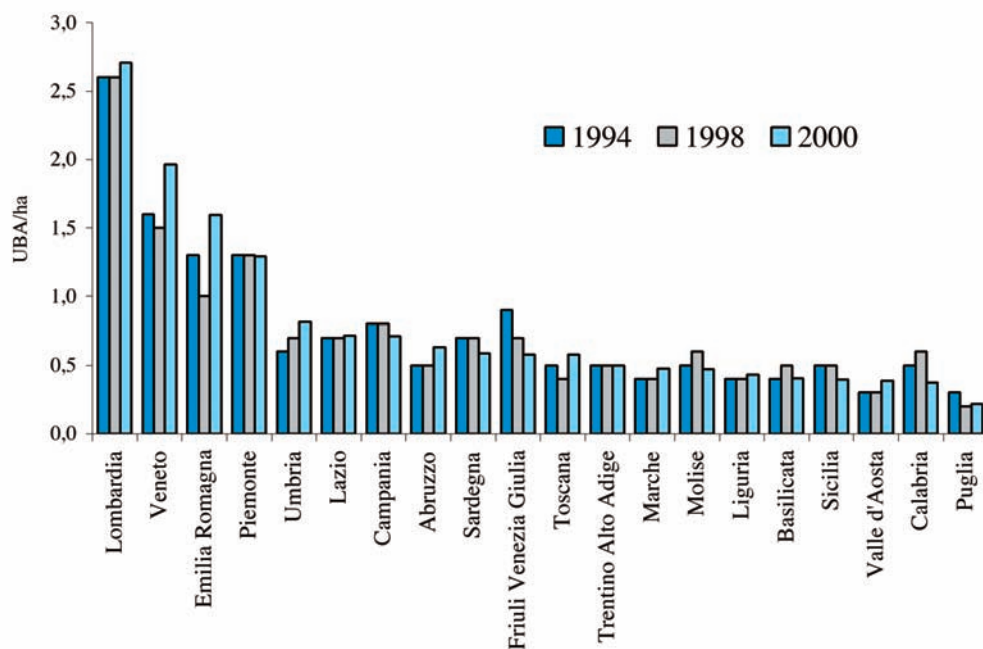
| Regione               | Avicoli    |             |            | Bovini      |             |             | Ovi-caprini |             |             | Suini       |             |             |
|-----------------------|------------|-------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
|                       | 1994       | 1998        | 2000       | 1994        | 1998        | 2000        | 1994        | 1998        | 2000        | 1994        | 1998        | 2000        |
|                       | %          |             |            |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
| Piemonte              | 7,1        | 8,0         | 3,4        | 79,3        | 77,7        | 82,0        | 1,5         | 1,6         | 1,8         | 12,2        | 12,7        | 12,8        |
| Valle d'Aosta         | 17,9       | 14,7        | 0,0        | 80,8        | 83,7        | 97,9        | 1,3         | 1,6         | 2,0         | 0,0         | 0,0         | 0,1         |
| Liguria               | 18,0       | 19,2        | 0,3        | 64,1        | 62,1        | 77,2        | 17,7        | 18,3        | 20,1        | 0,2         | 0,4         | 2,5         |
| Lombardia             | 3,3        | 3,7         | 3,2        | 69,4        | 70,3        | 74,3        | 0,6         | 0,8         | 0,7         | 26,7        | 25,2        | 21,8        |
| Trentino Alto Adige   | 12,8       | 12,4        | 1,8        | 80,4        | 79,2        | 91,9        | 4,5         | 5,2         | 4,5         | 2,3         | 3,3         | 1,7         |
| Veneto                | 4,5        | 5,1         | 9,3        | 86,0        | 85,1        | 80,6        | 0,4         | 0,5         | 0,5         | 9,1         | 9,4         | 9,6         |
| Friuli Venezia Giulia | 7,8        | 11,3        | 7,8        | 74,3        | 61,7        | 74,0        | 0,6         | 1,3         | 1,6         | 17,3        | 25,7        | 16,6        |
| Emilia Romagna        | 6,0        | 7,2         | 8,8        | 65,4        | 66,2        | 58,5        | 1,0         | 1,3         | 1,4         | 27,6        | 25,2        | 31,3        |
| Toscana               | 14,5       | 19,4        | 1,3        | 42,9        | 41,4        | 42,5        | 30,5        | 28,1        | 40,8        | 12,1        | 11,1        | 15,4        |
| Umbria                | 12,8       | 13,3        | 6,7        | 48,9        | 44,0        | 41,6        | 12,4        | 13,6        | 21,2        | 25,9        | 29,2        | 30,5        |
| Marche                | 19,5       | 25,6        | 5,0        | 45,7        | 41,9        | 55,0        | 14,9        | 14,3        | 18,5        | 19,8        | 18,1        | 21,5        |
| Lazio                 | 9,7        | 9,9         | 1,0        | 56,5        | 59,2        | 49,9        | 28,0        | 26,6        | 39,2        | 5,9         | 4,3         | 10,0        |
| Abruzzo               | 15,0       | 17,3        | 2,6        | 51,1        | 52,6        | 49,2        | 25,4        | 19,0        | 34,8        | 8,6         | 11,1        | 13,4        |
| Molise                | 15,5       | 15,8        | 5,6        | 62,3        | 59,5        | 66,6        | 16,0        | 17,9        | 24,5        | 6,3         | 6,8         | 3,3         |
| Campania              | 11,6       | 12,7        | 1,8        | 71,9        | 70,2        | 73,0        | 10,8        | 11,4        | 17,8        | 5,7         | 5,8         | 7,4         |
| Puglia                | 27,8       | 29,4        | 3,2        | 51,4        | 54,5        | 61,5        | 19,3        | 15,1        | 33,1        | 1,5         | 0,9         | 2,3         |
| Basilicata            | 19,7       | 18,2        | 0,8        | 38,4        | 44,4        | 45,6        | 36,8        | 31,1        | 50,6        | 5,1         | 6,4         | 2,9         |
| Calabria              | 14,7       | 14,9        | 0,6        | 48,9        | 48,3        | 58,4        | 30,5        | 28,0        | 37,7        | 5,9         | 8,7         | 3,3         |
| Sicilia               | 16,6       | 18,8        | 1,3        | 65,4        | 63,0        | 59,2        | 15,9        | 17,1        | 37,6        | 2,2         | 1,1         | 1,9         |
| Sardegna              | 11,0       | 11,0        | 0,6        | 29,7        | 28,7        | 23,7        | 54,5        | 59,9        | 71,3        | 4,8         | 0,4         | 4,4         |
| <b>ITALIA</b>         | <b>9,1</b> | <b>10,2</b> | <b>4,1</b> | <b>64,7</b> | <b>63,7</b> | <b>64,4</b> | <b>11,7</b> | <b>12,7</b> | <b>16,7</b> | <b>14,4</b> | <b>13,4</b> | <b>14,8</b> |

Fonte: Università di Bologna - Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture)



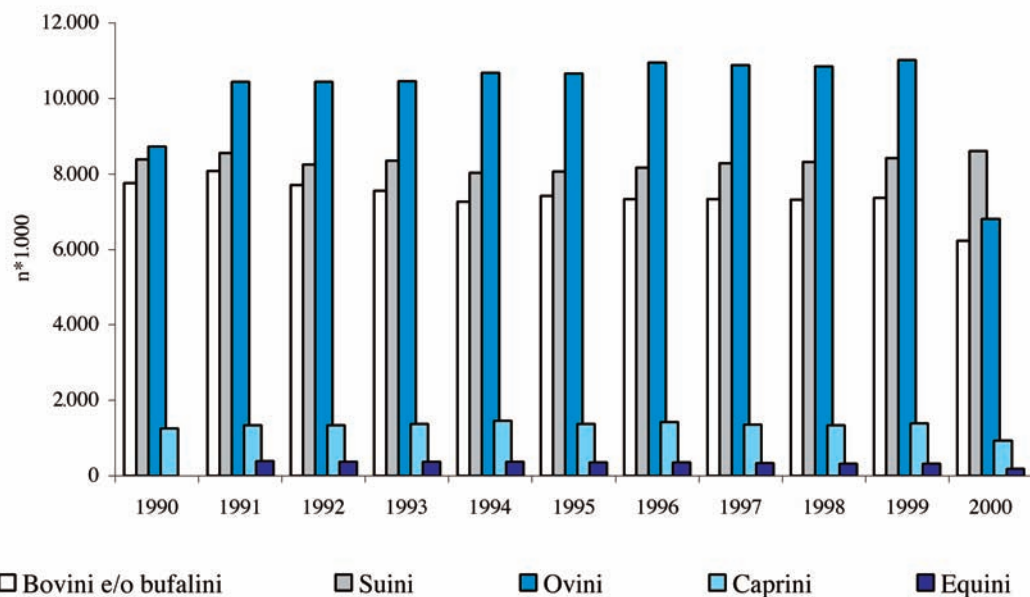
Fonte: Università di Bologna - Modello ELBA (Environmental Liveliness and Blent Agriculture)

**Figura 12.16: Unità Bovino Adulto (UBA) totali \* 1.000 per regione - Anni 1994, 1998, 2000**



Fonte: Università di Bologna - Modello ELBA (*Environmental Liveliness and Blent Agriculture*)

**Figura 12.17: UBA per ettaro di superficie agricola utilizzata (UBA/ha) per regione - Anni 1994, 1998, 2000**



Fonte: ISTAT

Note: non sono disponibili i dati relativi agli equini per il 1990

**Figura 12.18: Consistenza nazionale del bestiame per specie in migliaia di capi - Anni 1990-2000**



## INDICATORE

### AREE USATE PER L'AGRICOLTURA INTENSIVA

## SCOPO

Quantificare la Superficie di aree Agricole Utilizzata (SAU) in modo intensivo, in quanto a essa sono riconducibili, in genere, maggiori rischi di inquinamento, degradazione del suolo e perdita di biodiversità.

## DESCRIZIONE

L'indicatore definisce l'intensità dello sfruttamento cui è sottoposto il suolo agrario, individuando e quantificando l'estensione di forme di agricoltura intensiva sul territorio. In genere tali superfici sono soggette a tecniche di lavorazione e coltivazione che massimizzano la stabilità produttiva del suolo mediante lavorazioni profonde e distribuzione dei fertilizzanti con inevitabili conseguenze sulle proprietà chimiche, fisiche e biologiche del suolo.

In mancanza di definizioni specifiche, si è dovuto procedere a un'opportuna semplificazione delle superfici assoggettate a sfruttamento agricolo a elevato impatto ambientale sommando rispettivamente:

- superfici a seminativo, intese come colture di piante erbacee soggette all'avvicendamento colturale con durata delle coltivazioni (quali grano, mais, riso, piselli, patata, barbabietola, colza, foraggio, girasole, soia, ortaggi) non superiore a cinque anni (dati ISTAT);
- superfici legnose agrarie, intese come colture praticate sulle superfici fuori avvicendamento, investite a coltivazioni di piante legnose agrarie (quali melo, pero, vite) che occupano il terreno per un lungo periodo (dati ISTAT).

Alla somma di superfici a seminativo e superfici agrarie legnose sono state sottratte le superfici utilizzate ad agricoltura biologica, su dati INEA, nelle quali si interviene su quei fattori capaci di mantenere il sistema suolo lontano da forme di degradazione avanzata.

## UNITÀ di MISURA

Ettaro (ha)

## FONTE dei DATI

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT e INEA.

## NOTE TABELLE e FIGURE

Nei sei anni presi in considerazione la situazione relativa al rapporto SAU intensiva/SAU totale ha subito una progressiva diminuzione (tabella 12.14).

I valori in ettari di SAU sottoposta a utilizzo intensivo evidenziano, infatti, un decremento progressivo con una differenza del 18,6% tra il 1995 e il 2000; tale variazione è attribuibile soprattutto all'aumento della superficie adibita a coltivazioni biologiche, passata da duecentomila a un milione di ettari, e in misura minore alla diminuzione dei seminativi e delle coltivazioni permanenti, in un quadro di netta riduzione della SAU totale (12,2% in meno nel 2000 rispetto al 1990).

## STATO e TREND

L'andamento dell'indicatore in base alle considerazioni sopra riportate è da considerare nel suo complesso positivo.

## OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due Programmi europei di azione in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità.

## PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

**QUALITÀ dell'INFORMAZIONE**

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 1           | 2                       | 1                          |

L'indicatore fornisce informazioni abbastanza aderenti, ma sicuramente ancora migliorabili, rispetto alla domanda derivante da parte della normativa in merito alla problematica ambientale descritta. I dati derivano da fonti affidabili, sono ottenuti con metodologie riconosciute a livello internazionale e hanno quindi una buona comparabilità. La comparabilità temporale è migliorabile, mentre quella spaziale è elevata, in quanto copre tutto il territorio nazionale.

★ ★ ★



**Tabella 12.14: Aree dedicate ad agricoltura intensiva; dettaglio regionale - Anno 2000**

| Anno                  | Seminativi | Legnose<br>agrarie | Agricoltura<br>biologica | Agricoltura<br>intensiva | Agricoltura<br>intensiva/SAU<br>totale<br>% |
|-----------------------|------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|
| ha* 1.000             |            |                    |                          |                          |                                             |
| 1995                  | 8.283      | 2.644              | 202                      | 10.725                   | 73,0                                        |
| 1996                  | 8.332      | 2.674              | 306                      | 10.700                   | 72,5                                        |
| 1997                  | 8.252      | 2.721              | 565                      | 10.408                   | 70,2                                        |
| 1998                  | 8.252      | 2.743              | 786                      | 10.208                   | 68,2                                        |
| 1999                  | 8.386      | 2.884              | 953                      | 10.316                   | 68,8                                        |
| 2000                  | 7.340      | 2.458              | 1.069                    | 8.727                    | 66,1                                        |
| Anno 2000             |            |                    |                          |                          |                                             |
| Piemonte              | 577        | 97                 | 45                       | 629                      | 58,9                                        |
| Valle d'Aosta         | 0          | 1                  | 0                        | 1                        | 2,0                                         |
| Lombardia             | 727        | 32                 | 18                       | 742                      | 71,6                                        |
| Trentino Alto Adige   | 8          | 46                 | 4                        | 50                       | 12,2                                        |
| Veneto                | 583        | 108                | 13                       | 678                      | 79,5                                        |
| Friuli Venezia Giulia | 176        | 23                 | 1                        | 197                      | 82,5                                        |
| Liguria               | 11         | 18                 | 2                        | 27                       | 43,5                                        |
| Emilia Romagna        | 851        | 151                | 102                      | 900                      | 80,8                                        |
| Toscana               | 540        | 184                | 56                       | 668                      | 77,9                                        |
| Umbria                | 235        | 49                 | 21                       | 263                      | 71,6                                        |
| Marche                | 400        | 38                 | 36                       | 403                      | 79,9                                        |
| Lazio                 | 348        | 149                | 36                       | 461                      | 63,6                                        |
| Abruzzo               | 183        | 83                 | 8                        | 258                      | 60,1                                        |
| Molise                | 156        | 21                 | 7                        | 170                      | 79,3                                        |
| Campania              | 309        | 178                | 15                       | 472                      | 78,6                                        |
| Puglia                | 660        | 507                | 133                      | 1.034                    | 82,1                                        |
| Basilicata            | 334        | 56                 | 12                       | 378                      | 70,1                                        |
| Calabria              | 181        | 236                | 93                       | 324                      | 58,3                                        |
| Sicilia               | 648        | 398                | 162                      | 883                      | 68,9                                        |
| Sardegna              | 414        | 82                 | 307                      | 189                      | 18,5                                        |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT e INEA



## INDICATORE

### UTILIZZO DI FANGHI DI DEPURAZIONE IN AREE AGRICOLE

## SCOPO

Valutare l'apporto di elementi nutritivi e di metalli pesanti derivante dall'utilizzo di fanghi di depurazione in agricoltura, in funzione dei limiti legislativi attuali e di quelli previsti dalla nuova normativa europea.

## DESCRIZIONE

L'indicatore descrive le quantità di fanghi utilizzate annualmente in agricoltura nelle singole regioni italiane, ne stima l'apporto in elementi nutritivi (azoto, fosforo e sostanza organica) e in metalli pesanti (Cd, Cu, Ni, Pb, Zn, Hg, Cr). L'utilizzo agricolo dei fanghi di buona qualità ha sicuramente dei positivi riflessi come apporto di sostanza organica parzialmente stabilizzata e di macroelementi nutritivi presenti principalmente in forma organica e dunque a lenta cessione. I fanghi però contengono dei metalli pesanti che possono accumularsi nel suolo anche se alcuni di essi (come rame e zinco) sono microelementi che, in dosi modeste, sono utili al ciclo dei vegetali.

Le quantità medie somministrate annualmente dei singoli metalli pesanti per unità di superficie sono poste a confronto con i limiti della legislazione vigente e con quelli della legislazione in preparazione.

## UNITÀ di MISURA

Tonnellate (di sostanza secca) (t); grammi per ettaro (g/ha).

## FONTE dei DATI

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio (MATT)

## NOTE TABELLE e FIGURE

La tabella 12.15 riporta i quantitativi di fanghi utilizzati in agricoltura nelle singole regioni nei sei anni presi in considerazione, evidenziando a livello nazionale, dopo un iniziale aumento, una sostanziale stabilità nei quantitativi utilizzati. I valori sugli elementi nutritivi apportati dai fanghi, riportati in figura 12.19, evidenziano il notevole apporto di sostanza organica fornita al suolo e i non trascurabili contributi di azoto e di fosforo; i quantitativi di questi due macro-nutrienti forniti con i fanghi, se rapportato con i quantitativi di elementi nutritivi forniti dalla concimazione inorganica, rappresentano circa l'1% per il fosforo e l'1,4% per l'azoto. I dati della sostanza organica, espressi come sostanza secca, sono stimati considerando un contenuto medio nei fanghi pari al 60% sulla sostanza secca. Per esigenze di rappresentazione grafica i dati in t/a relativi alla sostanza organica (SO) sono raffigurati con valori divisi per 10.

Il carico in metalli pesanti distribuiti con i fanghi (figure 12.20 e 12.21), segue sostanzialmente l'andamento delle quantità di fanghi utilizzate, con l'eccezione del cadmio, che negli ultimi tre anni è notevolmente aumentato.

Il confronto con i limiti di legge delle quantità medie di metalli pesanti apportate ogni anno per unità di superficie, riportato nella tabella 12.16, dimostra che i limiti attuali sono ampiamente rispettati. Le ulteriori restrizioni previste dalla proposta di direttiva nel medio e lungo termine (MT, LT) porranno invece dei problemi sulle concentrazioni di cadmio, di mercurio e di zinco; per poter continuare l'utilizzo agricolo dei fanghi occorrerà senz'altro migliorarne la qualità.

## STATO e TREND

L'andamento dell'indicatore in base alle considerazioni sopra riportate è da considerare sostanzialmente indifferente, in quanto nel periodo considerato non si denotano significativi cambiamenti positivi o negativi.

## OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Gli obiettivi attuali di qualità dei fanghi in funzione del loro possibile utilizzo agricolo e dei suoli come loro recettori sono definiti dalla Direttiva 86/278/CEE recepita dal D.lgs. 99/92. La revisione della Direttiva è ormai in fase di avanzata preparazione e ne sono già ampiamente noti i principali contenuti.

## PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale



## QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 1         | 2           | 2                       | 1                          |

L'indicatore fornisce informazioni aderenti rispetto alla domanda derivante da parte della normativa in merito alla problematica ambientale descritta. I dati derivano da fonti affidabili, anche se la loro accuratezza può essere migliorata attraverso il consolidamento del meccanismo di trasferimento dagli Enti autorizzatori (Regioni e Province) al livello centrale. La comparabilità temporale, in quanto correlata all'accuratezza del dato, è migliorabile, mentre quella spaziale è elevata, infatti copre tutto il territorio nazionale con dettaglio regionale.

★★★



**Tabella 12.15 : Quantità di fanghi di depurazione (in tonnellate) utilizzati in agricoltura nelle singole regioni - Anni 1995-2000**

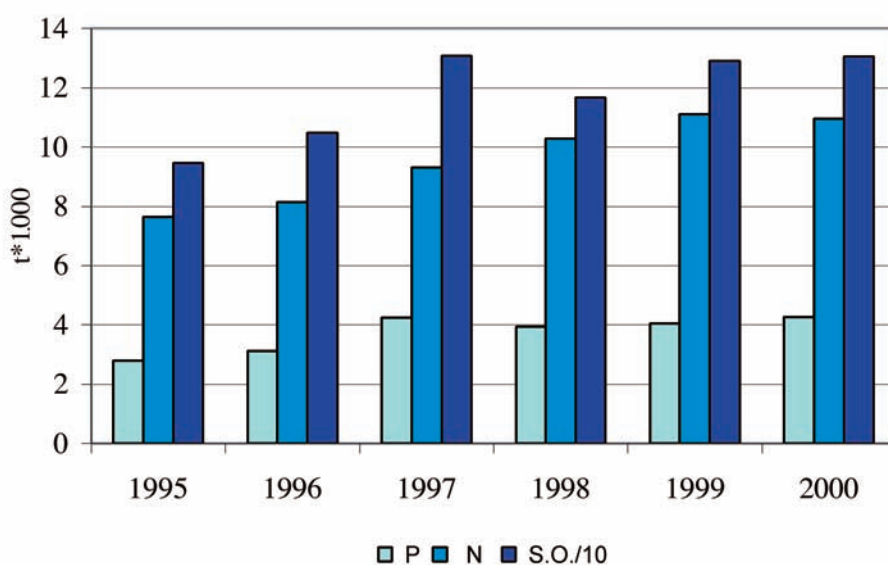
| Regione/Provincia autonoma | 1995           | 1996           | 1997           | 1998           | 1999           | 2000           | TOTALE           |
|----------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------------------|
| Piemonte                   | 1.698          | 1.396          | 3.067          | 2.851          | 2.195          | 996            | <b>12.203</b>    |
| Valle d'Aosta              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | <b>0</b>         |
| Lombardia                  | 42.065         | 49.791         | 51.029         | 55.687         | 57.565         | 62.892         | <b>319.029</b>   |
| Trentino Alto Adige        | 253            | 290            | 105            | 98             | 23             | 28             | <b>797</b>       |
| <i>Bolzano-Bozen</i>       | 253            | 290            | 90             | 83             | 23             | 19             | <b>758</b>       |
| <i>Trento</i>              | 0              | 0              | 15             | 15             | 0              | 9              | <b>39</b>        |
| Veneto                     | 5.306          | 6.572          | 7.953          | 7.194          | 9.556          | 9.007          | <b>45.588</b>    |
| Friuli Venezia Giulia      | 3.070          | 2.994          | 2.419          | 4.267          | 3.434          | 2.651          | <b>18.835</b>    |
| Liguria                    | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | <b>0</b>         |
| Emilia Romagna             | 38.000         | 44.249         | 50.127         | 45.832         | 52.350         | 58.551         | <b>289.109</b>   |
| Toscana                    | 116            | 5.135          | 3.002          | 15.175         | 11.016         | 15.175         | <b>49.619</b>    |
| Umbria                     | 600            | 360            | 626            | 413            | 1.840          | 1.270          | <b>5.109</b>     |
| Marche                     | 33             | 33             | 33             | 33             | 33             | 33             | <b>198</b>       |
| Lazio                      | 837            | 262            | 1.128          | 1.504          | 1.216          | 3.182          | <b>8.129</b>     |
| Abruzzo                    | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | <b>0</b>         |
| Molise                     | 0              | 0              | 0              | 93             | 8              | 64             | <b>165</b>       |
| Campania                   | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | <b>0</b>         |
| Puglia                     | 65.005         | 62.601         | 97.438         | 60.160         | 74.512         | 60.805         | <b>420.521</b>   |
| Basilicata                 | 0              | 0              | 0              | 92             | 0              | 43             | <b>135</b>       |
| Calabria                   | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | 0              | <b>0</b>         |
| Sicilia                    | 173            | 196            | 188            | 208            | 184            | 176            | <b>1.125</b>     |
| Sardegna                   | 355            | 627            | 632            | 707            | 1.092          | 2.551          | <b>5.964</b>     |
| <b>ITALIA</b>              | <b>157.511</b> | <b>174.506</b> | <b>217.747</b> | <b>194.314</b> | <b>215.024</b> | <b>217.424</b> | <b>1.176.526</b> |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati MATT

**Tabella 12.16: Quantità media di metalli pesanti addizionata annualmente per unità di superficie interessata all'utilizzo dei fanghi**

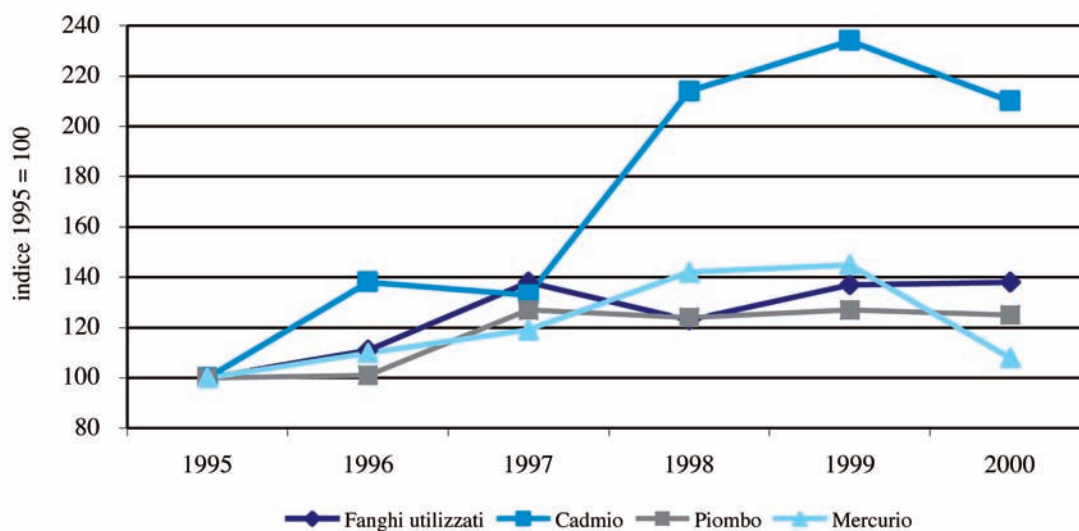
| Anno                   | Cadmio    | Rame         | Nichel     | Piombo<br>g/ha | Zinco        | Mercurio | Cromo      |
|------------------------|-----------|--------------|------------|----------------|--------------|----------|------------|
| 1995                   | 13        | 2.913        | 714        | 1.020          | 9.729        | 13       | 671        |
| 1996                   | 13        | 1.505        | 481        | 334            | 3.327        | 7        | 455        |
| 1997                   | 7         | 1.498        | 238        | 320            | 3.228        | 3        | 359        |
| 1998                   | 22        | 1.615        | 356        | 463            | 4.188        | 6        | 556        |
| 1999                   | 18        | 1.369        | 243        | 417            | 3.891        | 6        | 421        |
| 2000                   | 17        | 1.541        | 368        | 452            | 3.898        | 6        | 655        |
| <b>Media 1995-2000</b> | <b>15</b> | <b>1.740</b> | <b>400</b> | <b>501</b>     | <b>4.710</b> | <b>7</b> | <b>519</b> |
| Dir. 86/278/EEC        | 150       | 12.000       | 3.000      | 15.000         | 30.000       | 100      | —          |
| Proposta Dir.          | 30        | 3.000        | 900        | 2.250          | 7.500        | 30       | 3.000      |
| Proposta Dir. 2015 MT  | 15        | 2.400        | 600        | 1.500          | 6.000        | 15       | 2.400      |
| Proposta Dir. 2025 LT  | 6         | 1.800        | 300        | 600            | 4.500        | 6        | 1.800      |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati MATT



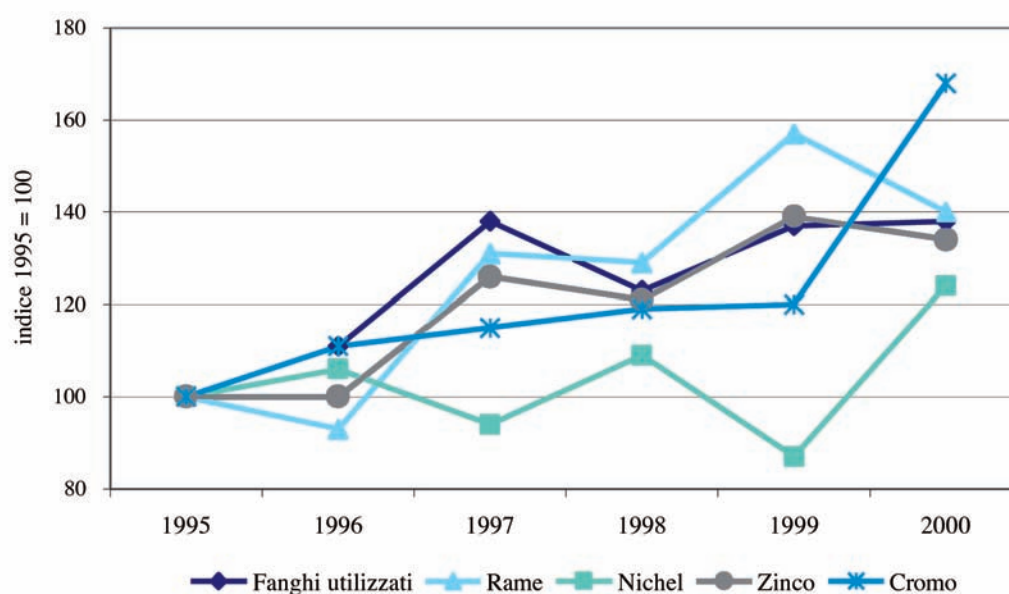
Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati MATT

**Figura 12.19 : Stima degli elementi fertilizzanti contenuti nei fanghi di depurazione utilizzati in agricoltura - Anni 1995-2000**



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati MATT

**Figura 12.20: Evoluzione della quantità di fanghi utilizzati in agricoltura e dei quantitativi di metalli apportati con tale utilizzo - Anni 1995-2000**



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati MATT

**Figura 12.21: Evoluzione della quantità di fanghi utilizzati in agricoltura e dei quantitativi di metalli apportati con tale utilizzo - Anni 1995-2000**



## 12.4 Siti contaminati

L'inquinamento del suolo da fonti puntuali, e quindi la presenza di siti contaminati, rappresenta una compromissione della qualità del suolo tale da impedire le funzioni che il suolo stesso dovrebbe svolgere.

I siti contaminati, in base alla normativa nazionale in vigore, rappresentano tutte le aree nelle quali è stata accertata un'alterazione puntuale delle caratteristiche naturali del suolo/sottosuolo o delle acque da parte di un qualsiasi agente inquinante, oltre valori di concentrazione limite (Allegato 1 del DM 471/99) stabiliti per un certo utilizzo (residenziale, verde pubblico o privato, commerciale, industriale).

È lo stesso strumento legislativo a prevedere un sistema di raccolta e aggiornamento dei dati sui siti inquinati attraverso la creazione delle "Anagrafi regionali dei siti da bonificare", appositamente prevista sia dal D.lgs. 22/97, sia dal DM 471/99 emanato in attuazione del citato decreto legislativo.

Alcuni indicatori di pressione afferenti a questo tema sono trattati in altri capitoli, come i dati sugli impianti di smaltimento dei rifiuti, quelli delle industrie a rischio di incidente rilevante, le cave, le miniere e i siti di estrazione energetica; analogamente sono altrove riportati gli indicatori sulla qualità ambientale delle organizzazioni e delle imprese che possono essere considerati indicatori di risposta nell'ambito di questo tema.

Gli indicatori più interessanti collegati direttamente a questo tema riguardano però la quantità e la qualità (dimensioni, matrici contaminate, tipo di contaminante, origine della contaminazione, tecnologie di bonifica utilizzate, costi sostenuti per la bonifica, ecc.) dei siti inquinati; i dati per la loro costruzione dovrebbero derivare proprio dalle citate Anagrafi regionali.

Lo stato di attuazione di queste Anagrafi, purtroppo, è piuttosto in ritardo rispetto ai tempi previsti dal decreto, per cui le informazioni attualmente disponibili permettono la costruzione di indicatori solo parzialmente rispondenti alle esigenze conoscitive.

Gli indicatori che attualmente si possono costruire, oltre a quelli già citati e riportati in altri capitoli, sono i tre riportati nello schema Q12.4.

Il primo riguarda il numero di siti contaminati individuati dalle singole regioni, con una suddivisione, già abbastanza significativa, sullo stato di avanzamento dell'iter di bonifica secondo i diversi livelli previsti dal DM 471/99. Ovviamente il solo dato numerico fornisce un'informazione piuttosto limitata, ma permette comunque un sufficiente dimensionamento del problema e, con la progressiva entrata a regime delle Anagrafi regionali, permetterà di seguire l'evoluzione generale dei processi di bonifica.

Il secondo indicatore riguarda informazioni aggiuntive sui siti di interesse nazionale; le diverse leggi ne hanno per ora individuati 50, alcuni dei quali sono però rappresentati da aree molto vaste all'interno delle quali sono stati identificati diversi siti. Benché come numero tali siti siano compresi anche nell'indicatore precedente, l'indicatore specifico fornisce informazioni aggiuntive sia in merito alla localizzazione, sia come dimensioni delle aree interessate.

Il terzo indicatore (indicatore di risposta) è il più importante, in quanto rappresenta il numero di siti sui quali si sono ormai concluse le operazioni di bonifica, compresi i casi in cui la caratterizzazione approfondita ha stabilito non essere necessario un intervento di bonifica.

**Q 12.4: Quadro delle caratteristiche degli indicatori per i Siti contaminati**

| Nome Indicatore                         | Finalità                                                                                                                                             | DPSIR | Riferimenti Normativi                                           |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------------|
| Siti contaminati                        | Fornire la situazione puntuale delle aree che necessitano sicuramente di interventi di bonifica del suolo e/o delle acque superficiali e sotterranee | P     | D.lgs. 22/97 (art. 17)<br>DM Ambiente 471/99<br>leggi regionali |
| Siti contaminati di interesse nazionale | Fornire la situazione puntuale sulla bonifica dei siti di interesse nazionale                                                                        | P     | L 426/98 L 388/00<br>DM Ambiente 468/01<br>L 179/02             |
| Siti bonificati                         | Descrivere il numero e la localizzazione dei siti bonificati                                                                                         | R     | D.lgs. 22/97 (art. 17)<br>DM Ambiente 471/99<br>leggi regionali |



## INDICATORE

### SITI CONTAMINATI

## SCOPO

Fornire il numero delle aree che necessitano di interventi di bonifica del suolo e/o delle acque superficiali e sotterranee.

## DESCRIZIONE

I siti contaminati comprendono quelle aree nelle quali, in seguito ad attività umane svolte o in corso, è stata accertata un'alterazione puntuale delle caratteristiche naturali del suolo, da parte di un qualsiasi agente inquinante presente in concentrazioni superiori ai limiti tabellari stabiliti per un certo uso del suolo (limiti stabiliti dal DM Ambiente 471/99 attuativo dell'articolo 17 del D.lgs. 22/97).

Rientrano in questa categoria le contaminazioni locali del suolo rilevate in aree industriali attive o dismesse, in aree interessate da smaltimenti di rifiuti o da sversamenti occasionali; sono escluse invece le contaminazioni diffuse dovute sia a emissioni in atmosfera, sia a utilizzi agricoli.

## UNITÀ di MISURA

Numero (n.)

## FONTI dei DATI

Regioni, ARPA/APPA.

I dati riportati derivano dall'avvio delle Anagrafi regionali previste dall'art. 17 del DM Ambiente 471/99.

## NOTE TABELLE e FIGURE

I dati riportati in tabella 12.17 sono stati forniti dalle Regioni e dalle ARPA/APPA in risposta a un apposito questionario. Nella maggior parte dei casi, le Regioni non hanno ancora avviato ufficialmente l'Anagrafe dei siti da bonificare, per cui i dati sono da ritenersi provvisori.

I dati sui siti potenzialmente contaminati sono ancora sicuramente disomogenei, in quanto solo alcune regioni hanno condotto un vero censimento ai sensi del DM Ambiente 471/99 e del DM Ambiente 185/89; negli altri casi, il dato riportato si riferisce all'insieme dei siti segnalati come potenzialmente contaminati, parte dei quali è poi stata inserita (o è in procinto di esserlo) nell'Anagrafe. In genere il numero dei siti potenzialmente contaminati comprende anche quelli per i quali la contaminazione è stata successivamente accertata e che sono stati inseriti tra quelli da bonificare. L'insieme dei siti da bonificare inseriti o inseribili in Anagrafe, il cui totale è riportato nella colonna più a destra, è stato suddiviso in tre categorie principali. I siti con bonifica in corso sono a loro volta stati suddivisi in tre categorie in base al diverso livello dell'iter di bonifica. Nella colonna dei siti con sola indagine preliminare vi sono quelli già inseriti o che stanno per essere inseriti in Anagrafe, per i quali non è ancora stato approvato il Piano di caratterizzazione di cui al DM Ambiente 471/99. Per alcuni di questi siti esistono solo delle caratterizzazioni di massima, o, addirittura, solo delle segnalazioni generiche, mentre per altri il piano di caratterizzazione è già stato presentato ma non ancora ultimato e approvato.

La colonna dei siti con bonifica distingue quelli per i quali l'apposita Conferenza dei servizi ha approvato almeno il Piano di caratterizzazione da quelli per cui sono già stati approvati il progetto preliminare e il progetto definitivo; tra questi ultimi sono compresi anche quelli con bonifica praticamente ultimata ma non ancora certificata dalla Provincia.

La colonna dei siti bonificati secondo i criteri del DM Ambiente 471/99 comprende, per alcune regioni, anche i siti inseriti in Anagrafe per i quali, dopo le operazioni di messa in sicurezza di emergenza, la caratterizzazione ha dimostrato non essere più necessario l'intervento di bonifica. Per alcuni di questi siti non è stata emessa una certificazione da parte della Provincia competente, ma si è semplicemente preso atto che la bonifica non era più necessaria. Altre regioni, invece, non inseriscono in Anagrafe questa tipologia di siti.

## STATO e TREND

Considerata la fase di avvio delle anagrafi regionali, il confronto di questi dati con quelli degli anni precedenti ha una validità molto limitata, per cui il trend non è al momento rappresentabile.



## OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La normativa di riferimento è il DM Ambiente 471/99, emanato in attuazione dell'art. 17 del D.lgs. 22/97. La norma prevede che le regioni istituiscano le anagrafi regionali dei siti da bonificare e adottino dei piani di bonifica delle aree inquinate. Il censimento dei siti potenzialmente contaminati deve essere condotto secondo i criteri definiti dal DM Ambiente 471/99 e dal DM Ambiente 185/89.

## PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

## QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 3                       | 1                          |

In riferimento alla domanda di informazioni da parte della normativa, l'indicatore fornisce attualmente informazioni incomplete circa il livello di gestione dei siti contaminati; anche l'aderenza alla richiesta derivante dalla problematica ambientale descritta non è completamente soddisfacente, in quanto le informazioni di dettaglio sono incomplete. Ciò è sicuramente dovuto al fatto che le Anagrafi regionali sono in fase di avvio.

I dati derivano comunque da fonti affidabili, anche se la comparabilità dei dati risente della non ancora completa attuazione dell'Anagrafe. Per lo stesso motivo la comparabilità temporale è bassa, mentre quella spaziale è alta.

★ ★



Tabella 12.17: Siti potenzialmente contaminati e siti da bonificare per regione - Anno 2003

| Regione/<br>Provincia autonoma | Siti<br>potenzialmente<br>contaminati | Siti da bonificare inseriti o inseribili in anagrafe |                                                |                                                                      |                                            | Bonificati        | TOTALE             |
|--------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------|--------------------|
|                                |                                       | Con sola<br>indagine<br>preliminare                  | Con piano di<br>caratterizzazione<br>approvato | Con bonifica in corso<br>Con<br>progetto<br>preliminare<br>approvato | Con<br>progetto<br>definitivo<br>approvato |                   |                    |
| Piemonte                       | 648                                   | 198                                                  | 42                                             | 17                                                                   | 94                                         | <sup>(3)</sup> 79 | <sup>(2)</sup> 430 |
| Valle d'Aosta                  | 2                                     | 1                                                    | 3                                              | 0                                                                    | 1                                          | 3                 | 8                  |
| Lombardia                      | 1.826                                 | 475                                                  | 165                                            | 40                                                                   | 123                                        | 112               | 915                |
| Trentino<br>Alto Adige         | 566                                   | 131                                                  | 28                                             | 17                                                                   | 17                                         | 29                | 222                |
| Bolzano- Bozen                 | 200                                   | 115                                                  | 20                                             | 15                                                                   | 11                                         | 12                | 173                |
| Trento                         | 366                                   | 16                                                   | 8                                              | 2                                                                    | 6                                          | 17                | 49                 |
| Veneto                         | 125                                   | 164                                                  | 48                                             | 53                                                                   | 61                                         | 15                | 341                |
| Friuli Venezia<br>Giulia       | 144                                   | 26                                                   | 10                                             | 1                                                                    | 2                                          | 0                 | 39                 |
| Liguria                        | 945                                   | 57                                                   | 30                                             | 17                                                                   | 23                                         | 0                 | 127                |
| Emilia<br>Romagna              | <sup>(1)</sup>                        | 260                                                  | 73                                             | 5                                                                    | 52                                         | 24                | 414                |
| Toscana                        | 1.099                                 | <sup>(4)</sup> 572                                   | 47                                             |                                                                      | 203                                        | <sup>(3)</sup> 88 | 910                |
| Umbria                         | <sup>(1)</sup>                        | <sup>(2)</sup> 14                                    |                                                |                                                                      | <sup>(2)</sup> 8                           | <sup>(2)</sup> 0  | <sup>(2)</sup> 22  |
| Marche                         | 1.574                                 | 33                                                   | 28                                             | 0                                                                    | 4                                          | 13                | 78                 |
| Lazio                          | 550                                   | 145                                                  | 36                                             | 7                                                                    | 18                                         | 5                 | 211                |
| Abruzzo                        | <sup>(1)</sup>                        | <sup>(1)</sup>                                       | <sup>(1)</sup>                                 | <sup>(1)</sup>                                                       | <sup>(1)</sup>                             | 3                 | <sup>(1)</sup>     |
| Molise                         | 52                                    | 2                                                    | 4                                              | 0                                                                    | 2                                          | 0                 | 8                  |
| Campania                       | <sup>(6)</sup> 1.000                  | <sup>(4,6)</sup> 46                                  | <sup>(6)</sup> 44                              | <sup>(6)</sup> 6                                                     | <sup>(6)</sup> 9                           | <sup>(6)</sup> 4  | <sup>(6)</sup> 109 |
| Puglia                         | <sup>(5)</sup> 566                    | <sup>(1)</sup>                                       | <sup>(1)</sup>                                 | <sup>(1)</sup>                                                       | <sup>(1)</sup>                             | <sup>(1)</sup>    | <sup>(1)</sup>     |
| Basilicata                     | <sup>(5)</sup> 890                    | <sup>(1)</sup>                                       | <sup>(1)</sup>                                 | <sup>(1)</sup>                                                       | <sup>(1)</sup>                             | <sup>(1)</sup>    | <sup>(5)</sup> 117 |
| Calabria                       | <sup>(5)</sup> 696                    | <sup>(1)</sup>                                       | <sup>(1)</sup>                                 | <sup>(1)</sup>                                                       | <sup>(1)</sup>                             | <sup>(1)</sup>    | <sup>(5)</sup> 40  |
| Sicilia                        | 721                                   | 57                                                   | 3                                              | 3                                                                    | 0                                          | 5                 | 68                 |
| Sardegna                       | 703                                   | 276                                                  | 16                                             | 9                                                                    | 21                                         | 2                 | 324                |

Fonte: Regioni, ARPA/APPA 2003

**LEGENDA:**<sup>(1)</sup> La valutazione è in corso; i dati non sono al momento disponibili<sup>(2)</sup> La verifica dei siti da inserire in Anagrafe non è ancora stata ultimata, per cui il numero potrebbe cambiare<sup>(3)</sup> Sono compresi i siti inseriti in anagrafe per i quali, dopo la messa in sicurezza d'emergenza e la caratterizzazione, le Autorità competenti, con apposita presa d'atto, non hanno ritenuto necessario un intervento di bonifica<sup>(4)</sup> Compresi quelli per cui è già stato presentato, ma non ancora approvato, il piano della caratterizzazione<sup>(5)</sup> Dato stimato da CTN\_TES sulla base dei dati disponibili nel 2002 (APAT - Annuario dei dati ambientali 2002)<sup>(6)</sup> In Campania non è ancora partita l'anagrafe dei siti contaminati; i dati riportati sono quelli direttamente in possesso dell'ARPAC, e sono sicuramente incompleti rispetto alla totalità dei siti presenti

**INDICATORE**

SITI CONTAMINATI DI INTERESSE NAZIONALE

**SCOPO**

Fornire il numero, la localizzazione e lo stato di attuazione degli interventi di bonifica del suolo e/o delle acque superficiali e sotterranee riconosciuti di interesse nazionale, ai sensi dell'art. 14 del D.lgs. 22/97 e dell'art. 15 del DM Ambiente 471/99.

**DESCRIZIONE**

Questo indicatore fornisce le informazioni principali sui siti contaminati di interesse nazionale, identificati, nel rispetto degli indirizzi forniti dall'art. 14 del D.lgs. 22/97 e dell'art. 15 del DM Ambiente 471/99, dalla L. 426/98, dalla L. 388/00, dal DM Ambiente 468/01 e dalla L. 179/02. Detti siti hanno una gestione separata dagli altri siti contaminati, in quanto le operazioni di bonifica sono coordinate direttamente dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, con il supporto tecnico dell'APAT, dell'Istituto Superiore di Sanità, dell'ENEA e delle ARPA/APPA competenti per territorio. Questi siti hanno inoltre grande rilevanza ambientale sia per le superfici interessate, sia per le tipologie di contaminazione presenti. Sono inseriti anche nelle Anagrafi regionali, per cui compaiono nell'indicatore *Siti contaminati*. Con questo indicatore specifico si vogliono però fornire delle informazioni integrative, considerata la loro importanza ambientale ed economica.

**UNITÀ di MISURA**

Numero (n.), ettaro (ha).

**FONTI dei DATI**

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, delle Regioni e delle ARPA/APPA.

**NOTE TABELLE e FIGURE**

Nella tabella 12.18 è riportato l'elenco dei siti di interesse nazionale finora individuati dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio con la perimetrazione totale in ettari delle aree interessate e la suddivisione in superfici di acqua e terra. Nella figura 12.22 viene evidenziata la localizzazione dei suddetti siti sul territorio nazionale.

**STATO e TREND**

Considerata la fase di avvio delle Anagrafi regionali, il confronto dei dati presentati con quelli degli anni precedenti ha una validità molto limitata, per cui il trend non è al momento rappresentabile.

**OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA**

La normativa di riferimento è il DM Ambiente 471/99, emanato in attuazione dell'art. 17 del D.lgs. 22/97. I siti di interesse nazionale sono stati individuati dalla L. 426/88, dalla L. 388/00, dal DM Ambiente 468/01 e dalla L. 179/02. Le perimetrazioni sono individuate, sito per sito, con decreti ministeriali. Gli obiettivi di bonifica sono definiti dalle tabelle del DM Ambiente 471/99 e dai progetti definitivi approvati da apposite Conferenze dei servizi.

**PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO**

Annuale

**QUALITÀ dell'INFORMAZIONE**

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 3                       | 1                          |

L'indicatore fornisce attualmente informazioni incomplete circa il livello di gestione dei siti di interesse nazionale; anche l'aderenza alla richiesta derivante dalla problematica ambientale descritta non è completamente soddisfacente, in quanto le informazioni di dettaglio sui siti bonificati sono incomplete. Ciò è dovuto al fatto che le Anagrafi regionali sono in fase di avvio. I dati derivano comunque da fonti affidabili, anche se la loro comparabilità risente della non completa attuazione dell'Anagrafe. Per lo stesso motivo, la comparabilità temporale è bassa, mentre quella spaziale è alta.





**Tabella 12.18: Siti contaminati di interesse nazionale (ai sensi dell'art. 14 del D.lgs. 22/97 e dell'art. 15 del DM Ambiente 471/99) per regione**

| Regione/<br>Provincia<br>autonoma | (*) | Nome                            | Acqua  | Perimetrazione<br>Terra | Totale | Riferimento normativo |
|-----------------------------------|-----|---------------------------------|--------|-------------------------|--------|-----------------------|
|                                   |     |                                 | ha     |                         |        |                       |
| Piemonte                          | 1   | Casal Monferrato                | 0      | 73.834                  | 73.834 | L 426/98              |
|                                   | 2   | Balangero                       | 0      | 314                     | 314    | L 426/98              |
|                                   | 3   | Pieve Vergonte                  | 10.525 | 4.623                   | 15.148 | L 426/98              |
|                                   | 4   | Basse di Stura (Torino)         | 0      | 8.785                   | 8.785  | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 5   | Serravalle Scrivia              | 0      | 74                      | 74     | L 179/02              |
| Valle d'Aosta                     | 6   | Emarese                         | 0      | 15                      | 15     | DM Ambiente 468/01    |
| Lombardia                         | 7   | Sesto San Giovanni              | 0      | 255                     | 255    | L 388/2000            |
|                                   | 8   | Pioltello – Rodano              | 0      | 84                      | 84     | L 388/2000            |
|                                   | 9   | Cerro al Lambro                 | 0      | 6.193                   | 6.193  | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 10  | Milano – Bovisa                 | 0      | 43                      | 43     | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 11  | Brescia – Caffaro               | 0      | 262                     | 262    | L 179/02              |
|                                   | 12  | Laghi di Mantova e polo chimico | -      | -                       | 1028   | L 179/02              |
|                                   | 13  | Broni                           | 0      | 14                      | 14     | L 179/02              |
| Veneto                            | 14  | Venezia (Porto Marghera)        | 2.568  | 3.222                   | 5.790  | L 426/98              |
|                                   | 15  | Mardimago – Ceregnano (Rovigo)  | 0      | 57                      | 57     | DM Ambiente 468/01    |
| Friuli Venezia<br>Giulia          | 16  | Trieste                         | 1.196  | 502                     | 1.698  | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 17  | Laguna di Grado e Marano        | 6.831  | 4.198                   | 11.029 | DM Ambiente 468/01    |
| Liguria                           | 18  | Cengio e Saliceto               | 0      | 22.228                  | 22.228 | L 426/98              |
|                                   | 19  | Pitelli (La Spezia)             | 1.564  | 20.481                  | 22.045 | L 426/99              |
|                                   | 20  | Cogoleto – Stoppani             | 167    | 45                      | 212    | DM Ambiente 468/01    |
| Emilia Romagna                    | 21  | Sassuolo – Scandiano            | -      | -                       | -      | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 22  | Fidenza                         | 0      | 26                      | 26     | DM Ambiente 468/01    |
| Toscana                           | 23  | Piombino                        | 2.015  | 827                     | 2.842  | L 426/98              |
|                                   | 24  | Massa e Carrara                 | 1.895  | 1.642                   | 3.537  | L 426/98              |
|                                   | 25  | Livorno                         | 1.418  | 654                     | 2.072  | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 26  | Orbetello area ex-Sitoco        | -      | -                       | 335    | L 179/02              |
| Umbria                            | 27  | Terni – Papigno                 | 0      | 655                     | 655    | DM Ambiente 468/01    |
| Marche                            | 28  | Basso bacino del fiume Chienti  | 1.191  | 2.641                   | 3.832  | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 29  | Falconara Marittima             | 1.166  | 108                     | 1.274  | L 179/02              |
| Lazio                             | 30  | Frosinone                       | -      | -                       | -      | DM Ambiente 468/01    |
| Abruzzo                           | 31  | Fiumi Saline e Alento           | 778    | 1.137                   | 1.915  | DM Ambiente 468/01    |
| Molise                            | 32  | Campobasso – Guglionesi II      | 0      | 5                       | 5      | DM Ambiente 468/01    |

continua



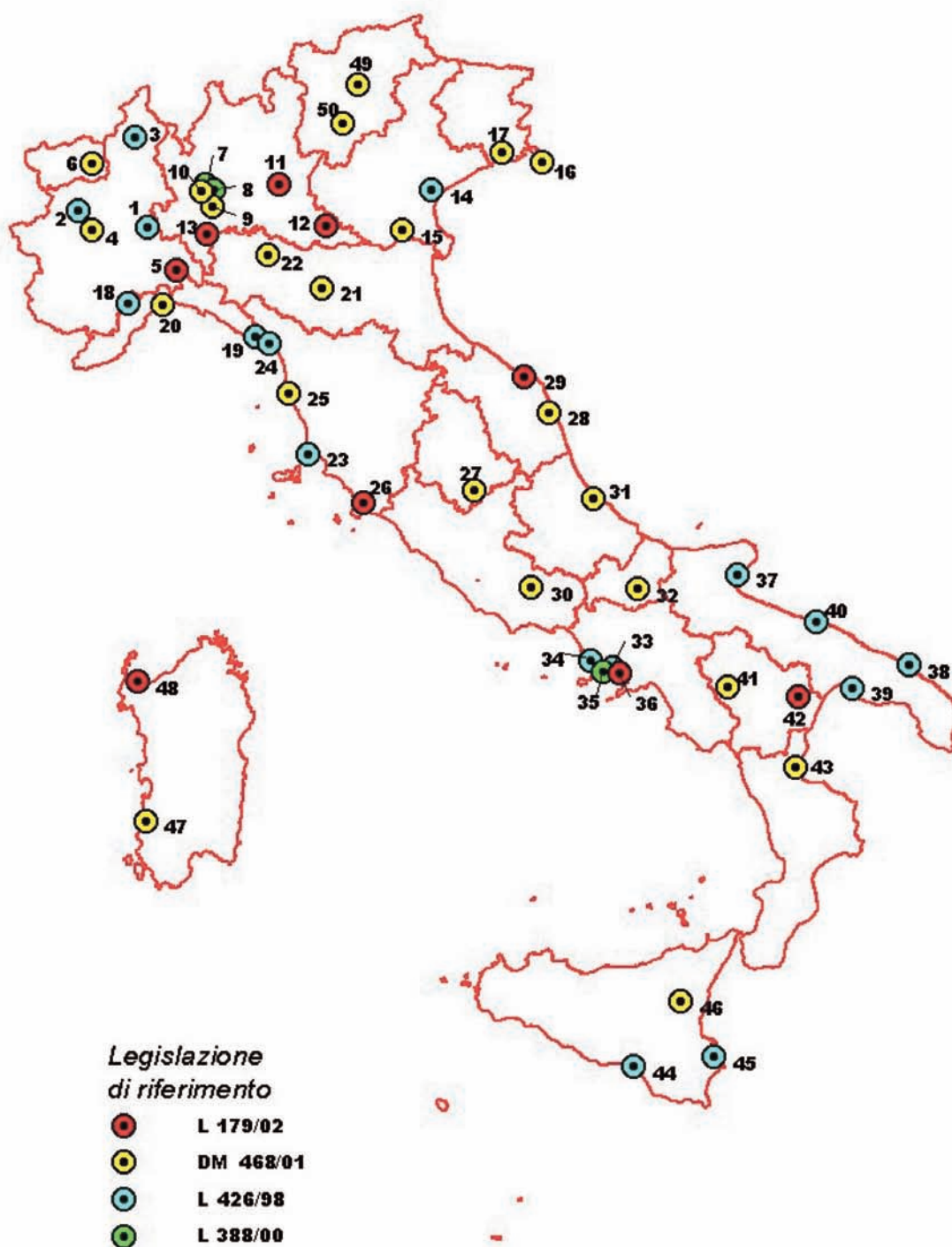
segue

| Regione/<br>Provincia<br>autonoma | (*) | Nome                                                       | Acqua  | Perimetrazione<br>Terra<br>ha | Totale  | Riferimento normativo |
|-----------------------------------|-----|------------------------------------------------------------|--------|-------------------------------|---------|-----------------------|
| Campania                          | 33  | Napoli Orientale                                           | 1.432  | 834                           | 2.266   | L 426/98              |
|                                   | 34  | Litorale Domizio Flegreo ed Agro Aversano (Caserta-Napoli) | 22.505 | 141.382                       | 163.887 | L 426/98              |
|                                   | 35  | Napoli Bagnoli - Coroglio                                  | 1.494  | 945                           | 2.439   | L 388/2000            |
|                                   | 36  | Aree del litorale vesuviano                                | -      | -                             | 8.121   | L 179/02              |
| Puglia                            | 37  | Manfredonia                                                | 853    | 303                           | 1.156   | L 426/98              |
|                                   | 38  | Brindisi                                                   | 5.590  | 5.733                         | 11.323  | L 426/98              |
|                                   | 39  | Taranto                                                    | 6.991  | 4.383                         | 11.374  | L 426/98              |
|                                   | 40  | Bari - Fibrionit                                           | 0      | 15                            | 15      | DM Ambiente 468/01    |
| Basilicata                        | 41  | Tito                                                       | 0      | 314                           | 314     | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 42  | Aree industriali della Val Basento                         | 0      | 3.393                         | 3.393   | L 179/02              |
| Calabria                          | 43  | Crotone - Cassano - Cerchiara                              | 1.452  | 866                           | 2.318   | DM Ambiente 468/01    |
| Sicilia                           | 44  | Gela                                                       | 4.563  | 795                           | 5.358   | L 426/98              |
|                                   | 45  | Priolo                                                     | 10.085 | 3.366                         | 13.451  | L 426/98              |
|                                   | 46  | Biancavilla                                                | 0      | 330                           | 330     | DM Ambiente 468/01    |
| Sardegna                          | 47  | Sulcis - Iglesiente - Guspinese                            | 88.441 | 354.132                       | 442.573 | DM Ambiente 468/01    |
|                                   | 48  | Aree industriali di Porto Torres                           | 2.741  | 1.830                         | 4.571   | L 179/02              |
| Bolzano-Bozen                     | 49  | Bolzano                                                    | 0      | 27                            | 27      | DM Ambiente 468/01    |
| Trento                            | 50  | Trento nord                                                | 0      | 24                            | 24      | DM Ambiente 468/01    |

Fonte: Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio

## LEGENDA:

(\*) Il numero indica il riferimento nella figura 12.21



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati MATT, Regioni e ARPA

**Figura 12.22: Localizzazione dei siti di interesse nazionale**

**INDICATORE****SITI BONIFICATI****SCOPO**

L'indicatore evidenzia il numero di siti bonificati per ogni regione, perseguendo l'obiettivo di evidenziare la risposta, a livello politico e amministrativo, alle situazioni di contaminazione puntuale del suolo, delle acque superficiali e di quelle sotterranee.

**DESCRIZIONE**

L'indicatore evidenzia il numero di siti bonificati a livello regionale, considerando sia i siti bonificati con criteri regionali prima dell'entrata in vigore del DM Ambiente 471/99, sia quelli per i quali le operazioni di bonifica e ripristino ambientale sono avvenute nel pieno rispetto del citato decreto. Si ricorda che tale decreto prevede che, ultimati i lavori di bonifica e ripristino ambientale, la provincia competente per territorio controlli i risultati ottenuti ed emetta un'apposita certificazione ambientale. I dati per l'aggiornamento dell'indicatore derivano dalle Anagrafi regionali sui siti da bonificare che sono attualmente in fase di avvio. In questa prima fase i dati, pur coprendo praticamente tutto il territorio nazionale, non sono ancora completamente confrontabili.

**UNITÀ di MISURA**

Numero (n.)

**FONTE dei DATI**

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati forniti dalle Regioni e dalle ARPA/APPA.

**NOTE TABELLE e FIGURE**

Nella tabella 12.19 vengono riportati i siti bonificati per una parte delle regioni italiane. I dati, come già per i siti da bonificare, sono provvisori e incompleti. Nella seconda colonna sono riportati anche i siti inseriti, o inseribili, in Anagrafe per i quali, dopo le operazioni di messa in sicurezza di emergenza, la caratterizzazione ha dimostrato non essere più necessario l'intervento di bonifica. Per alcuni di questi siti non è stata emessa una certificazione da parte della provincia competente, ma si è semplicemente preso atto che la bonifica non era più necessaria. Alcune regioni, invece, non inseriscono in Anagrafe questa tipologia di siti. I siti inseriti nella terza colonna sono stati bonificati con i criteri che ogni regione seguiva prima dell'entrata in vigore del DM Ambiente 471/99.

**STATO e TREND**

Considerata la fase di avvio delle Anagrafi regionali, il confronto dei dati presentati con quelli degli anni precedenti ha una validità molto limitata, per cui il trend non è al momento rappresentabile.

**OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA**

La normativa di riferimento è il D.lgs. 22/97, soprattutto attraverso il suo decreto attuativo DM Ambiente 471/99. Tale normativa prevede l'istituzione dell'Anagrafe dei siti da bonificare a livello regionale che deve contenere, tra le altre cose, le informazioni sui siti bonificati.

**PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO**

Annuale

**QUALITÀ dell'INFORMAZIONE**

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 3                       | 1                          |

L'indicatore fornisce attualmente informazioni incomplete circa i siti bonificati; anche l'aderenza alla richiesta derivante dalla problematica ambientale descritta non è completamente soddisfacente, in quanto le informazioni di dettaglio sono incomplete. Ciò è dovuto al fatto che le Anagrafi regionali sono in fase di avvio. I dati derivano comunque da fonti affidabili, anche se la comparabilità risente della non completa attuazione dell'Anagrafe. Per lo stesso motivo, la comparabilità temporale è bassa, mentre quella spaziale è buona.





Tabella 12.19: Siti bonificati per regione - Anno 2003

| Regione/Provincia autonoma | Inseriti o inseribili in Anagrafe e bonificati ai sensi del DM 417/99 | Siti bonificati Non inseriti in Anagrafe e bonificati con criteri regionali ante 471/99 | TOTALE |
|----------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Piemonte                   | (2) 79                                                                | 118                                                                                     | 197    |
| Valle d'Aosta              | 3                                                                     | 1                                                                                       | 4      |
| Lombardia                  | 112                                                                   | 48                                                                                      | 160    |
| Trentino Alto Adige        | 29                                                                    | 328                                                                                     | 367    |
| <i>Bolzano-Bozen</i>       | 12                                                                    | 20                                                                                      | 32     |
| <i>Trento</i>              | 17                                                                    | (1) 308                                                                                 | 335    |
| Veneto                     | 15                                                                    | 8                                                                                       | 23     |
| Friuli Venezia Giulia      | 0                                                                     | (5) 0                                                                                   | (5) 0  |
| Liguria                    | 0                                                                     | 18                                                                                      | 18     |
| Emilia Romagna             | 24                                                                    | 18                                                                                      | 42     |
| Toscana                    | 88                                                                    | 26                                                                                      | 114    |
| Umbria                     | (4) 0                                                                 | (4) 1                                                                                   | (4) 1  |
| Marche                     | 13                                                                    | 1                                                                                       | 14     |
| Lazio                      | 5                                                                     | 3                                                                                       | 8      |
| Abruzzo                    | 3                                                                     | 2                                                                                       | 5      |
| Molise                     | 0                                                                     | 0                                                                                       | 0      |
| Campania                   | 4                                                                     | (3)                                                                                     | 4      |
| Puglia                     | (5)                                                                   | (5)                                                                                     | (5)    |
| Basilicata                 | (5)                                                                   | (5)                                                                                     | (5)    |
| Calabria                   | (5)                                                                   | (5)                                                                                     | (5)    |
| Sicilia                    | 5                                                                     | 180                                                                                     | 185    |
| Sardegna                   | 2                                                                     | 6                                                                                       | 8      |

Fonte: Regioni, ARPA / APPA 2003

**LEGENDA:**

(1) Si tratta di ex discariche comunali di RSU

(2) Sono compresi i siti inseriti in anagrafe per i quali, dopo la messa in sicurezza d'emergenza e la caratterizzazione, le Autorità competenti, con apposita presa d'atto, non hanno ritenuto necessario un intervento di bonifica

(3) In Campania non è ancora partita l'Anagrafe dei siti contaminati; i dati sui siti bonificati non sono attualmente in possesso dell'ARPAC

(4) Dati provvisori

(5) La valutazione è in corso; i dati non sono al momento disponibili



### 12.5 Uso del territorio

Questo tema considera, analizza e rappresenta i dati relativi al territorio e al suolo, ove e per quanto possibile, secondo la dimensione territoriale dei fenomeni; rientrano in questo tema tutte le problematiche correlate al *land cover* e al *land use*. Il tema prevede l'analisi della situazione e dell'evoluzione territoriale anche avvalendosi delle tecniche di *remote sensing*, cioè del telerilevamento, e cerca di rappresentarle, soprattutto, attraverso l'uso del Sistema di Informazione Geografica (GIS), con un'integrazione basata sul territorio e un'integrazione settoriale. Nel primo caso, si cerca di dare ai dati e alle informazioni quel contenuto spaziale che è fondamentale per trasformarli in reali strumenti di supporto alle decisioni a livello locale, regionale o nazionale; nel secondo, si usa un altro livello di aggregazione delle informazioni su settori produttivi o di servizio, che sono ben individuati a livello di politiche settoriali, come i trasporti, l'agricoltura, l'energia, il turismo, i cambiamenti climatici, la gestione integrata delle acque, la cooperazione internazionale.

In altre parole, accanto a una visione verticale del problema, che segue i ben noti schemi MDIAR (*Monitoring, Data, Information, Assessment, Response*) e DPSIR (*Driving, Pressure, State, Impact, Response*), occorre considerare una dimensione orizzontale dell'evolversi delle risorse e dei fenomeni naturali, diversa dai confini amministrativi, quali zone urbane, aree rurali, montagne, coste, e così via, senza dimenticare le integrazioni con i settori produttivi.

L'individuazione degli indicatori per questo tema è ancora in fase iniziale, per cui quelli rappresentati nel quadro Q12.5 sono solo primi esempi di indicatori sull'uso del territorio. Altri indicatori collegati a questo tema sono rappresentati nei capitoli *Rischio antropogenico*, *Rischio industriale*, *Biosfera* e nella sezione *Settori produttivi*.

I primi due indicatori, relativi all'uso del suolo e alle aree occupate da urbanizzazione e infrastrutture (*sealing*) descrivono l'uso generale del territorio con una particolare attenzione a quelle forme di consumo di suolo caratterizzate da una impermeabilizzazione dello stesso in forma irreversibile o comunque difficilmente reversibile. Una fonte fondamentale di dati per la costruzione di questi indicatori sono i risultati del *Corine Land Cover* (CLC); i dati del CLC2000, attesi per la prima metà del 2004, permetteranno, attraverso il confronto con quelli attualmente disponibili (CLC1990), un'analisi dei *trend* sui diversi usi più approfondita di quella attualmente disponibile.

Un secondo gruppo di indicatori riguarda alcune attività di evidente impatto ambientale e territoriale, quali i siti di estrazione di minerali di prima categoria (miniere), di seconda categoria (cave) e quelli utilizzati per l'estrazione di risorse energetiche. In riferimento alle miniere, è bene ricordare che è in atto, da parte dell'APAT, il Censimento dei siti minerari dismessi, previsto dalla legge 179/02, e che è in via di emanazione una Direttiva europea sulla gestione dei rifiuti minerari.

Infine, è stato costruito un nuovo indicatore sull'urbanizzazione nella fascia costiera, utilizzando i dati provenienti dal progetto europeo *Lacoast*; questi dati, sicuramente aggiornabili con i dati CLC2000, permettono di evidenziare il problema del consumo di suolo in una delle aree ambientalmente più vulnerabili del nostro Paese.



**Q 12.5: Quadro delle caratteristiche degli indicatori per l'Uso del territorio**

| Nome Indicatore                                             | Finalità                                                                                                                                                                                                                                                                                      | DPSIR    | Riferimenti Normativi                                                                                                                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Uso del suolo                                               | Fornire un quadro generale delle principali attività antropiche e/o economiche presenti sul territorio                                                                                                                                                                                        | <b>S</b> | 5 <sup>th</sup> EAP: cap. 5 (risorse naturali), tabella 10 (protezione della natura e biodiversità)<br>Agenda 21: cap. 7 (domanda di uso del territorio)<br>6 <sup>th</sup> EAP                                              |
| Urbanizzazione e infrastrutture                             | Rappresentare l'occupazione del territorio da urbanizzazione e infrastrutture, considerata come la principale forma di perdita irreversibile di suolo                                                                                                                                         | <b>P</b> | 5 <sup>th</sup> EAP: cap. 5 (risorse naturali), tabella 10 (protezione della natura e biodiversità)<br>Agenda 21: cap. 7 (domanda di uso del territorio)<br>Direttiva 85/377/CEE<br>6 <sup>th</sup> EAP<br>CE-COM (2002) 179 |
| Siti di estrazione di minerali di seconda categoria (cave)  | Descrivere la diffusione di siti estrattivi e relativi impianti e ottenere informazioni sulla quantità di suolo che viene sottratta all'attività agricola; indirettamente, può quindi rappresentare un indicatore di perdita di suolo e può fornire informazioni su potenziali siti inquinati | <b>P</b> | RD 29/07/1927, n. 1443<br>DPR 14/01/1972, n. 2<br>DPR 24/07/1977, n. 616<br>L 752/82<br>DM Ambiente 23/12/1991                                                                                                               |
| Siti di estrazione di minerali di prima categoria (miniere) | Quantificare le attività antropiche di <i>siti di estrazione di minerali di prima categoria</i> a elevato impatto ambientale-paesaggistico strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale                                                                               | <b>P</b> | RD 1443/27<br>L 179/02<br>CE COM (2002)179                                                                                                                                                                                   |
| Siti di estrazione di risorse energetiche                   | Quantificare le attività antropiche di <i>siti di estrazione di risorse energetiche</i> a elevato impatto ambientale-paesaggistico strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale                                                                                       | <b>P</b> | RD 1443/27<br>DPR 485/94<br>DPR 526/94<br>DM Ambiente 23/12/1991                                                                                                                                                             |
| Urbanizzazione in area costiera                             | Quantificare le variazioni di uso del suolo nelle aree costiere con particolare riferimento alle aree urbanizzate                                                                                                                                                                             | <b>S</b> | Agenda 21: cap. 7 (domanda di uso del territorio)<br>6 <sup>th</sup> EAP<br>ICZM                                                                                                                                             |

**Bibliografia**

The Lacoast Atlas: *Land Cover Changes in European Coastal Zones* – Space Application Institute – Joint Research Centre, 2000 – S.P.I.00.39 EN.

## INDICATORE

### USO DEL SUOLO

#### SCOPO

È l'unico indicatore che descrive l'entità e l'estensione delle principali attività antropiche presenti sul territorio e permette di rilevare i cambiamenti nell'uso del suolo in agricoltura.

#### DESCRIZIONE

Questo indicatore descrive la variazione quantitativa dei vari tipi di aree individuate come omogenee al loro interno (agricole, urbane, industriali, ricreative, naturalistiche, corpi idrici, infrastrutture, ecc.), alla scala di indagine e alla metodologia utilizzata.

A seconda del tipo di area di interesse, le variazioni di uso del suolo possono dimostrare, ad esempio, tendenze temporali dell'economia dedotte dal cambio nelle tipologie di coltivazioni, oppure estensione dell'industrializzazione o delle aree destinate alle infrastrutture, ecc.

#### UNITÀ di MISURA

Ettaro (ha), percentuale (%).

#### FONTE dei DATI

Uso del suolo: *CORINE Land Cover* – CLC1990.

SAU, Foreste e Concessioni per nuove abitazioni: ISTAT.

Strade e Ferrovie: Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (MIT).

#### NOTE TABELLE e FIGURE

Dalle tabelle 12.20 e 12.21 e dalla figura 12.23 si può notare come in Veneto, Lombardia e Friuli Venezia Giulia le aree artificiali superino il 6% del territorio regionale, al contrario di Valle d'Aosta, Trentino Alto Adige, Molise e Basilicata che detengono la minore percentuale. Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige sono, assieme alla Liguria, le regioni che possiedono, invece, il dato più elevato di aree boschive e seminaturali. Queste tre regioni sono caratterizzate anche dal valore più basso di territorio destinato all'uso agricolo. La Puglia, infine, è caratterizzata dalla percentuale minore di territorio boschivo-seminaturale e da quella maggiore di aree agricole, denotando, anche sotto questo aspetto, la sua potenziale vulnerabilità all'erosione e alla desertificazione.

Per la costruzione dell'indicatore sono stati utilizzati i dati del progetto *CORINE Land Cover*, che utilizza una copertura di foto satellitari a livello nazionale con scala 1:100.000 e con una sensibilità di 25 ettari. Tale ricerca è stata condotta in Italia a livello regionale attraverso due sottoprogetti: *Work area 1* per l'Italia del sud, realizzato dal Consorzio ITA con dati del 1989-1990 e *Work area 2* per l'Italia del nord, Sardegna e Sicilia, realizzato dal Centro Interregionale di Roma con dati rilevati nell'intervallo 1990-1993. La pubblicazione finale del progetto risale al dicembre 1996.

Un limite da considerare nella rappresentazione dell'indicatore, di cui occorre tenere conto nel commento dei risultati, è la tecnica utilizzata per la redazione della carta *CORINE*: l'estensione minima delle unità presenti nel database cartografico è, infatti, pari a 25 ettari.

L'analisi della suddivisione dei territori agricoli in seminativi, colture permanenti, prati stabili e zone agricole eterogenee, permette di evidenziare dal punto di vista qualitativo e quantitativo l'utilizzo del suolo agrario. In particolare, si nota come Basilicata, Lombardia, Emilia Romagna e Veneto possiedano la più elevata percentuale di superficie coltivata a seminativi e contemporaneamente la più bassa per quanto riguarda le colture permanenti, per lo più costituite da colture legnose.

La Lombardia detiene anche bassi valori percentuali per ciò che concerne i prati stabili e le zone agricole eterogenee, a conferma del carattere intensivo del settore agricolo in tale regione. Al contrario, alle limitate superfici destinate a seminativo corrispondono, in Liguria, elevati valori di colture permanenti e di zone agricole eterogenee e, in Trentino Alto Adige e Valle d'Aosta, una massiccia presenza di prati stabili, tipici degli alpeggi montani. È infine da sottolineare la scarsa diffusione di zone agricole eterogenee in Calabria, indice di bassa biodiversità dell'ambiente rurale.



Non esistono al momento serie storiche che permettano la costruzione di un *trend*; la seconda versione del progetto *CORINE Land Cover* (CLC2000) è attualmente in fase di esecuzione e i primi risultati saranno disponibili all'inizio del 2004. È però possibile costruire una serie storica (figura 12.24) sull'uso del suolo sulla base di dati ISTAT; un dato evidente è l'utilizzo (o perdita) di territorio dovuto alle aree urbanizzate e alle reti di trasporto, nonché un'evidente diminuzione della SAU riscontrata con il Censimento dell'Agricoltura del 2000.

### STATO e TREND

In attesa dei dati del CLC2000, il *trend* è costruibile solo per i dati riportati in figura 12.24, il cui andamento evidenzia l'aspetto negativo, come uso del suolo, della crescente urbanizzazione a fronte di un aumento, seppur leggero, della superficie forestale; la diminuzione della SAU non può essere vista in termini totalmente negativi, in quanto può anche significare una minor pressione delle attività di agricoltura intensiva sul territorio. Complessivamente il *trend* può essere rappresentato come indifferente, in mancanza di una chiara prevalenza positiva o negativa degli andamenti delle variabili considerate.

### OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due Programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità.

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Quinquennale

### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 2                       | 1                          |

L'indicatore fornisce informazioni abbastanza aderenti, ma sicuramente ancora migliorabili, rispetto alla domanda derivante dalla normativa in merito alla problematica ambientale descritta. I dati derivano da fonti affidabili, sono ottenuti con metodologie riconosciute a livello internazionale e hanno quindi una buona comparabilità; l'accuratezza è comunque migliorabile come pure la comparabilità temporale. La comparabilità spaziale è elevata, in quanto copre tutto il territorio nazionale.

★ ★



**Tabella 12.20: Uso del suolo per classi di primo livello CORINE in migliaia di ettari, per regione**

|                       | Aree artificiali | Aree agricole | Aree boschive<br>e seminaturali | Altro      | Totale       |
|-----------------------|------------------|---------------|---------------------------------|------------|--------------|
| <b>ITALIA</b>         | <b>1.273</b>     | <b>16.174</b> | <b>12.406</b>                   | <b>361</b> | <b>3.024</b> |
| Nord                  | 640              | 5.568         | 5.546                           | 239        | 11.993       |
| Centro                | 237              | 3.121         | 2.431                           | 54         | 5.843        |
| Sud e Isole           | 396              | 7.485         | 4.429                           | 69         | 12.378       |
| <b>Regione</b>        |                  |               |                                 |            |              |
| Piemonte              | 91               | 1.164         | 1.266                           | 17         | 2.538        |
| Valle d'Aosta         | 3                | 27            | 295                             | 0          | 325          |
| Lombardia             | 216              | 1.160         | 936                             | 75         | 2.387        |
| Trentino Alto Adige   | 26               | 202           | 1.127                           | 6          | 1.361        |
| Veneto                | 132              | 1.067         | 539                             | 92         | 1.830        |
| Friuli Venezia Giulia | 50               | 314           | 404                             | 18         | 786          |
| Liguria               | 24               | 92            | 425                             | 1          | 542          |
| Emilia Romagna        | 98               | 1.541         | 555                             | 30         | 2.224        |
| Toscana               | 83               | 1.043         | 1.160                           | 13         | 2.299        |
| Umbria                | 24               | 435           | 373                             | 15         | 847          |
| Marche                | 38               | 639           | 296                             | 1          | 974          |
| Lazio                 | 91               | 1.005         | 602                             | 25         | 1.723        |
| Abruzzo               | 26               | 433           | 622                             | 2          | 1.083        |
| Molise                | 4                | 255           | 186                             | 1          | 446          |
| Campania              | 73               | 864           | 429                             | 2          | 1.368        |
| Puglia                | 80               | 1.568         | 289                             | 20         | 1.957        |
| Basilicata            | 7                | 575           | 423                             | 2          | 1.007        |
| Calabria              | 34               | 856           | 630                             | 3          | 1.523        |
| Sicilia               | 113              | 1.786         | 675                             | 10         | 2.584        |
| Sardegna              | 58               | 1.148         | 1.176                           | 29         | 2.411        |

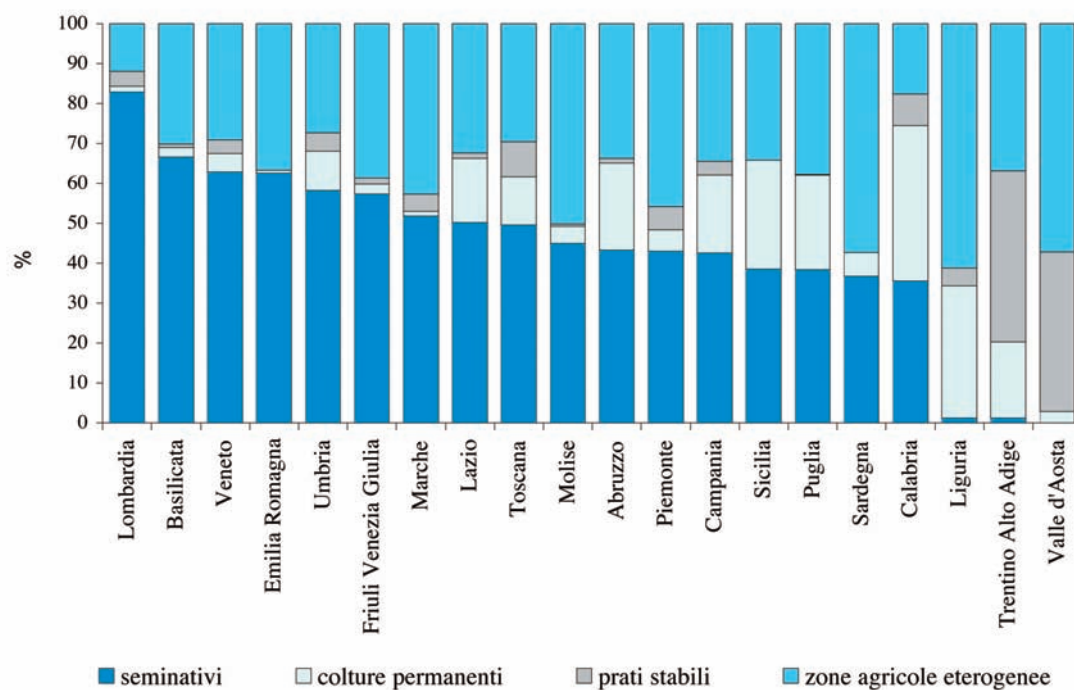
Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati CORINE Land Cover (CLC1990)



**Tabella 12.21: Uso del suolo per classi di primo livello CORINE in percentuale sulla superficie totale, per regione**

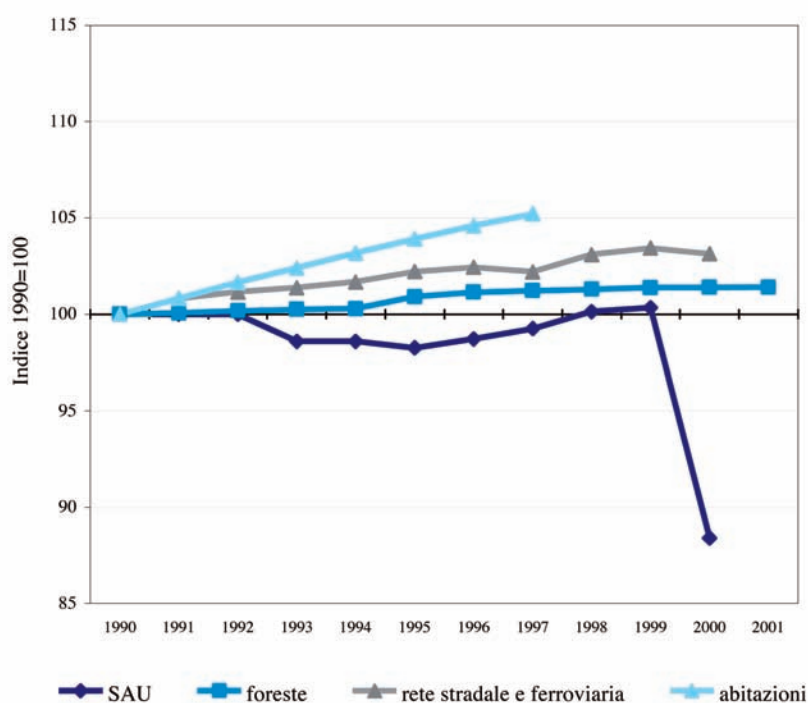
|                       | Aree artificiali | Aree agricole | Aree boschive e seminaturali | Altro      |
|-----------------------|------------------|---------------|------------------------------|------------|
| <b>ITALIA</b>         | <b>4,2</b>       | <b>53,5</b>   | <b>41,1</b>                  | <b>1,2</b> |
| Nord                  | 5,3              | 46,4          | 46,2                         | 2,0        |
| Centro                | 4,1              | 53,4          | 41,6                         | 0,9        |
| Sud e Isole           | 3,2              | 60,5          | 35,8                         | 0,5        |
| <b>Regione</b>        |                  |               |                              |            |
| Piemonte              | 3,6              | 45,9          | 49,9                         | 0,7        |
| Valle d'Aosta         | 0,9              | 8,3           | 90,8                         | 0,0        |
| Lombardia             | 9,0              | 48,6          | 39,2                         | 3,1        |
| Trentino Alto Adige   | 1,9              | 14,8          | 82,8                         | 0,4        |
| Veneto                | 7,2              | 58,3          | 29,5                         | 5,0        |
| Friuli Venezia Giulia | 6,4              | 39,9          | 51,4                         | 2,3        |
| Liguria               | 4,4              | 17,0          | 78,4                         | 0,2        |
| Emilia Romagna        | 4,4              | 69,3          | 25,0                         | 1,3        |
| Toscana               | 3,6              | 45,4          | 50,5                         | 0,6        |
| Umbria                | 2,8              | 51,4          | 44,0                         | 1,8        |
| Marche                | 3,9              | 65,6          | 30,4                         | 0,1        |
| Lazio                 | 5,3              | 58,3          | 34,9                         | 1,5        |
| Abruzzo               | 2,4              | 40,0          | 57,4                         | 0,2        |
| Molise                | 0,9              | 57,2          | 41,7                         | 0,2        |
| Campania              | 5,3              | 63,2          | 31,4                         | 0,1        |
| Puglia                | 4,1              | 80,1          | 14,8                         | 1,0        |
| Basilicata            | 0,7              | 57,1          | 42,0                         | 0,2        |
| Calabria              | 2,2              | 56,2          | 41,4                         | 0,2        |
| Sicilia               | 4,4              | 69,1          | 26,1                         | 0,4        |
| Sardegna              | 2,4              | 47,6          | 48,8                         | 1,2        |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati CORINE Land Cover (CLC1990)



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati CORINE Land Cover (CLC1990)

**Figura 12.23: Suddivisione percentuale dell'area agricola per regione**



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT e MIT

**Figura 12.24: Evoluzione dell'uso del suolo (SAU, foreste, rete trasporti, abitazioni) - Anni 1990-2001 (indice 1990 = 100)**



## INDICATORE

### URBANIZZAZIONE E INFRASTRUTTURE

#### SCOPO

Rappresentare l'estensione del territorio urbanizzato e di quello occupato da infrastrutture, forme principali di perdita irreversibile di suolo.

#### DESCRIZIONE

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 a 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 a 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.

#### UNITÀ di MISURA

Ettaro (ha)

#### FONTE dei DATI

Elaborazione APAT su dati provenienti da fonti diverse: i dati relativi alla lunghezza della rete di comunicazioni derivano dal Ministero delle infrastrutture e dei trasporti (MIT) e fanno riferimento al 2001, a eccezione delle strade comunali (1999). I dati su urbanizzazione e infrastrutture sono stati ricavati da fonte ISTAT 1990, in quanto non sono disponibili dati più recenti.

#### NOTE TABELLE e FIGURE

In tabella 12.22 sono presentati i dati relativi all'estensione areale delle reti di comunicazione, ricavata dalla lunghezza media dei tracciati riportata dal Codice della Strada del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti. I dati concernenti le superfici urbanizzate e destinate a infrastruttura sono accorpati.

Sicilia e Piemonte, seguite da Lombardia ed Emilia Romagna, possiedono le maggiori superfici destinate a rete di comunicazione, così come queste ultime, assieme a Veneto e Piemonte, subiscono la pressione più elevata per ciò che concerne l'urbanizzazione del territorio. La Valle d'Aosta è in assoluto la regione con i più bassi valori di urbanizzazione, infrastrutture e reti di comunicazione, possedendo infatti una percentuale di territorio edificato, o comunque impermeabilizzato, di appena l'1,7%. Al contrario, Lombardia e Campania sono caratterizzate da valori percentuali che si attestano, rispettivamente, oltre l'11% e il 9%. È interessante notare come in Piemonte, nonostante si abbiano valori tra i più elevati di rete autostradale, stradale e ferroviaria, il rapporto delle aree impermeabilizzate con la superficie totale regionale, che supera il 6%, sia allineato con la media nazionale.

In figura 12.25, invece, viene riportato l'andamento, nel periodo 1990-2001, della superficie occupata dalle principali vie di comunicazione; si evidenzia un incremento di tutta la rete stradale e delle ferrovie a doppio binario, per quest'ultimi i dati sono disponibili fino al 2000.

#### STATO e TREND

Benché la carenza di dati sull'urbanizzato non permetta di rappresentare in modo completo il *trend* dell'indicatore, appare evidente una tendenza alla crescita delle superfici impermeabilizzate, da giudicare negativamente come consumo di suolo e crescenti problemi di gestione idrogeologica del territorio, soprattutto negli eventi piovosi di maggiore intensità.



## OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due Programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità.

Anche la Comunicazione della Commissione Europea CE-COM (2002) 179 sulla protezione del suolo indica come problema prioritario l'impermeabilizzazione.

## PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

## QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 2                       | 1                          |

L'indicatore fornisce informazioni abbastanza aderenti, ma sicuramente ancora migliorabili, rispetto alla domanda derivante dalla normativa in merito alla problematica ambientale descritta. I dati derivano da fonti affidabili, ma l'accuratezza è sicuramente migliorabile, in particolare per la superficie urbanizzata.

La comparabilità temporale è anch'essa migliorabile, mentre quella spaziale è elevata, in quanto copre tutto il territorio nazionale.

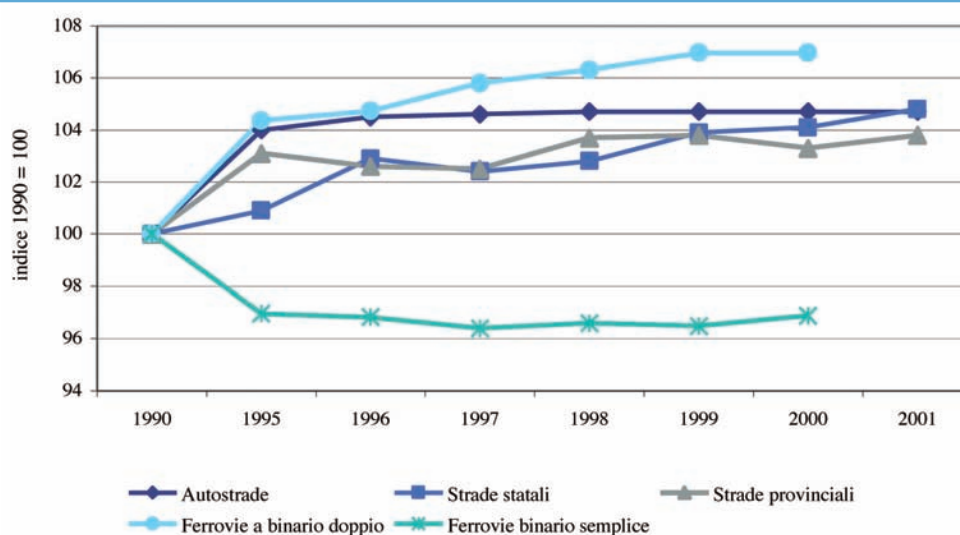




**Tabella 12.22: Estensione delle aree urbanizzate, destinate alle infrastrutture e alla rete di comunicazione**

| Regione               | Rete di comunicazione stradale e ferroviaria | Aree urbanizzate e infrastrutture<br>ha*100 | Totale        | Valori percentuali rispetto alla superficie totale regionale<br>% |
|-----------------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------|
| Piemonte              | 488                                          | 1.126                                       | 1.614         | 6,4                                                               |
| Valle d'Aosta         | 25                                           | 30                                          | 55            | 1,7                                                               |
| Lombardia             | 418                                          | 2.230                                       | 2.648         | 11,1                                                              |
| Trentino Alto Adige   | 166                                          | 183                                         | 349           | 2,6                                                               |
| Veneto                | 355                                          | 1.144                                       | 1.499         | 8,2                                                               |
| Friuli Venezia Giulia | 122                                          | 581                                         | 703           | 8,9                                                               |
| Liguria               | 158                                          | 260                                         | 418           | 7,7                                                               |
| Emilia Romagna        | 431                                          | 1.222                                       | 1.653         | 7,5                                                               |
| Toscana               | 415                                          | 850                                         | 1.265         | 5,5                                                               |
| Umbria                | 179                                          | 191                                         | 370           | 4,4                                                               |
| Marche                | 218                                          | 306                                         | 524           | 5,4                                                               |
| Lazio                 | 400                                          | 994                                         | 1.394         | 8,1                                                               |
| Abruzzo               | 287                                          | 264                                         | 551           | 5,1                                                               |
| Molise                | 106                                          | 72                                          | 178           | 4,0                                                               |
| Campania              | 366                                          | 947                                         | 1.313         | 9,7                                                               |
| Puglia                | 425                                          | 805                                         | 1.230         | 6,4                                                               |
| Basilicata            | 192                                          | 104                                         | 296           | 3,0                                                               |
| Calabria              | 386                                          | 546                                         | 932           | 6,2                                                               |
| Sicilia               | 514                                          | 1.078                                       | 1.592         | 6,2                                                               |
| Sardegna              | 348                                          | 435                                         | 783           | 3,3                                                               |
| <b>ITALIA</b>         | <b>5.999</b>                                 | <b>13.368</b>                               | <b>19.366</b> | <b>6,4</b>                                                        |

Fonte: ISTAT copertura suolo (1990); strade e ferrovie (2000) Ministero delle infrastrutture e dei trasporti



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati MIT

**Figura 12.25: Evoluzione della superficie occupata dalle reti di trasporto in Italia - Anni 1990 - 2001 (indice 1990 = 100)**

**INDICATORE**

SITI DI ESTRAZIONE DI MINERALI DI SECONDA CATEGORIA (CAVE)

**SCOPO**

Quantificare le attività antropiche di estrazione di minerali di seconda categoria a elevato impatto ambientale-paesaggistico strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale.

**DESCRIZIONE**

Ai sensi dell'art. 2 del RD n. 1443 del 29/07/27 appartengono alla seconda categoria la coltivazione delle torbe, dei materiali per costruzioni edilizie, stradali e idrauliche, delle terre coloranti, delle farine fossili, del quarzo e delle sabbie silicee, delle pietre molari, delle pietre coti, degli altri materiali industrialmente utilizzabili, non compresi nella prima categoria.

Nella fattispecie le attività in questione si identificano con insediamenti estrattivi di ghiaia, sabbia e/o argilla, suddivisi per tipologia di coltivazione (cava di pianura, di versante, di monte ecc.).

**UNITÀ di MISURA**

Numero (n.), tonnellate (t).

**FONTE dei DATI**

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati ISTAT e sui dati di Piani Cave forniti da Regioni e Province.

**NOTE TABELLE e FIGURE**

Come si può osservare dall'analisi delle tabelle 12.23 e 12.24, i dati non sono distribuiti in modo omogeneo. Per alcune regioni sono disponibili solo le quantità di materiale estratto (Friuli Venezia Giulia), per altre solo il numero di cave (Toscana - estrazione di materiale lapideo, Piemonte - estrazione materiale per edilizia) e comunque non coprono lo stesso arco temporale.

I dati riportati si riferiscono al periodo 1995-1998 e riguardano il numero di cave e le quantità estratte di minerali, suddivisi per provincia e per tipologia di materiali (lapideo e per edilizia).

**STATO e TREND**

I dati disponibili non permettono di fornire un trend.

**OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA**

Le normative di riferimento non prevedono obiettivi specifici.

**PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO**

Annuale

**QUALITÀ dell'INFORMAZIONE**

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 2           | 3                       | 2                          |

L'indicatore fornisce informazioni abbastanza aderenti, ma sicuramente ancora migliorabili, rispetto alla necessità informativa della problematica ambientale descritta. I dati derivano da fonti affidabili, ma la loro comparabilità non è ottimale.

La comparabilità temporale, al momento, è scarsa, mentre quella spaziale è media.





Tabella 12.23: Numero di cave di materiale lapideo ed edilizio per regione e provincia

| Regione /Provincia autonoma | Provincia | Cave di materiale lapideo |            |            |            | Cave di materiale per edilizia |            |            |            |
|-----------------------------|-----------|---------------------------|------------|------------|------------|--------------------------------|------------|------------|------------|
|                             |           | 1995                      | 1996       | 1997       | 1998<br>n. | 1995                           | 1996       | 1997       | 1998       |
| <b>Totale Prov. Bolzano</b> |           |                           |            |            | <b>43</b>  |                                |            |            | <b>71</b>  |
| <b>Totale Prov. Trento</b>  |           |                           | <b>112</b> | <b>112</b> | <b>109</b> |                                | <b>55</b>  | <b>57</b>  | <b>59</b>  |
| Lombardia                   | Bergamo   |                           | 27         | 26         |            | 48                             | 49         | 51         |            |
|                             | Brescia   |                           | 70         | 79         |            | 61                             | 68         | 77         |            |
|                             | Como      |                           | 3          | 3          |            | 7                              | 7          | 7          |            |
|                             | Cremona   |                           | 0          | 0          |            | 21                             | 23         | 28         |            |
|                             | Lecco     |                           | 3          | 3          |            | 1                              | 1          | 1          |            |
|                             | Lodi      |                           | 0          | 0          |            | 5                              | 3          | 4          |            |
|                             | Mantova   |                           | 0          | 0          |            | 41                             | 42         | 31         |            |
|                             | Milano    |                           | 0          | 0          |            | 48                             | 46         | 34         |            |
|                             | Pavia     |                           | 2          | 2          |            | 60                             | 54         | 50         |            |
|                             | Sondrio   |                           | 31         | 24         |            | 8                              | 7          | 3          |            |
|                             | Varese    |                           | 5          | 5          |            | 13                             | 13         | 13         |            |
| <b>Totale Regionale</b>     |           |                           | <b>141</b> | <b>142</b> |            | <b>313</b>                     | <b>313</b> | <b>299</b> |            |
| Veneto                      | Belluno   |                           | 21         | 17         | 16         |                                | 5          | 4          | 3          |
|                             | Padova    |                           | 8          | 8          | 9          |                                | 4          | 3          | 4          |
|                             | Rovigo    |                           | 0          | 0          | 0          |                                | 2          | 1          | 0          |
|                             | Treviso   |                           | 2          | 2          | 3          |                                | 47         | 43         | 46         |
|                             | Venezia   |                           | 0          | 0          | 0          |                                | 1          | 1          | 1          |
|                             | Verona    |                           | 78         | 81         | 80         |                                | 28         | 24         | 30         |
|                             | Vicenza   |                           | 74         | 65         | 68         |                                | 36         | 29         | 32         |
| <b>Totale Regionale</b>     |           |                           | <b>183</b> | <b>173</b> | <b>176</b> |                                | <b>123</b> | <b>105</b> | <b>116</b> |
| Campania                    | Avellino  | 28                        | 20         | 22         | 26         |                                |            |            |            |
|                             | Benevento | 19                        | 16         | 16         | 15         |                                |            |            |            |
|                             | Caserta   | 38                        | 35         | 35         | 33         |                                |            |            |            |
|                             | Napoli    | 15                        | 17         | 12         | 14         |                                |            |            |            |
|                             | Salerno   | 17                        | 24         | 24         | 30         |                                |            |            |            |
| <b>Totale Regionale</b>     |           | <b>117</b>                | <b>112</b> | <b>109</b> | <b>118</b> |                                |            |            |            |

continua



segue

| Regione /Provincia autonoma | Provincia     | Cave di materiale lapideo |          |          |          | Cave di materiale per edilizia |            |           |           |
|-----------------------------|---------------|---------------------------|----------|----------|----------|--------------------------------|------------|-----------|-----------|
|                             |               | 1995                      | 1996     | 1997     | 1998     | 1995                           | 1996       | 1997      | 1998      |
|                             |               | n.                        |          |          |          |                                |            |           |           |
| Friuli Venezia Giulia       | Gorizia       |                           |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Pordenone     |                           |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Trieste       |                           |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Udine         |                           |          |          |          |                                |            |           |           |
| <b>Totale Regionale</b>     |               |                           |          |          |          |                                |            |           |           |
| Molise                      | Campobasso    | 2                         | 0        | 2        | 1        | 34                             | 35         | 34        | 30        |
|                             | Isernia       | 1                         | 1        | 1        | 1        | 18                             | 17         | 15        | 14        |
| <b>Totale Regionale</b>     |               | <b>3</b>                  | <b>1</b> | <b>3</b> | <b>2</b> | <b>52</b>                      | <b>52</b>  | <b>49</b> | <b>44</b> |
| Piemonte                    | Torino        |                           |          |          |          |                                | 78         |           |           |
|                             | Alessandria   |                           |          |          |          |                                | 51         |           |           |
|                             | Asti          |                           |          |          |          |                                | 18         |           |           |
|                             | Cuneo         |                           |          |          |          |                                | 106        |           |           |
|                             | Novara        |                           |          |          |          |                                | 31         |           |           |
|                             | Vercelli      |                           |          |          |          |                                | 45         |           |           |
| <b>Totale Regionale</b>     |               |                           |          |          |          |                                | <b>329</b> |           |           |
| Toscana                     | Arezzo        | 71                        |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Firenze       | 58                        |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Grosseto      | 65                        |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Livorno       | 16                        |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Lucca         | 57                        |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Massa Carrara | 137                       |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Pisa          | 34                        |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Pistoia       | 2                         |          |          |          |                                |            |           |           |
|                             | Siena         | 63                        |          |          |          |                                |            |           |           |
| <b>Totale Regionale</b>     |               | <b>503</b>                |          |          |          |                                |            |           |           |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati di Regioni, Province - Piani Cave, ISTAT



Tabella 12.24: Materiale lapideo ed edilizio estratto dalle cave per regione e provincia

| Regione/<br>Provincia<br>autonoma | Provincia  | Quantità estratta materiale<br>lapideo |            |              |                 | Quantità estratta materiale<br>per edilizia |              |              |              |
|-----------------------------------|------------|----------------------------------------|------------|--------------|-----------------|---------------------------------------------|--------------|--------------|--------------|
|                                   |            | 1995                                   | 1996       | 1997         | 1998<br>t*1.000 | 1995                                        | 1996         | 1997         | 1998         |
| <b>Totale Prov. Bolzano</b>       |            |                                        |            |              | <b>44</b>       |                                             |              |              | <b>144</b>   |
| <b>Totale Prov. Trento</b>        |            |                                        | <b>180</b> | <b>162</b>   | <b>168</b>      | <b>0</b>                                    | <b>160</b>   | <b>167</b>   | <b>177</b>   |
| Lombardia                         | Bergamo    |                                        | 129        | 144          |                 | 248                                         | 281          | 297          |              |
|                                   | Brescia    |                                        | 145        | 230          |                 | 472                                         | 442          | 531          |              |
|                                   | Como       |                                        | 0          | 1            |                 | 58                                          | 64           | 55           |              |
|                                   | Cremona    |                                        | 0          | 0            |                 | 73                                          | 84           | 75           |              |
|                                   | Lecco      |                                        | 48         | 59           |                 | 1                                           | 1            | 1            |              |
|                                   | Lodi       |                                        | 0          | 0            |                 | 32                                          | 27           | 38           |              |
|                                   | Mantova    |                                        | 0          | 0            |                 | 159                                         | 142          | 81           |              |
|                                   | Milano     |                                        | 0          | 0            |                 | 315                                         | 233          | 277          |              |
|                                   | Pavia      |                                        | 6          | 12           |                 | 181                                         | 69           | 134          |              |
|                                   | Sondrio    |                                        | 5          | 9            |                 | 1                                           | 1            | 2            |              |
|                                   | Varese     |                                        | 18         | 16           |                 | 163                                         | 237          | 218          |              |
| <b>Totale Regionale</b>           |            |                                        | <b>351</b> | <b>471</b>   |                 | <b>1.703</b>                                | <b>1.581</b> | <b>1.709</b> |              |
| Veneto                            | Belluno    |                                        | 52         | 47           | 45              |                                             | 22           | 23           | 23           |
|                                   | Padova     |                                        | 3          | 4            | 3               |                                             | 47           | 23           | 12           |
|                                   | Rovigo     |                                        | 0          | 0            | 0               |                                             | 4            | 13           | 0            |
|                                   | Treviso    |                                        | 0          | 0            | 0               |                                             | 607          | 507          | 586          |
|                                   | Venezia    |                                        | 0          | 0            | 0               |                                             | 1            | 3            | 3            |
|                                   | Verona     |                                        | 55         | 63           | 51              |                                             | 214          | 226          | 232          |
|                                   | Vicenza    |                                        | 83         | 84           | 141             |                                             | 250          | 261          | 243          |
| <b>Totale Regionale</b>           |            |                                        | <b>193</b> | <b>198</b>   | <b>240</b>      |                                             | <b>1.145</b> | <b>1.056</b> | <b>1.099</b> |
| Campania                          | Avellino   |                                        |            | 170          | 186             |                                             |              | 22           | 34           |
|                                   | Benevento  |                                        |            | 114          | 61              |                                             |              | 55           | 63           |
|                                   | Caserta    |                                        |            | 454          | 375             |                                             |              | 12           | 48           |
|                                   | Napoli     |                                        |            | 532          | 180             |                                             |              | 65           | 75           |
|                                   | Salerno    |                                        |            | 158          | 197             |                                             |              | 58           | 55           |
| <b>Totale Regionale</b>           |            |                                        |            | <b>1.428</b> | <b>999</b>      |                                             |              | <b>212</b>   | <b>275</b>   |
| Friuli Venezia Giulia             | Gorizia    |                                        | 8          | 6            | 6               |                                             | 36           | 43           | 37           |
|                                   | Pordenone  |                                        | 0          | 0            | 0               |                                             | 310          | 290          | 246          |
|                                   | Trieste    |                                        | 2          | 3            | 3               |                                             | 15           | 13           | 15           |
|                                   | Udine      |                                        | 13         | 8            | 11              |                                             | 81           | 119          | 62           |
| <b>Totale Regionale</b>           |            |                                        | <b>23</b>  | <b>17</b>    | <b>20</b>       |                                             | <b>442</b>   | <b>465</b>   | <b>360</b>   |
| Molise                            | Campobasso | 0                                      | 2          | 1            | 0               | 163                                         | 169          | 163          | 161          |
|                                   | Isernia    | 0                                      | 0          | 0            | 0               | 79                                          | 143          | 60           | 101          |
| <b>Totale Regionale</b>           |            | <b>0</b>                               | <b>2</b>   | <b>1</b>     | <b>0</b>        | <b>242</b>                                  | <b>313</b>   | <b>223</b>   | <b>262</b>   |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati di Regioni, Province - Piani Cave, ISTAT

## INDICATORE

SITI DI ESTRAZIONE DI MINERALI DI PRIMA CATEGORIA (MINIERE)

### SCOPO

Quantificare le attività antropiche di "estrazione di minerali di prima categoria" a elevato impatto ambientale-paesaggistico strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale.

### DESCRIZIONE

Questo indicatore considera gli insediamenti estrattivi di minerali metalliferi e non metalliferi per uso industriale con esclusione delle risorse energetiche, considerate con un apposito indicatore. L'indicatore preso in esame rientra nella categoria delle *Pressioni* dello schema DPSIR. Oltre a definire la diffusione sul territorio di siti estrattivi e relativi impianti di servizio (per es. bacini di decantazione, discariche di scarti di lavorazione ecc.), fornisce informazioni circa l'esistenza di possibili focolai di diffusione di sostanze inquinanti la cui sorgente è da porre in relazione alla presenza di aree di discarica di materiale di scarto delle lavorazioni nonché, per i siti dismessi, alla struttura stessa dell'area coltivata (gallerie in sotterraneo, ecc.). Gli insediamenti sopra citati sono inoltre indice di degradazione del suolo in quanto le attività antropiche a esso collegate comportano consumo di risorse non rinnovabili, determinano perdita delle coperture pedogenetiche, possono essere causa del degrado qualitativo sia del suolo sia delle falde acquifere sottostanti, possono aumentare la vulnerabilità degli acquiferi, modificano la morfologia naturale con possibili ripercussioni sulla stabilità dei versanti, creano le condizioni per l'instaurarsi di aree degradate e/o discariche abusive di rifiuti.

### UNITÀ di MISURA

Numero (n.), tonnellata (t).

### FONTE dei DATI

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati forniti dal Ministero delle attività produttive, Direzione Generale Miniere e ISTAT.

### NOTE TABELLE e FIGURE

Nella tabella 12.25 viene riportato il numero di miniere al 1999, mentre nelle figure 12.26 e 12.27 viene riportata la produzione annua in migliaia di tonnellate di minerali metalliferi e non metalliferi dal 1993 al 2001.

### STATO e TREND

L'andamento dei dati delle attività minerarie denuncia un'evidente diminuzione della produzione di minerali metalliferi, ormai molto ridotta, a cui corrisponde un leggero aumento della produzione di minerali non metalliferi. La valutazione complessiva è di un *trend* indifferente, nel quale non sembrano prevalere nettamente aspetti positivi o negativi.

### OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Non esiste una normativa europea specifica. La Comunicazione sul suolo della CE - COM (2002)179, annuncia una prossima Direttiva sui rifiuti di miniera. La normativa nazionale fa riferimento, oltre che al RD n. 1443 del 29/07/27 alla L. 179/02, all'art. 22, che prevede il censimento, attualmente in corso, dei siti minerari abbandonati.

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 1           | 1                       | 1                          |

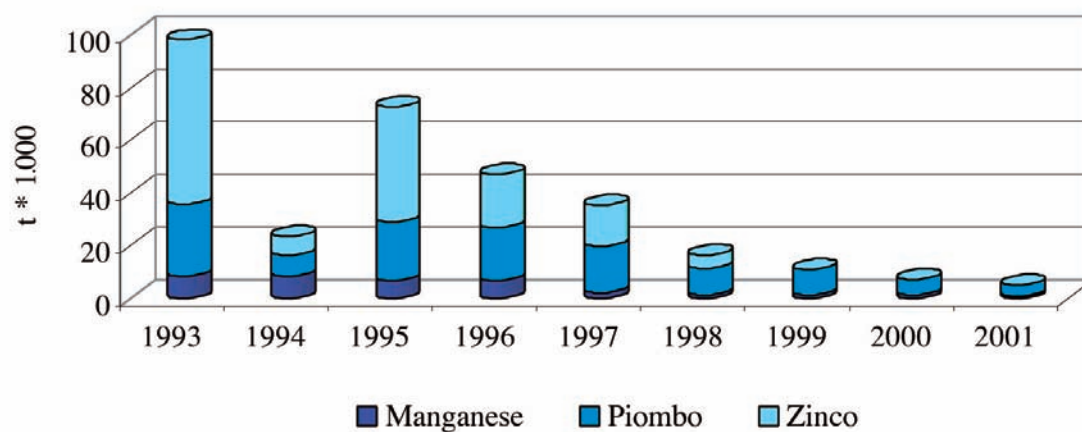
L'indicatore fornisce informazioni incomplete circa i siti minerari abbandonati, anche se va ritenuto abbastanza aderente alla richiesta derivante dalla problematica ambientale descritta. Sarebbe sicuramente molto più utile conoscere anche la quantità e la localizzazione dei rifiuti di miniera. I dati sono comunque comparabili e affidabili, anche a livello di tempo e di spazio.




**Tabella 12.25: Distribuzione del numero di miniere per regione - Anno 1999**

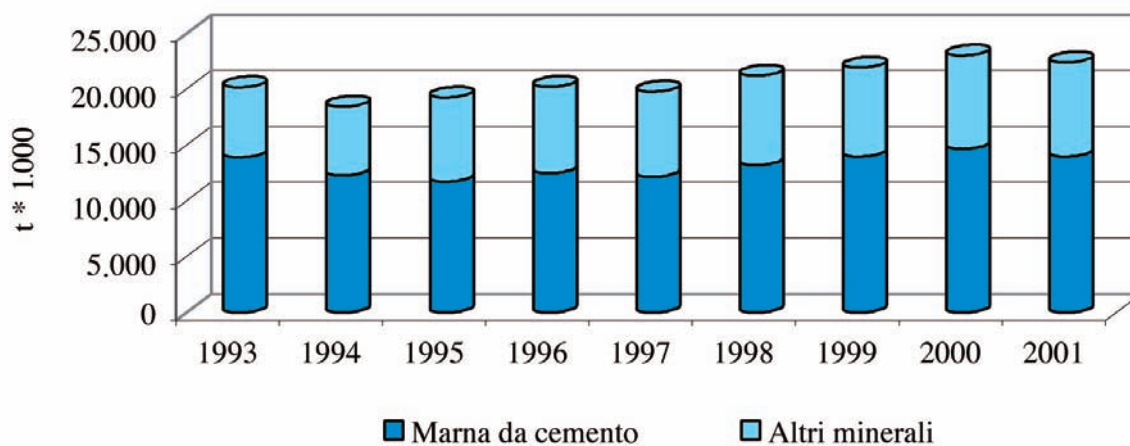
| Regione               | Miniere<br>n. |
|-----------------------|---------------|
| Piemonte              | 45            |
| Valle d'Aosta         | 0             |
| Lombardia             | 38            |
| Trentino Alto Adige   | 10            |
| Veneto                | 44            |
| Friuli Venezia Giulia | 1             |
| Liguria               | 1             |
| Emilia Romagna        | 16            |
| Toscana               | 46            |
| Umbria                | 8             |
| Marche                | 4             |
| Lazio                 | 18            |
| Abruzzo               | 5             |
| Molise                | 3             |
| Campania              | 12            |
| Puglia                | 0             |
| Basilicata            | 3             |
| Calabria              | 25            |
| Sicilia               | 13            |
| Sardegna              | 196           |
| <b>ITALIA</b>         | <b>488</b>    |

Fonte: Ministero delle attività produttive, Direzione Generale dell'Energia e delle Risorse Minerarie



Fonte: ISTAT

**Figura 12.26: Produzione annuale di minerali metalliferi - Anni 1993 - 2001**



Fonte: ISTAT

**Figura 12.27: Produzione annuale di minerali non metalliferi - Anni 1993 - 2001**



## INDICATORE

### SITI DI ESTRAZIONE DI RISORSE ENERGETICHE

#### SCOPO

Quantificare le attività antropiche di “estrazione di risorse energetiche” a elevato impatto ambientale-paesaggistico strettamente correlate al contesto geologico e geomorfologico locale.

#### DESCRIZIONE

Questo indicatore considera gli insediamenti estrattivi di risorse energetiche, cioè idrocarburi e fluidi geotermici. Esso rientra nella categoria *Pressioni* dello schema DPSIR.

Oltre a definire la diffusione sul territorio di siti estrattivi e relativi impianti di servizio (ad es. bacini di decantazione e discariche di materiali di perforazione), l'indicatore fornisce informazioni circa l'esistenza di possibili focolai di diffusione di sostanze inquinanti. Gli insediamenti sopracitati sono indice di degradazione del suolo in quanto le attività antropiche a esso collegate comportano consumo di risorse non rinnovabili, determinano perdita delle coperture pedogenetiche, possono essere causa del degrado qualitativo sia del suolo che delle falde acquifere sottostanti, possono aumentare la vulnerabilità degli acquiferi e possono innescare fenomeni di subsidenza.

#### UNITÀ di MISURA

Numero (n.), tonnellate (t), metri cubi (m<sup>3</sup>), chilometri quadrati (km<sup>2</sup>).

#### FONTE dei DATI

Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati forniti dal Ministero delle attività produttive, Direzione Generale dell'Energia e delle Risorse Minerarie.

#### NOTE TABELLE e FIGURE

Nella tabella 12.26 vengono riportate le attività di estrazione energetica per le regioni interessate, sia come numero di concessioni sia come superficie occupata dalle stesse. Si può notare come Puglia e Basilicata si contraddistinguono per l'elevato numero di concessioni e una elevata superficie interessata dall'attività estrattiva.

Nella tabella 12.27 viene riportata la quantità di materiale estratto dal 1982 al 2001. Nel quinquennio 1995-2000 si evidenzia una diminuzione nell'estrazione di metano.

Nella figura 12.28 è riportato il *trend* della produzione di idrocarburi dal 1982 al 2001.

#### STATO e TREND

Il *trend* di produzione di idrocarburi può essere ritenuto sostanzialmente stabile, anche se sembra indirizzato verso una leggera diminuzione.

#### OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La normativa nazionale fa riferimento, oltre che al RD n. 1443 del 29/07/27, ad alcune leggi più recenti. Relativamente alle risorse geotermiche, la L 896/86 dispone che la concessione per la coltivazione delle risorse riconosciute di interesse nazionale sia rilasciata dal Ministero delle attività produttive, mentre quelle d'interesse locale dal presidente della giunta regionale interessata. L'inventario delle risorse geotermiche e il rapporto congiunto sui risultati conseguiti devono essere predisposti dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica, dall'Ente Nazionale Idrocarburi, dal Consiglio Nazionale delle Ricerche e dall'Ente per le Nuove Tecnologie, l'Energia e l'Ambiente. La relazione con l'indicazione dei territori di interesse geotermico deve essere redatta dal Ministero delle attività produttive, mentre i piani di destinazione e dei possibili usi delle risorse geotermiche di interesse locale dalle Regioni. Infine è richiesto il programma dei lavori che si intendono eseguire e lo studio di valutazione di massima delle eventuali modifiche ambientali con riferimento all'entità e alla tipologia dei lavori programmati, nonché delle opere di recupero ambientale che si intendono eseguire. I piani di riassetto ambientale vengono predisposti ai sensi del Decreto del Ministero dell'ambiente del 23/12/91 e devono riportare lo stato dei lavori minerari, la relazione geologica e geomorfologica, la mappatura geochemica e idrogeochemica, l'uso, le



destinazioni e i vincoli del sito, le caratteristiche pedologiche dei terreni, il piano di bonifica del suolo e delle falde, la stabilizzazione dei materiali dell'area e i recapiti finali dei materiali non stoccabili.

Relativamente ai permessi di ricerca di fluidi geotermici e di concessioni di coltivazione delle risorse geotermiche di interesse nazionale il DPR 485/94 richiede ulteriori documentazioni inerenti il programma dei lavori che si intendono seguire e dei relativi costi e tempi di esecuzione, uno studio delle valutazioni di massima delle relative ed eventuali modifiche ambientali che le attività comportano o possono comportare nel tempo e il programma delle opere di recupero ambientale, ossia di ripristino finale, da presentare al Ministero delle attività produttive. Gli idrocarburi fanno parte delle risorse di interesse nazionale e ai sensi del DPR 485/94 il titolare del permesso di ricerca deve presentare la domanda di concessione di coltivazione corredata del programma dei lavori di sviluppo e dei lavori di ricerca al Ministero delle attività produttive e alla sezione competente dell'Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia (UNMIG).

Relativamente alla prospezione, ricerca e coltivazione di idrocarburi liquidi e gassosi il DPR 526/94 richiede la domanda, da presentare al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, di compatibilità ambientale.

### PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO

Annuale

### QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 2         | 1           | 1                       | 1                          |

In riferimento alla domanda di informazioni da parte della normativa, l'indicatore fornisce le informazioni fondamentali sulla localizzazione dei siti di estrazione energetica e sulle quantità estratte, dimostrandosi abbastanza aderente alla richiesta derivante dalla problematica ambientale descritta. Sarebbe sicuramente opportuno poter integrare l'indicatore con informazioni più strettamente attinenti la qualità ambientale dei siti di estrazione.

I dati sono comunque comparabili e affidabili, anche a livello di tempo e di spazio.

★ ★ ★



Tabella 12.26: Attività di estrazione energetica per regione - Anno 2002

| Risorsa             | Tipo di concessione                       | Zona o Regione | Titoli n.  | Superficie km <sup>2</sup> |
|---------------------|-------------------------------------------|----------------|------------|----------------------------|
| Idrocarburi         | Concessioni di coltivazione in terraferma | Piemonte       | 1          | 78                         |
|                     |                                           | Lombardia      | 17         | 1.242                      |
|                     |                                           | Veneto         | 2          | 203                        |
|                     |                                           | Emilia Romagna | 38         | 1.775                      |
|                     |                                           | Toscana        | 2          | 308                        |
|                     |                                           | Marche         | 17         | 1.107                      |
|                     |                                           | Lazio          | 1          | 41                         |
|                     |                                           | Abruzzo        | 7          | 549                        |
|                     |                                           | Molise         | 6          | 429                        |
|                     |                                           | Campania       | 2          | 393                        |
|                     |                                           | Puglia         | 17         | 1.307                      |
|                     |                                           | Basilicata     | 22         | 2.213                      |
|                     |                                           | Calabria       | 2          | 166                        |
|                     |                                           | Zona a         | 0          | 6                          |
|                     |                                           | <b>ITALIA</b>  | <b>134</b> | <b>9.817</b>               |
|                     | Concessioni di stoccaggio in terraferma   | Lombardia      | 5          | 277                        |
|                     |                                           | Veneto         | 1          | 89                         |
|                     |                                           | Emilia Romagna | 4          | 336                        |
|                     |                                           | Abruzzo        | 2          | 101                        |
|                     |                                           | Molise         | 0          | 6                          |
|                     |                                           | <b>ITALIA</b>  | <b>12</b>  | <b>809</b>                 |
| Risorse geotermiche | Concessioni di coltivazione in terraferma | Veneto         | 1          | 3                          |
|                     |                                           | Emilia Romagna | 1          | 32                         |
|                     |                                           | Toscana        | 8          | 493                        |
|                     |                                           | Umbria         | 1          | 39                         |
|                     |                                           | Lazio          | 4          | 194                        |
|                     |                                           | <b>ITALIA</b>  | <b>15</b>  | <b>761</b>                 |

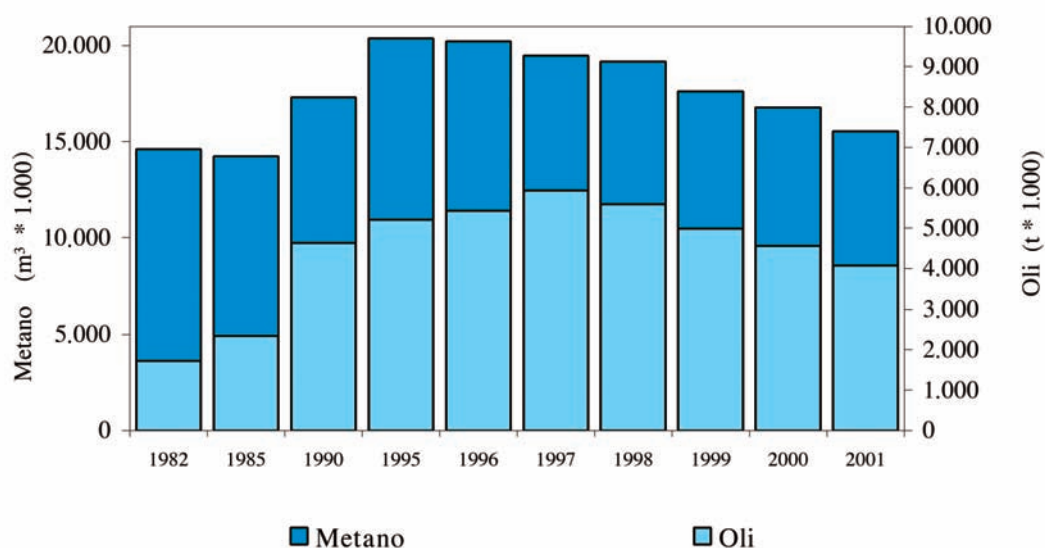
Fonte: Elaborazione APAT su dati Ministero delle attività produttive, Direzione Generale per l'Energia e le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia. Aggiornamento al 31 marzo 2003



Tabella 12.27: Produzione delle attività estrattive - Anni 1982 - 2001

| Anno | Gasolina | Petrolio grezzo<br>t * 1.000 | Vapore endogeno | Metano<br>m <sup>3</sup> * 1.000 |
|------|----------|------------------------------|-----------------|----------------------------------|
| 1982 | 36       | 1.727                        | -               | 14.589                           |
| 1983 | 33       | 2.208                        | -               | 13.067                           |
| 1984 | 33       | 2.240                        | -               | 13.836                           |
| 1985 | 32       | 2.352                        | -               | 14.245                           |
| 1986 | 29       | 2.528                        | -               | 15.963                           |
| 1987 | 27       | 3.908                        | -               | 16.324                           |
| 1988 | 27       | 4.812                        | -               | 16.633                           |
| 1989 | 26       | 4.579                        | -               | 16.978                           |
| 1990 | 27       | 4.641                        | -               | 17.296                           |
| 1991 | 25       | 4.307                        | -               | 17.399                           |
| 1992 | 22       | 4.479                        | -               | 18.150                           |
| 1993 | 20       | 4.620                        | -               | 19.473                           |
| 1994 | 18       | 4.877                        | -               | 20.637                           |
| 1995 | 28       | 5.208                        | 30.612          | 20.383                           |
| 1996 | 22       | 5.430                        | 31.027          | 20.218                           |
| 1997 | 22       | 5.936                        | 31.236          | 19.462                           |
| 1998 | 22       | 5.600                        | 34.055          | 19.164                           |
| 1999 | 22       | 4.993                        | 34.319          | 17.625                           |
| 2000 | 31       | 4.555                        | 31.157          | 16.766                           |
| 2001 | 31       | 4.066                        | -               | 15.547                           |

Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati del Ministero delle attività produttive, Direzione Generale per l'Energia e le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia



Fonte: Elaborazione APAT/CTN\_TES su dati del Ministero delle attività produttive

Figura 12.28: Trend della produzione di idrocarburi - Anni 1982 - 2001

**INDICATORE****URBANIZZAZIONE IN AREA COSTIERA****SCOPO**

Quantificare la variazione di superficie di uso del suolo generata dall'impatto delle attività umane sulle zone costiere, punti focali dell'evoluzione urbanistica e di abbondanza biologica in quanto zone di ecotono.

**DESCRIZIONE**

L'indicatore fornisce un quadro delle variazioni di superficie di urbanizzato nelle aree costiere italiane nel periodo tra il 1975 e il 1992. Gli usi del suolo sono stati ricavati tramite fotointerpretazione di immagini da satellite e fotografie aeree, dove non erano disponibili coperture satellitari, seguendo la metodologia del Progetto *CORINE Land Cover (CLC)*. Sono stati analizzati i livelli vettoriali relativi alle due annate ricavando il database dei cambiamenti per i tre livelli della legenda del CLC in una fascia di 10 chilometri dalla costa.

**UNITÀ di MISURA**

Chilometri quadrati (km<sup>2</sup>), percentuale (%).

**FONTE dei DATI**

Elaborazioni APAT/CTN\_TES su dati progetto Lacoast

**NOTE TABELLE e FIGURE**

Nella figura 12.29 viene rappresentato il consumo di suolo, espresso come percentuale di urbanizzato sulla superficie totale, nella fascia costiera di 10 chilometri nel 1992. Le aree con i valori più elevati si ritrovano nelle province di Massa Carrara, Napoli, Forlì, Catania, Trieste, Rimini e Lucca con percentuali superiori al 20%.

Nelle figure 12.30 e 12.31 viene riportata l'evoluzione dell'urbanizzato tra il 1975 e il 1992. Si assiste a un generale incremento delle superfici dei terreni modellati artificialmente passando dai dati del 1975 a quelli del 1992, a scapito dei terreni agricoli (84%) e dei terreni boscati e aree seminaturali (16%). L'incremento è quasi ovunque molto consistente, con punte elevatissime nelle province di Viterbo, Matera, Catania, Siracusa, Macerata, Ascoli Piceno, Udine e Brindisi con percentuali superiori al 60% e valori comunque elevati in Sicilia, Marche, Abruzzo e Puglia.

**STATO e TREND**

L'indicatore fornisce un quadro delle variazioni di superficie di uso e copertura del suolo nelle aree costiere italiane nel periodo tra il 1975 e il 1992. Interessante è il confronto tra i due anni per valutare l'evolversi dell'urbanizzato per il secondo livello del CLC (figura 12.31), che mette in luce l'aumento di antropizzazione a scapito principalmente delle zone agricole eterogenee (40%) e delle colture permanenti (22%), mentre per i territori boscati sono le zone a vegetazione arbustiva o erbacea le maggiormente interessate (10%).

**OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA**

Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due Programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità. La Comunicazione della Commissione Europea CE-COM (2002)179 sulla protezione del suolo indica come problema prioritario l'impermeabilizzazione.

**PERIODICITÀ di AGGIORNAMENTO**

Quinquennale



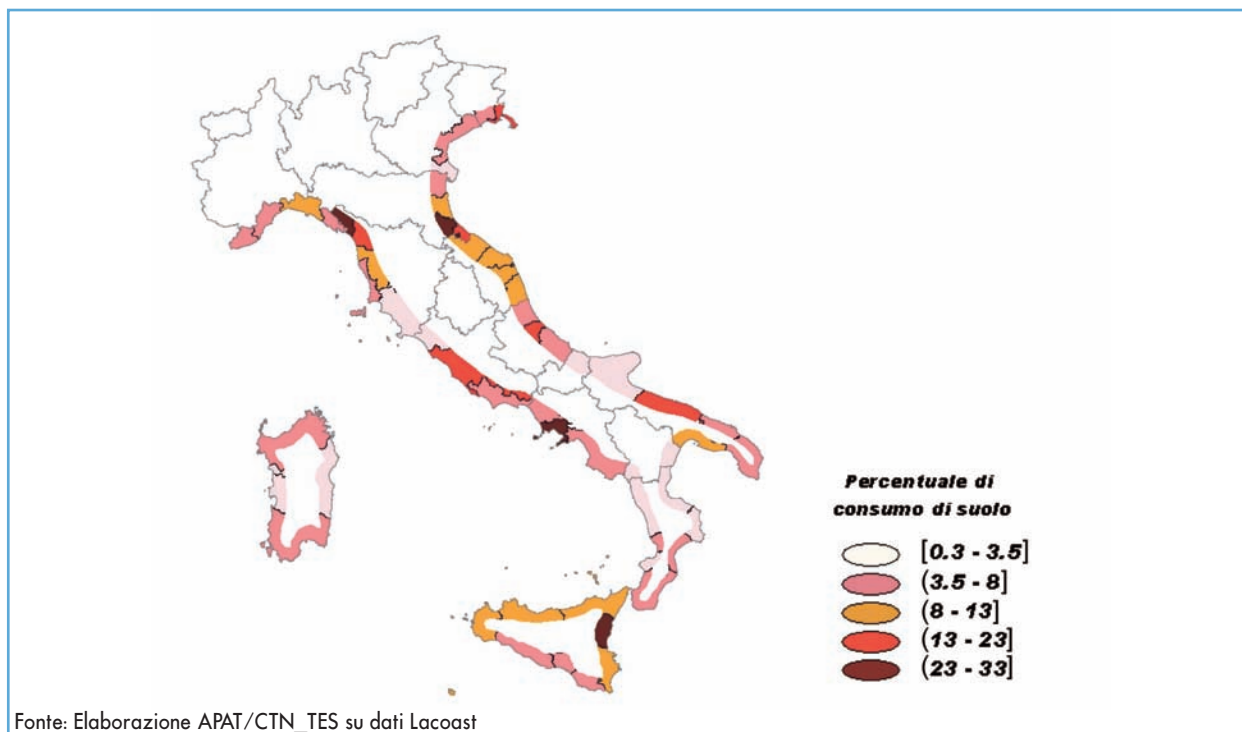
## QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

| Rilevanza | Accuratezza | Comparabilità nel tempo | Comparabilità nello spazio |
|-----------|-------------|-------------------------|----------------------------|
| 1         | 2           | 2                       | 1                          |

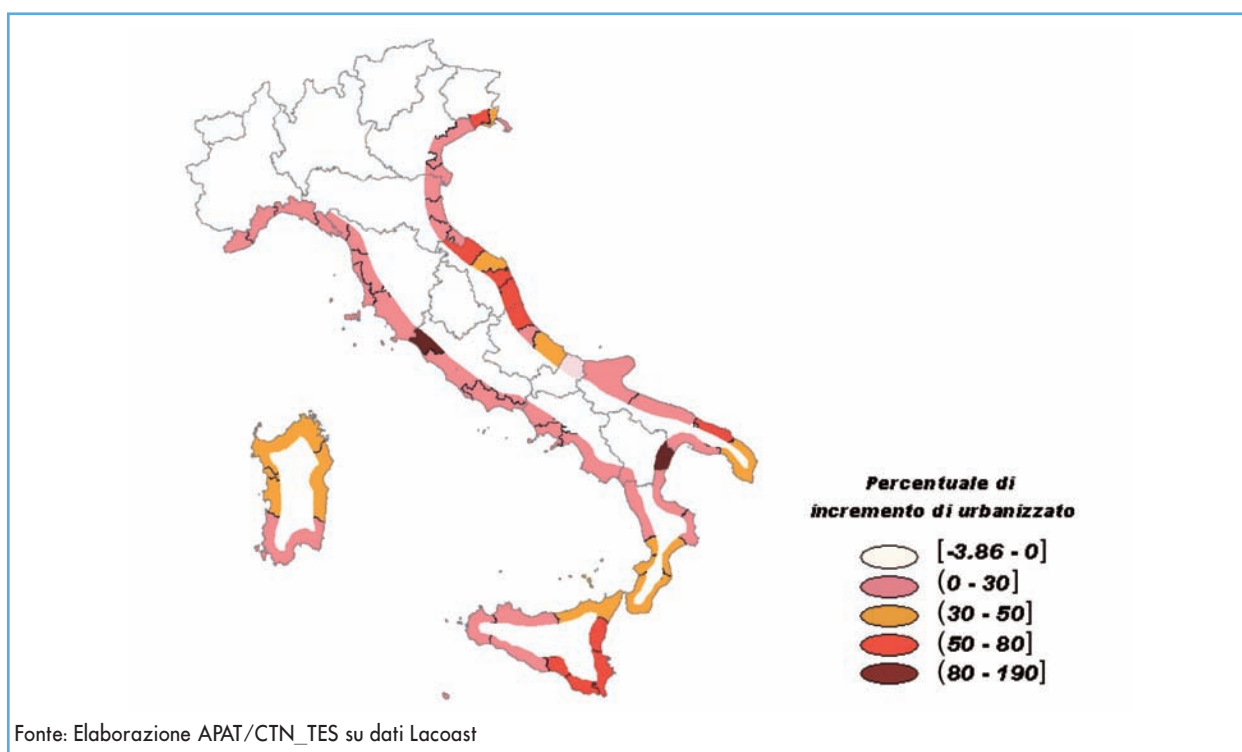
L'indicatore fornisce le informazioni importanti sul fenomeno di espansione delle aree urbanizzate nella fascia costiera. L'accuratezza, seppure migliorabile, è già soddisfacente, sia come comparabilità, sia come affidabilità del dato. La copertura temporale è limitata al 1992, con riferimento a dati di base derivanti dal CLC90, per cui è migliorabile.

La copertura spaziale è buona; sono rappresentate tutte le aree costiere nazionali, con suddivisione regionale dei dati.

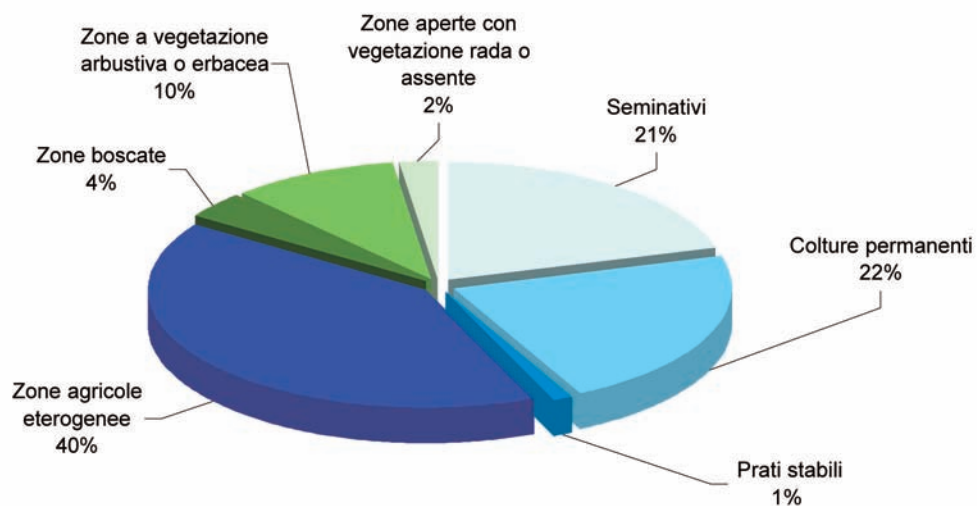
★★★



**Figura 12.29: Consumo di suolo (suolo urbanizzato su suolo totale) nel 1992 nella fascia costiera di 10 km; rappresentazione a livello provinciale**



**Figura 12.30: Variazione delle superfici urbanizzate tra il 1975 e il 1992 nella fascia costiera di 10 km; rappresentazione a livello provinciale**



Fonte: Elaborazione dati APAT/CTN TES su dati Progetto Lacoast

**Figura 12.31: Ripartizione percentuale, in classi CLC di livello 2, dell'espansione di superfici urbanizzate dal 1975 al 1992**