

9. GEOSFERA

CAPITOLO 9 – GEOSFERA

Autori:

Roberta CARTA¹, Rocío Dánica CÓNDR¹, Giovanni CONTE¹, Carlo DACQUINO¹, Marco DI LEGINIO¹, Fiorenzo FUMANTI¹, Maria Cristina GIOVAGNOLI¹, Carla IADANZA¹, Maria Teresa LETTIERI¹, Luca LIBERTI¹, Anna LUISE¹, Ines MARINOSCI¹, Lucio MARTARELLI¹, Michele MUNAFÒ¹, Luca SALVATI²

Con il contributo di:

Marco AMANTI¹, Renzo BARBERIS³, Paolo BAZZOFFI⁴, Nico BONORA¹, Stefano BRENNI⁵, Claudio CAMPOBASSO¹, Alfredo COCCHIARELLA⁶, Valentino COLANTONI¹, Ombretta COPPI⁷, Amedeo D'ANTONIO⁸, Fabrizio FASANO⁹, Carlo FILZ¹⁰, Fabrizio GALLUZZO¹, Ermanno GAMBARO¹¹, Lorenzo GARDIN¹², Adriano GARLATO¹³, Paolo GIANDON¹³, Marina GUERMANDI¹⁴, Fabio GUAITOLI¹⁵, Silvia OBBER¹³, Raffaele PAONE¹⁶, Mauro PIAZZI¹⁷, Alessandro RAFANELLI¹², Irene RISCHIA¹, Angelantonio SILVI¹, Stefano STEFANELLI¹⁸, Christian STEIER¹⁹, Mauro TIBERI²⁰, Pierpaolo VARETTO²¹, Ialina VINCI¹³, Gianluca VITALI²², Claudio ZUCCA²³.

Coordinatore statistico:

Paola SESTILI¹

Coordinatore tematico:

Fiorenzo FUMANTI¹ con la collaborazione di Marco DI LEGINIO¹ e di Anna LUISE¹ (desertificazione)

1) ISPRA, 2) ISTAT, 3) ARPA Piemonte, 4) CRA-ABP, 5) ERSAF Lombardia, 6) ARSIA Molise, 7) Ministero dello sviluppo economico, 8) Regione Campania, 9) Regione Puglia, 10) Provincia Trento, 11) Regione Liguria, 12) Regione Toscana, 13) ARPA Veneto, 14) Regione Emilia Romagna, 15) Regione Siciliana, 16) ARSSA Calabria, 17) IPLA Piemonte, 18) Regione Molise, 19) PA Bolzano, 20) Regione Marche, 21) Regione Piemonte, 22) Regione Lombardia, 23) NRD Sassari.

Q9: Quadro sinottico indicatori

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e Trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
Qualità dei suoli	Percentuale di carbonio organico (CO) presente negli orizzonti superficiali (30 cm) dei suoli	S	Non definibile	★★★	I R	1998-2003, 2011	-	-	9.1-9.2
	Contenuto in metalli pesanti totali nei suoli agrari ^a	S	Non definibile	★★★	R 11/20	2005	☹	-	-
	Bilancio di nutrienti nel suolo (Input/Output di nutrienti) ^a	S	Non definibile	★★★★	R	1994, 1998, 2000, 2002	☹	-	-
Evoluzione fisica e biologica dei suoli	Desertificazione	I	Non definibile	★★★	I R 7/20	1990,2000, 2004-2010	☹	9.1	9.3-9.18
	Suscettibilità del suolo alla compattazione	S	Non definibile	★★★	I R	2007	-	-	9.19-9.20
	Erosione idrica	S	Non definibile	★★★	I R	1999, 2004, 2011	☹		9.21-9.23
Contaminazione del suolo	Allevamenti ed effluenti zootecnici ^a	P	Biennale	★★★★	R	1994,1998, 2000, 2002	☹	-	-
	Aree usate per l'agricoltura intensiva ^a	P	Annuale	★★★★	R	1995-2000	-	-	-
	Utilizzo di fanghi di depurazione in aree agricole ^a	P	Annuale	★★★★	I R	1998-2009	😊	-	-
Uso del territorio	Aggiornamento cartografia geologica ufficiale	S	Annuale	★★★★	I R	2011	☹	-	9.24-9.27
	Siti di estrazione di minerali di prima categoria (miniere) ^a	P	Non definibile	★★★★	P	1870-2006	☹	-	-

Tema SINAnet	Nome Indicatore	DPSIR	Periodicità di aggiornamento	Qualità Informazione	Copertura		Stato e Trend	Rappresentazione	
					S	T		Tabelle	Figure
	Siti di estrazione di minerali di seconda categoria (cave)	P	Annuale	★★	I R	2006-2011	-	9.2	9.28-9.29
	Siti di estrazione di risorse energetiche	P	Annuale	★★★★	I R 13/2 0	1982-2010	☹	9-3-9.5	9.30-9.31
	Potenziale utilizzo della risorsa idrica sotterranea	P/S	Annuale	★★★★	I R	1985-2010	-	-	9.32-9.35
	Uso del suolo ^a	S	Quinquennale	★★★★	I R	1990-2000-2006	☹	-	-
	Urbanizzazione e infrastrutture ^a	P	Annuale	★★★★	I R	1990-2005	☹	-	-
	Urbanizzazione in area costiera ^a	P	Quinquennale	★★★★	I R	1975-2006	☹	-	-
	Impermeabilizzazione e consumo di suolo ^b	P	Quinquennale	★★★★	I R	1946-2006	☹	-	-
	Geositi	S	Frequenza variabile	★★	I R	2011	😊	9.6	9.36

^a L'indicatore non è stato aggiornato rispetto a precedenti versioni dell'Annuario, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore

^b Nelle precedenti edizioni dell'Annuario l'indicatore è denominato: Impermeabilizzazione del suolo

Introduzione

Il sistema Geosfera è qui inteso come la porzione solida del pianeta dal suo interno sino alla superficie. Il sistema comprende quindi anche il suolo, cioè la sottile cuticola d'interfaccia tra mondo abiotico e biotico e luogo delle interazioni continentali con biosfera/atmosfera/idrosfera, fondamentale per l'esistenza della vita sul pianeta, e il territorio, porzione della superficie terrestre le cui caratteristiche comprendono tutti gli attributi della biosfera, della geosfera e i risultati dell'attività umana presente e passata.

I naturali processi evolutivi del sistema, coniugati con quelli degli altri sistemi ambientali, originano fenomeni che determinano, quando interagenti con le attività umane, rischi di varia intensità.

La conoscenza dei fattori che regolano l'insieme dei processi e dei fenomeni agenti all'interno della Geosfera riveste, quindi, un'importanza strategica per l'elaborazione di politiche miranti a coniugare i fabbisogni e le esigenze della comunità, in termini anche di sicurezza, con la gestione oculata e rispettosa del patrimonio naturale e delle risorse a esso associate. Se le informazioni disponibili relativamente agli usi e alla conoscenza del territorio, anche se migliorabili, permettono di delineare un quadro attendibile della situazione italiana, quelle relative al suolo risultano, con qualche eccezione, ancora piuttosto limitate e lacunose. Eppure il suolo è uno dei principali nodi degli equilibri ambientali. Esso gioca un ruolo prioritario nella salvaguardia delle acque sotterranee dall'inquinamento, nel controllo della quantità di CO₂ atmosferica, nella regolazione dei flussi idrici superficiali con dirette conseguenze sugli eventi alluvionali e franosi, nel mantenimento della biodiversità, nei cicli degli elementi nutritivi, ecc. Dallo stato di salute del suolo dipende la biomassa vegetale con evidenti ripercussioni sull'intera catena alimentare. Il suolo è un complesso corpo vivente, in continua evoluzione e sotto alcuni aspetti ancora poco conosciuto, che fornisce all'umanità gli elementi necessari al proprio sostentamento, ma è anche una risorsa praticamente non rinnovabile ed estremamente fragile. Esso può essere soggetto a gravi processi degradativi, derivanti da scorrette pratiche agricole, dalla concentrazione in aree localizzate della popolazione e delle attività economiche con aumento delle potenziali fonti di contaminazione, dai cambiamenti climatici e dalle variazioni di uso del suolo stesso, che ne limitano o inibiscono totalmente la funzionalità e, spesso, vengono evidenziati solo quando sono irreversibili o in uno stato talmente avanzato da renderne estremamente oneroso e economicamente poco proponibile il ripristino.

Questo spiega la crescente attenzione che viene dedicata al suolo a livello europeo, nel 6° Programma di Azione Ambientale, nella Politica Agricola Comune (con l'obbligo di mantenere i terreni agricoli in buone condizioni agronomiche e ambientali) e, soprattutto, nella Strategia tematica per la protezione del suolo (COM (2002) 179; COM (2006) 231) e nella proposta di Direttiva che istituisce un quadro per la protezione del suolo (COM (2006) 232) attualmente in discussione. In tali documenti è riconosciuta la funzione ambientale dei suoli, la loro forte interrelazione con le altre matrici ambientali e la necessità, a causa della loro estrema variabilità spaziale, di incorporare nelle politiche di protezione una forte componente locale. Essi individuano, inoltre, le principali minacce che rischiano di compromettere irrimediabilmente le funzioni del suolo (erosione, contaminazione locale e diffusa, impermeabilizzazione, compattazione, perdita di sostanza organica, diminuzione della biodiversità, frane, salinizzazione e infine la desertificazione intesa come ultima forma di degrado). Tali problematiche interessano, in modo diversificato da regione a regione, anche l'intero territorio italiano.

Nonostante il suolo abbia, quindi, una grande valenza ambientale, in Italia esso è stato storicamente considerato solo sotto l'aspetto produttivo e, all'interno del Sistema agenziale, le attività sono generalmente limitate agli aspetti collegati con il settore dei siti contaminati. Le informazioni sui suoli sono pertanto depositate presso gli Enti che a livello nazionale e regionale fanno riferimento al Ministero delle politiche agricole, alimentari e forestali. In particolare sono presenti, presso i soggetti che svolgono il ruolo di Servizi Pedologici Regionali, molte informazioni sui suoli ambientalmente rilevanti ma che presentano spesso una disomogeneità che, se non corretta tramite

un procedimento di armonizzazione, ostacola il popolamento di indicatori nazionali e impedisce la costruzione di un quadro conoscitivo atto a esprimere una valutazione complessiva sullo stato ambientale della risorsa.

Sono state pertanto intraprese iniziative di collaborazione con le strutture operanti sul suolo sia a livello nazionale (principalmente mediante l'Osservatorio Nazionale Pedologico istituito presso il MIPAAF composto da enti afferenti al Consiglio per la Ricerca e la sperimentazione in Agricoltura, da enti che svolgono la funzione di Servizi Pedologici Regionali, da ISPRA e da rappresentanti delle Università), sia a livello europeo (JRC-IES-*European Soil Bureau*).

Tale collaborazione ha dato origine al Progetto SIAS (Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo) finalizzato alla costruzione di due indicatori (Erosione idrica e Contenuto in sostanza organica) a partire dall'armonizzazione delle informazioni disponibili a livello regionale, in linea con quanto previsto dalla Direttiva 2007/2/EC (INSPIRE).

Lo sviluppo di metodologie per l'armonizzazione dei dati esistenti e l'avvio di un' apposita rete di monitoraggio del suolo, della quale esistono già buoni esempi a livello regionale, potrebbero permettere non solo la costruzione di nuovi indicatori e una maggiore rappresentatività di quelli esistenti, ma anche un utilizzo più corretto e più produttivo di diversi modelli a scale tali da consentire la rappresentazione delle diverse problematiche con modalità realmente utilizzabili dai decisori politici.

In questa edizione dell'Annuario sono riportati gli indicatori che è stato possibile aggiornare attinenti al suolo e all'uso del territorio, inserendo, in quest'ultimo, anche indicatori relativi al sottosuolo. Altri indicatori, strettamente collegati, sono riportati nel capitolo *Pericolosità di origine naturale*.

Il tema "Qualità dei suoli" sconta con evidenza la lacuna informativa derivante dall'assenza di una rete nazionale di monitoraggio e, in mancanza di dati rilevati secondo una procedura standardizzata, non è ancora aggiornabile l'indicatore relativo al contenuto di metalli pesanti. Al contrario la conoscenza del contenuto in carbonio organico dei suoli sta raggiungendo un buon livello di accuratezza grazie ai risultati del Progetto SIAS, del quale si presenta lo stato di avanzamento. Il tema "Evoluzione fisica e biologica dei suoli" comprende tre delle principali problematiche dei suoli italiani, indubbiamente tra loro correlate: la compattazione, l'erosione idrica e la desertificazione. Per la compattazione si è fatto riferimento all'elaborazione effettuata dal JRC a livello europeo che, nonostante le approssimazioni legate alla scala di studio, fornisce una visione sufficientemente esaustiva delle aree maggiormente suscettibili alla problematica. Per quanto riguarda la stima della perdita di suolo per erosione idrica, i dati di portata nazionale sono rimasti immutati ma è stato incluso lo stato d'avanzamento dell'elaborazione effettuata con metodologia SIAS. Dal confronto tra le cartografie è possibile evidenziare discrepanze, anche importanti, legate al diverso dettaglio dei dati di *input* utilizzati. Le informazioni relative alla diffusione delle aree suscettibili a fenomeni di desertificazione pongono in evidenza, oltre alla ben nota situazione di degrado delle regioni meridionali, la presenza di criticità anche in quelle settentrionali.

Gli indicatori relativi al tema "Contaminazione del suolo" da fonti diffuse pesano le pressioni sul suolo derivanti da alcune attività agricole a forte impatto ambientale e sono strettamente legati a diversi indicatori presenti nel capitolo *Agricoltura, Selvicoltura e Acquacoltura*, in particolare lo spandimento dei fanghi di depurazione può determinare un accumulo nel suolo di metalli pesanti ma i dati trasmessi dalle regioni al MATTM hanno sempre evidenziato il rispetto dei limiti imposti dalla normativa vigente.

Il tema "Uso del territorio" analizza e rappresenta i dati relativi alla copertura e all'uso del territorio e alle sue evoluzioni nel tempo, cercando di integrare le informazioni territoriali di base con le informazioni su settori produttivi o di servizio, avvalendosi anche delle tecniche di *remote sensing*. Gli indicatori relativi all'uso del suolo e alle aree occupate da urbanizzazione e infrastrutture descrivono l'uso generale del territorio, con una particolare attenzione a quelle forme di consumo di suolo caratterizzate da un' impermeabilizzazione dello stesso in forma irreversibile o comunque difficilmente reversibile. Le fonti fondamentali dei dati per la costruzione di questi indicatori sono

stati i risultati del Progetto *Corine Land Cover 2006* (CLC 2006) che, attraverso il confronto con i dati precedenti (CLC1990 e CLC2000), hanno permesso l'analisi del *trend* dell'uso del suolo evidenziando il perdurante incremento delle aree artificiali e boschive e una diminuzione delle aree agricole. Un secondo gruppo di indicatori, relativi all'uso e alla conoscenza del suolo e del sottosuolo, riguarda lo stato di avanzamento della cartografia geologica ufficiale, elemento di base per le attività di pianificazione territoriale (progetto CARG), i luoghi di interesse scientifico e culturale tali da dover essere preservati (geositi) e alcune attività di evidente impatto ambientale e territoriale, quali i siti di estrazione di minerali di prima e seconda categoria (miniere e cave), i siti di estrazione di risorse energetiche e i siti di emungimento di risorse idriche.

Dall'analisi degli indicatori 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.

Strettamente collegati al tema sono anche gli indicatori relativi alla Pericolosità naturale e alcuni riportati in altri capitoli (Pericolosità di origine antropica, Biosfera, Settori produttivi).

Nel complesso, a livello nazionale, il grado di conoscenza del tema Geosfera appare soddisfacente per quanto riguarda l'uso e la conoscenza del territorio, ma piuttosto lacunoso per gli aspetti relativi alla qualità del suolo, alla contaminazione diffusa e ad alcuni processi degradativi sia per l'assenza di una rete nazionale di monitoraggio, sia per la mancata armonizzazione delle informazioni disponibili a livello locale. Alla luce della fondamentale importanza del suolo nello svolgimento di molte funzioni vitali dal punto di vista ambientale (come riconosciuto a livello europeo), si ritiene prioritario per il Sistema delle agenzie lo sviluppo, nel rispetto delle competenze, di opportune azioni affinché le tematiche relative ai suoli escano dalla marginalità nella quale sono sinora costrette.

Quadro riassuntivo delle valutazioni

<i>Trend</i>	Nome indicatore	Descrizione
	Geositi	Nel 2010 la Liguria e la Puglia si sono aggiunte all'Emilia Romagna promulgando una legge regionale per la conservazione e la tutela del patrimonio geologico. In seguito all'inserimento dei geositi nelle attività di pianificazione territoriale, molte regioni e le province autonome hanno avviato progetti per la loro individuazione e per il loro inserimento nei piani paesaggistici territoriali. Attualmente è ancora assente una legislazione nazionale di tutela specifica per i geositi.
	Erosione idrica	La stima della perdita di suolo per erosione idrica è realizzata, a scala nazionale, tramite l'utilizzo di vari modelli non confrontabili tra loro. Non è quindi ancora possibile una definizione quantitativa del <i>trend</i> . Il progressivo aumento delle aree boscate a scapito di quelle agricole, confermato dai dati CLC, lascia supporre una consistente diminuzione del fenomeno nelle zone montane. Al contrario l'intensificazione della meccanizzazione nelle aree agricole collinari e la diffusione di incendi fa ipotizzare un incremento del fenomeno, collegato anche all'aumento dell'erosività delle piogge registrato negli ultimi anni, con scrosci più intensi ed eventi notevoli più ravvicinati. I dati relativi alla efficacia delle misure agroambientali, introdotte dalla nuova Politica Agricola Comune (PAC) e previste nel Piano Strategico Nazionale di Sviluppo Rurale, evidenziano una significativa riduzione dei fenomeni erosivi in seguito alla loro applicazione.
	Aggiornamento cartografia geologica ufficiale	La cartografia geologica a scala adeguata rappresenta un elemento di base per la corretta pianificazione del territorio. Il Progetto di cartografia geologica (Progetto CARG) prevede la copertura totale del territorio italiano attraverso la realizzazione dei 652 fogli che costituiscono la Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. Il Progetto è realizzato dal Servizio Geologico d'Italia di ISPRA tramite convenzioni con regioni, province autonome, dipartimenti universitari e CNR, seguendo linee guida nazionali appositamente predisposte. I rilevamenti dei fogli oggetto di finanziamento (meno della metà del territorio nazionale) sono pressoché conclusi ma la copertura nazionale del territorio potrà essere realizzata solo a fronte di altre risorse.

9.1 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. 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.

A causa di una certa disomogeneità dei dati, della loro dispersione fra i vari gestori degli stessi, e alla conseguente necessità di procedere a una armonizzazione dell'informazione relativa ai suoli su basi comuni di riferimento, tra i molti indicatori rappresentativi delle caratteristiche chimico/fisiche/biologiche dei suoli italiani è stato possibile rappresentare a scala nazionale solo quello relativo al contenuto in carbonio organico. A tale proposito, ISPRA sta portando a termine una attività di collaborazione con i gestori dei dati pedologici presso le strutture regionali, per elaborare una metodologia condivisa, in accordo con gli indirizzi normativi europei (Direttiva 2007/2/EC – INSPIRE) e progettuali (MEUSIS), di armonizzazione delle informazioni pedologiche utili alla costruzione di indicatori ambientali sui suoli che, unitamente alle attività svolte dal MIPAAF, permetteranno il miglioramento del quadro conoscitivo e l'utilizzo più corretto e più produttivo della modellistica (Progetto SIAS – Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo).

Gli indicatori di questo tema, riportati nel quadro Q9.1, riguardano la percentuale di carbonio organico presente nei primi 30 cm dei suoli italiani, dove si presenta anche lo stato di avanzamento del progetto SIAS (a oggi si dispone dei risultati relativi a 15 regioni), il contenuto di metalli pesanti nei suoli agrari e il bilancio di elementi nutritivi (azoto e fosforo) nel suolo.

La percentuale di sostanza organica influenza tutte le proprietà fisiche del suolo e la sua diminuzione è ritenuta una delle problematiche prioritarie nella COM (2006) 232. L'indicatore vuole rappresentare solo una prima elaborazione, sulla base dei dati disponibili, che sarà migliorata al termine delle attività in corso, in particolare la presenza, nonostante l'adozione di una metodologia comune, di aree con valori anormalmente alti è testimone della difficoltà di armonizzare informazioni di soggetti diversi e implica la necessità di una ulteriore revisione per l'individuazione dei fattori determinanti l'anomalia.

Il secondo è un indicatore di stato richiesto a livello europeo in quanto indispensabile per l'attuazione di diverse politiche in campo agricolo e ambientale. Il suo scopo è quello di descrivere il contenuto naturale di metalli pesanti nel suolo, dovuto ai materiali originari, e il contenuto in metalli pesanti degli strati superficiali del suolo dove si concentrano gli apporti di origine antropica. Alcune regioni (Piemonte, Lombardia, Emilia Romagna, Veneto, Sicilia) hanno sviluppato, o stanno realizzando, una propria rete di monitoraggio del suolo, ma la mancanza di dati omogenei a scala nazionale non ha permesso l'aggiornamento dell'indicatore.

L'ultimo è un indicatore che descrive il livello di presenza di alcuni elementi chimici (Azoto e Fosforo) 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.

Altri indicatori collegati con la qualità del suolo sono descritti nel capitolo relativo al settore produttivo *“Agricoltura, Selvicoltura e Acquacoltura”*.

Q 9.1: Quadro delle caratteristiche indicatori Qualità dei suoli

Nome indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Percentuale di carbonio organico (CO) presente negli orizzonti superficiali (30 cm) dei suoli	Descrivere la quantità di carbonio organico (CO), espressa in percentuale sul peso, presente nei suoli italiani in relazione ai primi 30 cm di suolo	S	CE-COM (2002) 179 CE-COM (2006) 231- 232
Contenuto in metalli pesanti totali nei suoli agrari ^a	Descrivere il contenuto di metalli pesanti presenti nei suoli agrari per caratteristiche naturali e cause antropiche	S	D.Lgs. 99/92 D.Lgs. 22/97 DM Ambiente 27/03/98 DM Ambiente 471/99 Direttiva 86/278/CEE
Bilancio di elementi nutritivi nel suolo (<i>Input/Output</i> di elementi nutritivi) ^a	Definire la situazione di <i>deficit</i> o di <i>surplus</i> di elementi nutritivi per unità di superficie coltivata	S	D.Lgs. 152/06 DM MIPAF 19/04/99 “Approvazione del codice di buona pratica agricola”

^a L'indicatore non è stato aggiornato rispetto a precedenti versioni dell'Annuario, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, e/o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto, nella presente edizione, non è stata riportata la relativa scheda indicatore.

Bibliografia

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

APAT/CTN_TES, 2004, *Proposta di guida tecnica su metodi di analisi per il suolo e i siti contaminati - Utilizzo di indicatori biologici ed ecotossicologici*. RTI CTN_TES 1/2004

APAT/CTN_TES, 2004, *Elementi di progettazione della rete nazionale di monitoraggio del suolo a fini ambientali, versione aggiornata sulla base delle indicazioni contenute nella strategia tematica del suolo dell'Unione Europea*

APAT, *Annuario dei dati ambientali*, vari anni (ultima edizione 2007)

APAT, 2008, *Il suolo la radice della vita*

Commission of the EC, 2002, *Towards a Thematic Strategy for Soil Protection*. COM (2002) 179

Commission of the EC, 2006, *Thematic Strategy for Soil Protection*. COM (2006) 231

Commission of the EC, 2006, *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC*. COM (2006) 232

European Commission - JRC, IES, 2003, *Carta ecopedologica d'Italia scala 1:250.000*. Eur 20774 IT, 2003.

European Commission - European Soil Bureau, 2004, *European Soil Database. Distribution Version V2.0. CD – ROM*.

ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2008, 2009, 2010

Ministero per le Politiche Agricole, 1999, “Metodo VII.3 “Determinazione del carbonio organico (metodo Walkley-Black)”. *Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo*. DM del 13/09/99, *Gazzetta Ufficiale n. 248 del 21.10.99*

<http://ctntes.arpa.piemonte.it>

<http://ec.europa.eu/environment/soil>

<http://eussoils.jrc.it/projects/Meusis/italy.html>

PERCENTUALE DI CARBONIO ORGANICO (CO) PRESENTE NEGLI ORIZZONTI SUPERFICIALI (30 CM) DEI SUOLI

DESCRIZIONE

Il carbonio organico, che costituisce circa il 60% della sostanza organica presente nei suoli, svolge un'essenziale funzione positiva su molte proprietà del suolo. Favorisce l'aggregazione e la stabilità delle particelle del terreno con l'effetto di ridurre l'erosione, il compattamento, il crepacciamento e la formazione di croste superficiali e l'immobilizzazione della CO₂ nel suolo; si lega in modo efficace con numerose sostanze, migliorando la fertilità del suolo e la sua capacità tampone; migliora l'attività microbica e la disponibilità per le piante di elementi nutritivi come azoto e fosforo. Per quanto riguarda i suoli agrari, il livello di CO dovrebbe essere pari al 2%, ciò per garantire un'elevata efficienza del terreno rispetto al rifornimento di elementi nutritivi per le piante. La conoscenza del contenuto di CO nei suoli italiani rappresenta, inoltre, la base di partenza per stabilire la consistenza del ruolo che essi possono avere nella riduzione delle emissioni di gas serra, considerando che il serbatoio di carbonio suolo-vegetazione, sebbene di entità inferiore a quello oceanico e a quello fossile, risulta il più importante anche perché direttamente influenzabile dall'azione umana.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore è ben fondato in termini tecnico-scientifici ma l'accuratezza può essere sensibilmente migliorata avendo a disposizione dati di maggior dettaglio. La comparabilità temporale è, al momento, bassa in quanto la frequenza di rilevamento dei dati non è definibile e non sono disponibili dati pregressi da confrontare. La comparabilità spaziale è media in quanto i dati di partenza derivano da *database* di diverso dettaglio.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

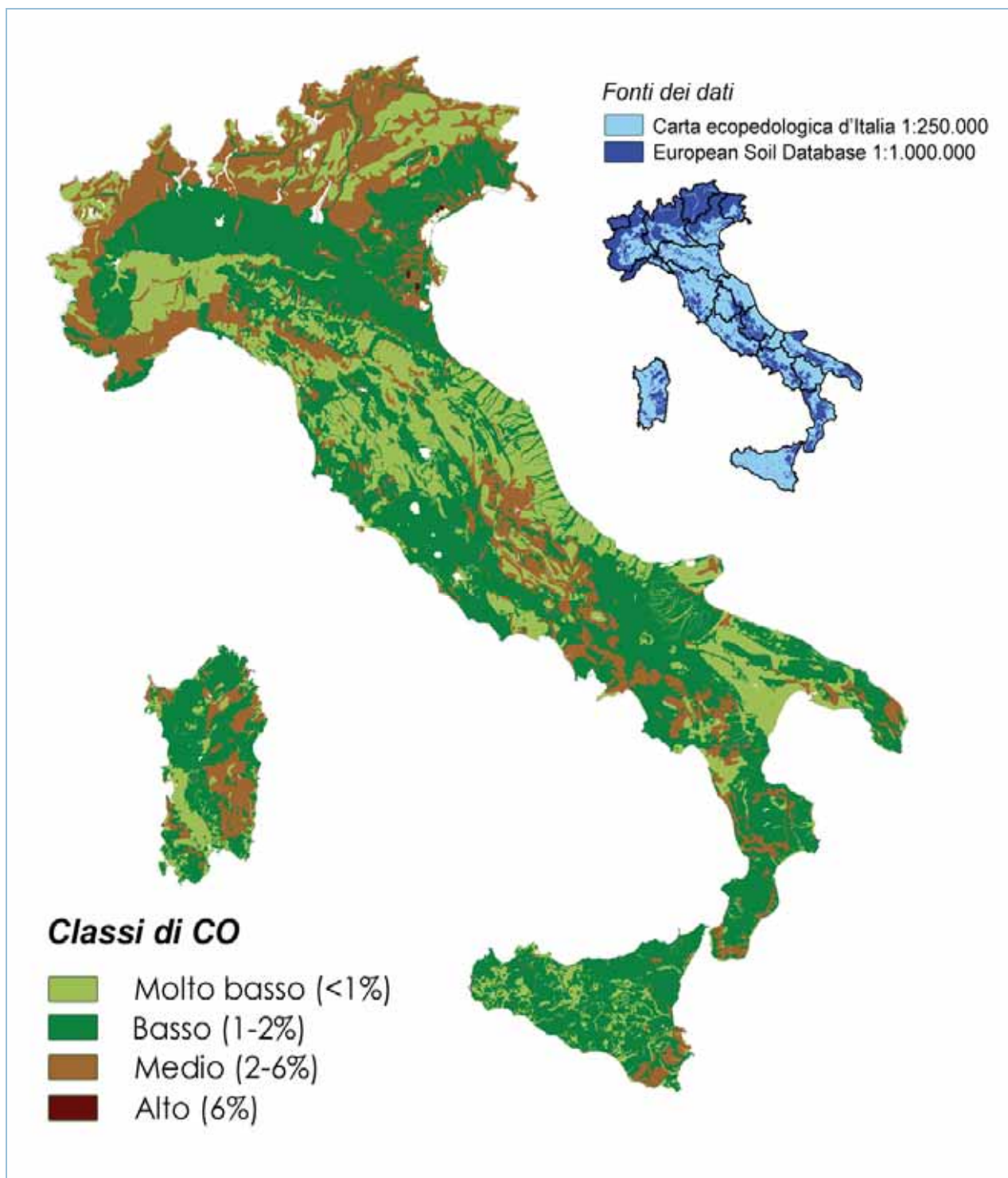
La normativa vigente non fissa nessun limite e regolamentazione sul quantitativo di carbonio organico nel suolo. Le comunicazioni della Commissione Europea relative alla *Soil Thematic Strategy*, COM (2002) 179 e COM (2006) 231, e la proposta di direttiva europea per la protezione del suolo, COM (2006) 232, ritengono la diminuzione della sostanza organica come una delle principali problematiche che pregiudicano la funzionalità dei suoli.

STATO e TREND

La percentuale di carbonio organico è stata rappresentata mediante 4 classi: molto basso (< 1%), basso (1-2%), medio (2-6%) e alto (>6%). Sulla base della classificazione adottata, la situazione appare preoccupante: circa l'80% dei suoli italiani ha un tenore di CO minore del 2%, mentre la classe "alto" non è praticamente rappresentata sul territorio nazionale, almeno alla scala di dettaglio adottata. La distribuzione spaziale ricalca quella climatica con incremento della classe "medio" nel Nord Italia e lungo le principali dorsali montuose del Paese. Le prime elaborazioni regionali realizzate nell'ambito del progetto SIAS evidenziano però come, almeno per alcune aree del territorio italiano, la situazione sia sostanzialmente diversa da quanto ritenuto. Non sono disponibili dati pregressi e pertanto non è individuabile il *trend*.

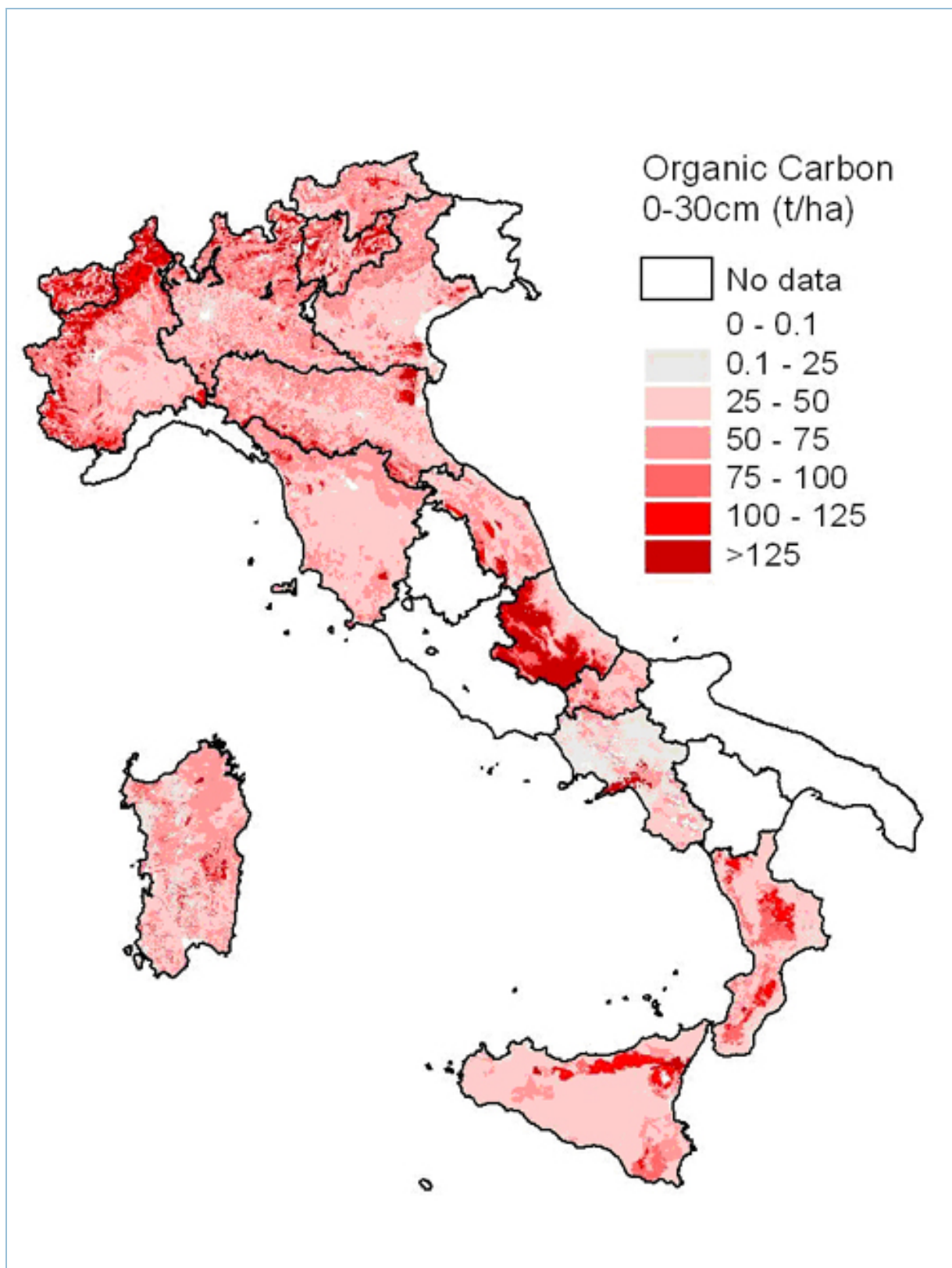
COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La Figura 9.1 rappresenta la mappa della distribuzione della percentuale di carbonio organico relativa ai primi 30 cm di suolo per l'Italia. La classificazione coincide con quella utilizzata nel *European Soil Database* 1:1.000.000, quindi si è scelto di uniformare anche l'informazione sul CO presente nella Carta Ecopedologica d'Italia scala 1:250.000 a questo formato. Per ottenere una rappresentazione del CO su tutto il territorio nazionale è stato necessario colmare le lacune della Carta Ecopedologica d'Italia scala 1:250.000 utilizzando l'*European Soil Database* 1:1.000.000 mediante funzionalità dei software GIS di ESRI. La distribuzione spaziale delle fonti utilizzate è apprezzabile nel riquadro in figura. A prescindere dal database utilizzato, i valori percentuali di CO sono ricavati mediante analisi degli orizzonti secondo il metodo di *Walkley-Black* (MIPAAF, 1999, Metodi ufficiali di analisi chimica dei suoli, DM del 13/09/99, Metodo VII.3). Sarebbe auspicabile avere a disposizione dati rilevati con maggior dettaglio e con diverse scansioni temporali. L'incompletezza dell'informazione ha reso obbligatorio l'utilizzo di diversi database. La Figura 9.2 illustra i risultati del progetto SIAS relativi alle 15 regioni che hanno concluso l'attività; l'elaborazione permette di evidenziare la differenza nella qualità dell'informazione relativa al dato sul CO tra l'elaborazione nazionale, basata sui dati sopracitati, e quella regionale, ottenuta spazializzando su una griglia INSPIRE di 1km x 1km diverse migliaia di dati provenienti dai database regionali. I risultati mostrano valori medi variabili tra 34 e 60 tonn/ettaro nelle aree di pianura, contenuti compresi tra 59 e 103 tonn/ettaro sulle Alpi e tra 50 e 58 tonn/ettaro lungo la dorsale appenninica.



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MATT e JRC

Figura 9.1. Contenuto in percentuale di CO negli orizzonti superficiali dei suoli italiani (1998-2003)



Fonte: Progetto SIAS

Figura 9.2. Contenuto in tonnellate per ettaro di CO negli orizzonti superficiali dei suoli italiani (2011)

9.2 Evoluzione fisica e biologica dei suoli

Il suolo è una risorsa fragile che può essere soggetta a fenomeni di asportazione o alterazione (erosione, salinizzazione, compattazione, perdita di sostanza organica e di biodiversità) delle proprie proprietà fisiche, chimiche e biologiche che possono inibirne le funzioni vitali sino allo stadio finale della degradazione rappresentato dalla desertificazione.

Tali problematiche, che interessano buona parte dei suoli italiani, sono generalmente legate ad una gestione del territorio poco attenta ad adottare i principali criteri di conservazione del suolo. Il processo di modernizzazione dell'agricoltura, pur fondamentale dal punto di vista produttivo, e una pianificazione urbanistica, generalmente poco propensa alla valutazione delle problematiche dei suoli, hanno condotto in diversi casi all'innescio di fenomeni degradativi anche molto spinti.

In questo contesto, uno degli obiettivi prioritari è la definizione della soglia, superata la quale, un processo degradativo diventa irreversibile. In ambito agricolo si può, ad esempio, cercare di contenere l'erosione entro certi limiti imposti da quel determinato ambiente pedologico, cosicché essa sia almeno pari alla velocità di formazione del suolo. Più difficile è quantificare, a livello nazionale, le altre forme di degrado, quali la perdita di struttura, la genesi di strati compatti lungo il profilo o di croste superficiali, il crepacciamento, le variazioni di porosità e di conducibilità idraulica satura, il rilascio di sedimenti da aree agricole. La capacità di un suolo di mantenere le sue molteplici funzioni è però connessa anche alle proprietà chimiche (es. il contenuto in carbonio organico) e biologiche. Essendo quest'ultimo aspetto spesso sottovalutato, si rileva una grave carenza di dati che ostacola fortemente l'elaborazione di indicatori biologici sui suoli.

ISPRA sta cercando di ovviare ai problemi riscontrati nella costruzione degli indicatori tramite una serie di iniziative brevemente descritte nell'introduzione alla tematica.

L'indicatore sull'Erosione idrica è rappresentato tramite i due modelli di stima della perdita di suolo disponibili a livello nazionale (USLE e PESERA) elaborati dal JRC negli scorsi anni. I risultati ottenuti, pur con le limitazioni indotte dalla bassa risoluzione dei dati utilizzati, sono sufficienti all'individuazione delle aree nelle quali, per la corretta definizione del fenomeno, è necessario procedere utilizzando, nella modellistica, informazioni di maggior dettaglio come quelle disponibili presso gli Enti regionali. In quest'ottica si pone il Progetto SIAS – Sviluppo di Indicatori Ambientali sul Suolo di cui viene presentata la cartografia attualmente disponibile. Il fenomeno della compattazione è rappresentato tramite l'elaborazione effettuata dal JRC a livello europeo (Suscettibilità del suolo alla compattazione). Tale elaborazione, nonostante le approssimazioni legate alla scala di studio, fornisce una visione sufficientemente esaustiva delle aree maggiormente suscettibili alla problematica. Un altro fenomeno che inibisce le possibilità del suolo di esplicare le proprie funzioni è rappresentato dalla sua impermeabilizzazione; l'indicatore relativo, poiché collegato con l'urbanizzazione, è riportato in Uso del territorio

Infine, è stato aggiornato l'indicatore relativo alla desertificazione con i risultati di progetti pilota frutto di Accordi di Programma tra MATTM/CNLSD e alcuni enti e/o regioni italiane che evidenziano la particolare concentrazione del fenomeno nelle regioni meridionali, ma anche la preoccupante situazione di degrado di alcune aree settentrionali.

Q9.2: Quadro delle caratteristiche indicatori Evoluzione fisica e biologica dei suoli

Nome indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Desertificazione	Individuare le aree sensibili alla desertificazione, definita dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla Siccità e alla Desertificazione	I	Convenzione UNCCD 1994 L 170/97 D.Lgs. 152/06 CE-COM (2002) 179 CE-COM (2006) 231-232
Suscettibilità del suolo alla compattazione	Valutazione della suscettibilità alla compattazione in funzione di alcune caratteristiche fisiche del suolo	S	CE-COM (2002) 179 CE-COM (2006) 231-232
Erosione idrica	Stimare il rischio di erosione del suolo dovuto all'azione delle acque meteoriche e di scorrimento superficiale	S	CE-COM (2002) 179 CE-COM (2006) 231-232 Reg. CE 1782/2003

Bibliografia

- APAT, *Annuario dei dati ambientali*, anni vari (ultima edizione 2007)
- Bellotti A. [...], 2004, *Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Regione Basilicata*, Università degli Studi della Basilicata - <http://www.unibas.it/desertnet/metodologia.htm>
- Commission of the EC, 1999, *The MEDALUS Project Mediterranean desertification and land use. Project report*. Kosmas C. [...]. (eds.), EUR 18882, V
- Commission of the EC, 2002, *Towards a Thematic Strategy for Soil Protection*, COM (2002) 179
- Commission of the EC, 2006, *Thematic Strategy for Soil Protection*, COM (2006) 231
- Commission of the EC, 2006, *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC*, COM (2006) 232
- Grimm M. [...], 2002, *Soil Erosion Risk in Europe*. JRC – IES. EUR 19939 EN
- ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2008
- ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2009
- ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2010
- Kirkby M.J. [...], 2004, *Pan-European Soil Erosion Risk Assessment: The PESERA Map, Version 1 October 2003. Explanation of Special Publication* Ispra 2004 No 73. European Soil Bureau Research Report No 16 EUR 21176 EN
- Motroni A. [...], 2004, *Carta delle aree sensibili alla desertificazione N. 16 Fogli in scala 1:100.000*, Servizio Agrometeorologico Regionale per la Sardegna, realizzato per conto della Regione Autonoma della Sardegna: <http://www.sar.sardegna.it>
- Progetto Desertnet Calabria: Azione pilota in Calabria: “Realizzazione di un Sistema Informativo Geografico ed elaborazione di una cartografia di vulnerabilità alla desertificazione della Regione Calabria”, Regione Calabria, ARPACal
- Progetto Desertnet Toscana: Azione pilota in Toscana “Integrazione dei dati climatici, telerilevati e socio-economici per la definizione di indicatori di vulnerabilità alla desertificazione” Regione Toscana; Ibimet-CNR (Istituto di Biometeorologia); LaMMA-CRES (Centro Ricerche Erosione Suolo)
- Progetto Dismed - http://www.ibimet.cnr.it/Case/dismed_products.php - UNCCD, Fondazione di Meteorologia Applicata, CNR-Ibimet
- Van der Knijff [...], 1999, *Soil Erosion Risk assessment in Italy*, European Soil Bureau. EUR 19044

Van Rompaey A. [...], 2003, *Validation of Soil Erosion Risk Assessments in Italy*, European Soil Bureau Research Report No 12 - 2003 – EUR 20676 EN

Wischmeier, W.H. and D.D. Smith. 1978, *Predicting Rainfall Erosion Losses: A Guide to Conservation Planning. Agriculture Handbook No. 537. USDA/Science and Education Administration, US. Govt. Printing Office, Washington, DC. 58pp.*

<http://ec.europa.eu/environment/soil>

<http://eusoils.jrc.it/projects/Meusis/italy.html>

DESERTIFICAZIONE

DESCRIZIONE

L'indicatore è costruito utilizzando una metodologia basata sull'analisi combinata degli andamenti di alcuni indici ambientali e socio-economici che porta all'individuazione di aree sensibili, ovvero del grado di reattività degli ecosistemi agli *stress* prodotti da agenti esterni (biologici, geodinamici, climatici, pressione antropica, ecc.). La mancanza di una metodologia comune, adottata a livello sia globale sia locale, rende difficile la valutazione dell'intensità e dell'estensione della desertificazione e soprattutto non permette comparazioni. Tra le metodologie sperimentate, quella che, più di altre, può essere considerata maggiormente condivisa è la MEDALUS (*Mediterranean Desertification and Land Use*), che individua e classifica le aree sensibili alla desertificazione in critiche, fragili, potenziali e non affette attraverso la combinazione di vari parametri relativi a quattro categorie di indici (indici di qualità del suolo, del clima, della vegetazione e di gestione del territorio).

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore fornisce informazioni inerenti 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.



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 avviato il Programma di Azione Nazionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione – PAN (Delibera CIPE n. 229 del 21/12/99) 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 nonché a quanto previsto dal D. Lgs. 152/06.

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. A livello regionale, la disomogeneità di serie storiche, e/o la loro mancanza, non permette una valutazione del trend. Una elaborazione a livello nazionale è stata, invece, condotta dal CRA-CMA per il periodo 1990-2000 ed evidenzia una tendenza evolutiva verso condizioni di maggiore vulnerabilità ambientale.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Nell'ambito degli Accordi di Programma tra MATTM, CNLSD, enti di ricerca e alcune regioni italiane negli anni dal 2004 al 2007, sono state realizzate o aggiornate diverse cartografie del rischio di desertificazione a scala nazionale e regionale. Gran parte delle mappature sono state realizzate con l'utilizzo della metodologia MEDALUS. Secondo tale metodologia (che ad oggi rappresenta uno *standard* di riferimento), la sensibilità alla desertificazione è il risultato della combinazione di diversi indicatori relativi al suolo (roccia madre, tessitura, profondità e pendenza), al clima (indice

di aridità definito dal rapporto tra precipitazione media annua ed evapotraspirazione potenziale media annua: $A_i = P/PET$) e alla vegetazione (protezione dall'erosione, resistenza all'aridità, copertura vegetale e rischio d'incendio). I risultati vengono espressi attraverso dei punteggi, compresi tra 1 e 2, attribuiti ai singoli livelli informativi utilizzati. L'indice finale ESAI (*Environmentally Sensitive Area Index*) viene stimato come media geometrica delle suddette categorie e l'appartenenza alle diverse classi individua aree a sensibilità molto bassa, bassa, media, alta e molto alta. Le cartografie nazionali riportate nelle Figure 9.3 e 9.4 sono state realizzate secondo un approccio innovativo sviluppato dal CRA-CMA; la procedura seguita, che si è avvalsa di tecniche di analisi statistica, ha consentito di assegnare un peso specifico a ciascuna delle variabili considerate nel calcolo dell'indice finale di vulnerabilità ambientale (ESAI). L'analisi, condotta su due serie storiche distinte (1990 e 2000), ha messo in evidenza che circa il 70% della superficie della Sicilia presenta un grado medio-alto di vulnerabilità ambientale, seguono: Molise (58%), Puglia (57%), Basilicata (55%). Sei regioni (Sardegna, Marche, Emilia Romagna, Umbria, Abruzzo e Campania) presentano una percentuale di territorio compresa fra il 30% e il 50%, e sette (Calabria, Toscana, Friuli Venezia Giulia, Lazio, Lombardia, Veneto e Piemonte) fra il 10 e il 25%, mentre per tre regioni (Liguria, Valle d'Aosta e Trentino Alto Adige) le percentuali sono abbastanza contenute, fra il 2% e il 6%. Nella Tabella 9.1 è possibile osservare le differenze tra i due periodi presi come riferimento; in linea generale si può notare una crescita nei valori più alti, e una diminuzione nei valori inferiori a 1,2 che si traduce in una tendenza evolutiva verso condizioni di maggiore vulnerabilità ambientale. Nell'ambito degli Accordi di Programma citati, Piemonte, Sardegna e Puglia hanno elaborato o aggiornato le proprie cartografie regionali seguendo la metodologia MEDALUS, opportunamente modificata attraverso l'introduzione di nuovi indici/indicatori, in funzione delle singole realtà locali. La Figura 9.5 mostra il completamento della cartografia in scala 1:100.000 delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna, realizzata con dati e informazioni aggiornate, con algoritmi diversi e con una scala di maggior dettaglio rispetto alla precedente edizione. Le aree maggiormente sensibili a processi di desertificazione sono localizzate nella Sardegna settentrionale soprattutto nell'area della Nurra, dell'Anglona e nella porzione settentrionale del Logudoro; nella parte meridionale dell'Isola, le aree più critiche sono il Campidano, la Trexenta e la Marmilla. Anche le zone del Sulcis-Iglesiente e di Capoterra (Sardegna sud-occidentale) presentano vaste aree molto sensibili, così come la regione del Sarrabus (Sardegna sud-orientale). In maniera disomogenea e a macchia di leopardo aree della Gallura, della Baronia e dell'Ogliastra presentano livelli di criticità elevati (classi ESAI critiche C2 e C3). Le aree critiche alla desertificazione rappresentano circa il 46% dell'intero territorio regionale, con una distinzione tra le aree meno critiche (aree C1, 14%) e quelle a criticità crescente (aree critiche C2, 25,5%). Le aree più critiche, ossia altamente degradate, caratterizzate da ingenti perdite di materiale sedimentario e in cui i fenomeni di erosione sono evidenti, rappresentano circa il 6,7% della Sardegna. Le aree fragili, ossia quelle in cui qualsiasi alterazione degli equilibri tra risorse ambientali e attività umane può portare alla progressiva desertificazione, occupano una porzione di territorio estesa (circa il 40% del totale). Le aree che ricadono nella classe F3, quindi molto prossime a un elevato grado di criticità (aree marginali, terreni incolti e abbandonati) sono il 16,6% della superficie totale. Le aree non classificate (aree urbane, bacini idrici, reti di comunicazione, rocce nude) rappresentano il 7% del totale, mentre quelle non soggette a fenomeni di desertificazione e le aree potenziali rappresentano rispettivamente il 2% e il 5% circa (Figura 9.6). La Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Puglia e la relativa ripartizione percentuale in classi di sensibilità (Figure 9.7 e 9.8), evidenzia una situazione di criticità, che interessa massicciamente l'intero territorio regionale; dal settore dell'alto Tavoliere a quello del basso Salento si osserva, in maniera continua, una situazione a elevato indice di sensibilità ambientale alla desertificazione, con valori pressoché ovunque superiori a 1,37. Gli alti valori registrati sono anche dovuti all'inserimento nell'algoritmo finale di un ulteriore indice di pressione antropica (HPI - Human Pressure Index) che considera indicatori relativi alla densità di popolazione, alla popolazione residente, al numero di occupati in agricoltura e alla pressione turistica. Tale indice

intermedio si aggiunge nel calcolo dell'ESAI finale, assumendo lo stesso "peso" degli altri livelli di vulnerabilità intermedi (relativi a suolo, clima, vegetazione e management). L'esame della carta evidenzia come il generale avanzamento del processo di desertificazione risulti attenuato nella zona del Gargano, e in parte del sub-Appennino Dauno. Ciò è dovuto molto probabilmente al positivo contributo della copertura vegetale e al maggior contenuto di sostanza organica dei suoli (indicatore inserito all'interno del calcolo dell'indice di qualità del suolo), fattori di fondamentale importanza da tenere in debita considerazione nell'elaborazione di un'eventuale strategia di contenimento del fenomeno. In Figura 9.9 vengono riportati i risultati relativi alla mappatura dell'indice sintetico ESAI della regione Piemonte; più di un terzo delle aree regionali (Figura 9.10) risulta comunque da mediamente a molto sensibili, con particolare evidenza del fenomeno nelle colline del Monferrato, nelle pianure delle province di Alessandria e Torino e nella zona del Cuneese.

La regione Abruzzo (Figure 9.11 e 9.12) mostra una predominanza di aree fragili e critiche localizzate soprattutto nelle aree pedemontane e, nel settore montano, nelle depressioni intermontane. Gli aspetti antropici determinano nel territorio abruzzese un effetto positivo, legato alle politiche di protezione che vedono l'Abruzzo ai primi posti per la presenza di parchi e riserve (particolarmente nelle aree montane interne) e negativo, collegato invece all'uso del suolo (particolarmente nelle aree pedemontane e costiere e nelle conche intermontane), all'alterazione delle coperture vegetali per agricoltura (tipi di colture sensibili alla siccità e poco protettive nei confronti dell'erosione del suolo) e per gli eccessivi disboscamenti.

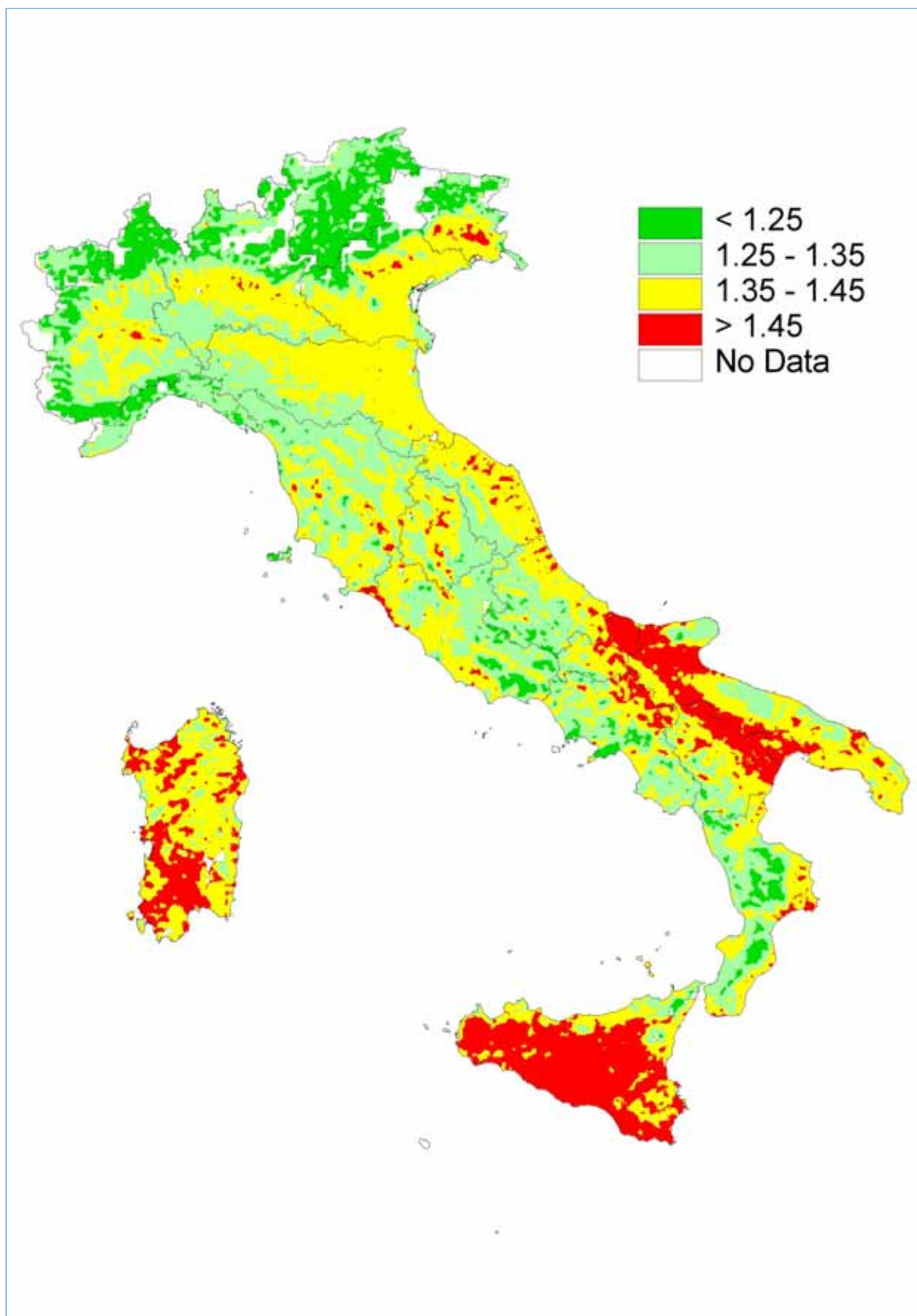
L'aggiornamento della Carta delle aree sensibili alla desertificazione della Basilicata (metodologia ESAI; Figura 9.13) è stato invece realizzato nell'ambito del progetto DesertNet2 sulla base delle nuove informazioni cartografiche disponibili: Carta Forestale Regionale, Carta dei Suoli della Basilicata, immagine satellitare Landsat ETM+ e dati climatici aggiornati raccolti dalle stazioni meteo presenti sul territorio lucano. In particolare, sono stati aggiornati tutti i *layers* di base relativi alle caratteristiche dei suoli (Qualità del suolo), sia attraverso l'uso diretto delle informazioni contenute nel database che attraverso una loro ulteriore elaborazione. La Carta Forestale Regionale è stata invece utilizzata per l'aggiornamento degli strati di *input* della vegetazione (Qualità della vegetazione). L'elevato dettaglio e il contenuto informativo della carta hanno consentito di aggiornare, relativamente alle categorie forestali, gli strati del rischio di incendio, protezione dall'erosione e resistenza alla siccità. L'immagine satellitare è stata utilizzata per una valutazione aggiornata del grado di copertura della vegetazione. Infine, è stata aggiornata anche la qualità del clima con i dati più recenti. In termini di sensibilità strutturale, circa il 40% del territorio regionale è caratterizzato da condizioni di differente fragilità e circa il 10% presenta livelli di criticità più o meno elevati (Figura 9.14). Tali aree sono prevalentemente distribuite nella zona orientale ove il territorio è fortemente interessato da fenomeni calanchivi e da maggiore severità climatica e vulnerabilità della vegetazione. Si riportano cartografie realizzate precedentemente nell'ambito del progetto DESERTNET, finanziato dal Programma Interregionale IIC-MED-OCC, e già inserite nelle precedenti edizioni dell'annuario. La Figura 9.15 mostra la carta delle aree sensibili realizzata dalla regione Calabria (con il contributo di ARPACal), modificata per quanto riguarda gli aspetti climatici, in particolare l'Indice di Qualità del Clima (CQI). Dal risultato (Figura 9.16) emerge che il 50% del territorio calabrese è a rischio, di cui il 10% denuncia aree ad alta criticità quali: la Piana di Sibari, fino al confine dell'Alto Jonio Cosentino con la Basilicata, il Marchesato crotonese e la fascia costiera meridionale (da Reggio Calabria a Capo Spartivento). Lo studio della vulnerabilità alla desertificazione del territorio condotto dalla Toscana, con il supporto del CNR-IBIMET (Figure 9.17 e 9.18) è stato realizzato con approfondimenti particolari riguardanti: gli aspetti climatici (utilizzo dell'indice di siccità e dello studio del *trend* dell'indice di aridità nell'elaborazione dell'Indice di Qualità del Clima (CQI) che costituisce un aspetto innovativo rispetto alla metodologia "classica" di calcolo del CQI); gli aspetti vegetazionali (il rischio d'incendio non viene considerato solo dal punto di vista vegetazionale, cioè della propensione della vegetazione a prendere fuoco, ma anche sulla base di altri fattori quali la statistica dei punti di innesco); i dati socio-economici (a questo proposito è stato introdotto un ulteriore indice - HPI, *Human Pressure*

Index - che tiene conto della densità della popolazione, della variazione della densità della popolazione nel trentennio 1961 - 2001, della densità turistica e della variazione della densità turistica calcolata sempre nel trentennio medesimo). I risultati ottenuti mettono in evidenza una criticità piuttosto elevata, in particolare nelle province di Livorno, Firenze e Pistoia

Tabella 9.1: Variazione percentuale dell'indice ESAI 2000 rispetto al 1990, suddiviso per ciascuna classe di vulnerabilità ambientale individuata

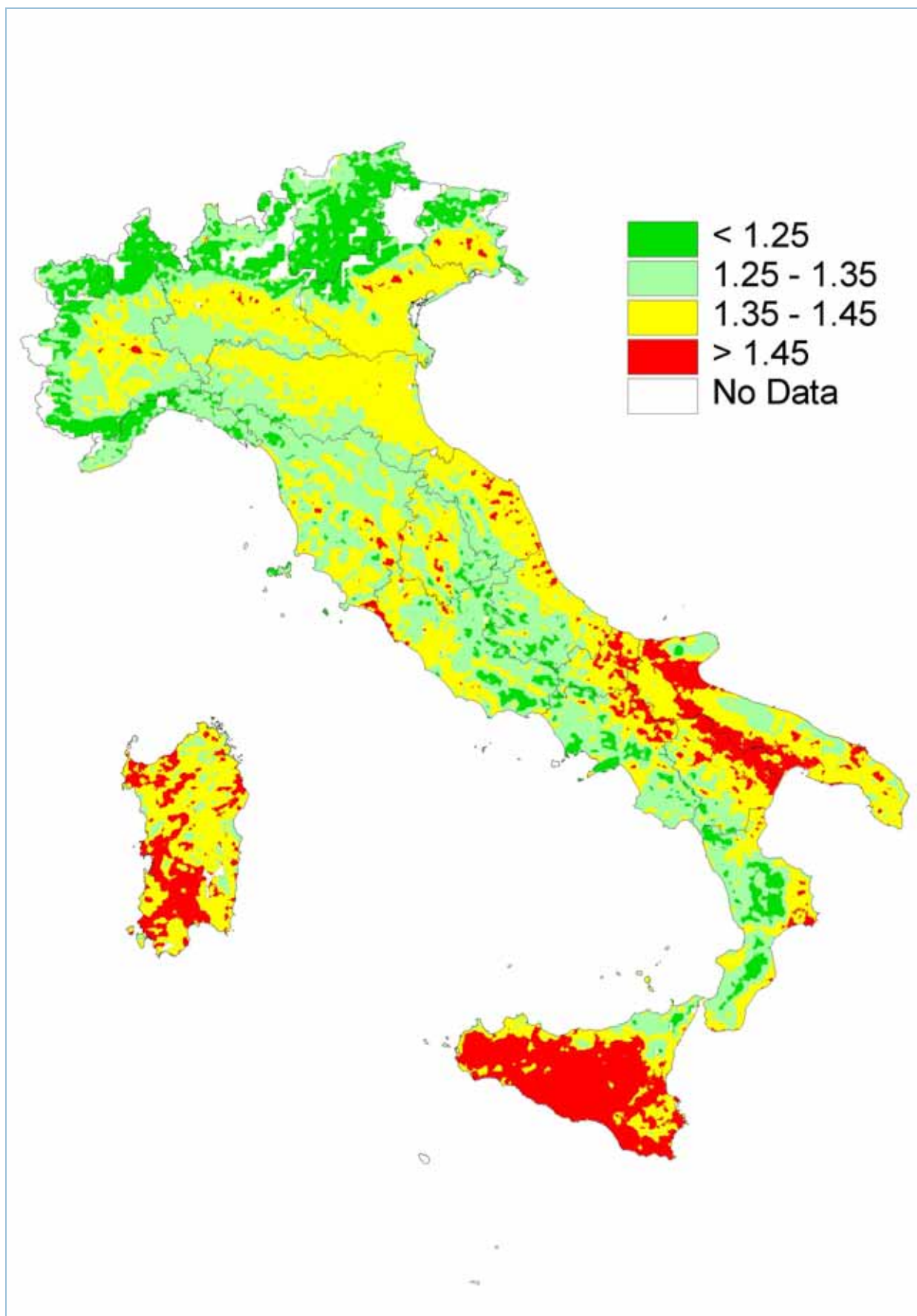
REGIONI	≤ 1,2	1,2 - 1,3	1,3 - 1,4	1,4 - 1,5	> 1,5	Aree non valutate
Piemonte	-1,2	0,4	0,3	0,0	0,0	22,5
Valle d'Aosta	-3,2	0,0	1,9	1,1	0,0	41,7
Lombardia	-1,0	0,1	0,4	0,2	0,1	32,1
Trentino-Alto Adige	-2,9	1,5	0,9	0,4	0,0	28,2
Veneto	-0,3	0,0	-0,2	0,1	0,1	37,3
Friuli-Venezia Giulia	-0,5	0,3	-0,3	-0,4	0,5	32,0
Liguria	-2,9	1,6	0,7	0,3	0,4	26,9
Emilia-Romagna	-0,3	0,6	-2,1	1,0	0,2	8,3
Toscana	-0,7	-0,5	-0,9	0,9	0,7	5,8
Umbria	-1,7	-1,9	-0,9	2,8	1,5	5,6
Marche	-1,5	-1,0	-1,1	2,5	1,3	4,9
Lazio	-1,3	-0,1	-1,1	1,8	0,4	9,4
Abruzzo	-1,5	-0,9	-0,9	1,0	0,5	5,7
Molise	-1,9	-1,3	-1,3	-6,8	12,7	1,9
Campania	-2,9	-2,5	-2,5	2,4	1,2	7,5
Puglia	-0,2	-0,1	-0,1	2,1	0,9	6,5
Basilicata	-1,1	-1,2	-1,2	-2,7	5,4	2,6
Calabria	10,6	-0,8	-0,8	1,2	0,6	4,8
Sicilia	0,5	-0,9	-0,9	0,9	0,5	8,6
Sardegna	0,0	-1,8	-1,8	0,9	0,2	14,1
ITALIA	-1,0	-0,4	-0,4	0,7	0,8	14,8

Fonte: CRA-CMA, CNLSD, MATTM



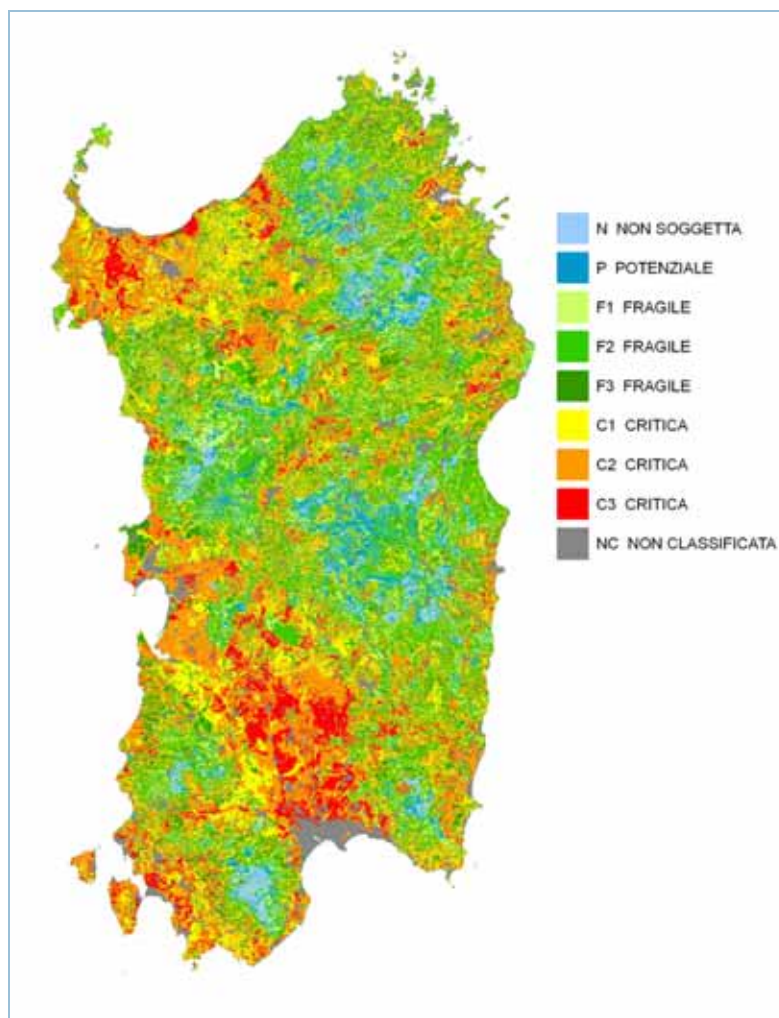
Fonte: CRA-CMA, CNLSD, MATTM

Figura 9.3: Indice nazionale di vulnerabilità ambientale (2000)



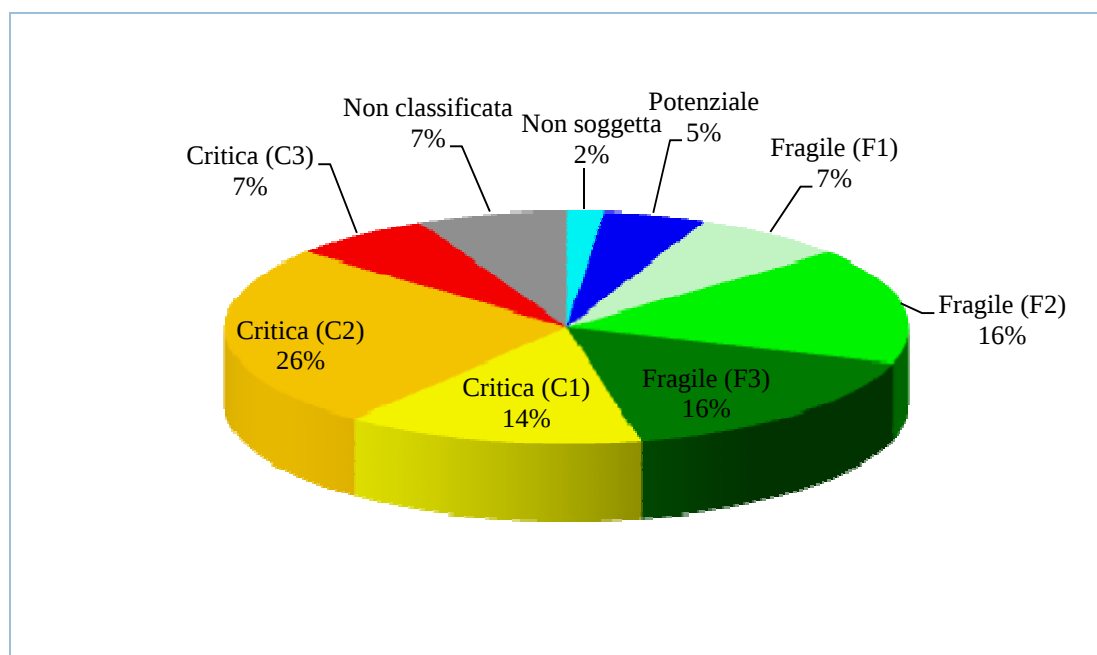
Fonte: CRA-CMA, CNLSD, MATTM

Figura 9.4: Indice nazionale di vulnerabilità ambientale (1990)



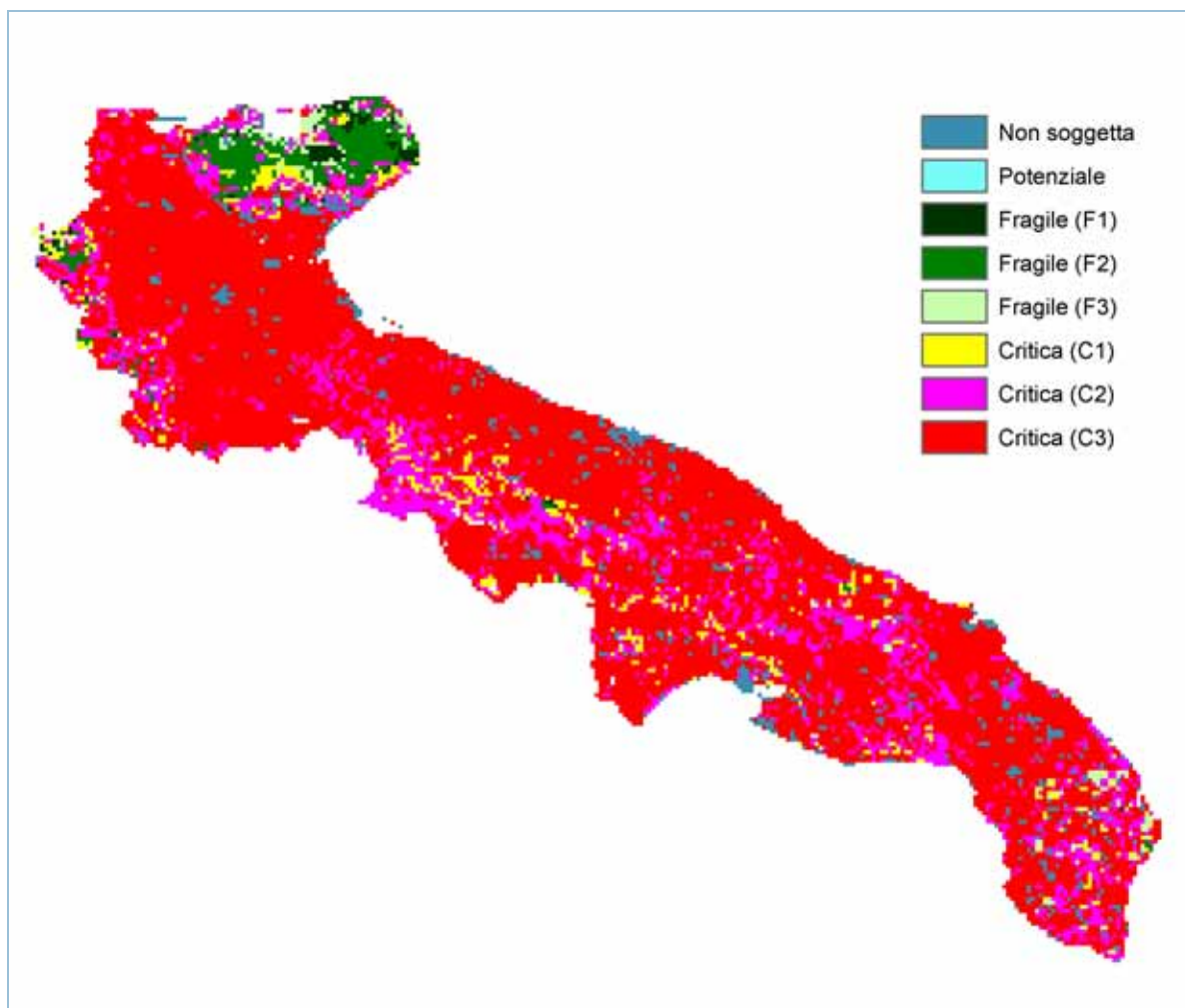
Fonte:ARPA Sardegna, Dipartimento specialistico regionale idroclimatico

Figura 9.5: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna



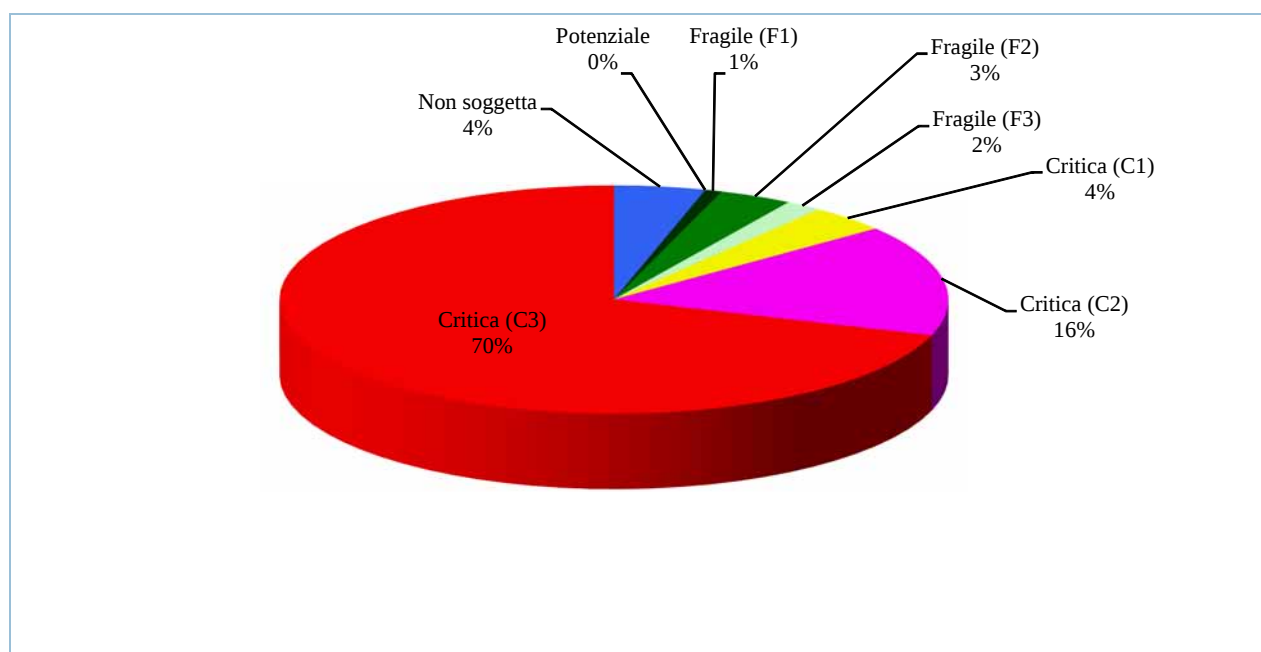
Fonte:ARPA Sardegna, Dipartimento specialistico regionale idroclimatico

Figura 9.6: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna



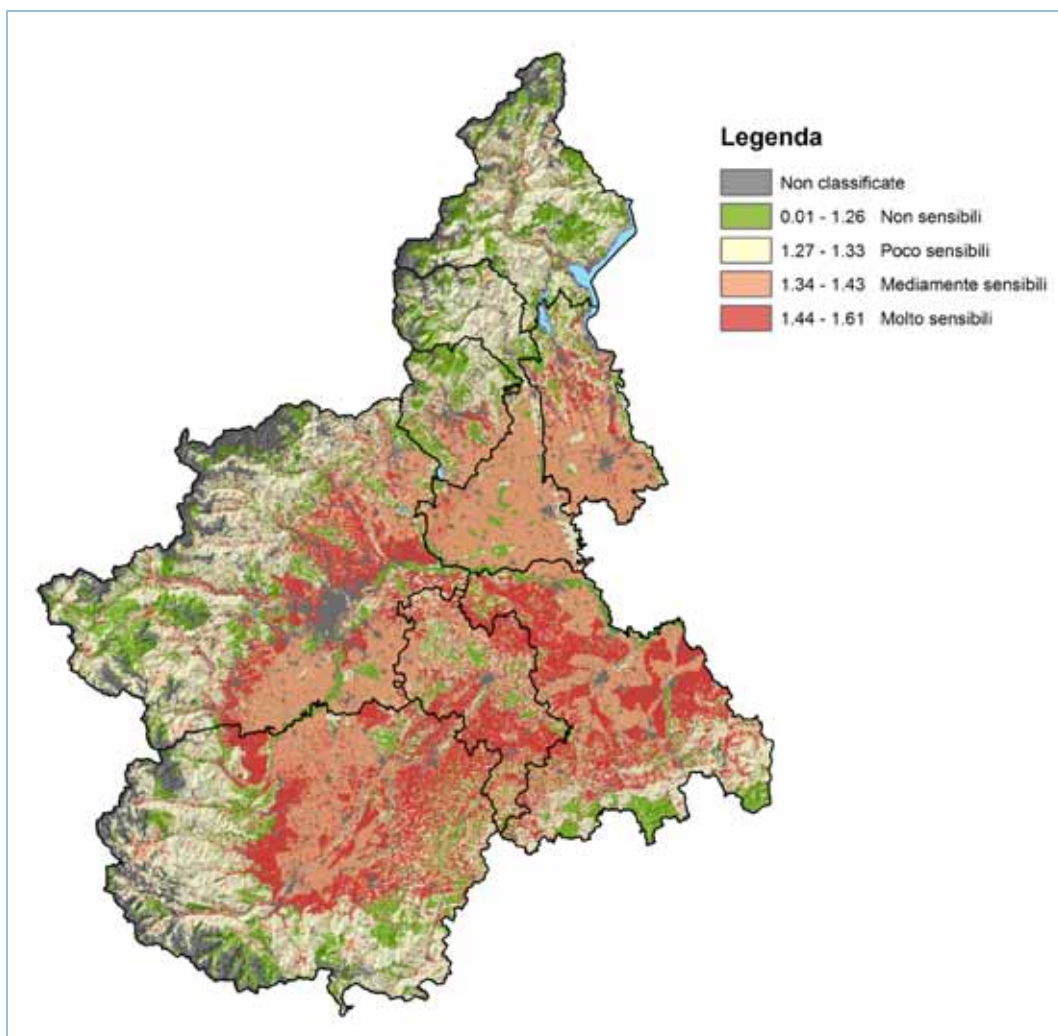
Fonte: Regione Puglia, ARPA Puglia, IAMB, INEA, CNR-IRSA

Figura 9.7: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Puglia



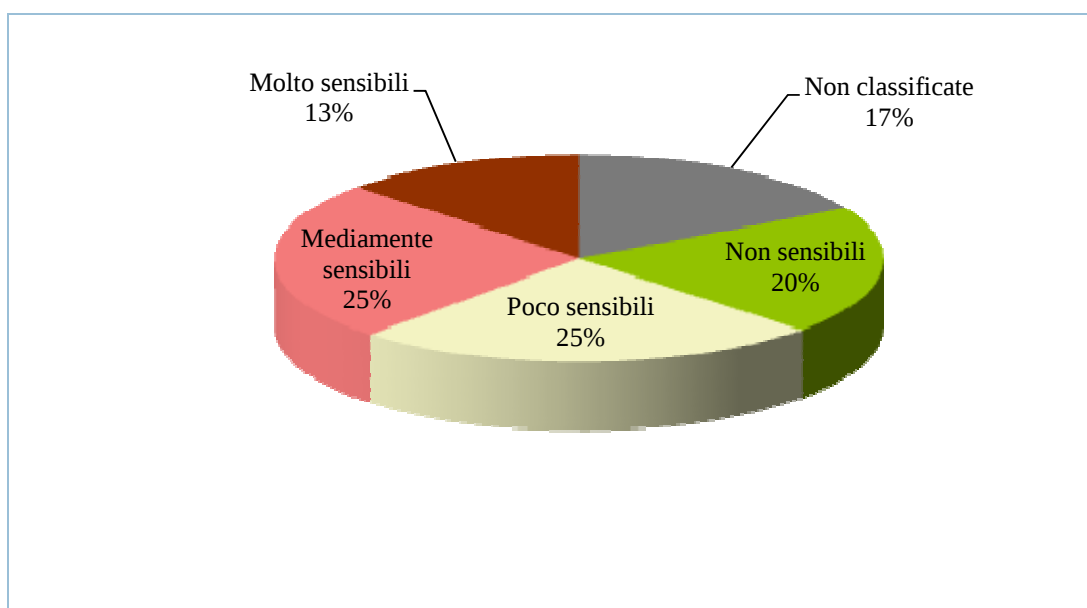
Fonte: Regione Puglia, ARPA Puglia, IAMB, INEA, CNR-IRSA

Figura 9.8: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Puglia



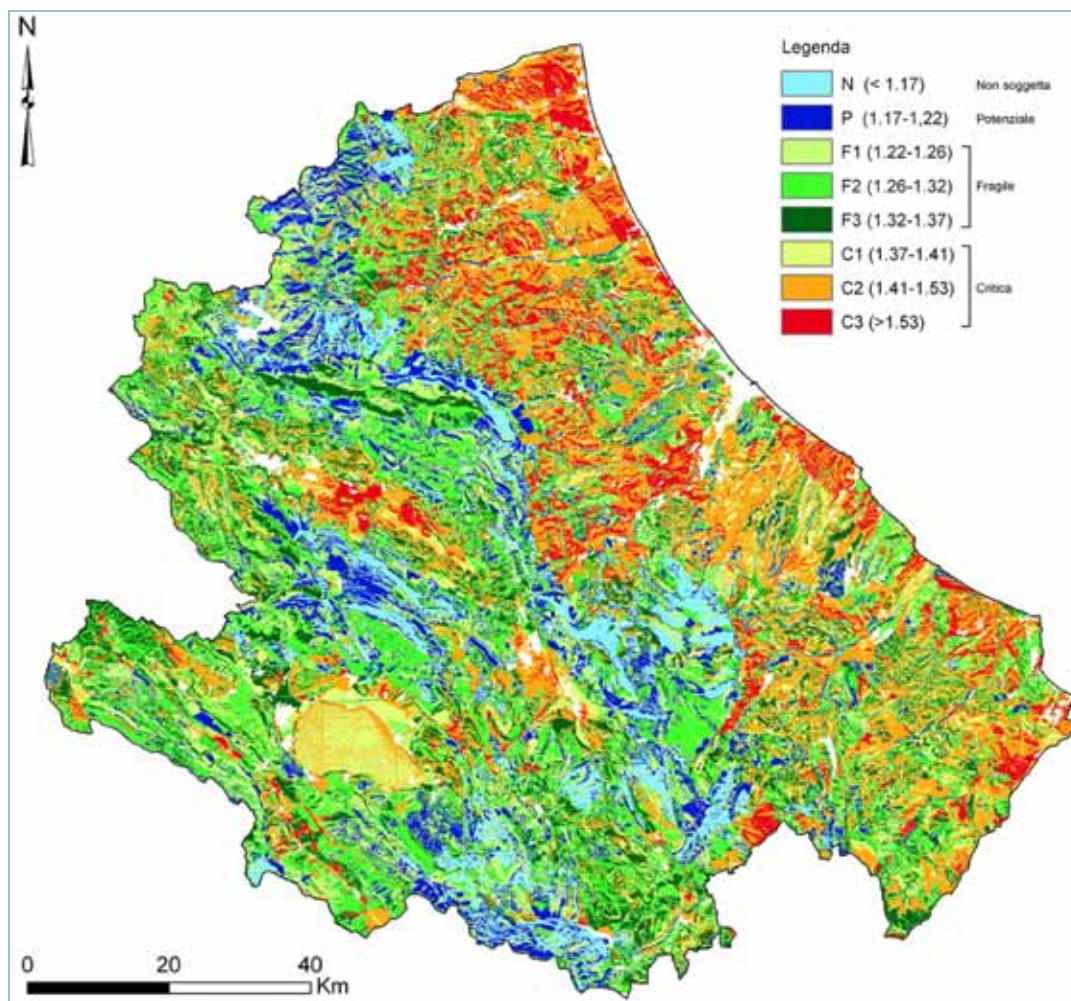
Fonte: Regione Piemonte, IPLA, Università di Torino

Figura 9.9: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Piemonte



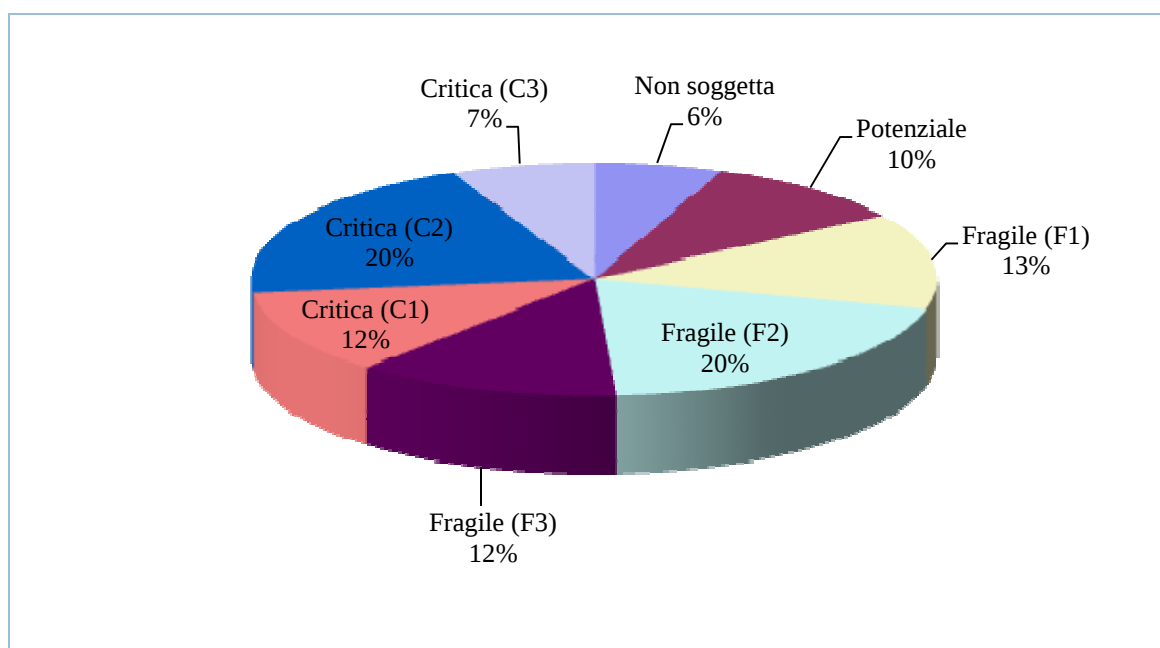
Fonte: Regione Piemonte, IPLA, Università di Torino

Figura 9.10: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Piemonte



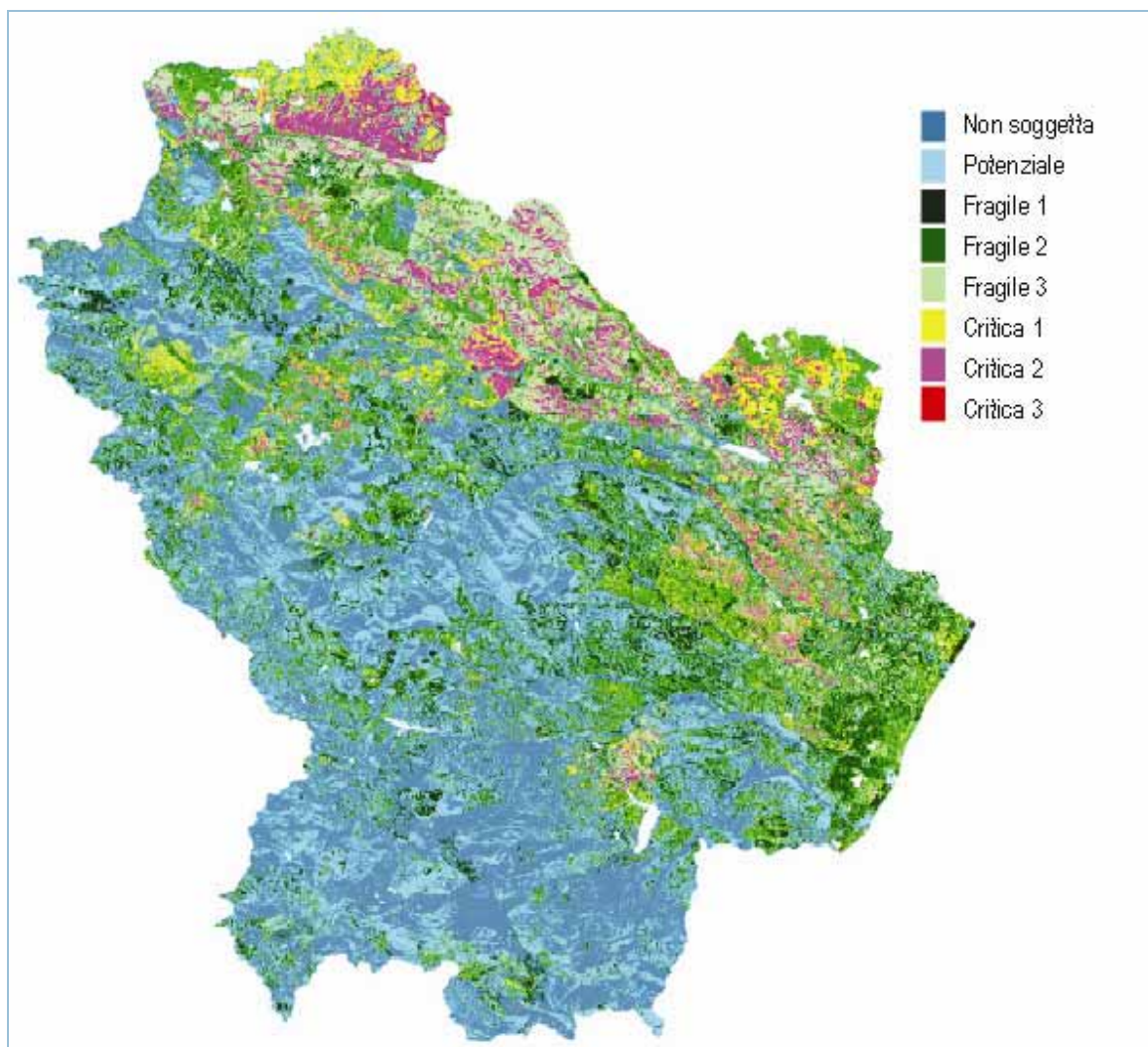
Fonte: Regione Abruzzo, Università di Chieti,-Dip Scienze della Terra

Figura 9.11: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Abruzzo



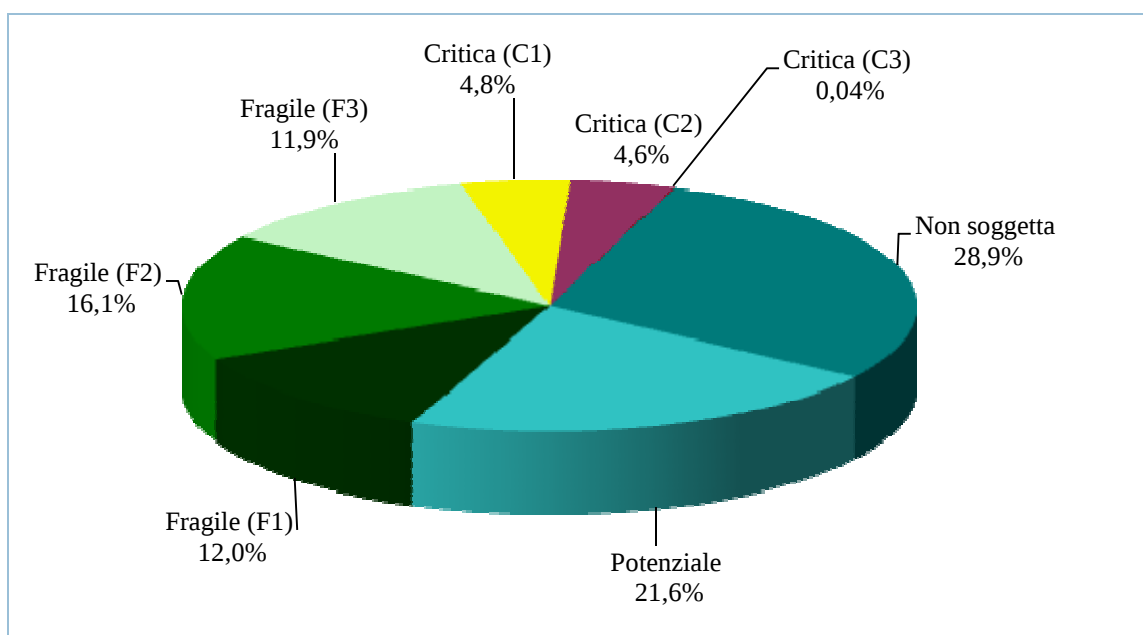
Fonte: Regione Abruzzo, Università di Chieti,-Dip Scienze della Terra

Figura 9.12: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Abruzzo



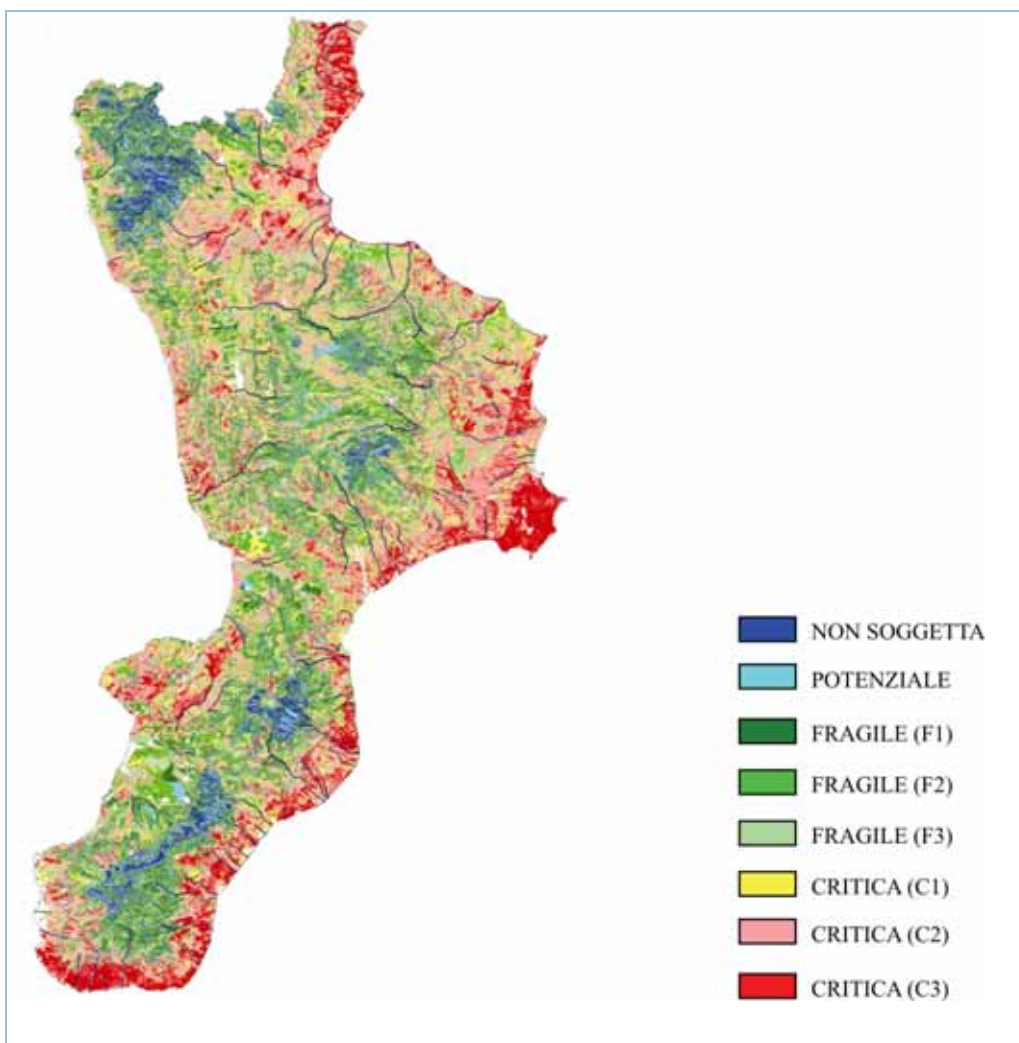
Fonte: Regione Basilicata

Figura 9.13: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Basilicata



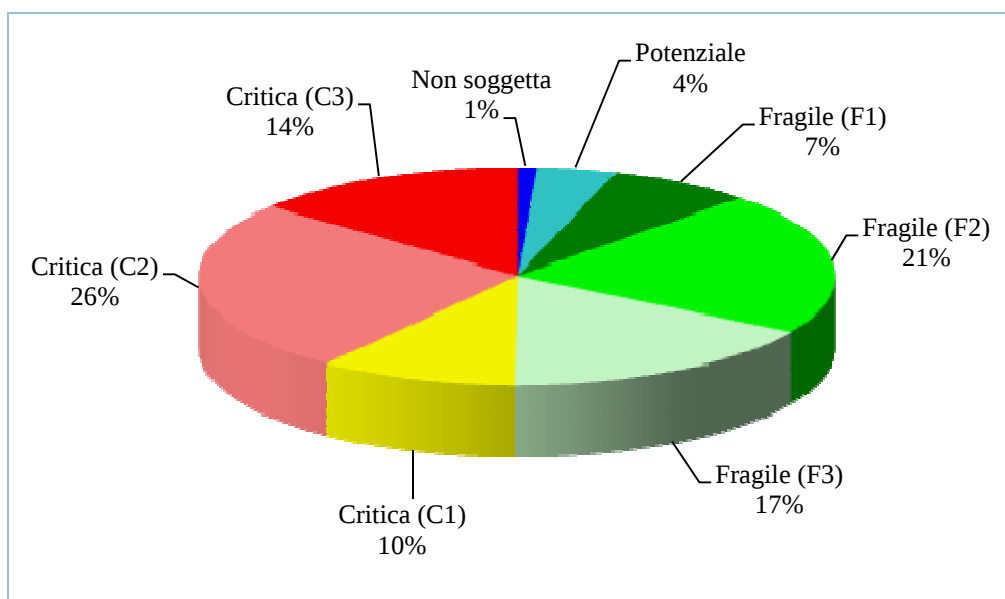
Fonte: Regione Basilicata

Figura 9.14: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Basilica



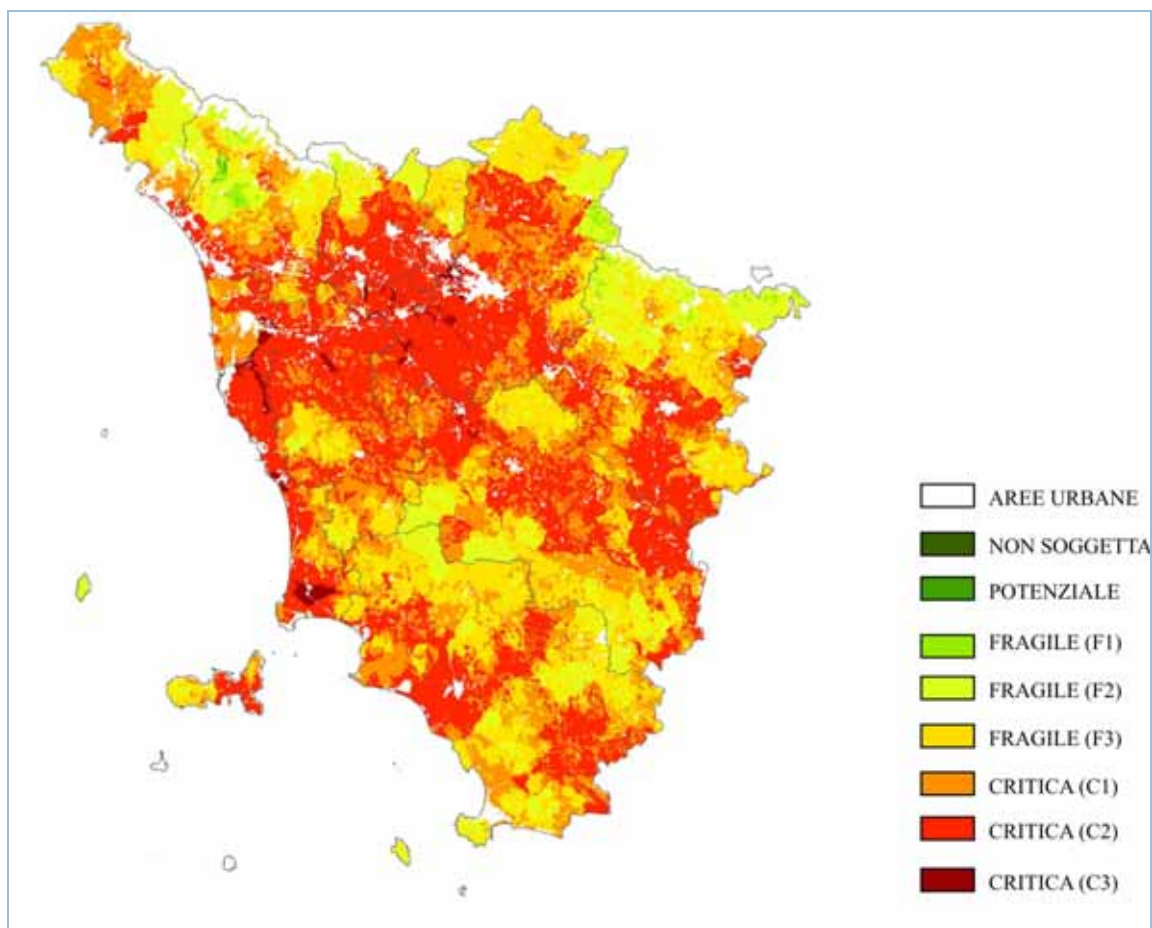
Fonte: Regione Calabria, ARPA Calabria

Figura 9.15: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Calabria



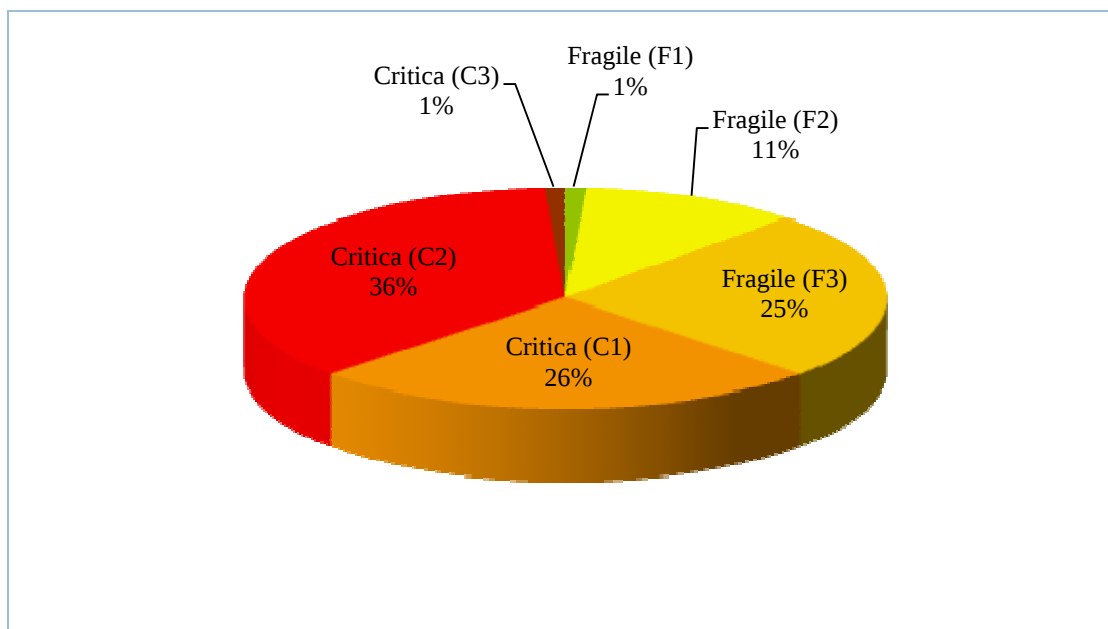
Fonte: Regione Calabria, ARPA Calabria

Figura 9.16: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Calabria



Fonte: Regione Toscana, CNR-IBIMET

Figura 9.17: Carta delle aree sensibili alla desertificazione in Toscana



Fonte: Regione Toscana, CNR-IBIMET

Figura 9.18: Ripartizione delle aree sensibili alla desertificazione in Toscana

SUSCETTIBILITÀ DEL SUOLO ALLA COMPATTAZIONE

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.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore è una stima della suscettibilità del terreno alla compattazione, ciò non vuol dire che un certo tipo di suolo è soggetto a problemi di compattazione. Anche se i dati derivano da fonti affidabili, ci sarà bisogno in futuro di misure effettuate direttamente sul campo per avere una validazione del modello e una stima diretta del fenomeno.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

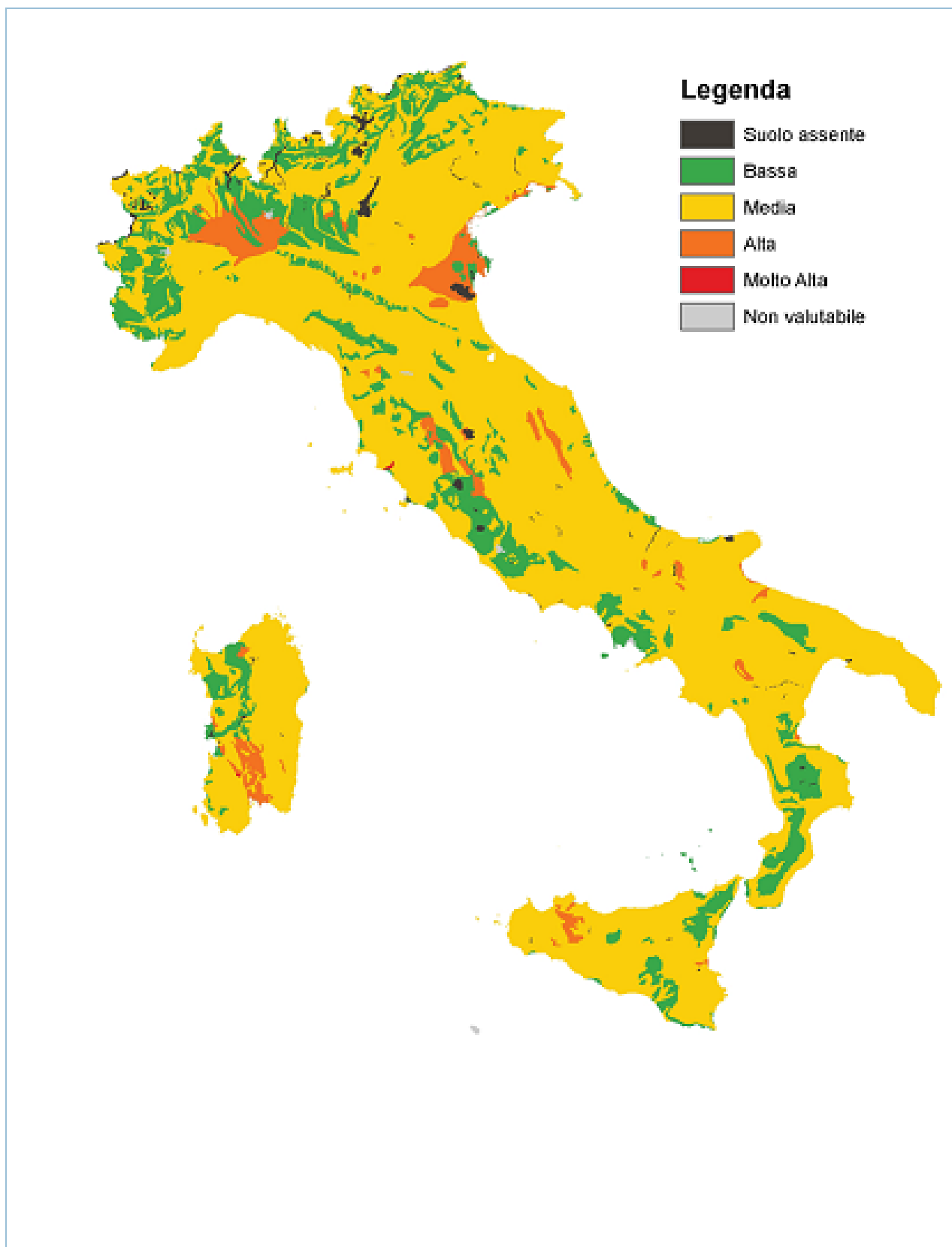
Non esistono obiettivi specifici nelle norme internazionali e nazionali. Gli ultimi due Programmi di azione europei in campo ambientale (5EAP e 6EAP) e l'Agenda 21 pongono, come obiettivi generali, l'uso sostenibile del territorio, la protezione della natura e della biodiversità. A livello europeo, la compattazione è indicata, nella Strategia tematica per la protezione del suolo (COM(2006)231) e nella Proposta di Direttiva che istituisce un quadro per la protezione del suolo (COM(2006)232) come una delle otto minacce che possono compromettere la capacità del suolo di esplicare le proprie funzioni.

STATO e TREND

La carta in Figura 9.19 rappresenta la prima valutazione, elaborata a livello europeo, della suscettibilità alla compattazione. Non è quindi possibile definire un *trend*.

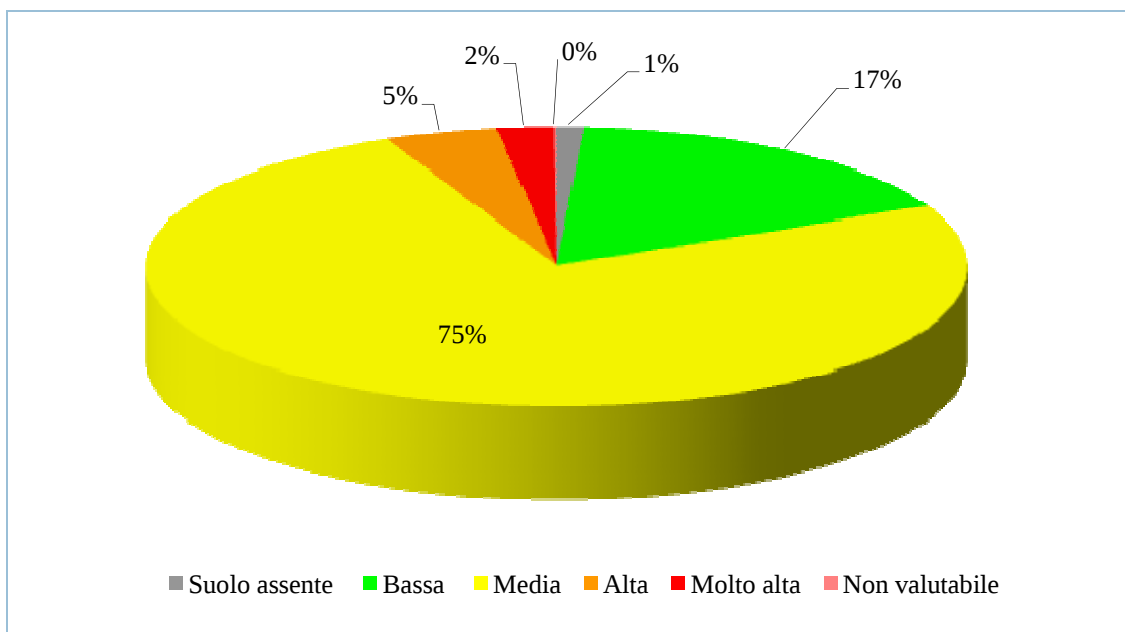
COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Le Figure 9.19 e 9.20 mostrano come tre quarti del territorio possieda un rischio medio di suscettibilità alla compattazione. Le aree che presentano i valori più elevati sono concentrate nella media e bassa valle del Po (zona del Monferrato e del Delta) e, in Sardegna, nella provincia del Medio Campidano. In linea di massima le zone più suscettibili al fenomeno sono quelle caratterizzate da terreni argillosi con falde freatiche superficiali e coltivate prevalentemente a riso.



Fonte: *European Commission, Institute of Environment and Sustainability, Land Management and Natural Hazards Unit, ISPRA, Italy*

Figura 9.19: Carta della suscettibilità dei suoli alla compattazione (2007)



Fonte: *European Commission, Institute of Environment and Sustainability, Land Management and Natural Hazards Unit, ISPRA, Italy*

Figura 9.20: Suscettibilità dei suoli alla compattazione (2007)

EROSIONE IDRICA

DESCRIZIONE

L'erosione idrica del suolo è un fenomeno naturale estremamente complesso e inevitabile, parte integrante del processo di modellamento della superficie terrestre. Essa dipende dalle condizioni climatiche, dalle caratteristiche geologiche, pedologiche, idrologiche, morfologiche e vegetazionali del territorio, ma può essere accelerata dalle attività umane, in particolare da quelle agro-silvo-pastorali (tipi colturali, sistemi di lavorazione e coltivazione, gestione forestale, pascolamento), sino a determinare l'insorgenza di gravose problematiche economiche e ambientali. Nelle aree agricole dove non sono applicate specifiche azioni agroambientali di controllo e mitigazione, l'erosione, soprattutto nelle sue forme più intense, rappresenta infatti una delle principali minacce per la corretta funzionalità del suolo. La rimozione della parte superficiale del suolo ricca di sostanza organica ne riduce, anche in modo rilevante, la produttività e può portare, nel caso di suoli poco profondi, a una perdita irreversibile di terreni coltivabili. La misurazione diretta del fenomeno viene effettuata in campi sperimentali attrezzati che però, attualmente, sono pochi e non uniformemente distribuiti sul territorio nazionale. In mancanza di una rete di monitoraggio si ricorre, tramite l'utilizzo della modellistica, a una valutazione della perdita annua di suolo. Come in tutti i modelli che vogliono descrivere fenomeni naturali complessi, il risultato finale fornisce un'approssimazione della situazione reale la cui accuratezza dipende, oltre che dal tipo di modello utilizzato, dalla qualità dei dati di *input* e dal peso attribuito ai vari parametri utilizzati. L'indicatore fornisce una stima della possibile perdita di suolo per erosione e viene presentato tramite la comparazione tra due modelli elaborati a scala nazionale, uno empirico (USLE - *Universal Soil Loss Equation*) e uno fisicamente basato (PESERA - *Pan-European Soil Erosion Risk Assessment*), e i primi risultati dell'armonizzazione delle elaborazioni regionali in cui è possibile notare come, utilizzando dati di base di maggior dettaglio, sia possibile giungere a risultati più accurati.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

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 modellistico che necessita di attente validazioni. I dati provengono da fonti affidabili; le elaborazioni nazionali contengono, a causa della scala di realizzazione, delle approssimazioni che limitano l'accuratezza complessiva che migliora, comunque, nelle elaborazioni regionali. La comparabilità spaziale è buona solo utilizzando lo stesso modello. La comparabilità temporale è bassa in quanto non esistono, al momento, serie temporali confrontabili.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Gli ultimi due Programmi di Azione Ambientali europei (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 (2006) 231 e la proposta di direttiva per la protezione del suolo COM(2006) 232, identificano nel rischio di erosione uno dei principali problemi dei suoli europei. Nel Regolamento (CE) 1782/2003, che stabilisce norme comuni relative ai regimi di sostegno diretto nell'ambito della politica agricola comune, il controllo dell'erosione è uno dei principali requisiti per il mantenimento delle terre agricole in buone condizioni agronomiche e ambientali.

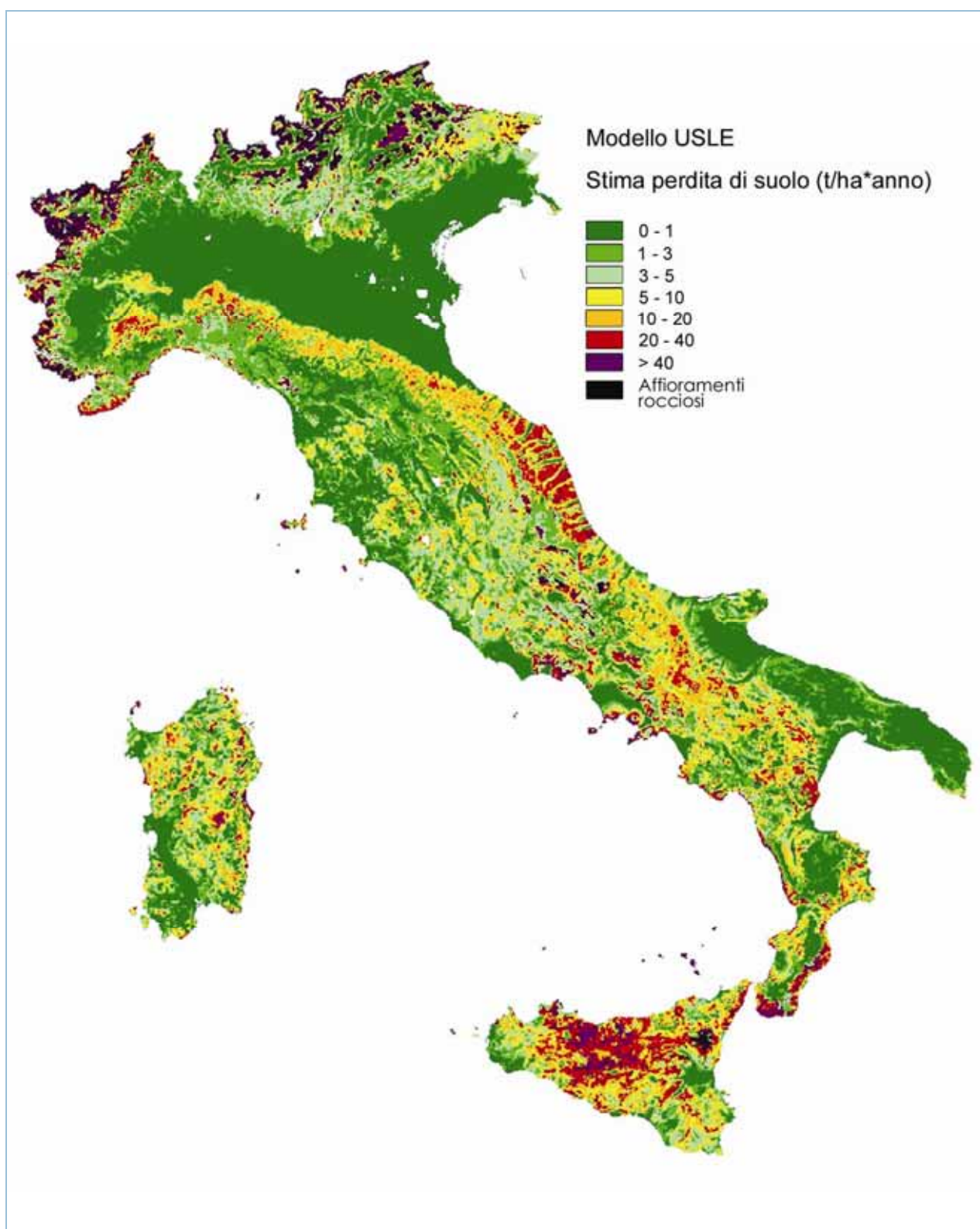
STATO e TREND

Le elaborazioni modellistiche, pur con i limiti evidenziati, forniscono informazioni sufficientemente adeguate per una sintesi nazionale. Diverse aree del territorio nazionale sono soggette a fenomeni più o meno accentuati di perdita di suolo per erosione idrica, con risvolti economicamente molto rilevanti nelle aree collinari con coltivazioni di pregio. Non è possibile una definizione quantitativa del *trend*, ma il progressivo aumento delle aree boscate a scapito di quelle agricole, confermato dai dati CLC, lascia supporre una diminuzione del fenomeno nelle zone montane. Al contrario l'intensificazione della meccanizzazione nelle aree agricole collinari fa ipotizzare un incremento del fenomeno, collegato anche all'aumento dell'erosività delle piogge registrato negli ultimi anni, con scrosci più intensi ed eventi notevoli più ravvicinati. Da tenere in debita considerazione è il fenomeno degli incendi boschivi, che rende anche i suoli forestali fortemente suscettibili all'erosione. I primi dati relativi alla efficacia delle misure agroambientali, introdotte dalla nuova Politica Agricola Comune (PAC) e previste nel Piano Strategico Nazionale di Sviluppo Rurale, evidenziano una significativa riduzione dei fenomeni erosivi in seguito alla loro applicazione.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

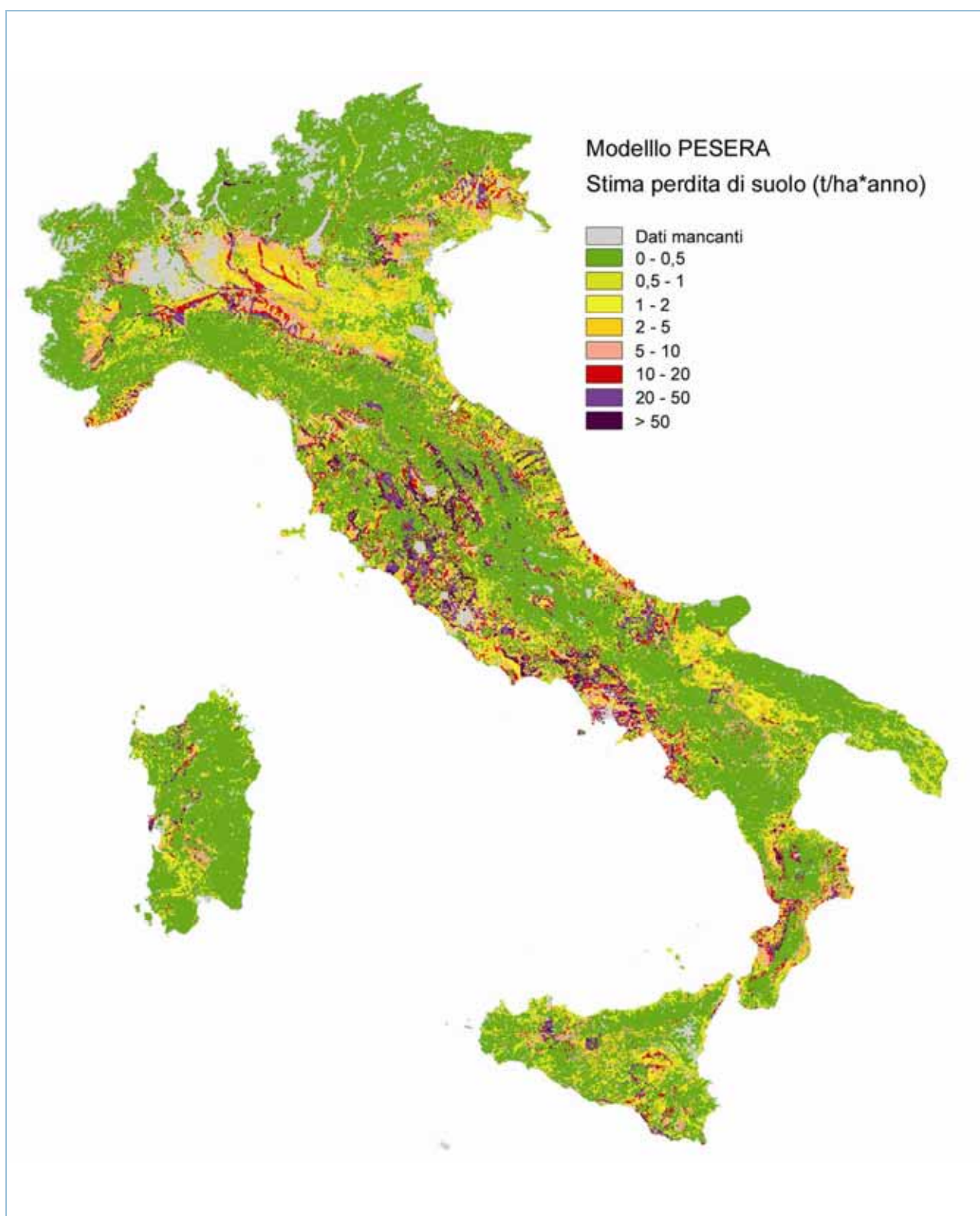
In Figura 9.21 viene riportata la Carta del rischio d'erosione idrica effettivo ottenuta per l'intero territorio nazionale sulla base del Progetto Carta Ecopedologica, sviluppato dal Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, in collaborazione con il *Joint Research Centre* della Commissione europea. Per la realizzazione di tale strato informativo è stata utilizzata l'Equazione Universale di Perdita di Suolo (USLE, *Wischmeier & Smith, 1978*). La USLE è un modello empirico che fornisce risultati quantitativi tramite algoritmi derivati empiricamente da misure dirette effettuate su parcelle sperimentali di dimensioni *standard*. Il risultato fornisce un valore di rischio d'erosione espresso in termini di tonnellate/ettaro * anno. I parametri presi in considerazione dall'equazione e di seguito riportati sono di tipo climatico, pedologico, morfologico, vegetazionale e d'uso del suolo: $A = R * K * L * S * C * P$, dove A = stima della perdita di suolo per erosione idrica (t /ha* anno); R = erosività delle precipitazioni; K = erodibilità del suolo; L = lunghezza del versante; S = pendenza del versante; C = fattore di copertura del suolo; P = pratiche di controllo dell'erosione. Come fonte dei dati per la definizione dei parametri dell'equazione sono stati utilizzati il *MARS Meteorological Database* per i dati climatici; il *Soil Geographical Database of Europe* 1:1.000.000 per le informazioni relative alle classi di tessitura dei suoli; il *CORINE Land Cover 1990 database* integrato con immagini NOAA AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) per l'uso del suolo; il DEM (*Digital Elevation Model*) risoluzione 250 m, per la pendenza e la lunghezza dei versanti. La cartografia in formato *grid* relativa al rischio d'erosione idrica sia potenziale che attuale è stata realizzata con una definizione di 250 m. I risultati ottenuti con l'applicazione della USLE risultano essere sufficienti per una sintesi nazionale, anche se in alcune aree il rischio d'erosione appare accentuato rispetto a quanto effettivamente riscontrato nella realtà. In secondo luogo la USLE risulta fortemente influenzata dai parametri L e S e, data la risoluzione del DEM, alcune aree che possono mostrare erosione in realtà non vengono evidenziate in cartografia. In Figura 9.22 viene mostrato un altro recente tentativo di valutazione del rischio d'erosione effettuato con l'applicazione del modello PESERA, un modello fisicamente basato. I dati di base rimangono all'incirca gli stessi presenti nella USLE con alcuni adattamenti soprattutto in riferimento alle componenti idrologiche del suolo e ad altri parametri, quali l'indice di incrostamento dei suoli che ha una diretta influenza sul coefficiente di *run-off*. La carta del rischio d'erosione ottenuta con l'applicazione del modello PESERA mostra alcune differenze sostanziali rispetto a quella derivata dall'applicazione della USLE: compaiono aree a rischio d'erosione anche in aree a debole pendenza, per esempio nella Pianura Padana, mentre, per contro, si riducono consistentemente le aree a rischio d'erosione in situazioni geomorfologicamente più accidentate. La corrispondenza tra le stime derivanti dai modelli e la situazione reale è, comunque, fortemente dipendente dal dettaglio dei dati di base utilizzati, come appare evidente dal confronto con una terza

cartografia prodotta nell'ambito del Progetto SIAS (Figura 9.23). Il progetto in questione, al quale partecipano tutte le regioni (ad eccezione di Friuli Venezia Giulia e Liguria), ha come obiettivo principale l'armonizzazione dell'informazione pedologica (nella fattispecie i dati relativi all'erosione idrica dei suoli) tramite la condivisione di un formato di scambio e conseguente rappresentazione del dato finale su griglia INSPIRE di 1kmX1km. L'algoritmo utilizzato è sempre l'Equazione Universale di Perdita di Suolo (*Universal Soil Loss Equation – USLE* e *Revised USLE*) che presenta però l'indubbio vantaggio di essere validato dagli enti locali tramite la comparazione dei risultati della modellistica con la reale situazione di campagna.



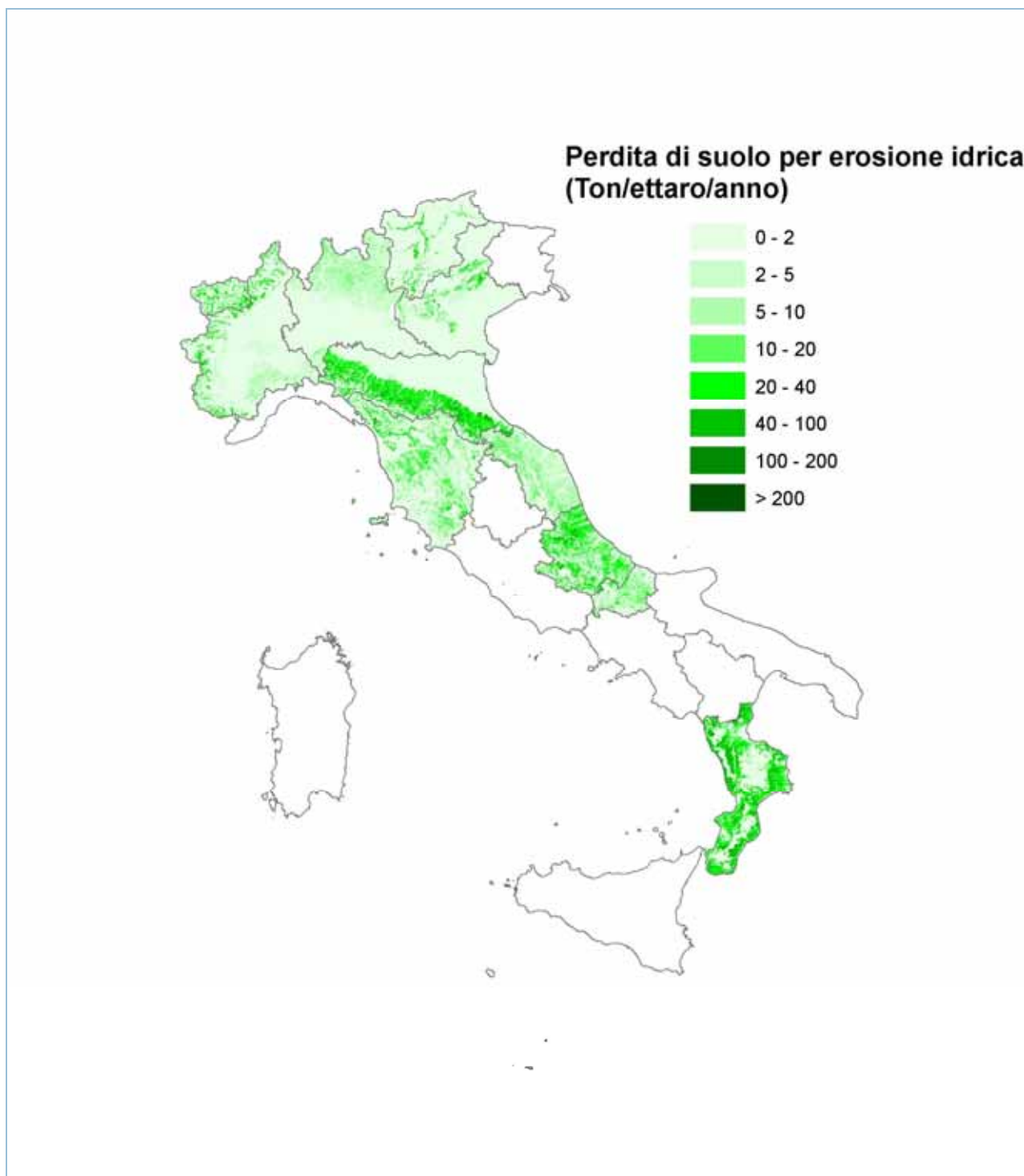
Fonte: JRC

Figura 9.21 Valutazione del rischio d'erosione effettivo del suolo in Italia, secondo il modello USLE (1999)



Fonte: JRC-IES

Figura 9.22: Valutazione del rischio d'erosione del suolo in Italia, secondo il modello PESERA (2004)



Fonte: ISPRA, ARPAV, Regioni, Province Autonome

Figura 9.23: Valutazione della perdita di suolo per erosione idrica in Italia secondo i dati del Progetto SIAS (2011)

9.3 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”*.

Anche il documento europeo, 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 ad inadeguate operazioni di riciclo dei rifiuti e trattamento delle acque reflue”*.

Il tema considera 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 totali nei suoli agrari* e il *Bilancio di nutrienti nel suolo (input/output di nutrienti)* (tema “Qualità dei suoli”), *Distribuzione per uso agricolo dei fertilizzanti (concimi, ammendanti e correttivi)*, *Distribuzione per uso agricolo dei prodotti fitosanitari (erbicidi, fungicidi, insetticidi, acaricidi e vari)* e *Aziende agricole che aderiscono a misure ecocompatibili e che praticano agricoltura biologica* (capitolo “Agricoltura, Selvicoltura e Acquacoltura”), *Carichi critici delle deposizioni inquinanti* (capitolo “Biosfera”).

Nel quadro Q9.3 vengono riportati indicatori volti a 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. Relativamente a quest'ultimo i dati pregressi evidenziavano il rispetto dei limiti normativi relativi all'apporto di metalli pesanti, in tutte le regioni italiane, ma non è stato possibile reperire le informazioni relative al 2010.

Q9.3: Quadro delle caratteristiche indicatori Contaminazione del suolo

Nome indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Allevamenti ed effluenti zootecnici ^a	Quantificare la produzione di azoto (N) negli effluenti zootecnici sulla base della consistenza del patrimonio zootecnico	P	D.Lgs. 152/06 DM MIPAF 19/04/99 “Approvazione del codice di buona pratica agricola”
Aree usate per l'agricoltura intensiva ^a	Quantificare la SAU in modo intensivo, in quanto a essa sono riconducibili, in genere, maggiori rischi di inquinamento, degradazione del suolo e perdita di biodiversità	P	5EAP, 6EAP e 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 ^a	Valutare l'apporto di elementi nutritivi e di metalli pesanti derivante dall'utilizzo di fanghi di depurazione in agricoltura	P	Direttiva 86/278/CEE D.Lgs. 99/92

^a Gli indicatori non sono stati aggiornati rispetto a precedenti versioni dell'Annuario, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto nella presente edizione non sono riportate le rispettive schede indicatore

Bibliografia

APAT, *Annuario dei dati ambientali*, anni vari (ultima edizione 2007)
 Commission of the EC, 2002, *Towards a Thematic Strategy for Soil Protection*, COM (2002) 179
 Commission of the EC, 2006, *Thematic Strategy for Soil Protection*, COM (2006) 231
 Commission of the EC, 2006, *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC*, COM (2006) 232
 ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2008
 ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2009
 ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2010

9.4 Uso del territorio

Questo tema considera e analizza i dati relativi alla copertura e all'uso del territorio e alle sue evoluzioni nel tempo anche avvalendosi di indicatori elaborati tramite l'utilizzo delle tecniche di telerilevamento (*remote sensing*), e cerca di rappresentarle, soprattutto, attraverso l'uso dei Sistemi di Informazione Geografica (GIS), integrando le informazioni territoriali di base con le informazioni su settori produttivi o di servizio, ben individuati a livello di politiche settoriali, come i trasporti, l'agricoltura, l'energia, il turismo, le attività estrattive.

Altri indicatori collegati a questo tema sono rappresentati nei capitoli relativi alla *Pericolosità di origine naturale e Pericolosità di origine antropica*, ai *Trasporti* e alla *Agricoltura, Selvicoltura e Acquacoltura*.

Un primo gruppo di indicatori è rappresentato da quelli relativi all'uso del suolo e alle aree occupate da urbanizzazione e infrastrutture. Essi descrivono l'uso generale del territorio con una particolare attenzione a quelle forme di consumo di suolo caratterizzate da un'impermeabilizzazione dello stesso in forma irreversibile o comunque difficilmente reversibile (*soil sealing*). Una fonte fondamentale di dati per la costruzione di questi indicatori sono i risultati del *CORINE Land Cover 2006* (CLC 2006) che, attraverso il confronto con i dati precedenti (CLC1990 e CLC2000), hanno permesso un'analisi dei *trend* sui diversi usi evidenziando il perdurante incremento delle aree artificiali e la diminuzione delle aree agricole. Poiché dipendenti dai progetti CLC tali indicatori possono essere aggiornati solo al momento del rilascio dei nuovi prodotti e, quindi, con periodicità pluriennale. Un altro gruppo di indicatori, che interessano sia il suolo sia il sottosuolo, riguardano alcune attività di evidente impatto ambientale e territoriale, quali l'attività estrattiva di prima (miniere) e seconda categoria (cave), i siti utilizzati per l'estrazione di risorse energetiche e i siti di emungimento di risorse idriche (pozzi, scavi e perforazioni denunciati in base alla L. 464/84).

L'indicatore relativo all'attività mineraria è basato sui risultati ottenuti dal Censimento dei siti minerari dismessi realizzato da ISPRA in base alla L. 179/02 e pertanto, in attesa di nuovi aggiornamenti, è fermo alle informazioni del 2006. La situazione del settore estrattivo di seconda categoria (cave) presenta forti diversificazioni a livello regionale, essendo influenzata dalle diverse leggi locali che regolano l'attività; nonostante ciò è stato possibile aggiornare l'indicatore e migliorare la qualità dell'informazione sulla base sia dei dati provenienti dai catasti regionali *on-line* sia dai contatti intercorsi con i competenti uffici regionali. Per quanto riguarda la conoscenza geologica del territorio, sono in via di conclusione i fogli geologici ufficiali a scala 1:50.000 finanziati, negli anni passati, tramite il Progetto CARG ma che, pur rappresentando un elemento di base della pianificazione territoriale, riguardano meno della metà del territorio nazionale. In continua evoluzione è, infine, l'implementazione della banca dati "Geositi", luoghi geologici di importanza scientifica, paesaggistica e culturale tali da dover essere preservati.

Q9.4: Quadro delle caratteristiche indicatori Uso del territorio

Nome indicatore	Finalità	DPSIR	Riferimenti Normativi
Aggiornamento cartografia geologica ufficiale	Fornire l'avanzamento della conoscenza geologica del territorio italiano attraverso la cartografia	S	L 67/88 L 305/89 L 438/95 L 226/99 L 365/00
Siti di estrazione di minerali di prima categoria (miniere) ^a	Quantificare le attività antropiche di “estrazione di minerali di prima categoria” a elevato impatto ambientale-paesaggistico	P	RD 1443/27 DPR 128/59 L 388/00 L 179/02 Direttiva 2006/21/CE D.Lgs. 117/2008
Siti di estrazione di minerali di seconda categoria (cave)	Quantificare la diffusione delle cave in attività sul territorio nazionale	P	RD 1443/27 DPR 24/07/1977, n.616 Norme regionali Direttiva 2006/21/CE D.Lgs. 117/2008
Siti di estrazione di risorse energetiche	Quantificare le attività antropiche di “estrazione di risorse energetiche” a elevato impatto ambientale-paesaggistico	P	RD 1443/27 L 6/1957 L 613/1967 L 9/1991 D. Lgs. 625/1996 D. Lgs. 164/2000 L 239/2004 L 99/2009 D.Lgs.22/2010 D.Lgs.128/2010
Potenziale utilizzo della risorsa idrica sotterranea	Monitorare e controllare l'utilizzo della risorsa idrica sotterranea su aree sempre più vaste del territorio nazionale e acquisire dati con un dettaglio continuamente crescente	P/S	L 464/84
Uso del suolo ^a	Descrivere la tipologia e l'estensione delle principali attività antropiche presenti sul territorio, consentendo di rilevare i cambiamenti nell'uso del suolo in agricoltura e nelle aree urbane e l'evoluzione nella copertura delle terre dei sistemi seminaturali	S	5EAP Agenda 21 6EAP
Urbanizzazione e infrastrutture ^a	Rappresentare l'estensione del territorio urbanizzato e di quello occupato da infrastrutture, forme principali di perdita irreversibile di suolo	P	5EAP Agenda 21 Direttiva 85/377/CEE 6EAP CE-COM (2002) 179 CE-COM (2006) 232

Urbanizzazione in area costiera ^a	Quantificare la variazione di superficie di uso del suolo generata dall'impatto delle attività umane sulle zone costiere, storicamente punti focali dell'evoluzione urbanistica e di abbondanza biologica in quanto zone di ecotone	P	Agenda 21 6EAP D.Lgs.42/04
Impermeabilizzazione e consumo di suolo ^a	Definire il grado di impermeabilizzazione dei suoli legato all'urbanizzazione, a scala nazionale	P	6EAP CE-COM (2002) 179 CE-COM (2005) 0718 CE-COM (2006) 231-232
Geositi	Censimento, tutela e conservazione del patrimonio geologico	S	L 394/1991 L 42/2004 L 14/2006

^a Gli indicatori non sono stati aggiornati rispetto a precedenti versioni dell'Annuario, o perché i dati sono forniti con periodicità superiore all'anno, o per la non disponibilità degli stessi in tempi utili. Pertanto nella presente edizione non sono riportate le rispettive schede indicatore

Bibliografia

APAT, *Annuario dei dati ambientali*, anni vari (ultima edizione 2007)
Commission of the EC, 2002, *Towards a Thematic Strategy for Soil Protection*, COM (2002) 179
Commission of the EC, 2006, *Thematic Strategy for Soil Protection*, COM (2006) 231
Commission of the EC, 2006, *Proposal for a Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC*. COM (2006) 232
Commission of the EC, 2005, *Communication on thematic strategy on the urban environment*. COM(2005) 0718
ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2008
ISPRA, *Annuario dei dati ambientali*, 2009
Ministero dello Sviluppo Economico - Direzione Generale per l'Energia e le Risorse Minerarie, Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia, 2009, *Attività di ricerca e coltivazione di idrocarburi in Italia*, Rapporto annuale 2010
The Lacoast Atlas: *Land Cover Changes in European Coastal Zones* – Space Application Institute – Joint Research Centre, 2000 – S.P.I.00.39 EN
Parlamento Europeo, 2006, *Direttiva del Parlamento europeo e del Consiglio 2006/21/CE del 15 marzo 2006 relativa alla gestione dei rifiuti delle industrie estrattive e che modifica la direttiva 2004/35/CE*. Gazzetta ufficiale dell'Unione europea, L 102/15, 11.4.2006
<http://europa.eu.int/eur-lex>
<http://www.un.org/esa/sustdev/documents/agenda21> (sito Agenda 21)
<http://www.minambiente.it/SVS/agenda21> (sito Agenda 21 locale)
<http://www.clc2000.sinanet.apat.it> (sito *Corine Land Cover Italia*)
<http://ctntes.arpa.piemonte.it>
<http://ec.europa.eu/environment/soil>
<http://eusoils.jrc.ec.europa.eu/>
<http://www.mais.sinanet.apat.it> (impermeabilizzazione)

AGGIORNAMENTO CARTOGRAFIA GEOLOGICA UFFICIALE

DESCRIZIONE

Il Progetto di Cartografia geologica (Progetto CARG) prevede la copertura totale del territorio italiano attraverso la realizzazione dei 652 fogli che costituiscono la Carta geologica d'Italia alla scala 1:50.000. I dati rilevati sono informatizzati alla scala 1:25.000 e costituiscono la banca dati geologici nazionale. L'indicatore fornisce i dati relativi allo stato di avanzamento della cartografia geologica ufficiale, aggiornata alla scala 1:25.000, fornita dal progetto. Al Progetto collaborano più di 60 strutture fra Enti territoriali, organi del CNR, Dipartimenti ed Istituti Universitari, oltre a tutte le Regioni e le Province Autonome che assicurano, con il loro concorso finanziario, ulteriori risorse necessarie alla produzione dei fogli geologici.

I rilevamenti sono eseguiti secondo linee guida valide a scala nazionale. Per completezza, sono stati considerati anche i fogli geologici realizzati precedentemente al Progetto CARG.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
1	1	1	1

L'indicatore permette di avere un quadro generale della copertura della cartografia geologica del territorio italiano, suddiviso per le varie regioni. È aggiornabile con continuità e comparabile sia nello spazio sia nel tempo.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

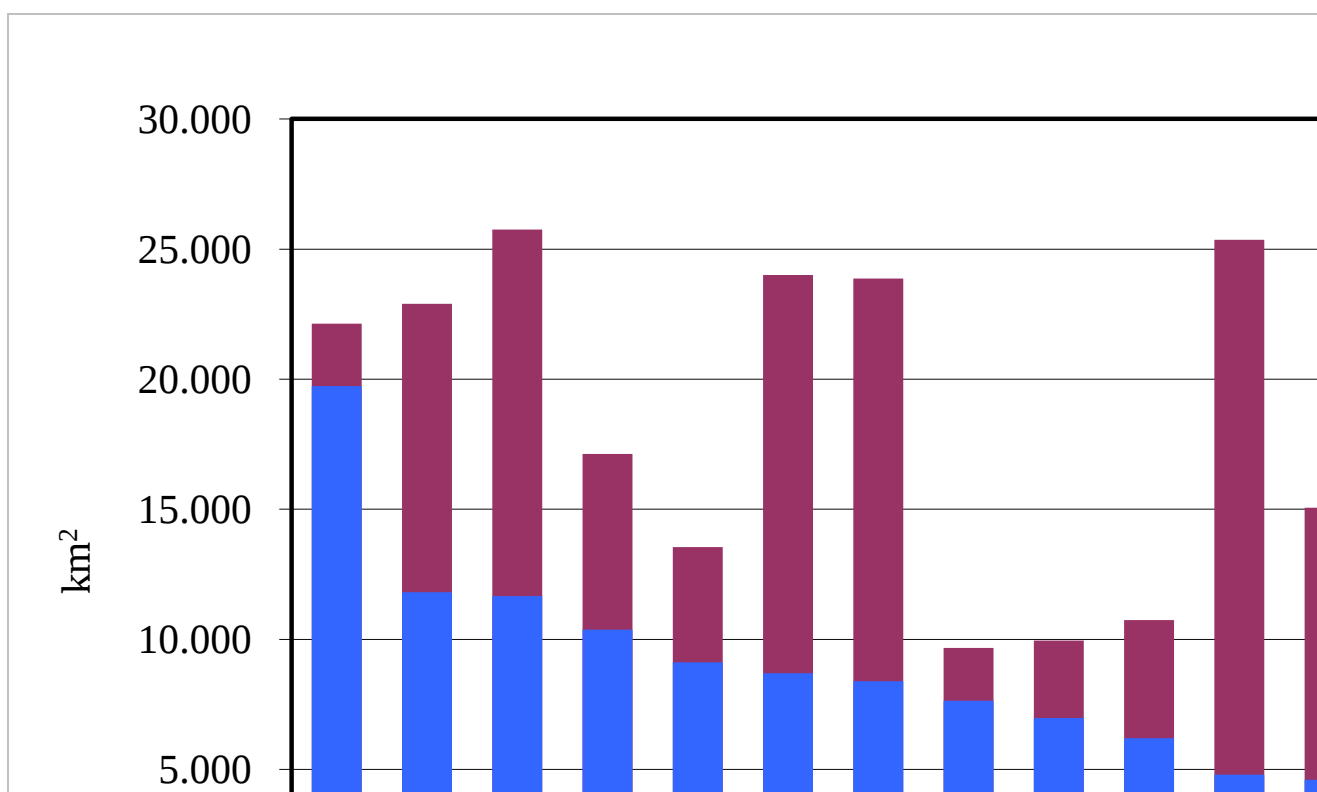
Non esiste una normativa di riferimento rispetto alla quale valutare lo stato di avanzamento. Le attività, i finanziamenti e le modalità di erogazione dei fondi del Progetto CARG sono stati definiti dalla L 67/88 con relativa Delibera CIPE 05/08/88, dalla L 305/89 con relativa Delibera CIPE 03/08/90 che inquadra il Progetto nella "Programmazione triennale per la tutela ambientale" e dalle L 438/95, 226/99 e 365/00.

STATO e TREND

Nella realizzazione del Progetto si sono verificati dei ritardi recuperati con l'accelerazione degli ultimi anni che ha portato alla copertura quasi totale dell'area del territorio nazionale oggetto di rilevamento nell'ambito del Progetto CARG. La copertura totale del territorio nazionale potrà essere realizzata solo a fronte di altri finanziamenti.

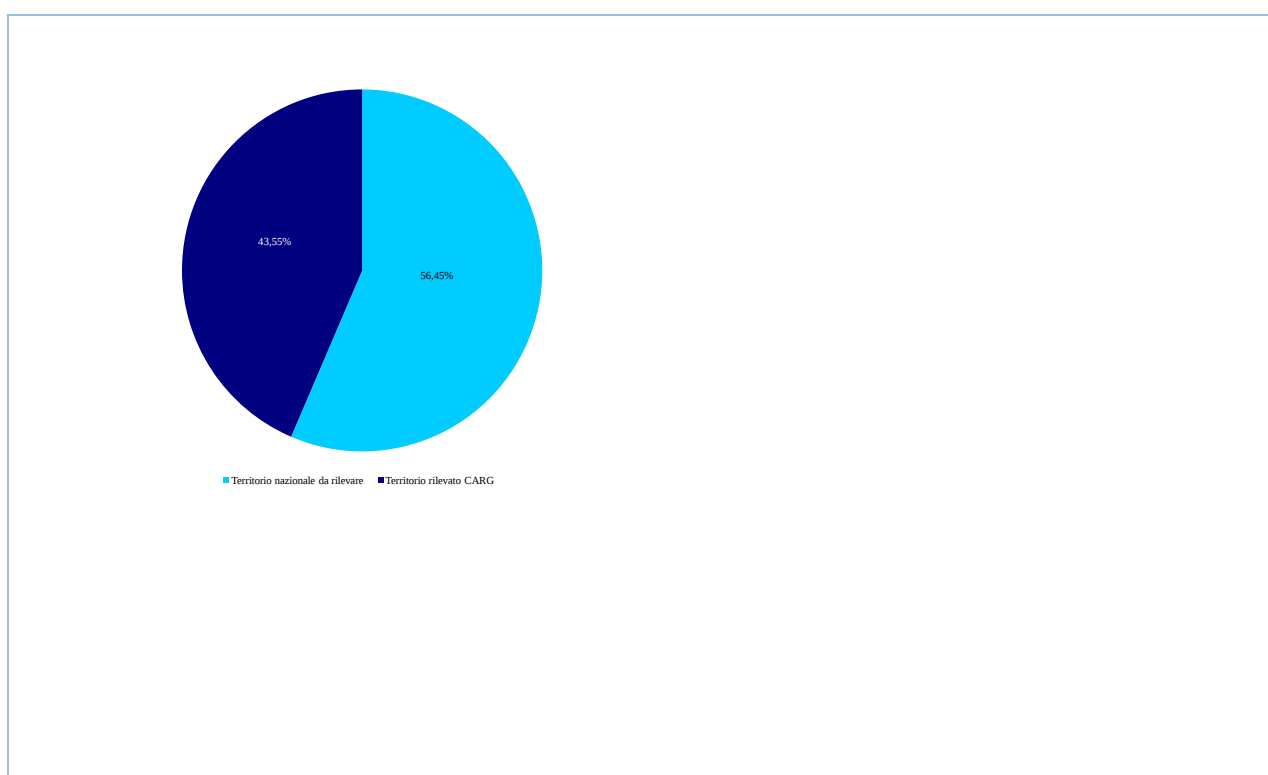
COMMENTI a TABELLE e FIGURE

La Figura 9.24 rappresenta l'estensione di area coperta dalla cartografia realizzata a scala 1:25.000 in relazione all'area regionale. Tale elaborato tiene in considerazione le aree effettivamente rilevate per le quali si è in possesso almeno degli originali d'autore, indipendentemente dal completamento o meno dei relativi fogli a scala 1:50.000. La Figura 9.25, suddivisione percentuale dello stato d'avanzamento della realizzazione della cartografia a scala 1:25.000 relativamente alla superficie nazionale, evidenzia come più della metà del territorio sia ancora da rilevare. Per quanto riguarda i 277 fogli in lavorazione, 270 risultano conclusi; per 64 di questi sono terminati i rilevamenti e 53 sono in fase di stampa (116 sono già stati stampati) (Figura 9.26 e 9.27).



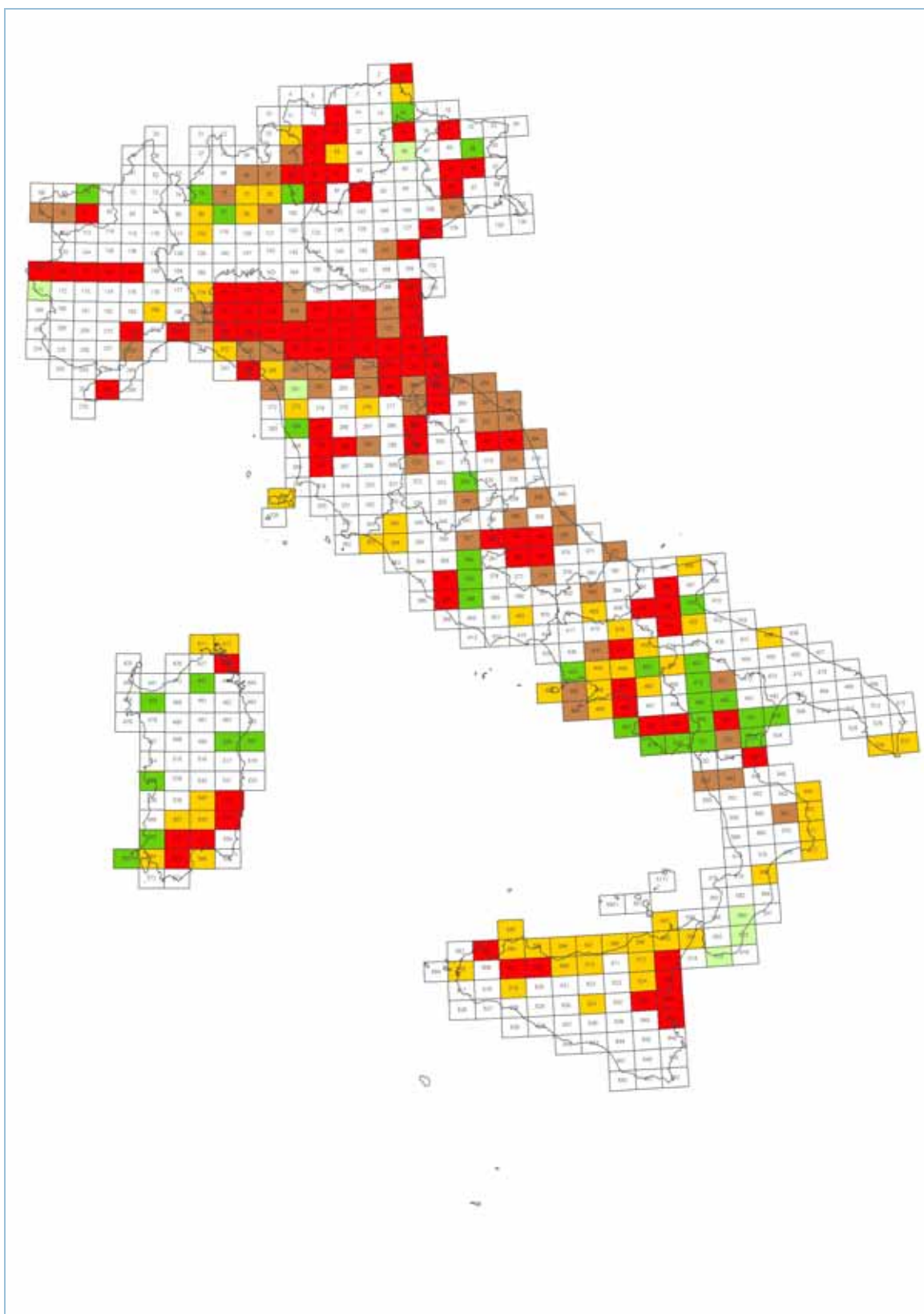
Fonte: ISPRA

Figura 9.24: Estensione di area coperta da cartografia geologica ufficiale in scala 1: 25.000 (2011)



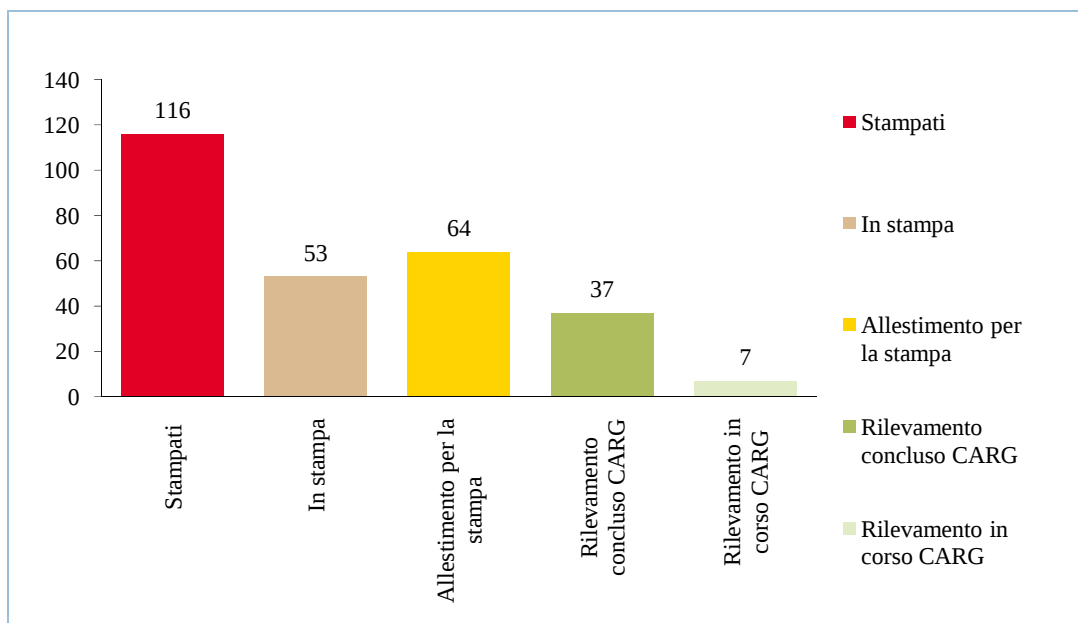
Fonte: ISPRA

Figura 9.25: Territorio coperto da cartografia geologica ufficiale in scala 1:25.000 (2011)



Fonte: ISPRA

Figura 9.26: Stato complessivo di realizzazione della cartografia geologica ufficiale alla scala 1:50.000 (maggio 2011)



Fonte:ISPRA

Figura 9.27: Stato complessivo di realizzazione della cartografia geologica ufficiale alla scala 1:50.000 (maggio 2011)

SITI DI ESTRAZIONE DI MINERALI DI SECONDA CATEGORIA (CAVE)

DESCRIZIONE

Le attività di estrazione di minerali di seconda categoria (cave) elencate nel RD 1443 del 29/07/1927 (torba, materiali per costruzioni edilizie, stradali e idrauliche, terre coloranti, farine fossili, quarzo e sabbie silicee, pietre molari, pietre coti, altri materiali industrialmente utilizzabili, non compresi nella prima categoria) rappresentano un importante settore dell'economia nazionale, ma al tempo stesso una forte causa di degrado ambientale, sia per quanto riguarda le operazioni di estrazione, sia per le problematiche relative alla destinazione d'uso delle cave dismesse. L'indicatore quantifica le cave attive sul territorio nazionale fornendo, indirettamente, informazioni sul consumo di risorse non rinnovabili, sulla perdita di suolo, sulle modificazioni indotte nel paesaggio e sulle possibili alterazioni idrogeologiche e idrografiche (interferenze con falde acquifere e con gli ambiti di ricarica di pozzi e sorgenti). Altri possibili impatti connessi all'attività possono manifestarsi con fenomeni di dissesto legati a profonde modificazioni geomorfologiche dovute a scavi e sbancamenti, che possono comportare fenomeni erosivi e movimenti franosi dei fronti e dei versanti interessati dall'attività di cava. L'attività estrattiva, anche quando regolamentata, genera inoltre altri fenomeni di degrado ambientale legati alla rumorosità, alla produzione di polveri e al potenziale peggioramento della qualità dell'aria e delle acque.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

Rilevanza	Accuratezza	Comparabilità nel tempo	Comparabilità nello spazio
2	2	2	2

L'indicatore viene aggiornato, nella quasi totalità dei casi, tramite periodici contatti con gli uffici regionali competenti in materia di attività estrattive. I dati derivano, pertanto, da fonti affidabili anche se la comparabilità non è ottimale poiché alcune regioni ancora non dispongono di un catasto cave aggiornato con regolarità, mentre altre lo hanno implementato solo di recente.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il DPR 616 del 24/7/1977 ha trasferito alle regioni le competenze relative alla gestione di cave e torbiere. Le leggi regionali a loro volta demandano la pianificazione dell'attività estrattiva di cava alla regione e/o alla provincia mediante la redazione di Piani regionali (o provinciali) dell'attività estrattiva (PRAE o PPAE). Tali piani, oltre a censire le cave in esercizio o dismesse, contengono prescrizioni circa l'individuazione e la delimitazione delle aree (ambiti territoriali interessati da vincoli, anche in forza delle leggi 1497/39, 431/85 e 221/90), i fabbisogni, le modalità di coltivazione, i tempi di escavazione e i piani di recupero della cava. La gestione dei rifiuti di estrazione è regolamentata dal D.Lgs. 117/08 di recepimento della Direttiva 2006/21/CE.

STATO e TREND

Sul territorio nazionale risultano in attività 5.759 cave, delle quali più del 45% concentrate in sole 5 regioni che presentano sul proprio territorio più di 400 cave attive (Tabella 9.2). Le azioni normative intraprese a livello regionale sono finalizzate a mitigare l'impatto ambientale degli insediamenti estrattivi, a razionalizzarne l'attività e a intraprendere azioni di recupero delle cave dismesse e di riciclo dei materiali. La situazione è però disomogenea a livello nazionale e alcune regioni non si sono ancora dotate degli appositi strumenti pianificatori. Allo stato attuale non è possibile delineare la situazione delle migliaia di cave dismesse (circa 3.000 nella sola Lombardia) o abusive che possono essere fonte di serie problematiche ambientali legate alla loro destinazione d'uso, soprattutto

se illegale. Solo per alcune regioni è possibile definire un *trend* che denota una situazione sostanzialmente stabile nel numero della cave in attività.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

In Tabella 9.2 è riportato il numero di cave in attività per regione, suddivise in base alla tipologia di materiale estratto. La forte eterogeneità terminologica, spesso con l'uso di nomi locali non utilizzabili per una sintesi nazionale, e le classificazioni adottate a livello regionale, ha indotto a utilizzare un criterio litologico (granulometrico per i materiali sciolti) nella suddivisione dei tipi di materiale coltivato. Oltre alle classi relative ad arenarie, argille, calcari e ghiaie/sabbie, riportate in tutti i documenti consultati, sono state introdotte due grandi classi relative rispettivamente alle rocce ignee e piroclastiche (basalti, porfidi, tufi, lave generiche, ecc.) e alle rocce metamorfiche (marmi, serpentiniti, ardesie, quarziti, ecc.). Nonostante ciò la presenza di termini non riconducibili univocamente a un tipo litologico ha costretto all'inserimento delle classi generiche "inerti non specificati" e "materiali da taglio". Nella classe "altro" sono stati inserite cave numericamente poco rilevanti (es. torba) o per le quali non erano disponibili informazioni. Si è cercato, per quanto possibile, di desumere i dati dai documenti regionali ufficiali ma, stante la possibile variazione annuale delle attività, possono essere considerati certi solo quelli aggiornati e resi disponibili sistematicamente dagli uffici preposti. In alcuni casi il numero di cave attive potrebbe essere sovrastimato poiché lo stesso sito estrattivo potrebbe produrre più materiali (totale $\geq$ al numero delle cave attive).

Nonostante le limitazioni derivanti dalle fonti dei dati, il quadro complessivo dello stato degli insediamenti estrattivi in attività appare realistico e permette di formulare alcune considerazioni.

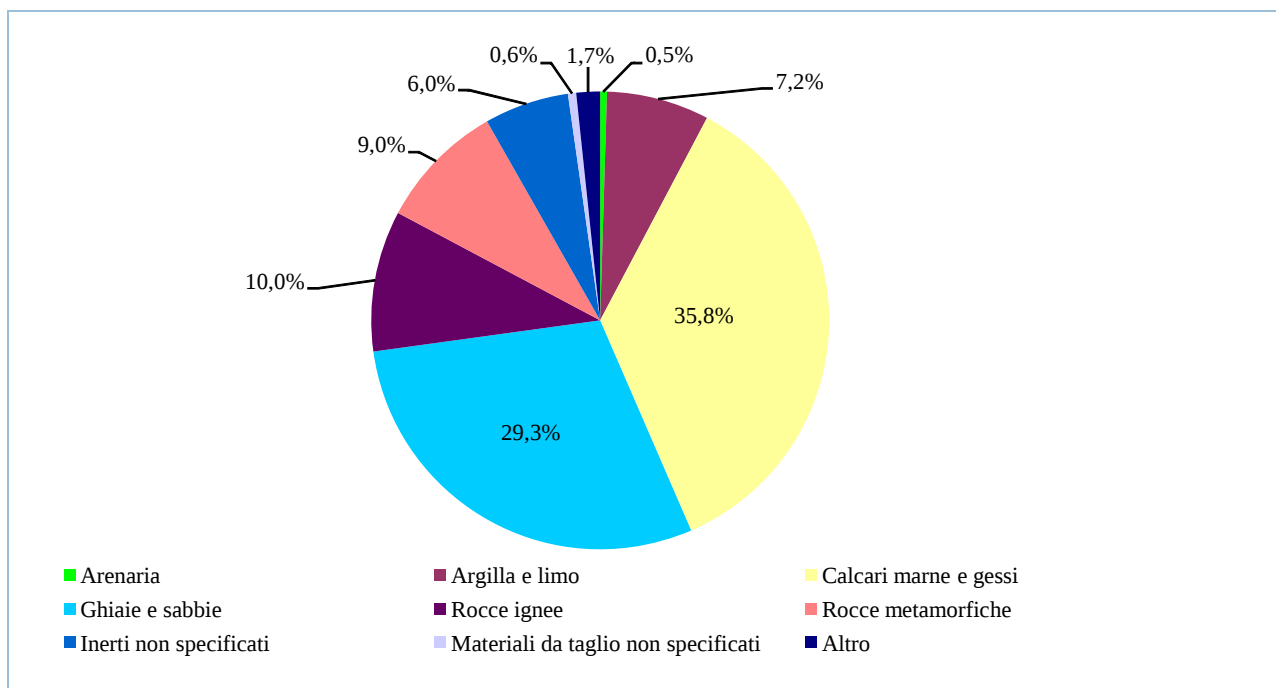
In quasi due terzi delle cave attive vengono estratti materiali alluvionali e rocce carbonatiche (Figura 9.28). Le regioni con il maggior numero di cave attive sul proprio territorio sono la Lombardia e il Piemonte dove l'attività estrattiva riguarda soprattutto materiale alluvionale (sabbie e ghiaie, argilla e limo), il Veneto e la Sicilia dove è particolarmente sviluppata l'estrazione di rocce carbonatiche (calcari, marne e gessi), la Puglia con assoluta predominanza di estrazione di calcari e la Toscana che presenta il maggior numero di cave di rocce metamorfiche dovuto agli insediamenti estrattivi del settore apuano. Poiché l'attività estrattiva è, ovviamente, dipendente dall'assetto geologico e geomorfologico, all'interno di una stessa regione la distribuzione delle cave presenta una forte variabilità spaziale. In Figura 9.29 è riportato il numero di cave presenti a livello provinciale.

Tabella 9.2: Numero di cave attive per regione suddivise per tipologia di materiale

Regione/Provincia autonoma	Anno di riferimento	Materiale estratto									Totale
		Arenaria	Argilla e limo	Calcarei marne e gessi	Ghiaie e sabbie	Rocce ignee	Rocce metamorfiche	Inerti non specificati	Materiali da taglio non specificati	Altro	
		n.									
Piemonte ^b	2010	0	56	24	239	11	175	2	0	0	507
Valle d'Aosta ^b	2010	0	0	0	0	0	18	3	0	3	24
Lombardia ^b	2011	3	42	46	415	16	100	11	0	34	667
Bolzano- Bozen ^b	2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150
Trento ^b	2010	0	2	5	0	93	5	43	0	0	148
Veneto ^b	2011	0	59	313	146	16	3	26	0	0	563
Friuli-Venezia Giulia ^b	2009	0	6	16	22	0	0	0	27	0	71
Liguria ^b	2010	4	6	52	3	3	124	0	0	0	192
Emilia-Romagna ^b	2007	0	40	4	4	0	0	225	0	23	296
Toscana ^b	2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-	377
Umbria ^b	2009	4	8	36	20	2	0	0	0	3	73
Marche ^b	2010	0	9	27	60	0	0	0	0	0	96
Lazio ^b	2010	3	9	151	32	87	0	0	2	0	284
Abruzzo ^b	2010	0	25	60	275	0	0	0	1	0	361
Molise ^b	2009	0	3	36	20	0	0	3	0	0	62
Campania ^a	2006	3	27	158	51	22	0	0	0	3	264
Puglia ^b	2010	0	18	417	32	0	0	0	0	6	473
Basilicata ^b	2008	1	7	28	21	0	0	0	0	4	61
Calabria ^c	2006	4	18	54	81	6	7	0	0	0	170
Sicilia ^c	2010	2	26	391	42	60	22	0	0	11	554
Sardegna ^c	2007	1	18	54	71	205	16	0	0	1	366
ITALIA		25	379	1872	1534	521	470	313	30	88	5759

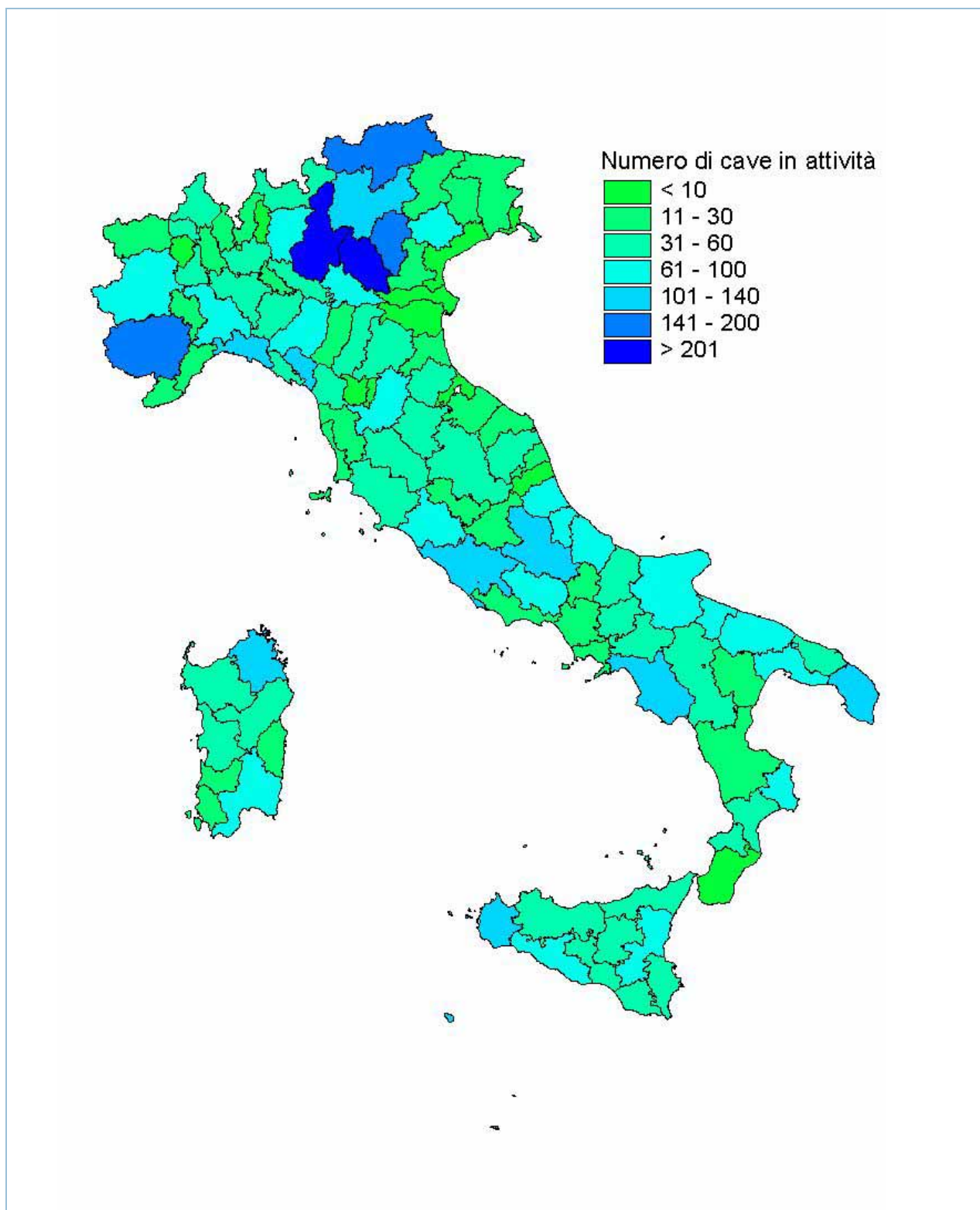
Fonte: a- Piano Regionale Attività Estrattive b- Catasto cave regionale o provinciale; banca dati attività estrattive regionale; sito web regionale c- Relazione sullo Stato dell'Ambiente; Annuario dei Dati Ambientali

Nota: per Bolzano e Toscana non sono disponibili le suddivisioni in tipologie di materiali. La somma per tipologia risulta, pertanto, inferiore al totale delle cave in attività



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati regioni, province, ARPA.

Figura 9.28: Cave attive per tipologia di materiale estratto (2011)



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati regioni, province, ARPA.

Figura 9.29: Numero di cave in attività per provincia (2011)

SITI DI ESTRAZIONE DI RISORSE ENERGETICHE

DESCRIZIONE

L'indicatore considera gli insediamenti estrattivi di risorse energetiche, cioè idrocarburi e fluidi geotermici. Definisce la diffusione sul territorio delle concessioni di coltivazione e ricerca con relativi impianti di servizio (per esempio: bacini di decantazione e discariche di materiali di perforazione), fornendo quindi informazioni sull'entità delle risorse estratte, sulle riserve disponibili e sulla potenziale esistenza di focolai di diffusione di sostanze inquinanti. Gli insediamenti sopra citati rappresentano un'importante risorsa economica, ma sono anche indice di degradazione del suolo e del territorio in quanto le attività antropiche a esso collegate comportano: consumo di risorse non rinnovabili e perdita delle coperture pedologiche, degrado qualitativo sia del suolo sia delle falde acquifere sottostanti, aumento della vulnerabilità degli acquiferi, innesco di fenomeni di subsidenza.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore fornisce le informazioni relative alla localizzazione delle aree in cui sono ubicati i siti di estrazione energetica, sulle quantità estratte e sulle riserve disponibili delineando un quadro esauriente delle georisorse energetiche del sottosuolo italiano. Sarebbe opportuno poter integrare l'indicatore con informazioni più strettamente attinenti la qualità ambientale dei siti di estrazione di olio e gas. I dati sono affidabili e comparabili sia a livello temporale sia spaziale.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La normativa nazionale fa riferimento, oltre che al RD n. 1443 del 29/07/27, alle leggi 6/1957 e 613/1967 relativamente alle attività in terraferma e in *offshore*, alla L 9/1991 di attuazione del PEN 1988, al D.Lgs. 625/1996 di attuazione della normativa comunitaria sul "*licensing*", al D.Lgs. 164/2000 di apertura del mercato del gas, alla L 239/2004 di riordino del settore energetico e alla L 99/2009 relativa all'internazionalizzazione delle imprese che comprende anche disposizioni in materia di energia. Quest'ultima stabilisce, tra l'altro, i criteri per il rilascio, tramite procedimento unico, dei permessi di ricerca e delle concessioni di coltivazione, modificando in parte la L. 239/04. La concessione di coltivazione costituisce titolo per la costruzione degli impianti e delle opere necessarie che sono considerate di pubblica utilità. La perforazione dei pozzi esplorativi, la costruzione degli impianti e delle opere connesse è soggetta a valutazione d'impatto ambientale. Le attività di ricerca, concessione e coltivazione delle risorse geotermiche sono disciplinate dal D.Lgs. 22/2010, revisione della L. 896/1986. Il decreto stabilisce di interesse nazionale le risorse ad alta entalpia ($T > 150^{\circ}\text{C}$) o utilizzabili per un progetto geotermico di almeno 20MWt e di interesse locale quelle a media ($150 < T < 90^{\circ}\text{C}$) e bassa ($T < 90^{\circ}\text{C}$) entalpia. Annualmente il Ministero dello Sviluppo Economico deve produrre, sulla base dei rapporti dei gestori e delle informazioni fornite da regioni/comuni, una relazione pubblica su stato e prospettive della geotermia italiana. Rende, inoltre, disponibile l'inventario delle risorse geotermiche del quale cura l'aggiornamento. A seguito dell'incidente alla piattaforma petrolifera nel Golfo del Messico è entrato in vigore il Dlgs 29 giugno 2010, n.128 che contempla specifiche disposizioni relative alla ricerca/coltivazione degli idrocarburi in off-shore, in particolare è istituito il divieto delle attività all'interno di aree marine e costiere a qualsiasi titolo tutelate dal punto di vista ambientale e nelle zone marine poste entro 12 miglia all'esterno delle stesse.

STATO e TREND

Nel corso del 2010 vi è stato un solo ritrovamento di gas naturale nella Basilicata ionica. La produzione di gas è leggermente aumentata grazie all'entrata in produzione di un nuovo campo a gas sfruttato congiuntamente da Italia e Croazia, che compensa il progressivo esaurimento dei vecchi giacimenti nazionali, testimoniato dal *trend* negativo nella produzione iniziato nel 1995. La produzione di olio registra un significativo incremento (+13%) che potrebbe essere aumentato al termine dell'iter autorizzativo dei progetti di sviluppo previsti.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

Nella Tabella 9.3 sono riportate le attività di estrazione energetica per le regioni interessate in termini di numero di titoli minerari (solo concessioni di coltivazione e di stoccaggio, i permessi di ricerca sono riportati in Figura 9.31) e come superficie occupata dagli stessi. Le aree dei titoli sono però definite, come da normativa vigente, come archi di meridiano e parallelo approssimati di 1' e risultano pertanto molto superiori a quelle realmente occupate dagli impianti di produzione, le zone non utilizzate dagli impianti restano liberamente fruibili per gli altri usi. Si può notare come Emilia Romagna, Basilicata, Marche, Puglia e Lombardia, in terraferma, e la Zone A e B, nel sottosuolo marino, si contraddistinguono per l'elevato numero di concessioni e di superficie interessata. A fine 2010 risultavano vigenti, per gli idrocarburi, 198 concessioni di coltivazione (66 in mare) e 117 permessi di ricerca (25 in mare); la superficie in terraferma impegnata dai titoli citati corrisponde a circa l'11% del territorio nazionale. Nella Tabella 9.4 è riportata la quantità di materiale estratto dal 1982 al 2010, mentre nella Figura 9.30 si evidenzia il leggero incremento che interrompe il consolidato *trend* negativo della produzione di gas ed il significativo aumento nella produzione di olio che resta però inferiore al periodo 2005-08. Le riserve recuperabili di gas sono state rivalutate e si attestano a 103 miliardi di metri cubi (+ 11 miliardi di metri cubi rispetto al 2009), una significativa rivalutazione è stata fatta anche per le riserve probabili di olio che passano da 72 milioni di tonnellate a 168 milioni di tonnellate. Il 72% delle riserve risulta localizzato nell'Italia meridionale.

Tabella 9.3: Attività di estrazione energetica per regione (2010)

Risorsa	Tipo di concessione	Zona o Regione	Titoli	Superficie
			n.	km ²
Idrocarburi	Coltivazione in terraferma	Piemonte	1	78
		Lombardia	13	989
		Veneto	1	163
		Emilia-Romagna	35	1.596
		Toscana	2	308
		Marche	18	1.136
		Lazio	1	41
		Abruzzo	6	490
		Molise	4	337
		Puglia	14	1.252
		Basilicata	21	2.121
		Calabria	2	103
		Sicilia	14	597
		ITALIA	132	9.212
	Stoccaggio in terraferma	Lombardia	10	302
		Veneto	1	89
		Emilia-Romagna	6	387
		Abruzzo	2	101
		Molise	1	6
		ITALIA	15	885
	Coltivazione nel sottosuolo marino	Zona A	38	4.143
		Zona B	19	3.365
		Zona C	3	660
		Zona D	3	153
		Zona F	3	619
		ITALIA	66	8.940
Risorse geotermiche	Coltivazione in terraferma	Veneto	1	3
		Emilia-Romagna	1	32
		Toscana	8	493
		Lazio	1	111
		ITALIA	11	639

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati MSE, Direzione Generale per l'Energia e le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia

Nota:

Dati aggiornati al 31 Dicembre 2010. Le regioni non riportate in tabella e le zone E e G non presentano concessioni in vigore

I titoli ricadenti in più di una regione sono conteggiati più volte, una per ciascuna regione; ad es. la concessione di stoccaggio di gas naturale denominata "Fiume Treste Stoccaggio" ricade per 70,79 km² nel territorio abruzzese e per 6 km² in quello molisano; la concessione di coltivazione geotermica denominata "Torre Alfina" ricade per 38,34 km² nel territorio laziale e per 20,29 km² in quello umbro.

Tabella 9.4: Produzione delle attività estrattive

Anno	Gasolina	Petrolio grezzo	Vapore endogeno	Gas naturale
		t * 1.000		Sm ³ *10 ⁶
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	37.568	16.766
2001	31	4.066	35.374	15.547
2002	33	5.498	37.046	14.940
2003	30	5.540	40.243	13.996
2004	29	5.416	42.328	12.921
2005	27	6.084	-	11.962
2006	24	5.757	-	10.837
2007	21	5.839	-	9.596
2008	23	5.220	-	9.071
2009	22	4.551	-	7.909
2010	25	5.081	-	8.265

Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione Generale per le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia; ISTAT

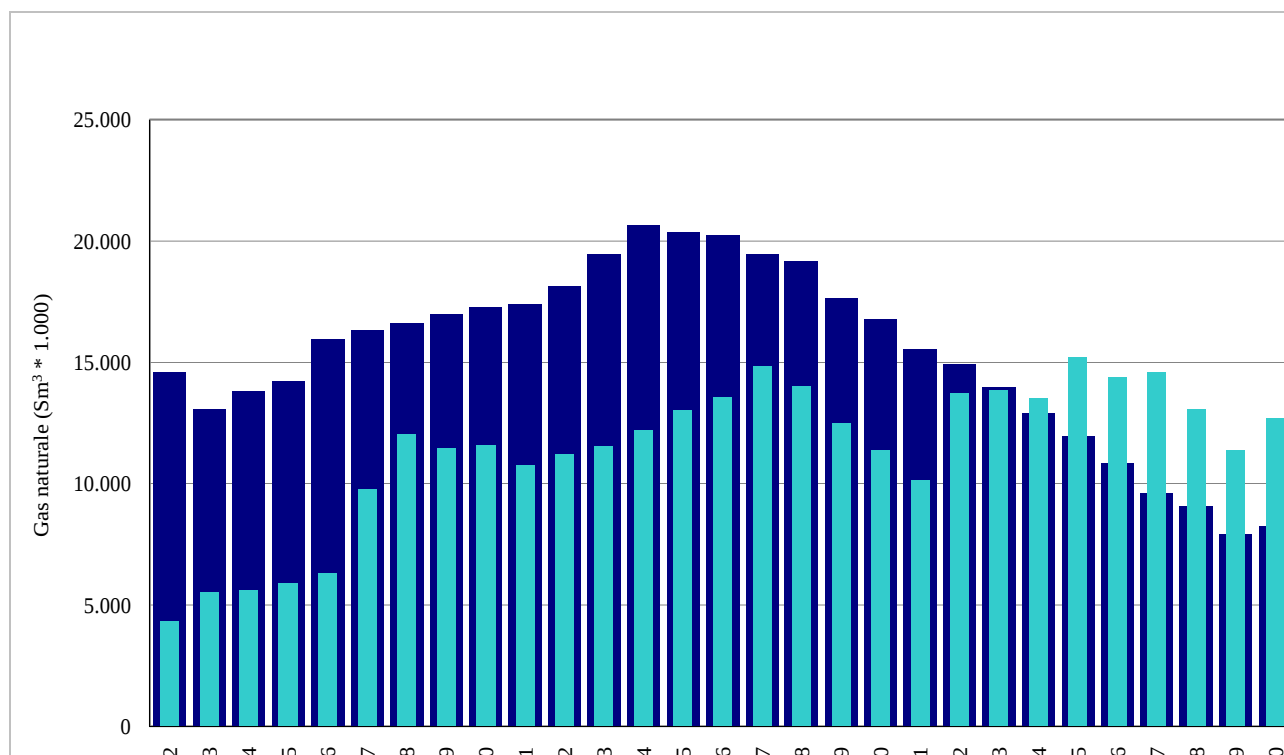
Nota: I dati 2005-2010 sul vapore endogeno non sono disponibili

Tabella 9.5: Riserve di olio e gas recuperabili per regione/zona marina (2010)

	OLIO					GAS				
	Certe	Probabili	Possibili	Recuperabili		Certe	Probabili	Possibili	Recuperabili	
	t*1.000				%	Sm ³ *10 ⁶				%
Nord Italia	4.211	75.729	0	42.076	22,5	3.151	3.089	220	4.740	4,6
Centro Italia	0	0	0	0	0	1.794	1.905	618	2.870	2,8
Sud Italia	55.566	88.632	117.691	123.420	65,9	18.823	20.306	29.332	34.842	33,7
Sicilia	8.331	3.809	2.677	10.771	5,7	2.749	831	96	3.184	3,1
TOTALE Terra	68.108	168.170	120.368	176.267	94,1	26.517	26.131	30.266	45.636	44,1
Zona B	4.117	1.678	4.956	5.947	3,2	27.561	12.873	10.864	36.170	35
Zona C	3.329	285	58	3.483	1,9	5.869	4.738	1.180	8.474	8,2
Zona F	1.042	1.308	0	1.696	0,9	6.070	13.195	2.305	13.129	12,7
TOTALE Mare	8.488	3.271	5.014	11.126	5,9	39.500	30.806	14.349	57.773	55,9
TOTALE Italia	76.596	171.441	125.382	187.393	100	66.017	56.937	44.615	103.409	100

Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione Generale per le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia

Nota: Riserve al 31-12-2010. Le riserve recuperabili sono ricavate come somma delle "certe" + il 50% delle "probabili" + il 20% delle "possibili". Le valutazioni sono caratterizzate da un'elevata aleatorietà all'inizio della vita del giacimento



Fonte: Elaborazione ISPRA su dati Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione Generale per le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia

Figura 9.30: Trend della produzione di idrocarburi



Fonte: Ministero dello Sviluppo Economico, Direzione Generale per le Risorse Minerarie - Ufficio Nazionale Minerario per gli Idrocarburi e la Geotermia

Nota: L'area di un titolo rappresenta la zona, di diversi kmq, in cui può operare in esclusiva il titolare. Essa risulta molto superiore rispetto alla effettiva area occupata dagli impianti che generalmente è dell'ordine di alcuni ettari.

Figura 9.31: Carta dei titoli minerari di ricerca e coltivazione di idrocarburi (2011)

POTENZIALE UTILIZZO DELLA RISORSA IDRICA SOTTERRANEA

DESCRIZIONE

L'indicatore fornisce informazioni circa il numero degli scavi, dei pozzi, delle perforazioni e dei rilievi geofisici effettuati per ricerche idriche di profondità superiore ai 30 m dal piano campagna. Dall'entrata in vigore della Legge 464/84 "Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale", le comunicazioni pervenute sull'esecuzione di pozzi/scavi/perforazioni sono state oltre 95.000.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

L'indicatore è coerente con la richiesta espressa dalla normativa e contribuisce a fornire un quadro rappresentativo delle pressioni sull'ambiente derivanti dall'attività di perforazione del sottosuolo, prevalentemente a scopi idrici. È di livello nazionale, i dati pervenuti risultano affidabili, aggiornati con continuità e comparabili nel tempo. Prosegue la campagna d'informazione presso enti pubblici e privati riguardo al rispetto della L. 464/84, intrapresa negli scorsi anni. Di conseguenza, a partire dal 2008 (eccezione fatta per il 2010) si è registrato un incremento del flusso delle comunicazioni ricevute e, quindi, una migliore significatività della distribuzione territoriale del dato, stimabile intorno al 40%.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

La normativa (L. 464/84) prevede l'obbligo di inviare all'ISPRA relazioni dettagliate, corredate dalla relativa documentazione, sui risultati geologici e geofisici derivanti dall'esecuzione di scavi, pozzi, perforazioni e rilievi geofisici per ricerche idriche, di profondità superiore ai 30 m dal piano campagna. Tale documentazione attualmente costituisce un archivio a livello nazionale in corso di informatizzazione.

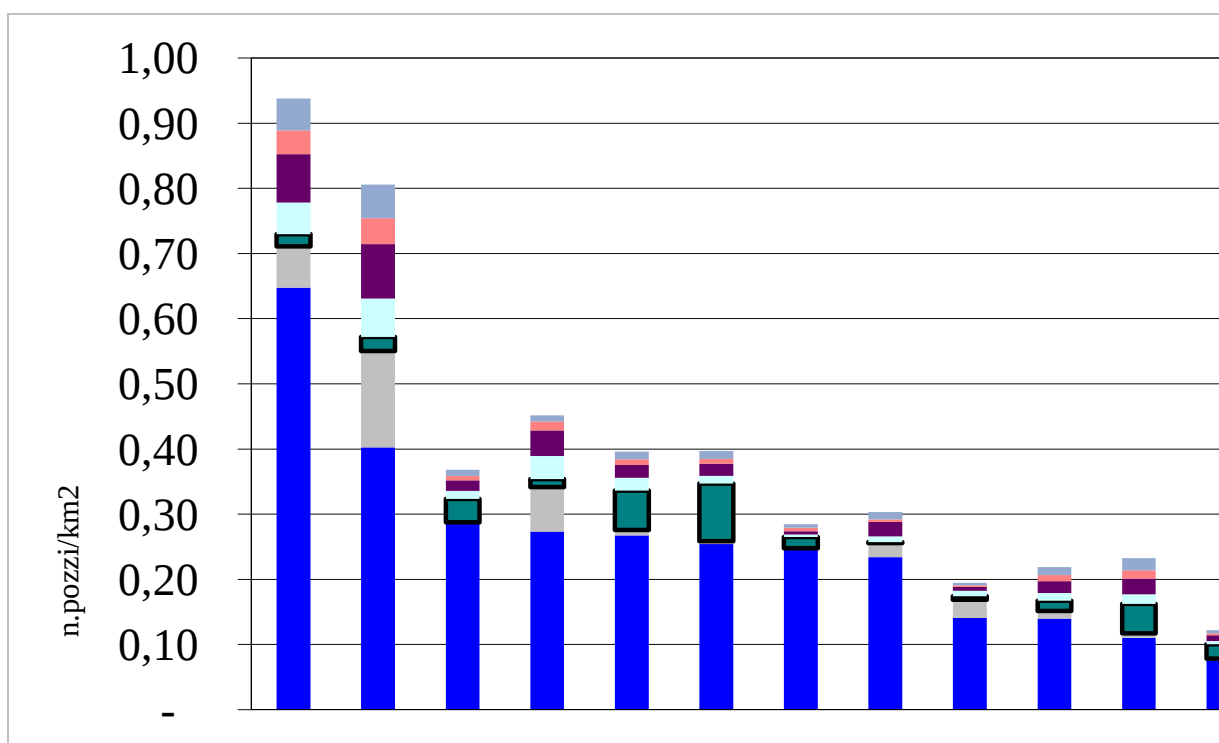
STATO e TREND

Dalle informazioni presenti in archivio traspare una distribuzione disomogenea sul territorio, strettamente dipendente dallo sviluppo delle attività economiche, dalla richiesta di risorsa idrica sotterranea e dalle caratteristiche geomorfologiche e orografiche del territorio e anche dal rispetto dell'obbligo di trasmissione di comunicazione. Nonostante l'incremento delle comunicazioni ricevute, a causa delle attività di riordino dell'archivio ex L. 464/84 che hanno reso necessaria la sospensione del processo d'informatizzazione dei dati contenuti nelle comunicazioni, il numero di dati tecnici relativi a pozzi/perforazioni sinora inseriti nel database informatizzato è circa il 65% del totale e non è, pertanto, ancora possibile definire un *trend* pluriennale sull'utilizzo delle acque sotterranee.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

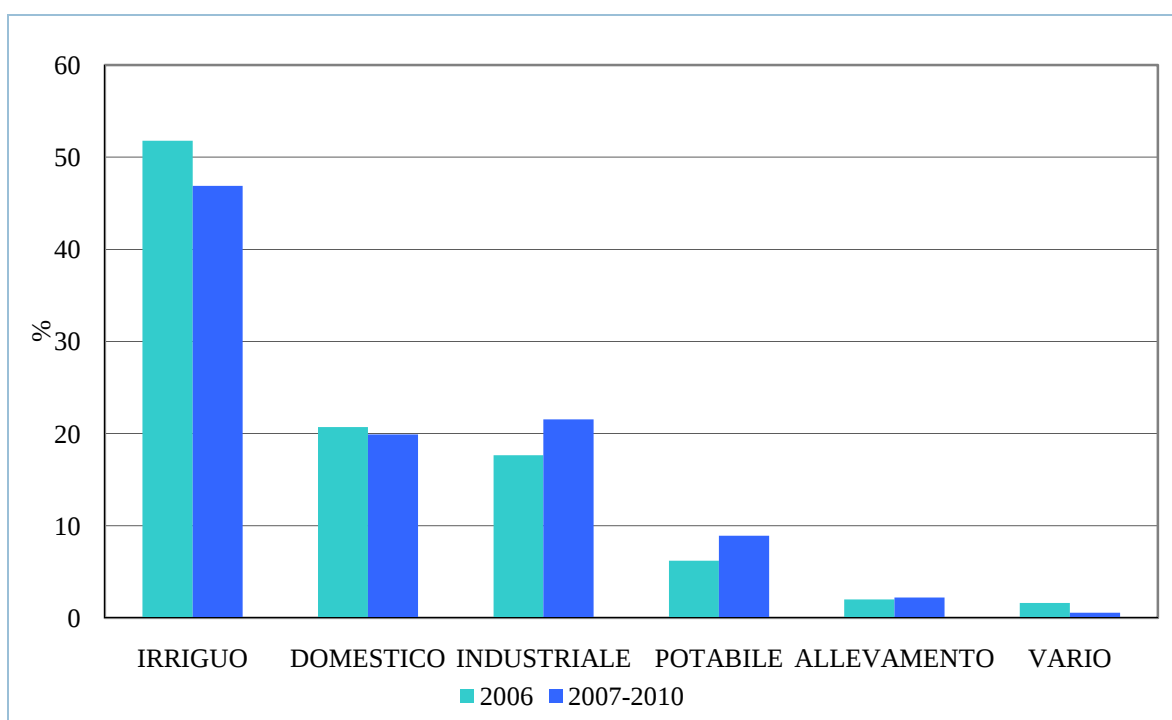
I dati litostratigrafici e idrogeologici (archivio ex L.464/84) permettono di: approfondire le conoscenze sulla costituzione del sottosuolo e delle falde acquifere; evidenziare le condizioni di circolazione idrica sotterranea, la potenzialità delle risorse idriche, l'entità dei prelievi e le aree con maggiore criticità idrica; individuare i differenti acquiferi presenti al fine di contribuire a predisporre il monitoraggio delle falde in attuazione del D.Lgs.152/99. È disponibile un

significativo numero di informazioni per molte delle regioni italiane, in particolare nelle aree in cui l'impatto antropico sulle risorse idriche sotterranee è particolarmente elevato. Nella Figura 9.32 si riportano i dati aggregati a livello regionale del numero di pozzi per unità di superficie. Appare evidente una distribuzione disomogenea sul territorio, strettamente dipendente dallo sviluppo delle attività economiche, dalla richiesta di risorsa idrica sotterranea e dalle caratteristiche geomorfologiche ed orografiche del territorio e anche dal rispetto dell'obbligo di trasmissione delle informazioni. Riguardo agli elaborati delle Figure 9.33, 9.34 e 9.35 non essendo stato possibile, come sopra accennato, procedere all'inserimento di ulteriori dati tecnici nel *geodatabase*, si è potuto solo confermare quanto già definito in precedenza. Pertanto, in sintesi: nella Figura 9.33 è illustrata la tipologia d'uso delle acque sotterranee espressa come percentuale del prelievo idrico totale utilizzato, da cui appare la forte incidenza dell'uso irriguo; dalla Figura 9.34 è possibile notare una netta prevalenza di pozzi nelle aree sub-pianeggianti; nella Figura 9.35 è evidente che gli intervalli di profondità di posizionamento dei filtri più frequentemente adottati (interpretabili come i livelli acquiferi maggiormente sfruttati) sono tra 40-70 e 90-100 m.



Fonte: ISPRA

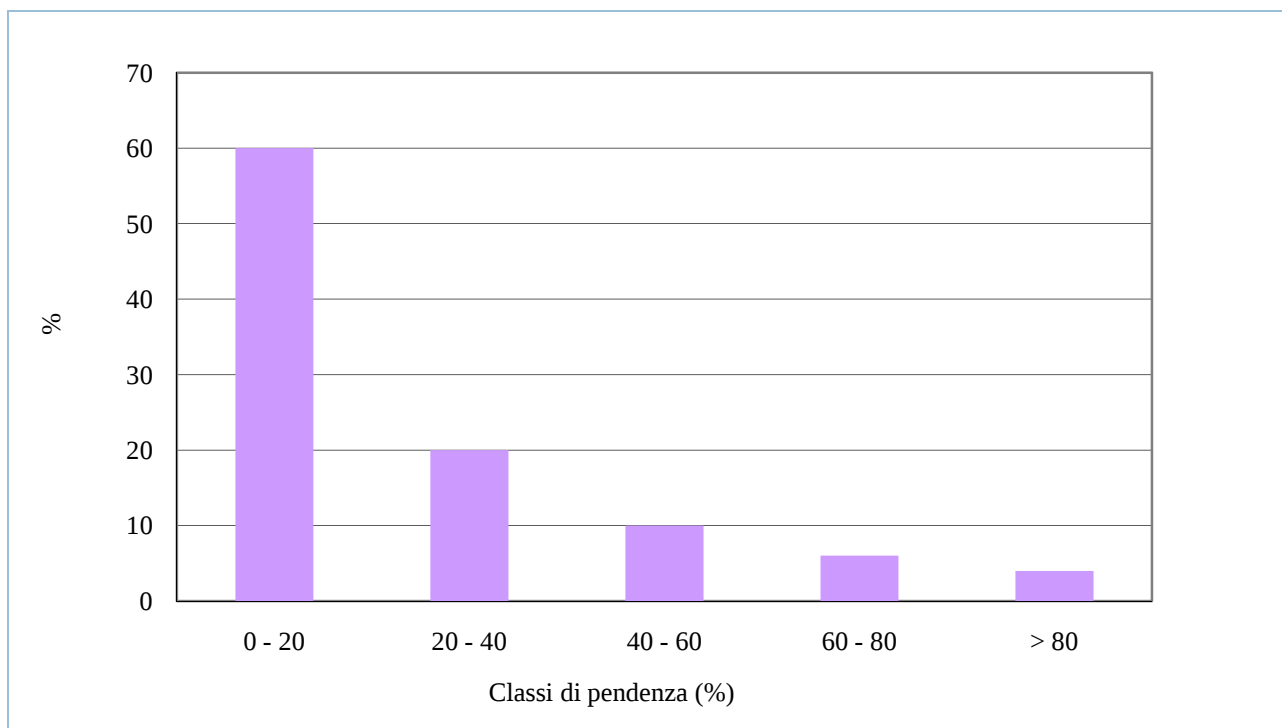
Figura 9.32: Distribuzione su base regionale dei pozzi dell'archivio ex L 464/84 (2010)



Fonte: ISPRA

Nota: L'elaborazione è relativa ai soli dati informatizzati (65% del totale)

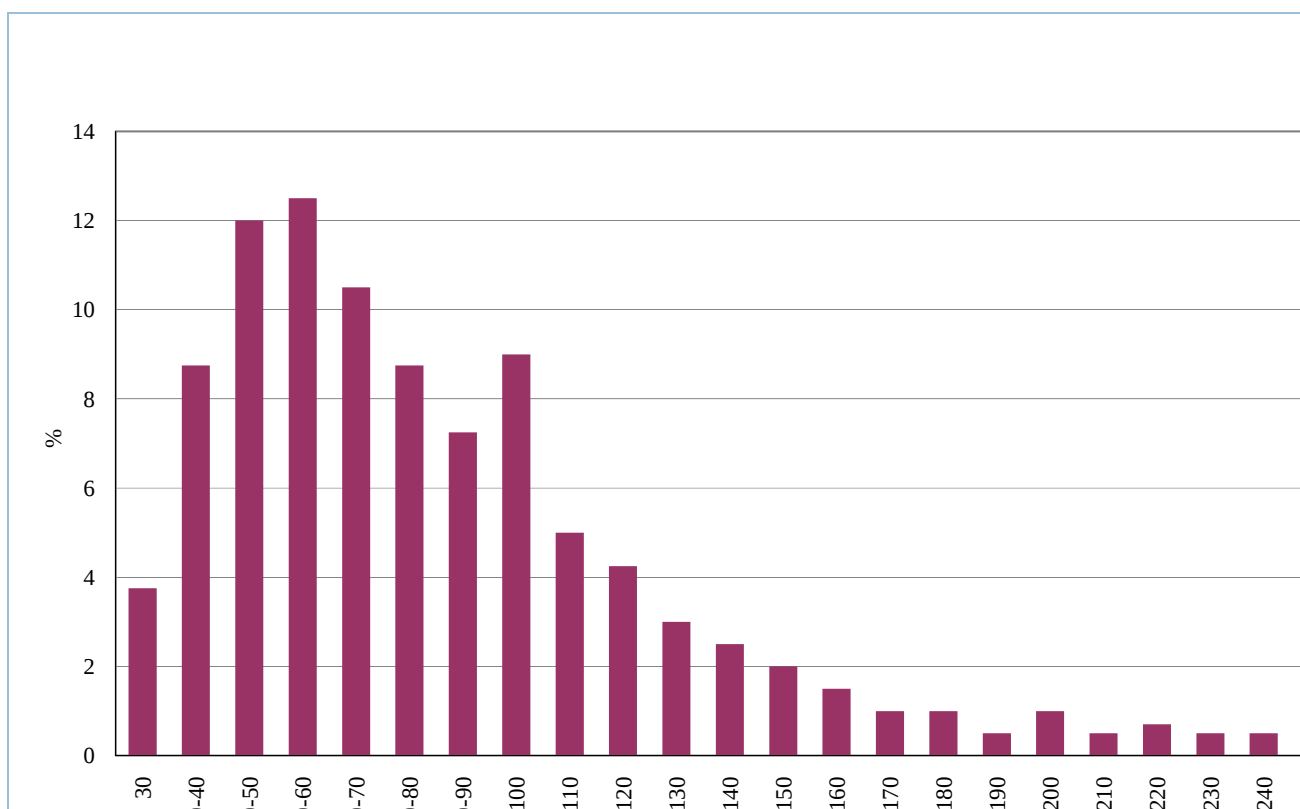
Figura 9.33: Tipologia d'uso delle acque sotterranee emunte dai pozzi presenti nel data base ex L 464/84 (2010)



Fonte: ISPRA

Nota: L'elaborazione è relativa ai soli dati informatizzati (65% del totale)

Figura 9.34: Distribuzione su base nazionale dei pozzi dell'archivio ex L 464/84 (% sul numero totale) rispetto alla pendenza del territorio



Fonte: ISPRA

Nota: L'elaborazione è relativa ai soli dati informatizzati (65% del totale)

Figura 9.35: Distribuzione percentuale dei pozzi del data base ex L 464/84 rispetto alla profondità di posizionamento dei filtri

GEOSITI

DESCRIZIONE

L'elemento fondamentale del patrimonio geologico è costituito da quei siti in cui è possibile osservare particolari elementi di interesse geologico (sequenze stratigrafiche, esposizione di fossili, minerali, elementi morfologici del paesaggio, ecc.). Si tratta di "singolarità geologiche" che per rarità, valore scientifico, bellezza paesaggistica, fruibilità culturale e didattica possono essere considerate dei veri e propri "monumenti" geologici, da tutelare, salvaguardare e valorizzare. L'indicatore rappresenta quei siti geologici per i quali, per la loro unicità o per il loro peculiare interesse scientifico e/o paesaggistico, è possibile individuare un interesse alla conservazione e che sono stati censiti e raccolti in una banca dati.

QUALITÀ dell'INFORMAZIONE

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

La banca dati era di origine bibliografica. Ciò ha reso e rende necessario un complesso e lungo lavoro di revisione sul terreno, che avviene anche con la collaborazione di amministrazioni locali, istituti universitari e di ricerca, laureandi, liberi professionisti; gli stessi soggetti contribuiscono con le loro segnalazioni ad alimentare la banca dati. Per questo motivo il numero dei geositi è in continua evoluzione, anche in senso negativo.



OBIETTIVI FISSATI dalla NORMATIVA

Il valore del patrimonio geologico culturale è stato riconosciuto: nella Convenzione UNESCO sulla protezione del patrimonio mondiale, culturale e naturale del 1972 (Parigi) che individua e distingue il patrimonio culturale e il patrimonio naturale; dalla Legge Quadro sulle aree protette (L. 394/1991), che indica tra le finalità del regime di tutela e di gestione delle aree protette, quella della conservazione di singolarità geologiche, formazioni paleontologiche, valori scenici e panoramici, processi naturali ed equilibri idraulici e idrogeologici; con la Convenzione europea sul paesaggio del 2000 (Firenze) (ratificata con la L. 14/2006) che riconosce il valore del patrimonio biologico-geologico-culturale; dal Codice dei beni culturali e del paesaggio (L. 42/2004 e successive modifiche) che individua i beni da tutelare e valorizzare per il loro interesse pubblico, ossia: *"le cose immobili che hanno cospicui caratteri di bellezza naturale o di singolarità geologica, le ville, i giardini e i parchi, non tutelati dalle disposizioni della parte seconda del presente codice, che si distinguono per la loro non comune bellezza; i complessi di cose immobili che compongono un caratteristico aspetto avente valore estetico e tradizionale; le bellezze panoramiche considerate come quadri e così pure quei punti di vista o di belvedere, accessibili al pubblico, dai quali si goda lo spettacolo di quelle bellezze."*

STATO e TREND

Attualmente è assente una legislazione nazionale di tutela specifica per i geositi. Nel 2010 la Liguria e la Puglia si sono aggiunte all'Emilia-Romagna promulgando una legge regionale per la conservazione e la tutela del patrimonio geologico. In seguito all'inserimento dei geositi nelle attività di pianificazione territoriale, molte regioni e le province autonome hanno avviato progetti per la loro individuazione e per il loro inserimento nei piani paesaggistici territoriali.

COMMENTI a TABELLE e FIGURE

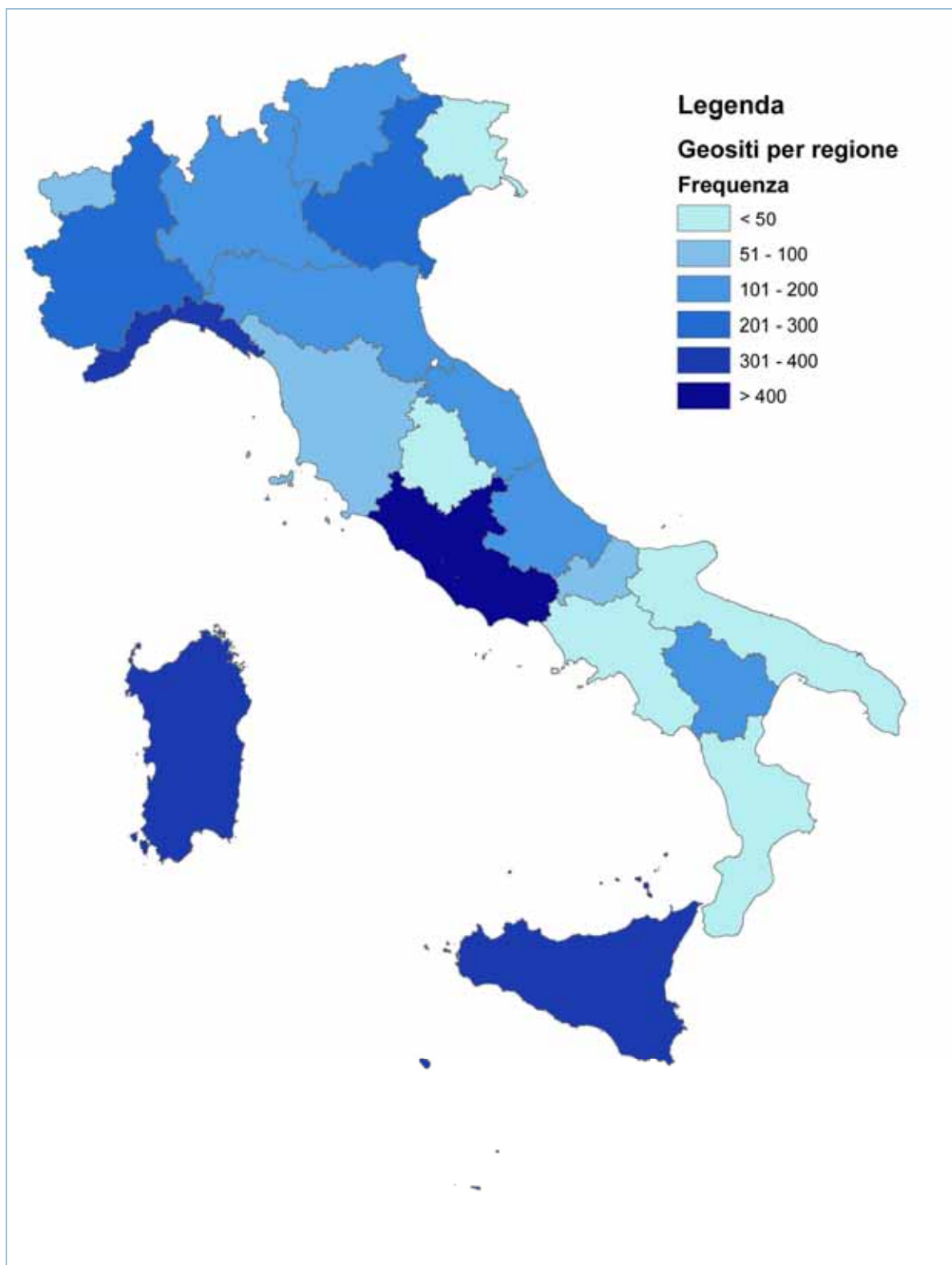
Nella banca dati ISPRA sono presenti (dicembre 2011) 3.490 geositi, il 74% dei quali è compreso all'interno di aree protette dove, in assenza di una specifica legge di tutela, beneficiano dei vincoli di legge che insistono sull'area. Il numero di geositi è in continua evoluzione poiché il lavoro procede contemporaneamente sia con l'inserimento di nuovi geositi, sia con la revisione e, a volte, l'eliminazione di geositi già presenti in banca dati.

Il geodatabase Geositi dell'ISPRA è di libero accesso, previa registrazione, e permette di conoscere le informazioni relative a ogni singolo geosito tramite ricerca testuale e/o cartografica.

Tabella 9.6: Distribuzione regionale dei geositi presenti nella banca dati ISPRA (2011)

Regione	GEOSITI		
	n.	in aree protette	
		ZPS	SIC
Piemonte	253	73	94
Valle d'Aosta	53	18	22
Lombardia	150	35	26
Trentino-Alto Adige	183	98	76
Veneto	222	169	165
Friuli-Venezia Giulia	45	27	27
Liguria	339	156	33
Emilia-Romagna	176	88	45
Toscana	99	56	31
Umbria	40	20	8
Marche	118	61	60
Lazio	686	131	291
Abruzzo	189	86	88
Molise	56	38	19
Campania	48	38	27
Puglia	44	19	17
Basilicata	113	16	22
Calabria	38	7	6
Sicilia	318	137	82
Sardegna	320	126	53
TOTALE	3.490	1.399	1.192

Fonte: ISPRA



Fonte: ISPRA

Figura 9.36: Geositi per regione