

CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE
NELL'ITALIA MERIDIONALE ED INSULARE

CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE
NELL'ITALIA MERIDIONALE ED INSULARE

A cura di: Giuseppe Enne e Massimo Iannetta

Con la collaborazione di: Claudio Zucca

2006 ENEA
Ente per le Nuove tecnologie
l'Energia e l'Ambiente

ISBN 88-8286-144-9

La riproduzione è autorizzata citando la fonte

Coordinato da:

NRD
Centro Interdipartimentale di Ateneo
Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione
c/o Dip. Struttura Servizi Generali
Facoltà di Agraria
Università degli Studi di Sassari
Via Enrico De Nicola, 9
07100 Sassari
e-mail: nrd@uniss.it

Realizzato da:
Università degli Studi di Sassari
Dipartimento di ingegneria del Territorio
Via Enrico De Nicola, 9
07100 Sassari

Università degli Studi di Cagliari
Dipartimento di Ingegneria del Territorio
Piazza d'Armi
09123 Cagliari

Accademia Italiana di Scienze Forestali
Piazza Tommaso Alva Edison, 11
50133 Firenze

Università degli Studi di Cagliari
Dipartimento di Scienze della Terra
Via Trentino, 51
09127 Cagliari

CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI
FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE
NELL'ITALIA MERIDIONALE ED INSULARE

A CURA DI:
GIUSEPPE ENNE
MASSIMO IANNETTA

CON LA COLLABORAZIONE DI:
CLAUDIO ZUCCA



ELENCO DELLE MONOGRAFIE

RIADE “Ricerca Integrata per l’Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione” ha proposto e realizzato un avanzamento non solo nelle conoscenze settoriali, ma nell’approccio integrato e multidisciplinare, indispensabile per una tematica così complessa come la desertificazione. Di seguito sono riportate le 12 monografie prodotte nel corso delle attività di progetto, che documentano il lavoro svolto ed i risultati conseguiti.

1. La desertificazione in Italia e il progetto RIADE
2. Caratterizzazione tipologica dei fenomeni di desertificazione nell’Italia meridionale ed insulare
3. Indicatori di desertificazione: approccio integrato e supporto alle decisioni
4. Tecnologie innovative per l’analisi di variabili climatiche
5. Nuove tecnologie per lo studio della vegetazione in relazione ai cambiamenti climatici
6. Ricerca di metodi innovativi per l’analisi e la valutazione dell’erosione dei suoli mediante analisi isotopiche
7. La sostanza organica e la desertificazione: aspetti sperimentali e modellistica
8. Salinizzazione e qualità delle acque: impatti e ipotesi di mitigazione
9. Studio sulla gestione sostenibile delle risorse idriche: dall’analisi conoscitiva alle strategie di salvaguardia e tutela
10. Lettura dinamica delle relazioni tra territorio, insediamenti umani ed utilizzo delle risorse naturali: sistematizzazione e riproposizione in chiave innovativa delle conoscenze e tecniche tradizionali
11. Modellistica ambientale e sistemi di supporto alle decisioni per la lotta alla desertificazione
12. Appunti da un viaggio di studio...ciò che abbiamo imparato e che non avremmo altrimenti appreso (dal Master F-RIADE)

<http://www.riade.net>

Ricerca Integrata per l’Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione



Prefazione

Mi complimento con il Nucleo Ricerca Desertificazione (NRD) dell'Università degli Studi di Sassari, per la efficace integrazione e la utile sintesi sinottica realizzate sui tre rapporti Acque Foreste Suoli e con i professori Aru, Barbieri e Corona, che ne hanno curato rispettivamente la redazione per il progetto RIADE "Ricerca Integrata per l'Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla DEsertificazione". Questo lavoro ha rappresentato il punto di partenza del progetto di ricerca, consentendo una corretta individuazione delle aree di studio in Sicilia, Sardegna, Basilicata e Puglia. In queste regioni sono stati scelti i bacini del Fiume Anapo nel Siracusano e del fiume Imera Meridionale (Salso) in provincia di Agrigento, l'area nord-occidentale della Nurra, nella provincia di Sassari e una vasta area che si estende dalla parte nord-occidentale della Puglia fino all'estremità meridionale della Basilicata (dall'Alto Tavoliere alle Murge, fino alla Media e Bassa Val d'Agri).

In queste aree si stanno realizzando tre importanti finalità del progetto:

- Individuazione e caratterizzazione dei processi di desertificazione
- Realizzazione di un sistema integrato e tecnologicamente innovativo di monitoraggio
- Supporto decisionale alla Pubblica Amministrazione nella scelta degli interventi di salvaguardia del territorio.

Lo studio delle relazioni di causa ed effetto dei processi di desertificazione, lo sviluppo di metodi, tecnologie e processi di monitoraggio e la promozione di interventi di recupero, mitigazione ed adattamento, rappresentano un'attività di ricerca ad elevato contenuto strategico, nell'ottica generale dell'approfondimento delle conoscenze sull'impatto delle attività produttive sull'ecosistema e dello sviluppo di strumenti per la sua attenuazione.

L'iniziativa viene condotta con approcci fortemente integrati fra le diverse competenze necessarie ed affronta la tematica della desertificazione, con riferimento agli impegni assunti a livello internazionale nell'ambito della Convenzione ONU sulla lotta alla siccità e alla desertificazione (UNCCD).

Le attività di R&TD trovano riscontro in azioni volte sia all'identificazione di metodologie di analisi, in grado di controllare le dinamiche del fenomeno, che alla valutazione di compatibilità ambientale ed economica delle più diffuse pratiche di utilizzo del territorio.

Gli strumenti ed i processi innovativi che vengono adoperati per questo scopo vanno dall'utilizzo di radiometri iperspettrali e di sensori aviotrasportati e satellitari per lo studio della vegetazione e di variabili fisiografiche e climatiche, alla fluorimetria laser con apparato prototipale compatto per la valutazione qualitativa delle acque, all'utilizzo di pluviometri-disdrometri e di scintillometro per la misura delle grandezze meteorologiche e dei flussi di calore. Vengono svolte analisi isotopiche per lo studio delle dinamiche degli acquiferi e dell'erosione dei suoli, analisi storico-archeologiche ed ambientali per lo studio delle conoscenze e delle tecniche tradizionali di utilizzo delle risorse naturali. Nel corso del progetto sono inoltre sviluppati sistemi avanzati di visualizzazione ed analisi dei dati, integrati indicatori strutturati per la elaborazione di modelli di interpretazione dei processi di desertificazione, per la messa a punto di sistemi di simulazione e di supporto decisionale condivisi con le amministrazioni locali.

L'obiettivo finale è rappresentato dall'organizzazione di specifici piani di intervento territoriale per l'uso sostenibile del territorio, oltre che dalla messa a punto di riferimenti tecnologici per le attività di monitoraggio e la valutazione del rischio ambientale.

All'attività del progetto è associato un Master Universitario di primo livello, finalizzato alla Formazione metodologica e tecnologica di Esperti della desertificazione. Il Master, coordinato da NRD, si è svolto per la sua parte teorica in Sardegna presso l'Università degli Studi di Sassari, mentre la parte di affiancamento alle attività di progetto è stata realizzata nelle aree di studio. Stage formativi sono stati organizzati in Italia e all'estero (Tunisia e Niger). Dall'esperienza maturata nel corso del Master è stata avviata una iniziativa di *spin-off* per la creazione di impresa, congiuntamente al gruppo di coordinamento del progetto RIADE, composto da:

Advanced Computer System ACS SpA

ENEA – Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente

Nucleo Ricerca Desertificazione – Università di Sassari

Dal progetto RIADE è scaturito un altro progetto, DESERTWATCH (bando ESA), che va ad integrarsi con altre iniziative che ci vedono coinvolti, DESERTNET (Interreg Medocc dell'UE), DESURVEY (Integrated Project, VI PQ dell'UE), LUCINDA (Specific Support Action, VI PQ dell'UE), SPINTA (MAP Spin-off), ecc. e che hanno attivato collaborazioni con Università, Enti di Ricerca, Istituzioni (Ministeri), Organismi internazionali, Enti locali, Imprese e Parti sociali.

Da queste esperienze sono nate anche iniziative internazionali di:

- Attività seminariali nei diversi Annessi della UNCCD;
- Cooperazione scientifica e tecnologica con Paesi terzi;
- Partecipazione a eventi istituzionali (Side Event) nell'ambito delle Conferenze (COP e CRIC) della Convenzione ONU sulla lotta alla siccità e desertificazione.

Tutto questo significa che il nostro Paese sta sviluppando sempre più forti competenze sul tema della desertificazione, con il coinvolgimento di giovani promesse!

Occorre ancora uno sforzo; il trasferimento più efficace di queste esperienze a livello locale, affinché trovino pratica applicazione in interventi di salvaguardia del territorio e di sviluppo sostenibile. Una sfida che abbiamo già raccolto e che ci vedrà impegnati per il prossimo futuro.

Massimo Iannetta

ENEA - Dipartimento Biotecnologie, Agroindustria e Protezione della Salute

Responsabile del progetto RIADE

INDICE

INTRODUZIONE.....	13
<i>G. Enne</i>	

Sezione I	
CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI RAPPORTI TRA FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE ED ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE, OSSERVATI E STUDIATI NELLE REGIONI DELL'OBIETTIVO 1. SVILUPPO DEL SISTEMA DI RIFERIMENTO PER LA RAPPRESENTAZIONE SISTEMATICA DELLE TIPOLOGIE RISCONTRATE.	
<i>Barbieri G., Ghiglieri G., Vernier A.</i>	17
Premessa.....	19
1 Ricerca bibliografica a acquisizione dei dati.....	19
2 Sviluppo del quadro di riferimento concettuale necessario per la sistematizzazione tipologica dei fenomeni di degrado delle risorse idriche.....	20
3 Implementazione dati in un sistema informativo geografico.....	25
4 Sistematizzazione dei processi di degrado delle risorse idriche.....	28
4.1 Sardegna.....	30
4.1.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione	30
4.1.2 Degrado dei corpi idrici superficiali.....	41
4.1.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei.....	46
4.1.4 Variazioni climatiche.....	54
4.1.5 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche.....	55
<i>Tabelle</i>	60
<i>Figure</i>	76
4.2 Basilicata.....	80
4.2.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione.....	80
4.2.2 Degrado dei corpi idrici superficiali.....	85
4.2.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei.....	86
4.2.4 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche.....	86
<i>Tabelle</i>	88
<i>Figure</i>	89
4.3 Calabria.....	91
4.3.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione.....	91
4.3.2 Degrado dei corpi idrici superficiali.....	98
4.3.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei.....	99
4.3.4 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche.....	101
<i>Tabelle</i>	103
<i>Figure</i>	107
4.4 Campania.....	111
4.4.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione.....	111
4.4.2 Degrado dei corpi idrici superficiali.....	114
4.4.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei.....	116
4.4.4 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche.....	117
<i>Tabelle</i>	120
<i>Figure</i>	125

4.5 Puglia.....	129
4.5.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione.....	129
4.5.2 Degrado dei corpi idrici superficiali.....	132
4.5.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei.....	132
4.5.4 Variazioni climatiche.....	134
4.5.5 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche.....	135
<i>Tabelle</i>	137
<i>Figure</i>	139
4.6 Sicilia.....	143
4.6.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione.....	143
4.6.2 Degrado dei corpi idrici superficiali.....	145
4.6.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei.....	148
4.6.4 Variazioni climatiche.....	150
4.6.5 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche.....	150
<i>Tabelle</i>	153
<i>Figure</i>	158
Conclusioni.....	162

Sezione II	
CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI RAPPORTI TRA SISTEMI FORESTALI E PROCESSI DI DESERTIFICAZIONE OSSERVATI E STUDIATI IN ITALIA E SVILUPPO DI UN SISTEMA DI RIFERIMENTO PER LA LORO RAPPRESENTAZIONE SISTEMATICA.	
<i>Barbati A. e Corona P.</i>	165
Premessa.....	167
Sintesi del Rapporto.....	167
Obiettivi e struttura del rapporto.....	171
1. Quadro introduttivo.....	173
1.1 Due approcci per individuare i territori forestali sensibili a processi di desertificazione in Italia.....	173
1.2 Tipologie di sistemi forestali nel territorio sensibile alla desertificazione in Italia.....	175
2. Fenomeni di degrado dei sistemi forestali nelle aree mediterranee d'Italia.....	180
2.1 Rapporti tra degrado dei sistemi forestali e desertificazione.....	180
2.2 Cenni storici sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali in Italia.....	183
2.3 Attività pastorali e degrado delle coperture forestali.....	187
2.3.1 Diffusione del pascolo nei boschi mediterranei.....	187
2.3.2 Rapporti tra attività pastorali e degrado dei sistemi forestali mediterranei: indagini specifiche.....	189
2.4 Incendi e degrado dei sistemi forestali.....	196
2.4.1 Fattori antropici e naturali nella genesi degli incendi boschivi nell'area mediterranea.....	196
2.4.2 Incendi e degrado dei sistemi forestali: inquadramento generale.....	202
2.4.3 Indagini in aree sperimentali a Is Olias (Sardegna) su processi di erosione e dinamiche vegetazionali nel post-incendio.....	206
2.4.4 Stima a scala regionale degli effetti degli incendi boschivi nei processi	

d'erosione del suolo.....	208
2.5 Impatto degli incendi e del pascolo sulla dinamica della vegetazione forestale a scala regionale.....	209
2.5.1 Sardegna.....	210
2.5.2 Sicilia.....	211
2.6 Rapporti tra piantagioni con specie esotiche e processi di degrado nelle zone vulnerabili alla desertificazione in Italia.....	219
2.7 Risultati degli effetti dei rimboschimenti sulle caratteristiche del suolo e della vegetazione in zone aride della Sardegna e Sicilia.....	226
2.8 Fenomeni di degrado specifici osservati nei boschi mediterranei.....	227
2.8.1 Deperimento delle specie quercine (oak decline).....	227
2.8.2 Degrado nei boschi di sughera.....	231
2.8.3 Degrado e deperimento delle formazioni forestali d'ambiente costiero.....	232
2.9 Scenari di cambiamento climatico e potenziali effetti sui sistemi forestali.....	236
2.9.1 Temperatura.....	236
2.9.2 Livello del mare.....	236
2.9.3 Precipitazioni.....	237
2.9.4 Effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi forestali.....	237
3. Quadro di riferimento concettuale per la sistematizzazione dei fenomeni e dei processi di degrado/recupero dei sistemi forestali nelle aree mediterranee d'Italia.....	240
4. Rappresentazione sistematica dei fenomeni di degrado dei sistemi forestali nelle aree mediterranee d'Italia.....	242
4.1 Sistematizzazione delle conoscenze sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali.....	242
4.2 Principali tipologie di fenomeni di degrado dei sistemi forestali descritte in Italia.....	243
4.2.1 Degrado da espansione su scala territoriale delle attività pastorali.....	243
4.2.2 Degrado da incendi boschivi.....	244
4.2.3 Deperimento delle specie quercine.....	245
4.2.4 Degrado nei boschi di sughera.....	246
4.2.5 Degrado e deperimento della vegetazione costiera.....	247
4.2.6 Degrado/ripristino delle funzioni dei sistemi forestali conseguente alla realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschimenti.....	247
5. Principali lacune e carenze conoscitive nei programmi di ricerca sul tema del degrado dei sistemi forestali in connessione ai fenomeni di desertificazione in Italia.....	249
Allegato I - Richiami sulla mappatura a scala nazionale del fenomeno della desertificazione in Italia.....	256
Allegato II - Note sul ruolo delle coperture forestali nella conservazione del suolo....	260
Allegato III - Schema sinottico delle principali caratteristiche stagionali delle aree di indagine degli studi sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali in Italia.....	263
Allegato IV - Classificazione degli studi sui fenomeni di degrado dei sistemi forestale in Italia.....	266
Allegato V - Riferimenti bibliografici.....	271

Sezione III	
CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE SINORA OSSERVATI E STUDIATI IN ITALIA E SVILUPPO DEL SISTEMA DI RIFERIMENTO PER LA RAPPRESENTAZIONE SISTEMATICA DELLE TIPOLOGIE RISCONTRATE.	
<i>Aru A., Vacca A, Marrone V.A</i>	281
Sintesi del rapporto	283
Obiettivi e struttura del rapporto	285
1 Inquadramento della problematica e modello utilizzato	287
1.1 Analisi dei fattori di degrado nel bacino del Mediterraneo	287
1.2 Il modello DPSIR	292
1.3 Riferimenti bibliografici	295
2 Analisi ed elaborazione dei risultati scientifici ottenuti negli studi sulla desertificazione	297
2.1 Introduzione.....	297
2.2. Campania.....	297
2.2.1 Introduzione.....	297
2.2.2 Problematiche del territorio	298
2.2.3 Indicatori DPSIR	303
2.2.4 Applicazione del Modello DPSIR	304
2.2.5 Bibliografia generale	307
2.2.6 Bibliografia articolata per progetti specifici.....	308
2.3 Puglia.....	310
2.3.1 Introduzione	310
2.3.2 Problematiche del territorio	312
2.3.3 Indicatori DPSIR	318
2.3.4 Applicazione del modello DPSIR	319
2.3.5 Bibliografia generale	322
2.3.6 Bibliografia articolata per progetti specifici	323
2.4 Basilicata.....	324
2.4.1 Introduzione	324
2.4.2 Problematiche del territorio	326
2.4.3 Indicatori DPSIR	333
2.4.4 Applicazione del modello DPSIR	335
2.4.5 Bibliografia generale	339
2.4.6 Bibliografia articolata per progetti specifici	341
2.5 Calabria.....	344
2.5.1 Introduzione.....	344
2.5.2 Problematiche del territorio	345
2.5.3 Indicatori DPSIR	354
2.5.4 Applicazione del modello DPSIR	355
2.5.5 Bibliografia generale	359
2.5.6 Bibliografia articolata per progetti specifici	362
2.6 Sicilia.....	365
2.6.1 Introduzione	365
2.6.2 Problematiche del territorio	367
2.6.3 Indicatori DPSIR	376
2.6.4 Applicazione del modello DPSIR	377

2.6.5 Bibliografia generale	382
2.6.6 Bibliografia articolata per progetti specifici	385
2.7 Sardegna.....	389
2.7.1 Introduzione.....	389
2.7.2 Problematiche del territorio	390
2.7.3 Indicatori DPSIR	403
2.7.4 Applicazione del modello DPSIR	405
2.7.5 Bibliografia generale	412
2.7.6 Bibliografia articolata per progetti specifici.....	421
3 Principali fattori e processi di degradazione del suolo riscontrati nelle regioni esaminate.....	431
3.1 Conclusioni.....	431
3.2 Riferimenti bibliografici.....	431
Sezione IV	
SINTESI SINOTTICA	
<i>Zucca C. e Marrone V.A</i>	433
1. Introduzione	435
2. Quadro sinottico delle Tipologie e/o Processi di Degradazione osservate e/o segnalate	438
3. Quadro sinottico delle Tipologie di Degrado suddivise per Regione	443
4. Schematizzazione secondo lo schema DPSIR	455
4.1 Suoli	455
4.2 Foreste	462
4.3 Acque	465
5. Identificazione di aree trattate da più studi	472
6. Problematiche riscontrate nelle aree pilota RIADE	479
7. Quadro riassuntivo di tipologie e processi di degrado con indicazione delle località	485

Introduzione

La presente pubblicazione è stata realizzata nell'ambito dell'attività 1.1 del progetto RIADE, che prevedeva appunto la “Caratterizzazione tipologica dei fenomeni di desertificazione sinora osservati e studiati in Italia e sviluppo del sistema di riferimento per la rappresentazione sistematica delle tipologie riscontrate”.

L'approfondimento condotto risponde a due precise esigenze: la prima interna al progetto RIADE, la seconda di interesse culturale più ampio. Nell'ambito del progetto RIADE infatti l'attività 1.1 aveva lo scopo principale di orientare l'individuazione delle aree pilota del progetto, di supportare la definizione delle priorità di ricerca e monitoraggio all'interno delle aree stesse, di fornire infine un quadro di riferimento concettuale per le unità operative del progetto impegnate sul terreno.

D'altra parte, il Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione, responsabile scientifico dell'attività, ha visto in questa fase del progetto una occasione importante di approfondimento culturale di interesse nazionale: infatti, sino ad ora, non sono mai state messe a disposizione del Comitato Nazionale di Lotta alla Desertificazione risorse destinate alla stesura di sintesi e rielaborazioni scientifiche delle conoscenze.

Probabilmente, partendo dal presupposto non del tutto giustificato secondo il quale le conoscenze disponibili sui fenomeni di desertificazione in Italia sarebbero già sufficienti, si è ritenuto più opportuno destinare risorse, comunque limitate, ad attività di carattere maggiormente applicativo, quali l'individuazione delle aree sensibili.

Tuttavia, proprio la realizzazione di attività di questa natura ha evidenziato l'esistenza di lacune concettuali importanti. In primo luogo, in gran parte delle ricerche realizzate sino ad ora in Italia, la definizione di “desertificazione e degradazione delle terre” non è stata intesa secondo l'accezione proposta dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta contro la Desertificazione: è prevalsa la tendenza a far coincidere “degradazione delle terre” e “degradazione del suolo” laddove “terre” dovrebbe includere “il suolo, la vegetazione, il biota in generale e i processi idrologici ed ecologici che operano all'interno del sistema”.

Conseguentemente è stato dato poco spazio all'approfondimento dei processi di degradazione della componente forestale e idrologica e, quando questo è stato fatto, ciò è stato inteso soprattutto in rapporto alle conseguenze di tale degradazione nei confronti della componente pedologica. In secondo luogo, è molto scarsa la presenza di studi interdisciplinari che affrontino la complessità territoriale dei processi di desertificazione, considerando anche gli aspetti sociali ed economici, che spesso stanno alla causa dei processi fisici di degradazione.

Il risultato è un'immagine incompleta che in alcuni casi non aiuta a comprendere l'origine dei problemi e quasi mai propone o suggerisce strumenti di prevenzione e mitigazione.

Per questi motivi NRD-UNISS ha ritenuto di svolgere una rielaborazione dei risultati scientifici disponibili al fine di pervenire alla sistematizzazione tipologica dei fenomeni osservati e studiati. E' stato anche ritenuto opportuno dividere il lavoro in tre parti, assegnando pari dignità alle componenti acque, foreste, suolo.

I tre approfondimenti sono stati affidati a tre scuole di chiara esperienza, coordinate rispettivamente dal Professor Aru dell'Università di Cagliari, dal Professor Corona dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali e dal Professor Barbieri dell'Università di Cagliari.

I lavori sono stati svolti in modo indipendente, ma seguendo linee guida comuni. A ciascuno è stato chiesto di sviluppare:

- una parte descrittiva di sintesi sui fenomeni di desertificazione così come sono stati studiati e affrontati in Italia (visti nel contesto più generale della regione mediterranea settentrionale);
- una parte di inquadramento e di sviluppo del quadro di riferimento concettuale necessario per la sistematizzazione tipologica dei fenomeni;
- una parte di rappresentazione sistematica dei fenomeni studiati, con indicazione di una lista di aree di riferimento, nelle quali tali fenomeni sono ben rappresentati;
- una analisi delle problematiche territoriali e una rappresentazione dei rapporti causali nei quali esse si esplicano, utilizzando il modello DPSIR come schema di riferimento.

È stato proposto inoltre un nuovo concetto utile all'approfondimento ed al confronto delle problematiche di desertificazione, quello di "sistema di degradazione delle terre" (*land degradation system*), inteso come sistema territoriale nel quale la problematica di degradazione può essere descritta da una precisa combinazione di fattori D-P-S-I-R, in modo da distinguere e confrontare situazioni nelle quali, ad esempio, cause simili generano effetti diversi o viceversa. Infine è stata chiesta una rappresentazione cartografica, almeno speditiva, delle aree oggetto e delle ricerche prese in considerazione dagli studi.

I tre studi realizzati hanno risposto molto bene agli obiettivi preposti e costituiscono, sia singolarmente che nel loro insieme, un contributo originale davvero rilevante. Lo sforzo compiuto per raccogliere e per riorganizzare le informazioni disponibili è stato imponente.

Considerando gli studi uno per uno, è possibile inoltre rilevare alcune peculiarità di spicco.

Lo studio sulle acque è certamente esemplare per lo sforzo di oggettività e per il rigore metodologico degli autori i quali, assegnando grande importanza all'aspetto di catalogazione ordinata di informazioni a volte scarse e quasi sempre eterogenee per qualità e quantità, hanno creato un sistema informativo geografico nel quale, nella misura del possibile, tutti i fenomeni per i quali esistono informazioni sono stati georeferenziati mediante un sistema di codifica originale basato sul sistema DPSIR. Tale sistema rappresenta di per sé uno strumento flessibile adatto ad essere aggiornato in futuro incorporando nuova informazione che si rendesse disponibile e costituisce un punto di partenza per lo sviluppo di un sistema più esaustivo che sia in grado di incorporare anche le informazioni relative ai fenomeni di degradazione dei suoli e delle foreste.

Lo studio sulle foreste possiede un interesse notevole anche per lo sforzo concettuale originale a partire dal quale lo studio stesso si è sviluppato, come accennato sopra. Tutto il lavoro ha quindi un carattere fortemente innovativo e ha costituito un importante stimolo per gli autori stessi per individuare lacune e carenze della ricerca forestale italiana in rapporto ai fenomeni di desertificazione.

Il rapporto sui suoli è quello che più di tutti ha potuto contare su una grande massa di dati e informazioni, presenta quindi una bibliografia molto vasta. Il lavoro ha comportato un grande sforzo di analisi e di sintesi nel quale gli autori hanno saputo valorizzare e applicare con metodicità esemplare sia lo schema DPSIR che il concetto di "sistema di degradazione delle terre" proposto da NRD.

A compendio dei tre studi, NRD ha sviluppato una sintesi sinottica, presentata in appendice, al fine di consentire una maggiore facilità di lettura e di accesso ai contenuti dei lavori.

L'analisi sinottica rappresenta un primo tentativo di valorizzazione e di integrazione del prezioso contributo conoscitivo fornito dai tre studi. Una visione di insieme dei fenomeni di desertificazione che interessano le regioni del paese oggetto dello studio può infatti venire soltanto da una analisi che tenga conto dei processi osservati a carico di ciascuna delle tre componenti. Pertanto si è ritenuto indispensabile incrociare i tre contributi per evidenziare ad esempio la presenza di aree o località nelle quali sono segnalati contemporaneamente fenomeni di degradazione di diversa natura (suolo, acque, foreste). Oppure si è cercato di rendere più facile l'individuazione di situazioni nelle quali sistemi di cause comuni si traducono in diversi processi, e quindi diversi fenomeni di desertificazione, a carico delle tre diverse componenti ambientali. Questo lavoro è finalizzato inoltre a porre le basi per la creazione di un sistema informativo geografico in grado di rappresentare la distribuzione geografica di tutti fenomeni osservati.

Giuseppe Enne

Direttore Centro Interdipartimentale di Ateneo

NRD (Nucleo di Ricerca sulla Desertificazione) dell'Università degli Studi di Sassari



Università degli Studi di Cagliari
Dip. di Ingegneria del Territorio



Università degli Studi di Sassari
Centro Interdipartimentale di Ateneo
NRD-UNISS

**CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI RAPPORTI TRA FENOMENI DI
DESERTIFICAZIONE ED ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE, OSSERVATI E
STUDIATI NELLE REGIONI DELL'OBIETTIVO 1**

**Sviluppo del sistema di riferimento per la rappresentazione sistematica
delle tipologie riscontrate**

BARBIERI G. *, GHIGLIERI G. **, VERNIER A. *

In collaborazione con:

BARBIERI M. **, CAMBULI P **, VIGO A. **

Indirizzi di posta elettronica degli autori:

ghiglieri@uniss.it ; barbieri@unica.it ; a.vernier@unica.it

* Università degli Studi di Cagliari – Dipartimento di Ingegneria del Territorio.

** Università degli Studi di Sassari - Centro Interdipartimentale di Ateneo NRD-UNISS – Dip.to
Ingegneria del Territorio

PREMESSA

Nel mese di Aprile 2003, nell'ambito del progetto RIADE, il Nucleo Ricerca Desertificazione (NRD) dell'Università di Sassari ha affidato al Gruppo di Ricerca costituito dai Proff. Giulio Barbieri e Antonio Vernier del Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di Geologia Applicata e Geofisica Applicata, dell'Università di Cagliari e dal Dott. Giorgio Ghiglieri del Dipartimento di Ingegneria del Territorio, Sezione di Geopedologia e Geologia Applicata, dell'Università di Sassari, il coordinamento dello studio dal titolo "Caratterizzazione tipologica dei rapporti tra fenomeni di desertificazione ed acque superficiali e sotterranee, osservati e studiati nelle Regioni dell'Obiettivo1 - Sviluppo del sistema di riferimento per la rappresentazione sistematica delle tipologie riscontrate". L'affidamento prevedeva che lo studio venisse realizzato attraverso una ricerca coordinata ed intensiva mirante ad analizzare e rielaborare i risultati scientifici ottenuti in studi su desertificazione e land degradation condotti in Italia, con particolare riferimento a fenomeni/processi di degradazione quali/quantitativa naturale o antropogenica delle risorse idriche nelle Regioni dell'Obiettivo 1, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna. La rielaborazione dei risultati scientifici doveva poi tendere a realizzare una sistematizzazione tipologica dei fenomeni studiati e osservati.

Il lavoro di ricerca è stato operativamente condotto dal Dott. Ing. Manuela Barbieri, dal Dott. Paolo Cambuli e dal Dott. Geol. Angelo Vigo, collaboratori esterni del Gruppo di Ricerca.

Lo studio è stato condotto attraverso le seguenti fasi:

- ricerca bibliografica e acquisizione dei dati disponibili, sia mediante contatti diretti con enti pubblici e privati, sia attraverso documenti reperibili su Internet;
- sviluppo del quadro di riferimento concettuale necessario per la sistematizzazione tipologica dei fenomeni di degrado delle risorse idriche;
- implementazione dati in un Sistema Informativo Geografico (GIS), appositamente realizzato, per la rappresentazione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche;
- caratterizzazione tipologica e sistematizzazione dei processi di degrado individuati con la ricerca bibliografica.

Il lavoro finito viene restituito sia su formato cartaceo, mediante la presente relazione illustrativa, sia informatizzato, mediante un GIS dedicato, nel quale sono state trasferite tutte le informazioni acquisite e le elaborazioni e interpretazioni effettuate.

1 RICERCA BIBLIOGRAFICA E ACQUISIZIONE DATI

La ricerca bibliografica per l'acquisizione dei dati disponibili sulle condizioni di degrado delle risorse idriche e sui rapporti tra degrado e processi di desertificazione è stata condotta sia mediante contatti diretti con enti pubblici e privati, sia attraverso documenti reperibili su Internet.

Il tema estremamente vasto della ricerca, esteso peraltro a tutte le Regioni dell'Obiettivo 1, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna, suggeriva di ricercare in prima battuta studi, rapporti, indagini e relazioni condotti, a scala nazionale o regionale, direttamente dagli Enti preposti alla gestione dell'ambiente e del territorio, Ministero dell'Ambiente e APAT a livello centrale, Regioni, Province e ARPA a livello locale. Particolarmente utile sarebbe stato l'accesso al Sistema Informativo Nazionale (SINA) o ai Sistemi Informativi Regionali (SIRA), che hanno il compito di mantenere aggiornate a livello nazionale e regionale tutte le informazioni sullo stato dell'ambiente.

L'accesso ai documenti di carattere nazionale, ottenuto attraverso il collegamento ai siti web del Ministero dell'Ambiente, dell'APAT e del SINAnet, è risultato tuttavia solo parzialmente utile per l'estrema genericità dei dati analizzati e pubblicati.

Certamente più interessante sarebbe stato l'accesso alla documentazione curata in sede locale dagli Enti regionali o provinciali, se le ARPA e i SIRA regionali fossero, nelle regioni dell'Obiettivo 1, una realtà operativa e funzionale quale quella esistente nella maggior parte delle regioni del centro-nord d'Italia. Nell'impossibilità pratica, per ovvi motivi di tempo e di risorse, di recarsi personalmente nei capoluoghi delle Regioni Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sicilia per reperire, direttamente presso le Amministrazioni competenti, tutte le informazioni cercate, la ricerca in tali Regioni è stata pertanto condotta esclusivamente attraverso la Rete e i lavori pubblicati nelle riviste specializzate o disponibili presso le biblioteche universitarie; la documentazione reperita è risultata tuttavia, anche in questo caso, carente e generica, quando non del tutto assente, per cui si deve ritenere che i risultati della ricerca in queste Regioni siano in qualche misura carenti e soprattutto lacunosi.

Le ricerche presso gli Enti Regionali non hanno avuto migliore fortuna in Sardegna, dove l'ARPA è stata appena costituita e non è ancora a tutti gli effetti operativa, e il SIRA è al contrario una realtà in avanzato stato di formazione, anche se parzialmente in corso di collaudo, per la quale tuttavia il Gruppo di Ricerca è ancora in attesa di formale autorizzazione d'accesso, nonostante la tempestività della richiesta inoltrata al Servizio Sistema Informativo Ambientale. A causa delle difficoltà di ottenere adeguate informazioni "dall'alto", la ricerca bibliografica in Sardegna è stata pertanto condotta "dal basso", attraverso contatti diretti con gli Enti di ricerca, particolarmente le Università di Cagliari e Sassari, con le Province e gli Enti Strumentali della Regione; la notevole mole di dati e di informazioni raccolte, adeguatamente distribuite sul territorio, inducono a ritenere che la ricerca sia stata, in questa Regione, sufficientemente esaustiva.

2 SVILUPPO DEL QUADRO DI RIFERIMENTO CONCETTUALE NECESSARIO PER LA SISTEMATIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI FENOMENI DI DEGRADO DELLE RISORSE IDRICHE

Le risorse idriche superficiali e sotterranee, considerate unitariamente sotto il duplice aspetto qualitativo e quantitativo, costituiscono fattore essenziale e determinante di conservazione e sviluppo di ogni forma di vita e in quanto tali risultano assolutamente necessarie al sostentamento e all'armonico sviluppo degli ambienti naturali e alla crescita socio-economica del territorio.

In tal senso il deterioramento quali-quantitativo delle risorse idriche di un territorio, influenzando negativamente sulle condizioni di sviluppo di ogni forma di vita e di organizzazione antropica, costituisce indubbiamente un fondamentale indicatore dei processi di desertificazione, intesi nell'accezione più generale di degrado del sistema bioprodotivo del territorio, dovuto a cause diverse, tra le quali primariamente le variazioni climatiche e le attività umane. D'altra parte, anche nel linguaggio comune, al termine desertificazione viene generalmente associato il concetto di mancanza parziale o totale di risorsa idrica.

Pur trattandosi di un indicatore fondamentale di desertificazione, tuttavia il degrado della risorsa idrica costituisce in realtà una causa o concausa di desertificazione e non un effetto dei processi di desertificazione oggettivamente osservabili, come nel caso della degradazione dei suoli o delle foreste.

Il reale impatto negativo che il degrado delle risorse idriche ha o può avere sullo sviluppo delle forme di vita naturali e organizzate, e cioè sullo sviluppo dei processi di desertificazione, è infatti legato all'utilizzo che concretamente si fa della risorsa idrica, per cui sembra più corretto parlare, in relazione al degrado delle acque, di potenziale indicatore di desertificazione, piuttosto che di indicatore certo ed oggettivo di desertificazione.

In altre parole, una risorsa idrica sotterranea di pessima qualità, capace pertanto di provocare perdita di risorse naturali (suolo, vegetazione ecc.), potrebbe non costituire elemento assoluto di degrado se non venisse captata e utilizzata, e magari venisse sostituita con altra risorsa idrica derivata da altri bacini.

Come pure una risorsa idrica prodotta in un determinato bacino idrografico non può e non deve essere messa in conto come fattore di sviluppo di quel bacino qualora venga derivata verso altri bacini, ma al contrario può costituire fattore di desertificazione del bacino stesso a cui è stata sottratta.

Altro elemento che rende difficoltosa la valutazione dell'impatto che le acque degradate possono avere sull'ambiente e sul territorio è l'impossibilità di definire, per le risorse idriche, standard minimi qualitativi e quantitativi necessari alla conservazione e al corretto sviluppo dell'ambiente e del territorio in cui tali risorse si rinvenivano naturalmente.

Dal punto di vista quantitativo infatti le risorse idriche necessarie per un equilibrato sviluppo del territorio variano in funzione delle caratteristiche e del grado attuale dello sviluppo socio-economico del territorio stesso (insediamenti urbani e produttivi, uso del suolo ecc.).

Ancor più dal punto di vista qualitativo appare difficile definire degli standard generali, perché certamente i requisiti di qualità richiesti alle acque differiscono, anche sensibilmente, a seconda dell'utenza a cui sono destinate (idropotabile, industriale, irrigua). Pertanto, una stessa risorsa idrica qualitativamente e quantitativamente definita potrebbe costituire elemento di degrado in un certo contesto territoriale e al contrario elemento di sviluppo in altri differenti contesti.

Nella valutazione del rapporto risorse idriche-desertificazione, un ruolo fondamentale giocano inoltre le infrastrutture e i processi tecnologici che l'uomo è in grado di realizzare e utilizzare per una corretta e razionale gestione della risorsa. In tal senso debbono, per esempio, considerarsi a tutti gli effetti disponibili per lo sviluppo di un territorio anche le acque eventualmente derivate da altri bacini idrografici.

Come pure non può considerarsi in senso assoluto indicatore di desertificazione una risorsa qualitativamente non elevata, se poi detta risorsa, attraverso opportuni processi depurativi, può essere resa idonea a soddisfare una certa tipologia di utenza (ad esempio trattamento delle acque reflue per scopi irrigui).

L'analisi risulta a questo punto particolarmente complessa, perché non può astrarre da valutazione di carattere economico, tenuto anche conto che i costi aggiuntivi connessi alla realizzazione di infrastrutture e processi tecnologici costituiscono un elemento di perdita di redditività economica, che, nell'accezione più ampia di desertificazione, costituisce uno dei fattori dei processi stessi di desertificazione.

Il rapporto tra degrado delle risorse idriche e desertificazione sarebbe invece più univocamente e più facilmente interpretabile se le risorse idriche insistessero in un ambiente naturale, in cui venissero utilizzate esclusivamente risorse locali, captate, immagazzinate o derivate nel loro stato qualitativo naturale.

Fatte queste premesse, nell'impossibilità di valutare, nell'ambito di questo studio, il contesto ambientale, sociale, economico e tecnologico in cui la risorsa è disponibile, l'analisi dell'influenza del degrado delle risorse idriche sui processi di desertificazione è stata condotta considerando sempre e comunque lo stato di degrado delle acque come indicatore potenziale di desertificazione.

Di concerto, anche la sistematizzazione dei fenomeni di degrado qualitativo e quantitativo delle risorse idriche presenta obiettive difficoltà, in quanto, come già ricordato, non sono univocamente definiti e definibili né i quantitativi minimi necessari al di sotto dei quali si innescano i processi di desertificazione, né gli standard qualitativi di riferimento per ogni tipologia di utilizzo.

Solo nel campo delle acque destinate al consumo umano esiste una normativa di riferimento (D.Lgs.152/99 e successive modificazioni e integrazioni), mentre per gli altri usi i requisiti di qualità variano ovviamente in funzione dello specifico impiego cui le acque sono destinate.

Nell'ambito di questa ricerca sono stati pertanto adottati due diversi criteri di sistematizzazione tipologica del degrado quali-quantitativo delle acque, entrambi avulsi dal contesto ambientale e territoriale nel quale le acque stesse si rinvenivano: il primo criterio è basato sull'analisi dello stato qualitativo e quantitativo delle acque e sulla "tipologia dell'inquinante", prendendo spunto da quanto proposto dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR (M. Civita, 1994); il secondo criterio utilizza il "modello logico DPSIR", adottato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), che schematizza in cinque categorie di indicatori lo stato e l'evoluzione dell'ambiente (A. Gentile, 1998).

Nel primo tipo, **sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado**, l'aspetto qualitativo preso in considerazione è dunque connesso alla presenza di fenomeni di inquinamento, dove per inquinamento può intendersi sia la variazione delle caratteristiche fisiche, chimiche e batteriologiche delle acque rispetto alle condizioni naturali, sia la presenza di determinate sostanze in concentrazioni maggiori di quelle che le norme nazionale ed internazionali pongono come limite per l'utilizzo delle diverse tipologie di utenze (consumo umano, agricolo ed industriale).

Questa sistematizzazione fa in conclusione riferimento alle seguenti classi di degrado:

- inquinamento chimico organico (CO);
- inquinamento chimico inorganico non metallico (CI);
- salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL);
- eutrofizzazione (EU);
- inquinamento da metalli pesanti (MP);
- inquinamento da batteri e virus (BV);
- degrado quantitativo (DQ);
- inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro).

La salinazione, l'eutrofizzazione e il degrado quantitativo sono stati inseriti in aggiunta a quelli proposti dal GNDCI, per tenere conto di aspetti di degrado delle acque che sono specificamente connessi con i fenomeni di desertificazione. È stata inoltre aggiunta la tipologia "inquinamenti da agenti non meglio definiti" per ricomprendere in questa sistematizzazione anche i fenomeni di inquinamento che sono stati descritti utilizzando indici di qualità (IBE, SEC ecc.), dai quali non è possibile risalire al tipo di sostanza che ha prodotto l'inquinamento.

Il secondo criterio, **sistematizzazione basata sul modello DPSIR**, parte dall'ipotesi che la qualità dell'ambiente sia condizionata dalle attività economiche e dai comportamenti della società attraverso una catena di cause ed effetti rappresentati da cinque categorie di indicatori:

- le forze determinanti (**Driving Forces**), costituite dalle attività antropiche primarie, che rappresentano le cause generatrici primarie dei processi di degrado;
- le pressioni (**Pressures**), esercitate specificamente dalle differenti attività antropiche sull'ambiente;
- lo stato dell'ambiente (**State**), cioè le caratteristiche qualitative e quantitative delle risorse naturali sottoposte all'azione delle pressioni ;
- gli impatti (**Impact**), cioè le conseguenze delle modificazioni dello Stato dell'ambiente sulla Società, sul sistema bioprodotivo, sulle funzioni degli ecosistemi;
- le risposte (**Response**), cioè le politiche ambientali, di economia generale e di settore attraverso le quali la società cerca di modificare le pressioni e di limitare gli impatti.

Gli indicatori/indici che sono stati specificamente utilizzati in questo lavoro prendono spunto da quelli adottati dall'Agenzia Europea per l'Ambiente (EEA), opportunamente integrati per meglio rispondere alle esigenze specifiche della ricerca e sono riportati nelle Tabelle 2.1 e 2.2.

Indicatore/Indice	DPSIR
Popolazione residente	D
Densità di popolazione	D
Presenze turistiche	D
Attività agricole	D
Attività zootecniche	D
Attività minerarie	D
Insedimenti industriali	D
Discariche di rifiuti	D
Impianti di trattamento reflui civili	D
Insedimenti urbani	D
Altre opere antropiche (dighe, pozzi ecc.)	D
Attività produttive	P
Carichi organici potenziali	P
Carichi trofici	P
Consumo di acqua per uso potabile	P
Consumo di acqua per uso agricolo	P
Sovrasfruttamento degli acquiferi	P
Consumo di acqua per uso industriale	P
Consumo di acqua per il turismo	P
Pressione antropica	P
Sorgenti di sostanze pericolose	P
Sorgenti di nitrati	P
Sorgenti di nitrati e fosforo	P
Emissioni di sostanze organiche	P
Emissione reflui	P
Emissione reflui civili	P
Uso di pesticidi	P
Indicatori di qualità (IBE, LIM, SECA)	S
Salinazione	S
Misure piezometriche	S
Nitrati nelle acque sotterranee	S

Tabella 2.1 - Indicatori/indici secondo il modello DPSIR

Indicatore/Indice	DPSIR
Sostanze nutrienti nei fiumi	S
Fosforo nei laghi	S
Eutrofizzazione nei laghi	S
Eutrofizzazione nei fiumi	S
Parametri chimico-fisici	S
Parametri organolettici	S
Parametri Microbiologici	S
Pesticidi nelle acque sotterranee	S
pH	S
Sostanze pericolose nei fiumi	S
Sostanze pericolose nelle acque sotterranee	S
Sostanze pericolose nei laghi	S
Inquinamento organico nei fiumi	S
Inquinamento organico nelle acque sotterranee	S
Livello della falda	I
Variazioni climatiche	I
Qualità dell'acqua irrigua	I
Qualità dell'acqua potabile	I
Danni economici alle attività produttive	I
Qualità delle acque di balneazione	I
Non rispondenza agli standard di qualità di legge	I
Attività di controllo	R
Catasto degli scarichi	R
Aree protette	R
Razionalizzazione nell'uso dell'acqua	R
Impianti di trattamento reflui	R
Applicazione delle normative sulle acque	R

Tabella 2.2 - Indicatori/indici secondo il modello DPSIR

3 IMPLEMENTAZIONE DATI IN UN SISTEMA INFORMATIVO GEOGRAFICO

Per via della complessità ed eterogeneità delle informazioni, l'organizzazione dei dati reperiti attraverso la ricerca bibliografica e la sistematizzazione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche ben si accorda con le potenzialità di trattamento e di restituzione grafica offerte dalla metodologia GIS, che consente inoltre l'aggiornamento continuo dei dati e l'eventuale analisi da parte di utenti diversi.

Il Sistema Informativo Geografico, utilizzato nell'ambito della presente ricerca, è stato progettato per essere compatibile con il Sistema di Archiviazione, Visualizzazione e Analisi, denominato RVA (Repository Visualizzatore Analizzatore), che costituisce l'archivio centralizzato del Progetto RIADE, nel quale confluiranno tutti i dati utili per la comprensione dei fenomeni di desertificazione.

Per ciascuna Regione dell'Obiettivo 1 è disponibile nel GIS una cartografia georeferenziata (UTM 32), per la quale sono visualizzabili i seguenti tematismi generali di base:

- rete idrografica;
- Province e principali Comuni;
- rete viaria;
- limiti regionali.

I tematismi specifici costruiti nell'ambito di questa ricerca per caratterizzare e sistematizzare le tipologie di degrado delle risorse idriche sono i seguenti:

- tipologia degrado corpi idrici superficiali;
- tipologia degrado acquiferi superficiali;
- tipologia degrado acquiferi profondi;
- tipologia degrado acquiferi incerti;
- driving forces corpi idrici superficiali;
- driving forces acquiferi.

Vengono quindi nel seguito descritte, attraverso qualche esempio, la struttura organizzativa e le modalità di interrogazione del GIS.

Nella Figura 3.1 si osserva la rappresentazione della Sardegna: il colore identifica le diverse tipologie di degrado, il simbolo indica il tipo di corpo idrico interessato.

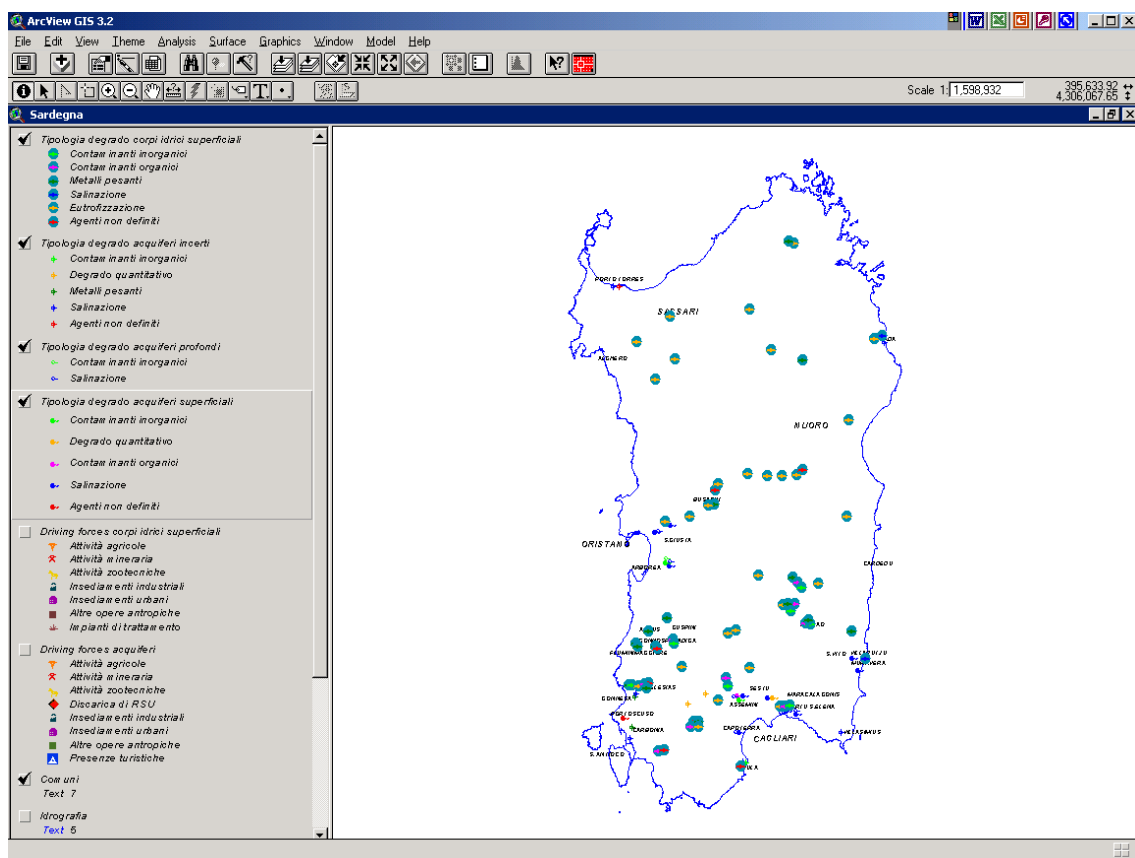


Figura 3.1 - Tipologie di degrado delle acque

La notevole interattività del GIS consente di interrogare il database attraverso la semplice selezione del simbolo rappresentato a video, dando la possibilità di accedere a tutte le informazioni relative al sito selezionato, come evidenziato nella Figura 3.2.

Selezionando il simbolo posto, ad esempio, sulla località del Lago Monteponi (Iglesias), compaiono le informazioni relative al tipo di degrado (in questo caso EU, eutrofizzazione), all'estensione del fenomeno e a tutte le categorie DPSIR per le quali si è individuato un indicatore; la presenza del periodo di riferimento è un dato essenziale per evitare di incorrere in grossolani errori di valutazione.

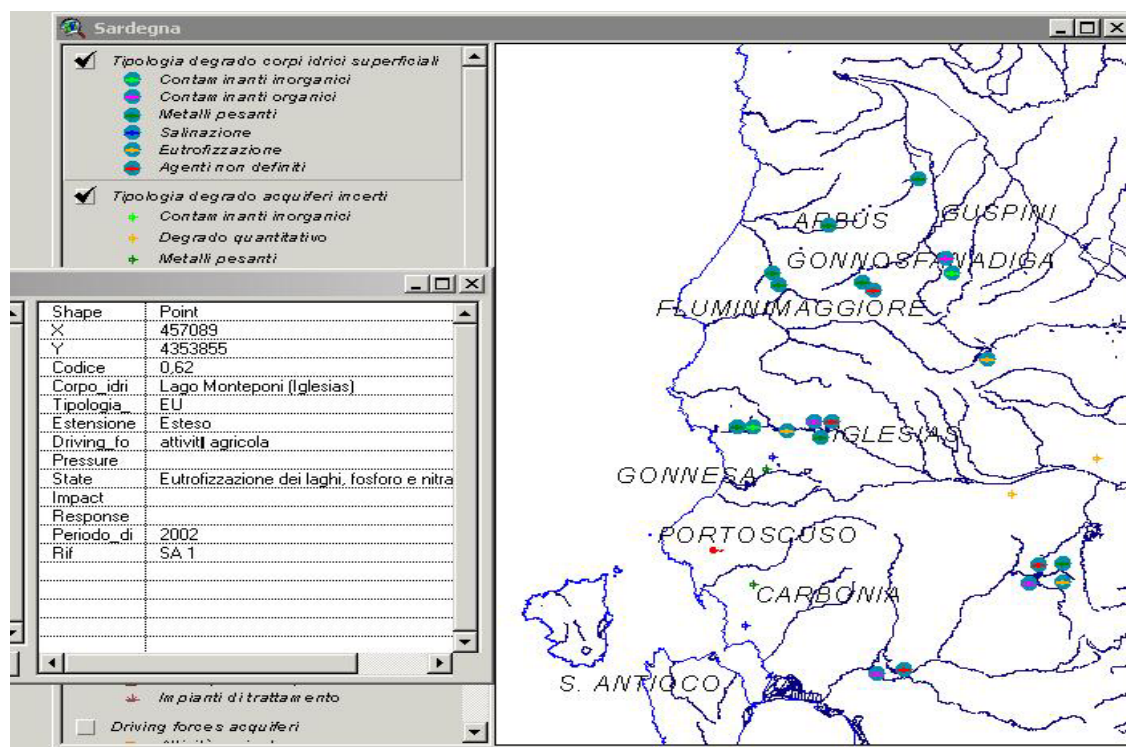


Figura 3.2 - Interrogazione del database

Il legame al dato bibliografico è possibile utilizzando i codici riportati nel campo del database denominato "Rif": lo stesso codice è infatti riportato alla voce "Riferimento GIS" nei file "Bibliografia Regione.doc", contenenti i lavori consultati nel corso della ricerca (Figura 3.3).

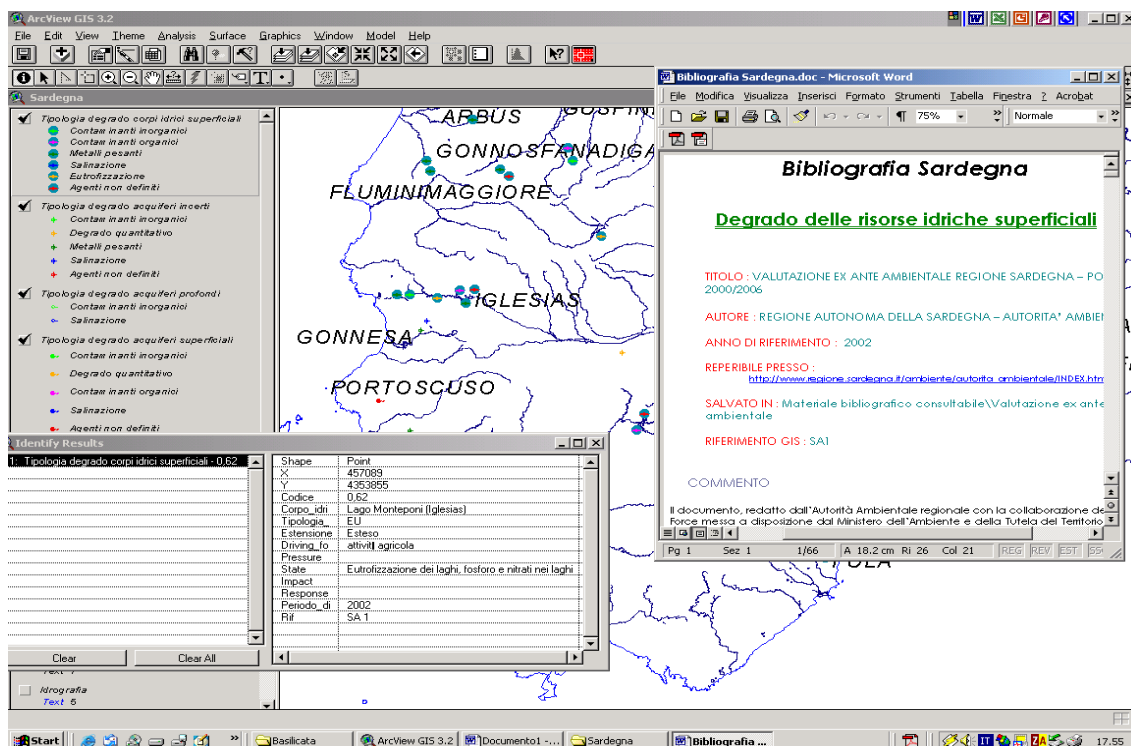


Figura 3.3 - Interrogazione del database e legame al dato bibliografico

Qualora un sito presenti più di un fattore di inquinamento e/o corpo idrico (casi assai frequenti), sulla cartografia sono riportati più simboli, selezionabili e “interrogabili” separatamente.

Si è ritenuto opportuno, inoltre, realizzare un ulteriore tematismo che consente di valutare la distribuzione sul territorio delle diverse categorie di *driving forces*.

Per la consultazione del GIS sono stati preparati diversi files .APR, contenuti nella cartella “Acque riade apr” che permettono l’apertura del progetto a seconda dell’unità (C,D,E, ecc.) da cui si accede.

4. SISTEMATIZZAZIONE DEI PROCESSI DI DEGRADO DELLE RISORSE IDRICHE

In armonia con quanto discusso nel capitolo precedente, le principali tematiche emerse dalla ricerca sono state classificate, con l’impiego di un database, secondo due criteri fondamentali:

- tipologia di degrado
- modello DPSIR.

Per ciascuna Regione sono stati selezionati i corpi idrici superficiali e sotterranei di cui fosse descritta la condizione di inquinamento, escludendo quelli risultati in buono stato qualitativo, dei quali, pertanto, si è fatta menzione nella sola Ricerca Bibliografica.

Gli acquiferi sono stati suddivisi, ove possibile, in superficiali (primo acquifero, generalmente freatico, di limitato spessore) e profondi (soggiacenti al primo acquifero, confinati o semiconfinati), attribuendo alla categoria “incerti” quelli per i quali la tipologia di falda non fosse chiaramente definita. Per ciascuno acquifero si è valutata la presenza di agenti inquinanti, suddividendo quindi lo stato di degrado in otto categorie principali:

CO: inquinamento chimico organico
CI: inquinamento chimico inorganico non metallico
SL: salinazione da commistione con acque fortemente salate
EU: eutrofizzazione
MP: inquinamento da metalli pesanti
BV: inquinamento da batteri e/o virus
DQ: degrado quantitativo
Altro: agenti inquinanti non meglio definiti.

All'interno del database, i fenomeni di inquinamento sono stati classificati come estesi, se interessanti tutto il corpo idrico, o puntuali, se circoscritti ad una parte del medesimo. L'ultimo passo della classificazione è consistito nella collocazione degli indicatori secondo le cinque categorie del DPSIR:

Driving forces (Determinanti)
Pressure (Pressioni)
State (Stato)
Impact (Impatti)
Response (Risposta)

La classificazione DPSIR, benché apparentemente semplice e schematica, ha presentato alcuni nodi interpretativi difficilmente risolvibili, se non in un'ottica non del tutto oggettiva e in quanto tale suscettibile di errore di valutazione. Il principale problema è rappresentato dalla scelta e dall'interpretazione degli *indicatori* adottati dall'EEA: essi talvolta appaiono insufficienti a connotare un fenomeno e talaltra rischiano di essere ridondanti. Inoltre l'elenco degli indicatori include spesso categorie troppo generali, che finiscono per comprendere qualunque fenomeno di inquinamento inseribile nella categoria e, assai di frequente, generano ripetizioni, conglobando indicatori più circostanziati.

Per ovviare a questo problema si è deciso di adottare indicatori più specifici, quando la risoluzione del dato lo concedeva, limitando l'uso di quelli più generici ai casi nei quali le informazioni erano carenti o imprecise.

La mancanza di alcune voci, ritenute fondamentali, tra gli indicatori, ha indotto infine ad introdurre di nuovi, con la dovuta cautela.

Tutti i dati raccolti sono stati implementati in un GIS, per la loro classificazione e rappresentazione cartografica; nel database sono stati inoltre inseriti i periodi e le fonti a cui riferire i dati.

Tutti i dati raccolti ed elaborati sono organizzati per singole Regioni. Per ogni Regione vengono riportati, dopo un inquadramento generale, le caratteristiche di degrado dei corpi idrici, distinti tra acque superficiali ed acque sotterranee. Considerando il tema della desertificazione imprescindibile da considerazioni sugli aspetti climatici, sono stati anche riassunti e commentati, ove presenti, i risultati di studi sulla variazione e l'eventuale degrado dei parametri climatici.

Allo scopo inoltre di fornire un quadro riassuntivo sintetico sulle condizioni di degrado delle acque, sono state elaborate, per ciascuna Regione, delle schede che riportano, per i diversi tipi di corpi idrici, tutti gli elementi di classificazione del degrado stesso, con indicazione delle fonti di provenienza dei dati.

Per avere infine una visione sinottica della distribuzione dei fenomeni di degrado nel territorio regionale, sono stati restituiti graficamente, attraverso il GIS, i layout delle condizioni di degrado delle acque superficiali e delle acque sotterranee delle singole Regioni. Tali elementi di sintesi sono stati inseriti a conclusione di ciascun capitolo regionale.

4.1. Sardegna

4.1.1. Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione

Geologia e geomorfologia

La Sardegna è la seconda isola del Mediterraneo con una superficie di circa 24.090 km², compresi gli isolotti costieri. Emerge in una posizione centrale del bacino del Mediterraneo a circa 180 km dalla penisola italiana e a 178 km dall'Africa, compresa tra i 41°15'42" di latitudine nord (Capo Falcone) a settentrione, i 38°51'52" di latitudine nord (Capo Teulada) a meridione, gli 8°8'10" di longitudine est da Greenwich (Capo dell'Argentiera) ad occidente ed i 9°50'8" di longitudine est da Greenwich (Capo Comino) ad est.

Dal punto di vista geologico sono evidenti i resti di formazioni dell'*era primaria*, sorte insieme alla meséta della penisola iberica ed alle hyères della Provenza, terre che esistevano nel Mediterraneo occidentale molto tempo prima che emergessero gli Appennini e le Alpi.

La zona più antica della Sardegna è rappresentata dalla parte sud- occidentale, ovvero l'attuale Sulcis Iglesiente le cui rocce appartengono ai periodi *cambrico* e *silurico*, con formazioni arenarie, scisti argillosi, dolomie insorte da 600 a 400 milioni di anni fa. Durante il *carbonifero*, ossia circa 300 milioni d'anni fa, un grande corrugamento determinò l'ascesa di grandi masse magmatiche e granitiche che forma la struttura della Sardegna, infatti l'impalcatura dell'isola è granitica.

Ulteriori trasformazioni si ebbero dopo le formazioni sedimentarie orizzontali, mentre si producevano depositi marini e litoranei. Infine con il corrugamento alpino accompagnato da grandi attività vulcaniche, si generò il distacco dell'isola dal continente.

Con le emersioni del Quaternario le varie masse più antiche si saldarono tra loro mentre si verificava il distacco dalla Corsica ottenendo così l'assetto attuale.

Data la complessa storia geologica, l'isola ha varie e complesse caratteristiche morfologiche; essa è costituita da pianure di sedimenti, dette localmente Campidani, da altopiani a diversa altezza e da rilievi che più che l'aspetto di catene hanno quello di massicci, corrispondenti alle isole più antiche da cui la Sardegna è derivata.

Le pianure sono di natura alluvionale, formatesi cioè attraverso l'erosione dei rilievi da parte delle acque che hanno provocato una sedimentazione sul fondo, spesso riempiendo i canali marini. Le principali sono quelle del Campidano e della Nurra.

Il complesso montuoso più importante è il massiccio del Gennargentu, che si estende nella parte centro-orientale dell'isola, dalla Barbagia all'Ogliastra, affacciato sul mare Tirreno, e comprende la quota più elevata della Sardegna, la Punta La Marmora di 1.834 metri s.l.m.

Complessivamente la Sardegna è prevalentemente collinosa (67,9% del territorio), mentre la montagna ne occupa il 18,5% e la pianura il 13,6%.

L'altitudine media è di 334 m s.l.m..

Idrografia

La rete idrografica superficiale risulta strettamente connessa alla conformazione geomorfologica. Essa presenta alcuni corsi d'acqua principali a carattere perenne e una serie innumerevole di corsi d'acqua minori a carattere prevalentemente torrentizio. Nella tabella 4.1.1 sono riportati i principali corsi d'acqua della Sardegna per lunghezza dell'asta principale e per area di bacino imbrifero sotteso dalla foce.

FIUMI	LUNGHEZZA (km)	BACINO (km ²)
Tirso	159	3376
Coghinas	115	2475
Flumendosa	122	1783
Fluminimannu	86	2284
Cedrino	62	1089
Mannu di Portotorres	51	668
Temo	47	837
Liscia	36	562
Rio Posada	35	675

Tabella 4.1.1 - Principali fiumi sardi

I quattro fiumi maggiori, Tirso, Flumendosa, Coghinas e Flumini Mannu, defluiscono ai quattro litorali dell'isola: il *Tirso* nasce nell'altopiano granitico di Buddusò, ad oltre 900 m di quota, e sbocca nel golfo di Oristano; nella costa settentrionale della Sardegna si versa il fiume *Coghinas*; il *Flumendosa* ha origine nel vasto massiccio del Gennargentu e sfocia nella costa sud orientale; il *Flumini Mannu*, infine, scende con molti rami sorgentiferi dall'altipiano calcareo del Sarcidano e, costituitosi in un unico corso, sbocca nella piana del Campidano sfociando in prossimità di Cagliari.

La rete idrografica risulta completata dalla presenza diffusa di lagune e stagni costieri, per un'estensione di circa 12.000 ha, e di invasi artificiali che rendono disponibile un volume complessivo annuo di circa $1200 \times 10^6 \text{ m}^3$.

È possibile, a livello regionale, individuare i bacini idrografici indicati nella tabella 4.1.2 (vedi anche Figura 4.1.A).

A	Minori tra Rio Mannu di P. Torres e fiume Temo	N	Fiume Cedrino
B	Rio Mannu di P. Torres	O	Minori tra il fiume Cedrino ed il fiume Flumendosa
C	Minori tra rio Mannu di P. Torres e fiume Coghinas	P	Fiume Flumendosa
D	Fiume Coghinas	Q	Minori tra il fiume Flumendosa ed il flumini Mannu
E	Minori tra il fiume Coghinas e il fiume Liscia	R	Flumini Mannu
F	Fiume Liscia	S	Minori tra il flumini Mannu ed il rio Palmas
G	Minori tra il fiume liscia e il rio Padrongiano	T	Rio Palmas
H	Fiume Padrongiano	U	Minori tra il R. Palmas ed il flumini Mannu Pabillonis
I	Minori tra il fiume Padrongiano e il fiume Posada	V	Flumini Mannu di Pabillonis
K	Fiume Tirso	X	Fiume Temo
L	Fiume Posada	Y	Minori tra il fiume Tirso ed il fiume Temo
M	Minori tra il fiume Posada ed il fiume Cedrino	Z	Minori tra il flumini Mannu - Pabillonis ed il fiume Tirso

Tabella 4.1.2 - Bacini idrografici della Sardegna

Essi sono riconducibili a sette principali Aree idrografiche (tabella 4.3; vedi anche Figura 4.1.A).

I	Sub bacino del Sulcis;	V	Sub bacino del Posada, Cedrino
II	Sub bacino del Tirso	VI	Sub bacino dell'ogliastra Sud Orientale
III	Sub bacino del Coghinas Temo, Mannu di Porto Torres,	VII	Sub bacino del Flumendosa, Campidano, Cixerri
IV	Sub bacino del Liscia		

Tabella 4.1.3 - Principali Aree Idrografiche

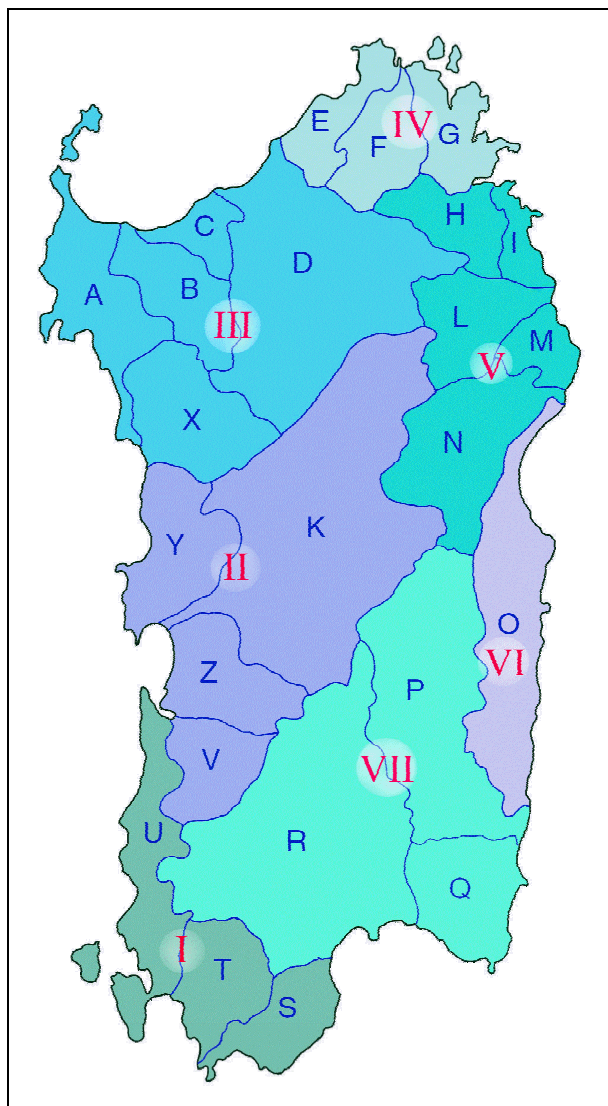


Figura 4.1.A - Bacini a aree idrografiche della Sardegna

Idrogeologia

Dal punto di vista idrogeologico, in base alla distribuzione delle sorgenti e ai coefficienti di deflusso dei corsi d'acqua, la Sardegna viene ritenuta di solito prevalentemente impermeabile e perciò abbastanza predisposta alla realizzazione di invasi artificiali. Tuttavia, soltanto le argille e le marne mioceniche, per circa il 5% dell'intero territorio isolano, risultano del tutto impermeabili. Prevalgono, infatti, secondo una stima grossolana basata su superfici e spessori, le rocce a medio-bassa permeabilità, rappresentate dai graniti e dagli scisti metamorfici paleozoici, dalle vulcaniti e dai sedimenti elastici del Terziario e del Quaternario, che nel loro complesso costituiscono almeno l'85% dell'Isola. Le rocce effettivamente permeabili, rappresentate esclusivamente da calcari e dolomie, nonché da scarsi basalti scoriacei, da sabbie dunari e depositi sciolti d'apporto alluvionale e di frana, assommano ad un modesto 10%.

Le condizioni di permeabilità prevalenti, più che al tipo litologico per se stesso con le sue caratteristiche di porosità, granulometria e giacitura, sono legate soprattutto al grado di fessurazione e degradazione chimico-fisica delle rocce, spesso maggiore nelle formazioni geologiche più antiche, paleozoiche e mesozoiche, che hanno subito ripetutamente e più a lungo nel tempo gli effetti destabilizzanti di movimenti tellurici e agenti atmosferici.

Fessurazione e degradazione, in genere, risultano determinanti nell'infiltrazione delle acque superficiali e nella formazione delle falde idriche nel sottosuolo fino a profondità massime di 200-300 m circa. Per profondità maggiori, ovviamente, entrano in gioco le grandi faglie e discontinuità tettoniche regionali cui si devono i lineamenti orografici principali e le manifestazioni idrotermali dell'Isola.

Una tale distribuzione delle condizioni di permeabilità si riflette sul numero e sulla portata idrica delle sorgenti. In totale ne sono state enumerate nell'isola oltre 30.000, di cui circa 6.000 con portata di magra superiore a 0,10 l/s. Complessivamente l'acqua di tutte le sorgenti sarde ammonterebbe, in magra, a circa 6.000 l/s, cioè approssimativamente a 200 Mm³/anno utili, ma solo in piccola parte utilizzati a causa della fortissima dispersione dei punti d'acqua.

A fronte dell'elevato numero di piccole sorgenti, quelle con portata superiore ai 2 l/s sono circa 250, di cui 24 con portata al di sopra dei 20 l/s, escludendo le fonti termali più note. Le sorgenti con portata superiore ai 50 l/s sono soltanto 12, ma forniscono da sole il 27% del volume idrico sorgivo di tutta l'Isola; quelle con oltre 100 l/s ammontano a 5, di cui 2 supererebbero i 200 l/s (Gologone di Oliena e Pubusinu di Fluminimaggiore, entrambe d'origine carsica). Il versante occidentale dell'Isola, con precipitazioni più abbondanti e condizioni geomorfologiche più favorevoli, è maggiormente acquifero (Nurra, Montiferru, Iglesiente e Sulcis).

Risorse idriche

Allo stato attuale l'approvvigionamento idrico alle varie utenze in Sardegna è ottenuto principalmente tramite le acque superficiali, mentre sono minori i volumi utilizzati derivanti da acque sotterranee e sono ancora modeste le utilizzazioni di acque non convenzionali (acque reflue, acque salmastre).

Sulla base delle valutazioni contenute nell'Accordo di Programma Quadro (*APQ, 2000*) che tengono conto delle serie idrologiche particolarmente critiche di questi ultimi anni, il volume complessivo utilizzabile dalle risorse idriche superficiali è pari a 617 Mm³ all'anno.

Per le risorse sotterranee, non considerando i prelievi per uso locale e valutando quindi essenzialmente i soli prelievi per usi acquedottistici, in (*APQ, 2000*) sono state stimate pari a 73 Mm³/anno.

Il volume complessivo disponibile, somma delle risorse superficiali e sotterranee, viene pertanto stimato 690 Mm³ all'anno. Sottraendo le perdite lungo le opere di adduzione (10%), il volume disponibile alle utenze, secondo le stime contenute in (*APQ, 2000*), si riduce pertanto a 621 Mm³. L'analisi contenuta in (*APQ, 2000*) evidenzia la carenza strutturale del sistema di approvvigionamento.

I volumi medi erogati per uso potabile negli ultimi anni siccitosi sono risultati: da risorse superficiali 221,5 Mm³/anno; da risorse sotterranee 72,4 Mm³/anno.

La grave situazione idrica incombente sulla Sardegna, con precipitazioni scarse ed elevati valori di evaporazione, è causa di numerose restrizioni nell'ambito delle erogazioni, particolarmente quella irrigua, e conferma la necessità di ricorrere all'uso di risorse locali e, ove necessario e possibile, a quelle non convenzionali.

Negli ultimi due decenni si sono registrate tre relevantissime crisi siccitose: la prima nel biennio 1988-90, la seconda nell'annata 1994-95 ed infine l'ultima dal 1997 al 2000. A fronte di una riduzione delle precipitazioni di oltre il 20-25% nei principali bacini imbriferi dell'isola si è registrata una riduzione dei deflussi che in taluni casi ha raggiunto e superato il 50% del deflusso medio annuo del periodo 1922-75 ricavato nell'ambito dello studio dell'Idrografia Superficiale della Sardegna, che ha rappresentato il supporto idrologico alla redazione del Piano Acque del 1988.

È ormai opinione consolidata che tale situazione di deficit idrologico non possa più essere considerata come transitoria; l'esame delle serie storiche degli afflussi meteorici evidenzia come a partire dal 1975 ed, in particolare dal 1986, esista una rottura con gli anni precedenti. L'anno idrologico 2000-2001 ha presentato una inversione rispetto al trend degli ultimi 14 anni nel Centro-Nord dell'isola, dove in taluni casi si è raggiunto il riempimento degli invasi.

Si riporta nella Tabella 4.1.4 l'elenco degli invasi attualmente esistenti in Sardegna con le rispettive capacità di invaso massime e quelle autorizzate. I dati sulle risorse accumulate sono aggiornati al 15/07/2003.

Denominazione Invaso	Zone Idrografiche	Capacita' Invaso (*)		Risorse Accumulate	
		Massima	Autorizzata	15-lug	tot.zona
		Mmc	Mmc	Mmc	
COGHINAS	III – Coghinas - Mannu -Temo	261,929	223,906	169,340	
CASTELDORIA	"	3,470	3,470	1,770	
CUGA	"	33,925	25,000	16,652	
TEMO	"	81,176	58,865	17,128	
BIDIGHINZU	"	11,000	11,000	7,622	
BUNNARI	"	1,610	1,610	0,494	
MANNU PATTADA	"	71,840	71,840	44,440	257,446
LISCIA	IV - Liscia	104,000	63,900	40,982	40,982
POSADA	V- Posada Cedrino	25,000	25,000	16,149	
CEDRINO	"	16,050	16,050	11,336	27,485
SANTA LUCIA	VI - Sud-Orientale	3,100	3,100	1,888	
BAU MUGGERIS	"	58,367	56,807	52,980	54,868
GOVOSSAI (**)	II - Tirso	3,062	2,231	2,070	
OLAI (**)	"	16,200	16,200	10,420	
SOS CANALES	"	3,580	3,580	2,685	
BENZONE	"	0,938	0,938	0,428	
CUCCHINADORZA	"	16,986	16,986	6,288	
GUSANA	"	49,903	49,903	44,923	
Da riserva strategica sistema Taloro				-19,000	(*****)
CANTONIERA(***)	"	748,200	310,000	256,472	
TORREI	"	0,940	0,940	0,802	305,088
MONTE PRANU	I - Sulcis	49,340	38,440	26,520	
BAU PRESSIU	"	8,250	8,250	6,263	
FLUMENDOSA(****)	VII	263,000	232,000	126,811	
BASSO CIXERRI	Flumendosa-Campidano-Cixerri	24,000	24,000	17,604	
RIO LENI		19,500	19,500	12,404	
IS BARROCUS		12,250	12,250	11,509	
MULARGIA	"	323,000	323,000	94,233	
FLUMINEDDU	"	1,420	1,420	1,459	
SA FORADA	"	1,270	1,130	0,997	
CASAFIUME	"	0,750	0,750	0,334	
SIMBIRIZZI	"	30,300	30,300	12,891	
PUNTA GENNARTA	"	12,700	12,700	4,747	
MEDAU ZIRIMILIS	"	19,000	4,000	3,552	
CORONGIU	"	4,740	3,702	3,276	322,600
TOTALE		2.280,796	1.672,768	1008,469	

Note: (*) Le capacità indicate sono al netto delle acque morte (volume di acqua che non può essere derivato per l'utilizzazione in quanto al di sotto della quota minima di invaso)

(**) Il volume di acque morte è interamente utilizzabile

(***) Invaso sperimentale - capacità autorizzata in variazione

(****) Con l'utilizzazione della stazione di pompaggio sono disponibili 30 Mmc di acque morte

(*****) Totale disponibile nel sistema Taloro al 15 luglio 21,864 Mmc

**Tabella 4.1.4 - Situazione delle risorse idriche disponibili negli invasi suddivisi per Aree Idrografiche al netto delle acque morte (volume di acqua che non può essere derivato per l'utilizzazione in quanto al di sotto della quota minima di invaso).
Dati aggiornati al 15/07/2003**

Nella Figura 4.1.B viene indicata la posizione di quasi tutti i citati serbatoi sardi.
Per maggiori informazioni sui singoli invasi vedi anche
<http://www.regione.sardegna.it/eaf/serbatoi.html>).

- 1 Coghinas
- 2 Casteldoria
- 3 Cuga
- 4 Temo
- 5 Bidighinzu
- 6 Bunnari
- 7 Mannu di Pattada
- 8 Liscia
- 9 Posada
- 10 Cedrino
- 11 Santa Lucia
- 12 Bau Muggeris
- 13 Govossai
- 14 Sos Canales
- 15 Benzone
- 16 Cucchinadorza
- 17 Gusana
- 18 Omodeo
- 19 Torrei
- 20 Monte Pranu
- 21 Bau Pressiu
- 22 Flumendosa
- 23 Basso Cixerri
- 24 Is Barroccu
- 25 Mulargia
- 26 Flumineddu
- 27 Sa Forada
- 28 Casa Fiume
- 29 Simbirizzi
- 30 Punta Gennarta
- 31 Corongiu

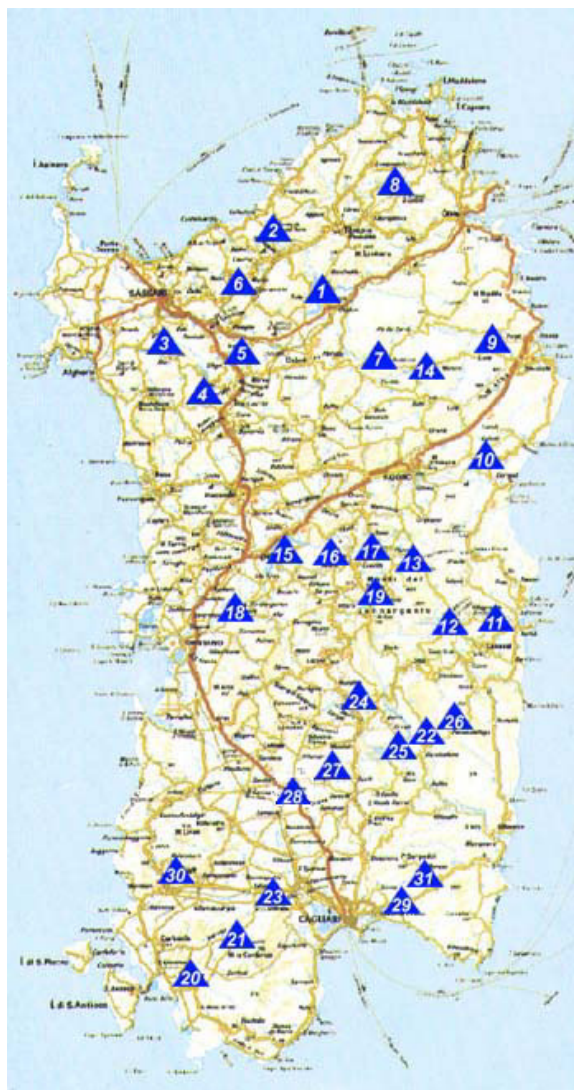


Figura 4.1.B - Posizione dei serbatoi sardi. Fonte: EAF

Captazione delle acque sotterranee

- Per uso idropotabile

Sulla base delle informazioni fornite dagli Enti regionali di gestione delle acque si desume un'erogabilità potenziale annua per gli usi civici e potabili di circa 3.622 l/s, pari a circa 114,23 Mm³/anno. Il dato non rende conto del volume effettivamente erogato ma rappresenta la massima potenzialità di erogazione delle fonti sotterranee in condizioni di sfruttamento continuativo alla massima portata di erogazione. Le principali opere di captazione per uso idropotabile attualmente esistenti interessano sorgenti, falde idriche profonde o superficiali e deflussi subalvei. L'erogazione delle acque avviene tramite 49 Schemi Acquedottistici.

- Per uso irriguo
Dai dati riportati nel Piano d'Ambito per la Regione Sardegna risulta, per quanto riguarda gli usi irrigui nelle quattro province, un'erogabilità potenziale annua di acque sotterranee di circa 1784,33 l/s, corrispondenti ad un'erogabilità potenziale complessiva annua di circa 56,27 Mm³. L'utilizzazione di acque sotterranee per irrigazione non è generalmente praticata dai Consorzi di Bonifica. Oggi soltanto il Consorzio di Bonifica del Cixerri capta tale tipo di risorsa; fra gli Enti pubblici solo l'ERSAT (ex ETFAS) ha svolto attività di ricerca idrica e mediante numerosi pozzi ha assicurato e in parte ancor oggi assicura ogni anno qualche milione di metri cubi di acqua agli usi agricoli. Attualmente la gestione delle acque sotterranee a fini irrigui è in massima parte privata, in mano ad aziende e singoli agricoltori. I prelievi vengono effettuati da pozzi trivellati o scavati a mano, da vasconi freatici e, meno frequentemente, da sorgenti.
- Per uso industriale
Dai dati riportati nel Piano d'Ambito per la Regione Sardegna risulta che la portata complessiva ammonterebbe annualmente a circa 2039,91 l/s di acque sotterranee, corrispondenti ad un'erogabilità potenziale complessiva annua di circa 64,33 Mm³ per anno. All'approvvigionamento idrico delle principali aree industriali sarde provvedono in misura maggiore le acque provenienti da invasi, gestite normalmente dai relativi consorzi industriali, e, in minor misura, acque sotterranee estratte da pozzi trivellati oppure acque provenienti da sorgenti.

Il quadro della domanda

Sulla base delle valutazioni contenute nel Piano Regolatore Generale degli Acquedotti dell'ESAF (redatto nei primi anni '90 e revisionato nel 1997), nel (*APQ, 2000*) e nel Piano d'Ambito per la Regione Sardegna (2002) si può dare una stima dei valori complessivi della domanda idrica nella regione (Tabella 4.1.5).

Domanda potabile	297 mm ³ /anno
Domanda industriale	63mm ³ /anno
Domanda irrigua	764 mm ³ /anno
Domanda ambientale	48 mm ³ /anno
Totale	1162 mm ³ /anno

Tabella 4.1.5 - Domanda idrica in Sardegna

Aspetti climatici e regime pluviometrico

Il clima nell'isola è di tipo mediterraneo temperato ed è caratterizzato dalla presenza di forti venti di maestrale particolarmente frequenti dall'autunno alla primavera. La distribuzione spaziale della temperatura è connessa all'orografia. Analizzando le variazioni delle distribuzioni medie mensili di tale parametro si evidenzia la presenza di due stagioni climatiche tipiche delle regioni mediterranee. Si nota infatti che nella stagione invernale l'effetto dominante è quello dovuto al mare, con conseguente continentalità delle zone interne. Nella stagione estiva prevale l'effetto stabilizzante delle aree anticicloniche. Sia la temperatura massima che quella minima sono distribuite omogeneamente su tutto il territorio, con una tendenza all'aumento nelle zone interne.

La temperatura media annua registra valori alquanto elevati, oscillanti circa tra i 18°C di Cagliari, 17 °C di Sassari e 10,5 °C del massiccio del Limbara.

Per ciò che riguarda il regime pluviometrico, in Sardegna è possibile distinguere due periodi: il semestre umido (da ottobre a marzo, è caratterizzato da precipitazioni abbondanti) ed il semestre asciutto (comprende i restanti mesi; in tale periodo, tranne nei mesi di aprile e maggio nei quali si possono avere delle discrete piogge, si ha una quasi totale assenza di precipitazioni). Vi è inoltre una sensibile variabilità spaziale delle piogge. Si possono individuare quattro zone a maggiore piovosità: la prima a ridosso del Gennargentu (circa 1000 mm di pioggia annui). Le altre zone sono individuabili nella parte centrale della Gallura a ridosso del Limbara, nell'altopiano di Campeda e nell'Iglesiente (valori medi annui di precipitazione di circa 800 mm). Valori decisamente più bassi, intorno ai 500-600 mm, si evidenziano nelle pianure del Campidano e della Nurra. Si nota comunque che le fluttuazioni nei valori di precipitazione sono più marcate nella costa orientale. I valori medi di precipitazione hanno subito una riduzione notevole negli ultimi quindici anni. Per quanto riguarda l'umidità relativa nella regione si rileva che quella minima nei mesi invernali oscilla tra 45 e 65% e diminuisce da Ovest a Est, fatta eccezione per il massiccio del Gennargentu. Ciò dipende dalla configurazione orografica dell'isola che pone la costa orientale sottovento rispetto ai flussi dominanti. L'umidità relativa massima fornisce valori prossimi a quelli di saturazione: durante tutto l'arco dell'anno si hanno valori compresi tra 80 e 100%.

Risposte

Nel campo delle acque sono stati presi i provvedimenti normativi indicati nella tabella 4.1.6 (tratto da "Valutazione ex ante ambientale Sardegna").

In particolare, per adeguare le reti di monitoraggio ai requisiti del D.Lgs 152/1999, è stato approvato nel 2001 (con DGR 36/47 del 23/10/2001) un Programma per lo studio ed il monitoraggio della qualità delle acque; esso prevede l'istituzione di un *Centro di Documentazione per i Bacini Idrografici* che raccolga, elabori, gestisca e diffonda i dati sulle caratteristiche dei bacini idrografici.

Per quanto riguarda la desertificazione la Regione Sardegna, con DGR 14/2 del 23/03/2000, ha attivato una segreteria tecnica con il compito di individuare le linee ed il quadro delle priorità da proporre nel *Programma regionale per la lotta alla siccità e alla desertificazione*. Il programma è stato approvato con nota del Presidente della Giunta Regionale n. 4385 del 6/6/2000.

Tema Normativa comunitaria Normativa nazionale Normativa regionale Stato di attuazione **Note**

ACQUA	DIR 80/778/CEE ⁶ Qualità delle acque destinate al consumo umano	DPR 236/88 ⁷ Attuazione della DIR 80/778/CEE concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano		Individuazione delle aree di salvaguardia: NO	
		L 36/94 Disposizioni in materia di risorse idriche (cd Legge Galli) + decreti attuativi	L R 29/97 Istituzione del servizio idrico integrato, individuazione e organizzazione degli ATO in attuazione della L 5/01/1994, n. 36	Piano regolatore generale acquedotti: SI Piano d'ambito: SI	Approvato con ordinanza del Presidente GR -Comm. per l'emergenza idrica n. 321 del 30/09/2002
				Individuazione degli ATO: SI	L'art.3 della LR 29/97 ha individuato 1 ATO, corrispondente con il territorio regionale
				Costituzione Autorità d'ambito: SI	Approvazione Schema di Statuto definitivo: DGR n. 34 del 10/10/01 Terminata la concertazione con gli EELL, si sta predisponendo il regolamento per l'elezione degli organi amministrativi. Nelle more dell'elezione, con ordinanza del Presidente GR -Commissario per l'emergenza idrica n. 321 del 30/09/2002, il Commissario stesso ha assunto le funzioni di Autorità d'ambito che è stata così costituita.
			LR 15/99 Modifiche ed integrazioni alla LR 29/97	Ricognizione delle infrastrutture: SI Istituzione Autorità di bacino:	Con DGR45/57 del 30/10/90 la GR ha assunto le funzioni di Autorità di Bacino
				Attuazione del servizio idrico integrato (scelta del gestore): NO	
ACQUA	DIR 91/271/CEE Concernente il trattamento delle acque reflue urbane	D Lgs 152/99 (come modificato e integrato dal D Lgs 258/2000 – cd "acque bis")	LR 14/2000 Attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, sulla tutela delle acque dall'inquinamento, modifica alle leggi regionali 21 settembre 1993, n. 46 e 29 luglio 1998, n. 23 e disposizioni varie	Piano di tutela delle acque: NO	
	DIR 91/676/CEE Protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole	Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento delle direttive 91/271/CEE e 91/676/CEE + DM 18/09/2002 Modalità di informazione sullo stato di qualità delle acque		Individuazione aree sensibili: SI Individuazione zone vulnerabili da nitrati: NO Adozione programmi d'azione: NO	Individuate nello studio di aggiornamento del PRRA
		L 388/2000, art. 141, comma 4 Predisposizione del Piano Stralcio d'Ambito nei settori depurazione e fognature		Programma Stralcio degli interventi urgenti: SI	DGR 12/14 del 16 aprile 2002
	DIR 98/83/CE Concernente la qualità delle acque destinate al consumo umano	D Lgs 31/2001 (come modificato da D Lgs 27/2002) Attuazione della DIR 98/83/CE relativa alla qualità delle acque destinate al consumo umano		Piani di intervento per il miglioramento della qualità delle acque destinate al consumo umano	
	DIR 2000/60/CE DIR istitutiva di un quadro per l'azione comunitaria in materia di acque	Da recepire entro il 22/12/2003			
		DM 22/11/01 Modalità di affidamento in concessione a terzi della gestione del Servizio Idrico Integrato, a norma dell'art. 20 e della L 36/94			

Tabella 4.1.6 - Provvedimenti normativi emanati sulle acque

⁶ abrogata dalla Dir 93/83 CE del 25/12/2003

⁷ cessa di avere efficacia dal momento dell'effettiva vigenza del D.Lgs 31/2001; le norme di attuazione restano in vigore, ove compatibili, fino all'adozione di specifiche normative di attuazione del D.Lgs 31/2001

Bibliografia

Piano d'Ambito Sardegna (legge n. 36/94) – Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica in Sardegna (Ordinanza Ministro dell'Interno - Delegato per il coordinamento della protezione civile - n. 3196 del 12/04/2002) (2000/2002)

Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sardegna (2002)

Stato Dell'irrigazione In Sardegna – Pubblicazione INEA (2000-2001).

4.1.2. Degrado dei corpi idrici superficiali

- *Regione Sardegna*

Da: Sintesi sulla Classificazione delle acque superficiali destinate alla potabilizzazione – Servizio Tutela delle Acque, Regione Autonoma della Sardegna (2000)

Viene riportata la classificazione, aggiornata al 2000, delle acque superficiali della Sardegna destinate alla produzione di acqua potabile (di cui alle delibere G.R. 55/103 del 29/12/2000 e 10/42 del 22/03/2001). Da un'analisi dei dati relativi a tale classificazione si rileva che il totale delle stazioni classificate ammonta a 48, di cui il 18,75% appartiene alla classe A2, il 60,43% alla classe A3, il 12,5% alla classe E1 e il 8,3% alla classe E2. I parametri prevalenti nella formulazione del giudizio negativo sono rappresentati da contaminazione dovuta a Manganese e Ammoniaca.

Da: Piano d'Ambito Sardegna (legge n. 36/94) – Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica in Sardegna (Ordinanza Ministro dell'Interno - Delegato per il coordinamento della protezione civile - n. 3196 del 12/04/2002) (2000/2002)

Negli Allegati al documento vengono analizzati vari aspetti dei comparti idropotabile, fognario-depurativo ed idrico multisettoriale. In quest'ultimo in particolare vengono valutate le risorse idriche superficiali e quelle sotterranee, viene fatta una ricognizione sulle infrastrutture multisettoriali esistenti e viene verificato il bilancio idrico per i principali sistemi idrici multisettoriali.

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sardegna (2002)

Ai sensi del D.Lgs 152/1999 sono stati individuati e classificati in Sardegna 103 corpi idrici sensibili; di ognuno di questi viene riportato lo stato trofico: 36 sono ipertrofici, 11 eutrofici e 56 mesotrofici. Molti di questi corpi idrici sono invasi destinati anche all'uso idropotabile.

Viene anche riportata la classificazione trofica dei laghi del Sistema Idrico Flumendosa-Campidano-Cixerri, effettuata dall'ente gestore degli invasi EAF; vengono poi date delle indicazioni sulla qualità delle acque (in particolare su quelle per uso potabile), sui fabbisogni idrici, sulle risorse idriche effettivamente disponibili (informazioni tratte dall'*Accordo di Programma Quadro 2000*) e sulle infrastrutture fognario depurative; viene infine valutato lo stato delle conoscenze ambientali e l'adeguatezza delle reti di monitoraggio.

Da: Stato dell'Irrigazione in Sardegna (1999)

Nell'ambito del POM, d'intesa con i servizi della Commissione Europea, è stato affidato all'INEA l'incarico di realizzare uno studio sull'uso irriguo della risorsa idrica nelle Regioni Obiettivo 1. L'INEA ha pertanto prodotto un quadro conoscitivo di riferimento aggiornato al 1999 riguardante le caratteristiche delle aree comprensoriali, gli schemi idrici, le caratteristiche dell'agricoltura ecc.

Viene fatta una rassegna molto generale sulla qualità delle acque delle fonti di approvvigionamento irriguo ed affrontato il tema delle potenzialità di riutilizzo dei reflui in agricoltura.

- *Flumendosa*

Da: Qualità Delle Acque Superficiali In Provincia Di Cagliari (1997/1999)

Il corso d'acqua è stato suddiviso in 12 stazioni, a monte e a valle degli scarichi. Si evidenzia una discreta qualità delle acque (IBE alto) che peggiora, all'approssimarsi della foce, a causa dell'aumentata presenza di scarichi di reflui.

Da: Hydrogeochemistry In The Flumendosa River Basin (2001)

La qualità delle acque superficiali raccolte nel bacino del Flumendosa risulta mediamente buona, escludendo le zone in cui vi è lisciviazione di metalli pesanti (Gadoni, Escalaplano, Silius) e la piana di Muravera, in cui si segnala l'intrusione salina.

Da: I Metalli Pesanti Nei Sedimenti Fluviali Del Bacino Imbrifero Ed In Quelli Lacustri Del Lago Del Medio Flumendosa: Distribuzione E Rischio Di Rilascio (1996/1999)

Il lago del Medio Flumendosa è la fonte principale di approvvigionamento idrico del campidano. Il bacino è ricco di mineralizzazioni metallifere, alcune coltivate, che favoriscono l'arricchimento delle acque in metalli pesanti (Pb, Zn, Cu) i quali, tuttavia, non superano i limiti di legge. I metalli sono abbondanti anche nei sedimenti del lago che, in periodi siccitosi, possono rilasciarli nelle acque provocandone uno scadimento della qualità.

Da: Analisi Sulle Cause Dell'eutrofizzazione Delle Acque Del Sistema Idraulico Flumendosa-Campidano In Relazione All'applicazione Della Direttiva Cee Sulle Acque Potabili (1989)

Le caratteristiche chimiche e microbiologiche delle acque dei laghi Flumineddu, Flumendosa, Mulargia e Simbirizzi sono state rilevate nei dodici mesi del 1989

Tutti i corpi idrici hanno rivelato un grado di eutrofizzazione variabile, stimato sulla base della concentrazione di P, nitrati e specie algali. L'analisi si è svolta sia su campioni di acqua che su sedimenti. In quest'ultimo caso si sono rilevati, lungo tutto il sistema del Flumendosa, notevoli percentuali di metalli come Fe e Al e di metalli pesanti come Cd, Pb. Questi i risultati della qualità trofica dei tre laghi:

- Flumendosa: mesotrofico
- Mulargia: eutrofico
- Simbirizzi: Ipereutrofico.

- *Lago Cixerri*

Da: Analisi Sulle Cause Dell'eutrofizzazione Delle Acque Del Sistema Idraulico Flumendosa-Campidano In Relazione All'applicazione Della Direttiva Cee Sulle Acque Potabili (1989)

L'analisi si è svolta sia su campioni di acqua che su sedimenti, classificando il lago Cixerri come *Ipereutrofico*.

- *Rio Picocca*

Da: Qualità Delle Acque Superficiali In Provincia Di Cagliari (1997/1999)

Il fiume è stato monitorato su 8 stazioni, di cui 4 sull'asta principale. Le classi di qualità non scendono mai sotto la II, evidenziando il buono stato delle acque in entrambe le campagne di campionamento.

- *Rio Gutturu Mannu*

Da: Qualità Delle Acque Superficiali In Provincia Di Cagliari (1997/1999)

Campionato in due stazioni, il fiume è risultato soddisfacente dal punto di vista chimico e biologico. Classe di qualità: II.

- *Rio Antas*

Da: Qualità Delle Acque Superficiali In Provincia Di Cagliari (1997/1999)

Il fiume è stato monitorato su una stazione i cui campioni rivelano ottime qualità chimiche e biologiche. C.Q.: I.

- *Flumini Mannu*

Da: Qualità Delle Acque Superficiali In Provincia Di Cagliari (1997/1999)

Il corso d'acqua è stato campionato su 21 stazioni, con qualità sempre bassa a causa degli scarichi scarsamente depurati delle numerose attività industriali, agricole e zootecniche.

- *Rio Pula*

Da: La Qualità Delle Acque Superficiali - Reticolo Idrografico Del Rio Pula (1994/1995)

Le indagini sulla qualità delle acque confermano la buona salute del Rio Pula emersa da un'indagine precedente della provincia (1991). L'unica nota negativa è il peggioramento della qualità delle acque nel territorio comunale di Pula.

- *Rio Baccu Locci*

Da: Impatto Ambientale Dell'attività Mineraria In Sardegna: Studi Mineralogici E Geochimici (2000)

Il problema maggiore è dato dall'antica pratica di scaricare periodicamente nel rio Baccu Locci materiali di scarto dell'impianto di trattamento mentre a monte di tale impianto si evidenzia un iniziale incremento di metalli pesanti legato alle acque di drenaggio delle gallerie. In particolare, l'alternarsi di periodi secchi e fasi di piena provoca la rapida dissoluzione di grosse quantità di As che si deposita nei sedimenti delle sponde del fiume.

Da: Geochemistry Of Waters In The Dismantled Mine Area Of Baccu Locci (Sardinia Italy): The Arsenic Contamination (2001)

Si sono verificati fenomeni di erosione meccanica delle rocce mineralizzate, dei materiali di risulta delle miniere e delle discariche della fonderia; il conseguente trasporto ha determinato l'accumulo di sedimenti contaminati, in particolare da Arsenico ed Antimonio, lungo le sponde del fiume che attraversa l'area della miniera, sino oltre la confluenza con il Rio Ratti. La presenza di sterili minerali abbandonati contenenti circa il 10% in peso di Arsenico nella frazione con diametro < 2 mm, e il regime idrico molto variabile del rio Baccu Locci, consentono il passaggio in soluzione dell'arsenico, la cui presenza è stata rilevata parecchi km a valle dell'area mineraria Area Mineraria Montevecchio (Rio Narcauli e Rio Piscinas) .

Da: Contaminazione Di Corpi Idrici Superficiali Nell'area Mineraria Di Montevecchio (1995)

Gli sterili ricchi di Pb, Zn, Cu e Cd, non sono stati trattati per prevenire rischi di contaminazione. Le acque di corrivazione, quindi, trasportano elevate concentrazioni di tali metalli e di ioni solfato. Pur non essendoci processi di acidificazione delle acque di corrivazione la presenza di metalli pesanti e tossici nel Rio Piscinas e nel Rio Narcauli compromette notevolmente la qualità delle acque e dell'ambiente circostante.

Da: Studio E Valutazione Del Potenziale Inquinante Dei Materiali Del Bacino Sterili Di Pireddu (Ingurtosu-Naracauli) Ai Fini Di Un Possibile Intervento Di Bonifica (1996/1999)

Nella zona del Rio Sa Roa, affluente del rio Naracauli venivano scaricate le torbide di rifiuto della Laveria Pireddu, che pertanto, in un primo tempo, arrivavano direttamente al mare. Successivamente vennero realizzate, lungo il corso del fiume, delle dighe di contenimento per la decantazione di tali torbide che, con l'abbandono dell'attività mineraria, crollarono imponendo alle acque nuove vie di deflusso in mezzo ai fanghi, con conseguente erosione e trasporto a valle.

- *Rio Flumini Bellu*

Da: La Qualità Delle Acque Superficiali - Reticolo Idrografico Del Flumini Bellu (1994/1995)

L'analisi dei risultati conferma l'influenza degli scarichi non depurati, o depurati in parte, dei comuni orbitanti nel bacino del Flumini Bellu. In particolare è da sottolineare l'impatto degli scarichi del comune di Arbus sul Rio Su Flumini il quale mostra una classe I a monte dell'abitato che vira a classe V a valle. Le analisi chimiche, in tutti i casi, confermano l'influenza dei reflui civili sullo stato di inquinamento del corso d'acqua. Nel resto del reticolo si ha una situazione generalmente alterata (classe II) ma recuperabile grazie anche alla buona capacità di autorigenerazione di tale contesto fluviale.

- *Area mineraria dell'Iglesiente*

Da: Overview Of The Environmental Geochemistry Of Mining Districts In Southwest Of Sardinia (2002)

- *Rio S. Giorgio*

I *fanghi rossi* di Monteponi, accumulati nella valle del Rio S. Giorgio, sono costituiti dai residui di lavorazione delle Calamine Ferruginose. Tale prodotto di scarto è la maggiore fonte di contaminazione del rio S. Giorgio: nelle acque di drenaggio dei fanghi rossi si rilevano concentrazioni di SO_4 , Zn, Cd e Pb di un paio di ordini di grandezza superiori a quelle naturali.

- *Rio Narcauli, Rio Roia Cani, Rio Irvi*

Nella zona ad ovest di Montevercchio, l'abbandono delle dighe di contenimento degli scarti di lavorazione e il loro conseguente crollo ha prodotto la contaminazione del Rio Narcauli, del Rio Roia Cani e del Rio Irvi. Anche in questo caso gli inquinanti sono costituiti da metalli pesanti.

- *Rio Sitzerri*

Le acque inquinate circolano nei tunnel della miniera di Piccalinna e giungono al Rio Sitzerri, sia attraverso le acque che filtrano attraverso gli scarti accumulati arricchendosi in metalli pesanti, sia attraverso le acque provenienti direttamente dalle gallerie in cui sono accumulati depositi di ganghe. Inoltre, il crollo di una diga di contenimento degli scarti (1936) ha causato l'accumulo di tali pericolosi sedimenti lungo il corso d'acqua, peggiorando ulteriormente un quadro già compromesso. La contaminazione del Rio Sitzerri persiste sino alla laguna di Marceddì.

- *Area mineraria di Genna S'Olioni*

Da: Metodologie Di Neutralizzazione Del Potenziale Inquinante Delle Discariche E Dei Reflui Minerari (1996/1999)

L'area è abbandonata dal 1943 ed è caratterizzata da discariche di sterili di esplorazione ubicate ai livelli delle gallerie principali; nella maggior parte dei casi queste si affacciano su corsi d'acqua che scorrono a valle della miniera. All'interno delle gallerie si creavano, anche dopo la fine della stagione secca, delle sacche di acqua stagnante con $\text{pH} < 2,5$ e concentrazioni Ni 1,92 ppm, Co 0,72 ppm, As 0,1 ppm. Durante i periodi piovosi si formavano rivoli di acqua inquinante, con $\text{pH} < 5,6$ e con concentrazioni di Ni, Co, As inferiori alle precedenti. La situazione attuale è aggravata dall'abbandono. I rivoli acidi, fuoriuscendo dalle gallerie e sommandosi all'acqua piovana, vanno ad infiltrarsi nelle discariche di sterili prive di copertura e, percolando al loro interno, si arricchiscono di elementi tossici che poi sversano nei corsi d'acqua a valle.

Le discariche di sterili sono anch'esse fonte di continuo drenaggio acido dovuto alla presenza di solfuri di Fe che in seguito a varie trasformazioni in ambiente umido precipitano come idrossidi di Fe.

4.1.3. Degrado dei corpi idrici sotterranei

- *Regione Sardegna*

Da: Identificazione E Sviluppo Delle Risorse Idriche Alternative Della Sardegna E Dell'Abruzzo (1999/2000)

In collaborazione con l'ESAF, si sta creando un GIS regionale sulla vulnerabilità delle risorse idriche sotterranee (RIS); i dati sui pozzi di tale sistema sono presi dal lavoro dell'Università di Sassari del 1980. Una particolare attenzione è rivolta al sistema carsico del Supramonte di Orgosolo-Oliena-Urzulei.

Da: Piano Per L'emergenza Idrica, Progetto Obiettivo 1 – SIRIS (Sistema Informativo Delle Risorse Idriche Sotterranee) – Aree Di Interesse E Di Tutela Idrogeologica (2001)
Si riportano tavole in scala 1:50000 con indicate le aree meritevoli di tutela, le aree di non tutela, le aree compromesse da intrusione salina, i pozzi, le sorgenti, le diverse portate, le acque derivanti da lavori minerari, le acque di uso corrente, le acque ad alta salinità, le acque termominerali ecc.

Da: Piano d'Ambito Sardegna (legge n. 36/94) – Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica in Sardegna (Ordinanza Ministro dell'Interno - Delegato per il coordinamento della protezione civile - n. 3196 del 12/04/2002) (2000/2002)

Negli Allegati al documento vengono analizzati vari aspetti dei comparti idropotabile, fognario-depurativo ed idrico multisettoriale. In quest'ultimo in particolare vengono valutate le risorse idriche superficiali e quelle sotterranee, viene fatta una ricognizione sulle infrastrutture multisettoriali esistenti e viene verificato il bilancio idrico per i principali sistemi idrici multisettoriali.

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sardegna (2002)

Vengono date delle indicazioni sulla qualità delle acque (in particolare su quelle per uso potabile), sui fabbisogni idrici, sulle risorse idriche effettivamente disponibili (informazioni tratte dall'*Accordo di Programma Quadro 2000*) e sulle infrastrutture fognario depurative. Viene infine valutato lo stato delle conoscenze ambientali e l'adeguatezza delle reti di monitoraggio.

- *Miniera di Monteponi*

Da: Mine Closure At Monteponi (Italy): Effect Of The Cessation Of Dewatering On The Quality Of Shallow Groundwater (2001)

La chiusura delle miniere di Monteponi comporta il rischio di contaminazione degli acquiferi sfruttati a scopo idropotabile dalla città di Iglesias.

A causa del processo di salinizzazione legato alla risalita di acque salmastre profonde, per via del cessato pompaggio dalle gallerie, che entrano in contatto con la falda superficiale. La salinizzazione decrescerà a livelli trascurabili dopo un processo di in pochi anni. L'allagamento delle gallerie ad opera di acque salmastre incrementa il processo di dissoluzione del Hg presente nei depositi minerari il cui volume è difficilmente quantificabile, rendendo problematica la stima del periodo di recupero.

Si può supporre, che saranno necessari alcuni decenni affinché sia eliminato tutto il mercurio.

- *Acquifero del Cixerri*

Da: Risorse Idriche Sotterranee Delle Formazioni Carbonatiche Del Cixerri (1999/2000)
Si è stabilito che nonostante i notevoli emungimenti attuati sulla falda del Cixerri che hanno portato, dal 1980 ad oggi, ad un abbassamento di circa 20 m della piezometrica, la qualità delle acque di approvvigionamento idropotabile dell'Iglesiente è sufficiente. Si è stabilito inoltre che non esiste comunicazione tra il bacino di Iglesias-Monteponi e il bacino delle formazioni carbonatiche del Cixerri.

- *Giacimento aurifero di Furtei*

Da: Impatto Ambientale Dell'attività Mineraria In Sardegna: Studi Mineralogici E Geochimici (2000)

La presenza di solfuri (pirite) contenenti metalli potenzialmente tossici incassati in rocce acide rende difficile il tamponamento delle soluzioni circolanti. Già prima dell'attività si rilevavano drenaggi acidi naturali con alti tenori di metalli, ma la situazione potrebbe peggiorare “...allorché la rimozione più o meno totale della zona ossidata esporrà la mineralizzazione primaria all'alterazione esogena”.

Per quanto riguarda il Hg, utilizzato nel trattamento del minerale, non si segnalano dispersioni di tale metallo nelle falde.

- *Bacino del Rio Sos Mulinos (Gavoi)*

Da: Valutazione Delle Riserve Idriche Del Bacino Del Rio Sos Mulinos Gavoi (Sardegna Centrale) (1991)

La pubblicazione si occupa principalmente di stimare le risorse idriche del bacino del rio Sos Molinos. Tale studio include, seppur marginalmente, la caratterizzazione geochimica delle acque sorgive, la cui qualità è risultata eccellente.

- *Assemini*

Da: Monitoraggio, Studio Idrogeologico E Ipotesi Per Il Risanamento Di Un Acquifero In Area Urbana (1992/1993)

Si valuta il recupero del Rio Sa Nuxedda (vicino ad Assemini) e la contaminazione delle sue acque dovuta alla presenza di una discarica RSU (conclusioni: la contaminazione, anche se localizzata, è presente e va verso lo stagno di S. Gilla).

Da: Sistema Informativo Della Vulnerabilità Nel Territorio Comunale Di Assemini (1995)

La presenza della Laguna di S. Gilla e delle saline Contivecchi, unitamente alla crescente industrializzazione dell'area, hanno causato la salinazione dell'acquifero freatico. Un ulteriore rischio di inquinamento è rappresentato da una zona di emungimento situata all'altezza di Punta Manna (isopieze fino a 3 m sotto il livello medio del mare). L'acquifero superficiale è nettamente più vulnerabile dell'acquifero profondo il quale, tuttavia, può esservi collegato a causa di pozzi mal realizzati. Un

preventore e/o riduttore dell'inquinamento è l'impianto di depurazione del CASIC, che raccoglie le acque reflue provenienti dalle industrie del consorzio.

Sono stati individuati numerosi Centri di Pericolo (in particolare la discarica incontrollata di RSU nella zona a sud dell'abitato di Assemmini, gli sterili della laveria in località S. Maria, situata a ridosso del Flumini Mannu e del Cixerri, e la zona industriale di Macchiareddu).

- *Piana di Oristano*

Da: Intrusione Salina E Vulnerabilità Degli Acquiferi Nella Piana Di Oristano (Sardegna Centro-Occidentale) (1995)

Alla luce di quanto rilevato su dati bibliografici (1979-1990) e rilevati (1995), si conclude che a causa di una serie di annate siccitose e del sovrasfruttamento delle acque sotterranee si è determinato “*un forte abbassamento dei livelli piezometrici*” che ha innescato processi di intrusione marina. Inoltre si ritiene elevato il rischio di inquinamento derivante dalle numerose attività antropiche insistenti sul territorio.

Da: Studio Idrogeologico Della Piana Di Oristano (2002/2003)

Le varie falde (superficiali, confinate e semiconfinate) si trovano in comunicazione in ampie aree per effetto della cortocircuitazione dovuta all'errato condizionamento dei numerosissimi pozzi della piana. Si è evidenziato (2003) un continuo arretramento verso l'interno delle isopieze, segno di uno sfruttamento sempre più intenso dell'acquifero superficiale ma dovuto anche alla diminuzione della ricarica attiva della falda a causa di annate particolarmente siccitose; di pari passo si è verificata un'espansione delle aree già da tempo soggette ad intrusione salina, soprattutto nelle fasce costiere ed in prossimità delle zone umide. La zona critica è quella che va dallo stagno di S. Giusta, allo stagno di Cabras, verso la Penisola del Sinis. Nell'acquifero profondo gli episodi di intrusione salina sono limitati alla prossimità della costa.

- *Campidano di Oristano*

Da: Sistema Idraulico Flumendosa-Campidano (1986/1995)

Le falde idriche presenti nel Campidano di Oristano sono da sempre state sfruttate dagli abitanti della zona tramite numerosi pozzi per uso potabile ed irriguo. Lo sfruttamento è divenuto sempre più intenso e, a causa anche di alcuni periodi siccitosi (1980), si sono verificati fenomeni di degrado qualitativo delle falde. Si è appurato che in alcune aree irrigue (riso, mais, soia) si è fatto uso abbondante di concimi, diserbanti e pesticidi. In numerose zone è stato riscontrato un inizio di ingressione marina (nel sistema acquifero superficiale, ma il fenomeno potrebbe innescarsi anche in quello profondo).

- *Piana di Muravera*

Da: Studio Dei Fenomeni Di Salinazione Delle Acque Sotterranee Nella Piana Di Muravera (1992/1995)

Le cause che hanno determinato la progressiva salinazione della falda superficiale sono ascrivibili all'arginatura del tratto terminale del Flumendosa, alla costruzione di serbatoi di ritenuta sullo steso fiume per scopi di produzione energetica e di approvvigionamento

idrico di parte della provincia di Cagliari, ai ridotti apporti meteorici e all'eccessivo ed incontrollato sfruttamento della falda per scopi idropotabili ma soprattutto irrigui.

In base agli studi idrogeologici condotti nell'area sembra ragionevole ipotizzare che le acque salate che contaminano la falda superficiale provengano direttamente da canali naturali e dal tratto terminale del Flumendosa, anch'esso caratterizzato da elevata salinità, piuttosto che dal mare. Per quanto riguarda l'acquifero profondo si ipotizza invece che la salinità sia un retaggio dell'ambiente marino che ha interessato la piana durante la trasgressione del Tirreniano (Quaternario).

Da: Aquifer Configuration And Possible Causes Of Salination In The Muravera Plain (2000)

È stata riscontrata una elevata salinità sia nell'acquifero freatico superficiale sia in quello confinato profondo. La contaminazione interessa soprattutto la zona tra Foxi Bau Obilu e Foxi Padrionnas. Si ipotizza che i valori di salinità trovati nell'acquifero profondo siano legati all'ambiente marino che si creò nella piana durante la trasgressione Tirreniana nel Quaternario.

- *Piana deltizia del Flumendosa*

Da: Studio Idrogeologico E Modellazione Del Flusso Dell'acquifero Superficiale Nella Piana Deltizia Del Flumendosa (1998/1999)

L'area di indagine comprende una zona, nei pressi dello stagno Sa Praja, nella quale i fenomeni di salinazione vengono attribuiti anche a cause naturali (miscelazione di acque con caratteristiche fisiche e chimiche differenti). La curva isoconduttiva 2550 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (25 °C), che secondo la normativa sulle acque del 1999 segna il limite tra acque non contaminate ed acque contaminate, è collocata parallelamente alla costa e si estende fino a circa 1 km dal mare verso l'entroterra.

Da: Studio Idrogeologico Della Piana Del Flumendosa (2001/2002)

Riguardo al fenomeno della salinizzazione riconferma quanto trovato negli studi precedenti. (zona piana deltizia del Flumendosa, interessa i comuni di Muravera, Villaputzu e San Vito).

- *Bacino del Rio Foxi*

Da: Overexploitation And Salt Water Intrusion In The Alluvial Aquifer Of The Rio Foxi Basin, Villasimius (1994)

Il sovrasfruttamento delle falde acquifere ha determinato l'innescarsi del fenomeno di ingressione marina con conseguente deterioramento della qualità delle acque sotterranee, tanto da portare alla perforazione di nuovi pozzi ad una certa distanza dalla costa. Nonostante, per via dell'ancora crescente richiesta d'acqua, gli emungimenti dai pozzi siano rimasti eccessivi ed incontrollati, non è stato tuttavia riscontrato, nei pozzi rimasti ed in quelli nuovi, l'atteso incremento di salinità.

- *Settore Maracalagonis – S. Isidoro*

Da: La Salinizzazione Degli Acquiferi Del Settore Maracalagonis - S. Isidoro (1991/1994)

La zona (compresa circa tra Maracalagonis e S. Isidoro a nord fino alla costa, ossia fino a S. Andrea e Flumini di Quartu a sud; è la zona del Riu Corongiu e Riu Pispisa, che si uniscono presso la costa nel Riu su Pau) è sede di diversi acquiferi: un acquifero superficiale freatico (un tempo molto produttivo), un acquifero multistrato profondo confinato o semiconfinato ed un terzo acquifero ancora più profondo (oltre 200 m di profondità, di caratteristiche poco note, non considerato in questo studio). L'acquifero superficiale e quello profondo, sfruttati soprattutto per uso irriguo ed al fine di soddisfare la richiesta idrica degli insediamenti turistici, sono entrambi interessati da intrusione marina (soprattutto lungo la costa) e salinizzazione dovuta a fenomeni chimici legati alla naturale costituzione delle rocce che compongono la matrice degli acquiferi stessi.

- *Piana Turrutana*

Da: Salination Of Coastal Aquifer Of The Turrutana Plain. An Important Factor Conditioning Land Planning And Use (1994)

Le caratteristiche geomorfologiche, geostutturali ed idrogeologiche della piana la rendono potenzialmente altamente vulnerabile all'ingressione marina. Tuttavia fino ad ora, grazie ad una corretta politica di pianificazione del territorio ed una razionale gestione della risorsa idrica per uso civile ed irriguo l'estensione del fenomeno è molto limitata. È infatti stata riscontrata una maggiore salinità soltanto nella zona all'estremo est della piana (dove non sono presenti le dune) e nella zona all'estremo ovest della piana (nella zona vicino allo Stagno di Platamona).

- *Anello metallifero Iglesiente*

Da: Considerazioni Sulla Situazione Attuale Della Falda Dell' "Anello Metallifero" Iglesiente (1999/2000)

In seguito alla chiusura delle miniere nel 1997 si sospese il pompaggio delle acque dalle gallerie. La situazione della falda prima dello spegnimento delle pompe era alquanto compromessa per diverse cause (ossidazione di solfuri, mercurio mobile, richiamo di acque salate). In seguito allo spegnimento la situazione è migliorata sensibilmente, sia per effetto della diluizione, sia per effetto del fenomeno di stratificazione delle acque dolci su quelle salmastre. Per quanto riguarda il sito di Campo Pisano, "*si consta che i tenori in cloruri, solfati e elementi pesanti, risultano essere in quantità compatibili con gli usi previsti*". Le caratteristiche delle acque di Monteponi sono simili alle precedenti, mentre risultano ancora inutilizzabili quelle di San Giovanni e Monte Agruxiau.

- *Posada*

Da: Studio Idrogeologico Degli Acquiferi Costieri Del Settore Di Posada (Alta Baronia) (1996/1997)

Si ipotizza l'esistenza di due acquiferi di buona qualità, con un basso tenore salino, conseguente allo scarso sfruttamento. I valori di salinità sono elevati soltanto in alcuni pozzi trivellati a ridosso della costa o nell'area golenale del fiume. La falda si rivela, comunque, piuttosto vulnerabile per la presenza della diga e per la risalita di acque salate, soprattutto nei mesi estivi.

Da: Fenomeni Di Salinazione Nell'acquifero Costiero Di Posada (Alta Baronia) (1998/1999)

A causa della costruzione della diga di Is Maccheronis, che ha modificato l'equilibrio idrogeologico della zona umida, l'influenza delle acque marine sul rio Posada è percepibile fino a circa 3 km dalla linea di costa.

Il fiume Posada è stato individuato come il principale veicolo attraverso il quale le acque risalgono dal mare verso monte, contaminando così buona parte della piana ad est di Posada.

- *Area urbana di Quartu S. Elena*

Da: Studio Idrogeologico Del Sistema Acquifero Dell'area Urbana Di Quartu S.E (1995/1996)

È stato sottolineato che la falda superficiale sottostante l'abitato di Quartu si presenta come una zona di drenaggio, probabilmente a causa degli eccessivi prelievi effettuati tramite i numerosi pozzi presenti. La salinità aumenta da 1 a 10 g/l proprio all'interno dell'abitato; essa risente anche della vicinanza degli stagni di Molentargius e Quartu, variando il suo contenuto salino da circa 1g/l al confine con il comune di Quartucciu nella zona settentrionale, a circa 12g/l in prossimità dei suddetti stagni. In generale, "l'influenza del mare è sentita, lungo tutta la costa, anche a più di un km dal mare, con valori di salinità che diminuiscono gradatamente verso l'entroterra". Dell'acquifero profondo si possiedono pochi dati, per cui si è rilevato soltanto un aumento tendenziale del contenuto salino partendo dalla costa verso nord (inverso rispetto a quello superficiale) ed una zona di drenaggio in un'area caratterizzata da elevata concentrazione di pozzi.

- *Piana di Arborea*

Da: Studio Idrogeologico Della Piana Di Arborea 1995/1996)

L'intrusione marina si è instaurata a causa di eccessivi e mal localizzati emungimenti delle falde, in una zona che prima dei lavori di bonifica era caratterizzata dalla numerosa presenza di corpi idrici superficiali. Sono stati distinti nel sottosuolo della piana di arborea due acquiferi (superficiale e profondo), le cui acque presentano caratteristiche chimiche abbastanza diverse.

Acquifero superficiale: Il contenuto salino delle acque si presenta in tutta la piana inferiore ai 1500mg/l.

Acquifero profondo: Il contenuto salino della falda profonda "si mantiene al di sotto di 1500 mg/l solo nella parte settentrionale della bonifica di Arborea, mentre nella parte meridionale i valori di salinità superano i 3000 mg/l, evidenziando una larga fascia di ingressione marina che dalla linea di costa si protende verso l'interno della piana.

Da: Soil And Water Contamination Caused By Improper Agricultural Practice: An Exemple In Arborea, Sardinia (2003)

Dall'analisi dei campioni prelevati si evince che circa il 70% di quelli della falda superficiale e il 20% di quelli della falda profonda hanno contenuti di nitrati superiori ai 50 mg/l.

I campioni contaminati della falda superficiale sono quasi sempre localizzati nelle vicinanze di depositi di stoccaggio o di vecchi canali a cielo aperto contenenti liquami. Questi ultimi, a causa dello stoccaggio, concorrono, con l'impiego di fertilizzanti di sintesi, allo scadimento della falda superficiale. Per evitare che il degrado delle risorse idriche e dei suoli prosegua, sarebbero opportune le seguenti azioni:

- evitare che vi siano perdite o trabocchi nei serbatoi di stoccaggio dei liquami
- non utilizzare i canali a cielo aperto per distribuire i liquami in quanto non assicurano una completa impermeabilità.
- Aumentare la produzione di letame in senso stretto a sfavore dei liquami
- Pianificare secondo le caratteristiche pedologiche dei suoli e le caratteristiche agronomiche delle colture, gli interventi sia di fertilizzazione che di irrigazione.

- *Piana di Porto Torres*

Da: Caratterizzazione Idrogeologica Dei Carbonati Miocenici Nella Piana Di Porto Torres (2002/2003)

Le acque dell'acquifero "risultano per la maggior parte cloruro-alcaline e cloruro-alcaline-terrose"; si tratta di un sistema ad impatto antropico non trascurabile. Le velocità di deflusso sono basse, i tempi di residenza elevati e si ha un miscelamento con acque di origine marina. È stato inoltre evidenziato uno stato potenziale di rischio di ingressione marina, rischio generato probabilmente anche da un sovrasfruttamento dell'acquifero. Tutti questi elementi concorrono a definire piuttosto scadente la qualità delle acque (secondo D.Lgs. 1522/99).

- *Basso Campidano*

Da: La Salinazione Degli Acquiferi Nel Basso Campidano (2001/2002)

L'area in studio è quasi tutta compresa nei territori dei comuni di, Sestu, Monserrato, Selargius e Settimo San Pietro. Tutta l'area, caratterizzata dalla presenza di due principali sistemi acquiferi (uno superficiale ed uno più profondo) è affetta da fenomeni di salinazione.

Per quanto riguarda l'acquifero superficiale i valori di salinità risultano ovunque ampiamente superiori ai 2000 mg/l, ad eccezione della zona in prossimità dell'abitato di Sestu, dove si registrano le salinità più basse, peraltro sempre maggiori di 1000 mg/l. L'assenza di correlazione fra il contenuto salino delle acque e la distanza dei pozzi dalla costa, e la distribuzione a "macchia di leopardo" delle isosaline ha portato ad escludere fenomeni di intrusione salina.

Si ipotizza che la salinazione della falda profonda sia addebitabile alla dissoluzione dei sali presenti nei sedimenti marnosi (anche se non si escludono orizzonti evaporatici e acque fossili) mentre quella dell'acquifero superficiale sarebbe da ricondurre a perforazioni mal eseguite che hanno permesso la risalita di acque profonde con conseguente peggioramento della qualità.

Nel corso dello studio è stato infine appurato, dal confronto dei dati misurati in una campagna di rilevamento precedente (1994-1995) con quelli misurati dall'autore, una diminuzione del livello della falda superficiale, soprattutto nel settore sud-orientale dell'area in studio.

- *Piana di Capoterra*

Da: The Coastal Aquifer System Of Capoterra (2000)

Il monitoraggio indica una più elevata salinità dell'acquifero freatico piuttosto che di quello confinato, soprattutto nelle zone a sud, verso il mare, ed a est, a ridosso delle saline. Le saline, infatti, costituiscono una possibile causa di salinizzazione della falda freatica mentre nell'acquifero profondo la salinità rimane bassa anche nella zona centrale di maggior depressione della piezometrica, mentre aumenta considerevolmente ad ovest della piana, probabilmente a causa di acque fossili o di circuiti di scorrimento della falda a differente velocità.

Da: L'intrusione Marina Negli Acquiferi Costieri. Il Caso Della Piana Di Capoterra (2001/2002)

La salinizzazione dell'acquifero superficiale interessa "tutto il settore della piana che si affaccia sullo stagno di Cagliari". Tale situazione ha portato, negli ultimi anni, all'abbandono di diversi pozzi e allo sfruttamento sconsiderato dell'acquifero profondo impoverendone notevolmente la qualità delle acque.

La situazione risulta compromessa anche per quanto riguarda l'acquifero profondo nel quale negli ultimi dieci anni l'area interessata da inquinamento da acque marine si è spinta per diversi km nell'entroterra.

- *Piana costiera di Pula*

Da: Caratterizzazione idrochimica Dell'acquifero Costiero Della Piana Di Pula (2001/2002)

Dall'analisi dei campioni prelevati nei territori comunali di Pula, Villa San Pietro e Sarroch si è classificato l'acquifero come appartenente alla classe "C", che il decreto 152/99 descrive come: "Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziato da rilevanti modificazioni agli indicatori generali".

I valori che hanno influenzato maggiormente la classificazione sono: l'elevata conducibilità con cloruri e solfati spesso in concentrazioni superiori ai limiti di legge.

- *Sulcis-Iglesiente*

Da: Vulnerabilità E Vulnerazione Degli Acquiferi Sabbiosi Della Piana Di Portovesme, Sardegna SW (1999/2000)

Nella piana di Portovesme sono presenti due acquiferi sabbiosi sovrapposti, il primo ospitante una falda freatica ed il secondo una falda in pressione. Entrambi sono risultati variamente inquinati da inquinanti industriali.

Molto più in profondità, impostato nella formazione vulcanica, è infine presente un sistema acquifero complesso, in pressione, le cui acque sono risultate di buona qualità. In particolare, nell'ambito del citato studio, sono stati analizzati (Maggio 1999) su 24 punti ubicati proprio nella zona dell'agglomerato di Portovesme, i parametri idrochimici previsti dal D.Lgs. 152/99.

Da: Il Territorio Dell'area Ad Alto Rischio Di Crisi Ambientale (Sulcis-Iglesiente) (2001/2002)

L'area (complessivamente circa 390 km²), relativa ai territori dei Comuni di Carbonia, Gonnessa, Portoscuso, Sant'Antioco e San Giovanni Suergiu, è stata dichiarata "Area ad Alto Rischio di Crisi Ambientale". La distribuzione del pH nella zona industriale e nell'area di Sa Piramide indica la presenza di due anomalie con elevati valori, site in corrispondenza degli stabilimenti dell'Eurallumina, e della discarica dell'Enirisorse di Sa Piramide. I valori più alti di conducibilità sono da attribuirsi con certezza alla presenza di acque salmastre, ma vi sono anche anomalie legate alle due discariche Enirisorse. Le maggiori concentrazioni in Pb coincidono con le discariche Enirisorse di Acqua sa Canna e, soprattutto, di Sa Piramide. Le maggiori concentrazioni in Zn coincidono ancora con le discariche Enirisorse e con l'area mineraria di Carbonia-Nuraxedu. I contenuti in cloruri più elevati sono da attribuirsi ad ingressioni marine (aree costiere di Portoscuso - Matzaccara, di San Giovanni Suergiu - Palmas, di Sant'Antioco).

Da: Studio geofisico ed idrogeologico dei fenomeni di inquinamento dei suoli e delle falde acquifere nella zona industriale di Portovesme (2001/2002)

Lo studio valuta con metodi geofisici ed idrogeologici lo stato di inquinamento dei suoli e degli acquiferi superficiali sabbiosi nella piana di Portovesme, in particolare nella zona al di sotto dell'Eurallumina SpA (per la produzione di allumina dalla bauxite) e nelle zone ad essa circostanti, occupate dagli insediamenti Enel. I risultati ottenuti hanno evidenziato la presenza di fenomeni di inquinamento in entrambi gli acquiferi superficiali sia all'interno dello stabilimento sia nelle zone contermini, in particolare di processi di alcalinizzazione che hanno portato il pH delle acque sotterranee a valori molto elevati, localmente anche superiori a 12. Tali valori di pH sono da attribuire a sversamenti accidentali sul terreno di liquidi di processo ad elevata alcalinità utilizzati negli impianti. Il confronto con studi effettuati nel 1991 ha mostrato tuttavia che estensione ed intensità dei fenomeni di inquinamento risultano sensibilmente ridotti rispetto agli anni precedenti, probabilmente grazie anche agli specifici interventi di bonifica avviati nello Stabilimento a partire dal 1997.

4.1.4. Variazioni climatiche

Da: Stato Dell'irrigazione In Sardegna (1999)

Negli ultimi due decenni si sono registrate tre relevantissime crisi siccitose: la prima nel biennio 1988-90, la seconda nell'annata 1994-95 ed infine l'ultima dal 1997 al 2000. A fronte di una riduzione delle precipitazioni di oltre il 20-25% nei principali bacini imbriferi dell'isola si è registrata una riduzione dei deflussi che in taluni casi ha raggiunto e superato il 50% del deflusso medio annuo del periodo 1922-75 ricavato nell'ambito dello studio dell'Idrografia Superficiale della Sardegna, che ha rappresentato il supporto idrologico alla redazione del Piano Acque del 1988.

È ormai opinione consolidata che tale situazione di deficit idrologico non possa più essere considerata come transitoria; l'esame delle serie storiche degli afflussi meteorici evidenzia come a partire dal 1975 ed, in particolare dal 1986, esista una rottura con gli anni precedenti.

L'anno idrologico 2000-2001 ha presentato un'inversione rispetto al trend degli ultimi 14 anni nel Centro-Nord dell'isola dove in taluni casi si è raggiunto il riempimento degli invasi o, nel caso del Tirso, con l'entrata in funzione della nuova diga a Cantoniera, si è riusciti grazie agli oltre 300 Mm³ invasati in pochi mesi a garantire il totale soddisfacimento della domanda irrigua mentre si è confermato fortemente deficitario l'apporto nei bacini della Sardegna Meridionale.

Da: Ufficio del Commissario Governativo per l'Emergenza Idrica in Sardegna (1995)

Nel 1995, anno idrologico più critico in Sardegna degli ultimi settanta anni, il Governo nazionale ha dichiarato lo stato di emergenza idrica in tutto il territorio dell'Isola ed ha nominato quale Commissario Governativo il Presidente della Giunta Regionale dotandolo di risorse finanziarie per la realizzazione di un programma di opere e di poteri speciali necessari per attivare una serie coordinata di azioni ed interventi atti a garantire il superamento della crisi. Per dettagli sulle Ordinanze, la struttura organizzativa a supporto del Commissario Governativo, le opere e gli interventi avviati o programmati per fronteggiare l'emergenza idrica vedi nel sito internet

<http://www.regione.sardegna.it/uffici/emidrica.htm>.

4.1.5. Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche

Distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee e suddividendo queste ultime in acquiferi superficiali, profondi e incerti (cioè non chiaramente ascrivibili né a quelli superficiali o a quelli profondi), i risultati della ricerca nella Regione Sardegna sono stati sintetizzati nelle seguenti tabelle (riportate nelle pagine 57-72):

- Tabella 4.1.7: Degrado dei corpi idrici superficiali;
- Tabella 4.1.8: Degrado degli acquiferi superficiali;
- Tabella 4.1.9: Degrado degli acquiferi profondi;
- Tabella 4.1.10: Degrado degli acquiferi incerti.

In dette tabelle, per ogni fenomeno di degrado osservato, sono riportati tutti gli elementi caratteristici per la localizzazione geografica e per la sistematizzazione secondo i due criteri proposti, basati rispettivamente sulla tipologia di degrado e sul modello DPSIR: per ogni fenomeno sono inoltre riportati il periodo di riferimento e un codice di "riferimento GIS", attraverso il quale è possibile accedere alla fonte bibliografica da cui è stato tratto.

I fenomeni di degrado censiti nelle tabelle vengono di seguito analizzati con riferimento ai due criteri di sistematizzazione. Per il modello DPSIR si è ritenuto particolarmente significativo mettere in evidenza, tra tutti gli indicatori/indici riportati nelle tabelle, le **Driving Forces**, indicando tra parentesi anche le relative **Pressures**, associate alle tipologie di degrado.

4.1.5.1 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico organico (CO):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* Lago Mulargia, Lago Simbirizzi, Flumini Mannu, Reticolo del Flumini Bellu, Lago Corsi, Lago di Monte Pranu, Lago Medio Flumendosa; *con inquinamento puntuale:* Fiume Flumendosa, a Ballao;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* Lago Mulargia, Lago Simbirizzi, Flumini Mannu, reticolo del Flumini Bellu, Rio S. Giorgio, Lago Medio Flumendosa; *con inquinamento puntuale:* Fiume Flumendosa Ballao;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento puntuale:* Rio Posada (zona Posada), F. Flumendosa (foce);
- **eutrofizzazione (EU):** *con eutrofizzazione estesa a tutto il corpo idrico:* Lago Simbirizzi, Lago Cixerri, invaso del Cuga, invaso del Temo, invaso del Rio Bidighinzu, invaso del Rio Bunari, invaso del Mannu di Pattada, invaso del Liscia, invaso del Tirso a Cantoniera, invaso del Tirso Nuraghe Pranu Antoni, Lago di Cucchinadorza, Lago di Gusana, Lago Govossai, Lago Benzzone, Lago Cedrino, Lago Sa Teula, Lago del Flumineddu, Lago del Rio Leni, Rio Mannu, Invaso Flumini Mannu a Casa Fiume, Lago Is Barroccus, Lago Bau Pressiu, Lago sa Forada de S'Acqua, invaso Coghinas-Muzzone, Lago Monteponi, Lago Mulargia; *con eutrofizzazione puntuale:* Rio Posada, zona Torpè, Fiume Tirso a Santa Vittoria, Fiume Tirso a Sili;
- **inquinamento da metalli pesanti (MP):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* Rio Baccu Locci, Rio Naracauli, Rio Sa Roa, Rio S. Giorgio, Rio Roia Cani, Rio Irvi, Rio Sitzerri, area mineraria di Genna s'Olioni, invaso del Liscia, invaso del Tirso nuraghe Pranu Antoni, Lago Bau Pressiu, Lago Corsi, Lago Sos Canales, Lago Mulargia, Lago Medio Flumendosa; *con inquinamento puntuale:* F. Flumendosa;
- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* area mineraria di Genna s'Olioni, invaso del Tirso a Cantoniera, Lago Bau Pressiu, invaso Olai, Lago Corsi, Lago di Monte Pranu; *con inquinamento puntuale:* Rio Pula (attraversamento S.S. 195).

4.1.5.2 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **attività agricole (sorgenti di nitrati e fosforo, emissione reflui, -- CO, CI, EU, altro):** Rio Pula, reticolo del Flumini Bellu, Lago Simbirizzi, Lago Cixerri, invaso del Cuga, invaso del Temo, invaso del Rio Bidighinzu, invaso del Rio Bunari, invaso del Mannu di Pattada, invaso del Liscia, invaso del Tirso a Cantoniera, invaso del Tirso Nuraghe Pranu Antoni, Lago di Cucchinadorza, Lago di Gusana, Lago Govossai, Lago Benzzone, Lago Cedrino, Lago Sa Teula, Lago del Flumineddu, Lago del Rio Leni, Rio Mannu, Invaso Flumini Mannu a Casa Fiume, Lago Is Barroccus, Lago Bau Pressiu, Lago sa Forada de S'Acqua, invaso Coghinas-Muzzone, Lago Monteponi, Lago Mulargia;

- **attività zootecniche (*emissione reflui - CO, CI*):** Flumini Mannu, reticolo del Flumini Bellu;
- **attività minerarie (*sorgenti sostanze pericolose - CI, MP, altro*):** Rio Baccu Locci, Rio Naracauli, Rio Sa Roa, Rio S. Giorgio, Rio Roia Cani, Rio Sitzzerri, area mineraria di Genna s'Olioni, Lago Corsi, Lago Mulargia, Lago Medio Flumendosa, F. Flumendosa a Ballao;
- **insediamenti industriali (*emissione reflui - CO, CI*):** Flumini Mannu;
- **impianti di trattamento reflui civili (*emissione reflui - CO, CI*):** reticolo del Flumini Bellu;
- **insediamenti urbani (*emissione reflui civili, pressione antropica - CO, CI, EU, altro*):** Lago Simbirizzi, Lago Cixerri, Rio Pula (attraversamento S.S. 195, Lago Mulargia;
- **altre opere antropiche (*emissione reflui civili, consumi d'acqua - CO, SL*):** Lago Mulargia, Rio Posada, F. Flumendosa foce.

4.1.5.3 Degrado degli acquiferi superficiali: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico organico (CO):** *con inquinamento puntuale:* Assemini;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* piana d'Arborea; *con inquinamento puntuale:* Assemini;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* territorio comunale di Assemini, piana di Oristano, Campidano di Oristano, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, area urbana di Q.S. Elena, piana di Capoterra, comuni di Selargius, Monserrato, Sestu e Settimo S. Pietro, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa; *con inquinamento puntuale:* piana di Arborea;
- **degrado quantitativo (DQ):** *degrado esteso a tutto l'acquifero:* comuni di Selargius, Monserrato, Sestu e Settimo S. Pietro;
- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* Portoscuso (zona stabilimento EurAllumina).

4.1.5.4 Degrado degli acquiferi superficiali: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **presenze turistiche (*consumo d'acqua - SL*):** zona tra S. Isidoro e Maracalagonis sino alla costa;
- **attività agricole (*consumo d'acqua, sorgenti di nitrati - CI, SL*):** piana di Oristano, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, piana di Capoterra, zona tra S. Isidoro e Maracalagonis sino alla costa, piana d'Arborea;
- **attività zootecniche (*sorgenti di nitrati - CI*):** piana d'Arborea;
- **insediamenti industriali (*sorgenti sostanze pericolose - SL, altro*):** territorio comunale di Assemini, Portoscuso (zona stabilimento EurAllumina);

- **discariche di rifiuti (*emissione di sostanze organiche, sorgenti sostanze pericolose – CO, CI*)**: Assemini;
- **insediamenti urbani (*consumo d'acqua – SL*)**: piana di Oristano, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, area urbana di Q.S. Elena;
- **altre opere antropiche (*consumo d'acqua, pressione antropica – SL*)**: territorio comunale di Assemini, piana di Muravera, piana deltizia del Flumendosa, comuni di Selargius, Monserrato, Sestu e Settimo S. Pietro, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa.

4.1.5.5 Degradamento degli acquiferi profondi: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: piana di Arborea;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: piana di Oristano, piana di Arborea, area urbana di Q.S. Elena, piana di Capoterra, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa, territorio comunale di Assemini.

4.1.5.6 Degradamento degli acquiferi profondi: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **presenze turistiche (*consumo d'acqua - SL*)**: zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa;
- **attività agricole (*consumo d'acqua - SL*)**: piana di Oristano, piana di Capoterra, zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa;
- **attività zootecniche (*sorgenti di nitrati – CI*)**: piana di Arborea;
- **insediamenti industriali (*consumo d'acqua – SL*)**: zona tra S. Isidoro, Maracalagonis sino alla costa;
- **insediamenti urbani (*consumo d'acqua – SL*)**: piana di Oristano;
- **altre opere antropiche (*consumo d'acqua – SL*)**: territorio comunale di Assemini.

4.1.5.7 Degradamento degli acquiferi incerti: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: piana di Pula;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: bacino del Rio Foxi, piana di Pula, aree costiere di Portoscuso, Mazzaccara, S. Antioco, Palmas e S. Giovanni Suergiu, settore di Posada, zona Porto Torres; *con inquinamento puntuale*: miniera S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **inquinamento da metalli pesanti (MP)**: *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: comuni di Carbonia, Gonnessa e Portoscuso; *con inquinamento puntuale*: miniera di S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **degrado quantitativo (DQ)**: *degrado esteso a tutto l'acquifero*: acquifero del Cixerri;

- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: zona di Portotorres.

4.1.5.8 Degradazione degli acquiferi incerti: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **presenze turistiche (*consumo d'acqua – SL*):** bacino del Rio Foxi;
- **attività minerarie (*sorgenti sostanze pericolose, consumo d'acqua –SL, MP*):** miniere S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **insediamenti industriali (*sorgenti sostanze pericolose, consumo d'acqua –SL, MP*):** comuni di Carbonia, Gonnese e Portoscuso, miniere S. Giovanni, monte di Agruxiau;
- **insediamenti urbani (*consumo d'acqua – SL*):** bacino del Rio Foxi;
- **altre opere antropiche (*consumo d'acqua – SL*):** settore di Posada.

Al fine di fornire una rappresentazione sinottica delle caratteristiche e della distribuzione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche regionali, le figure 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3 e 4.1.4 riportano, in forma grafica, le tipologie di degrado e le Driving Forces dei corpi idrici superficiali e degli acquiferi (pagg. 73-76).

L e g e n d a T a b e l l e	
CO	Inquinamento chimico organico
CI	Inquinamento chimico inorganico non metallico
SL	Salinazione
EU	Eutrofizzazione
MP	Metalli pesanti
BV	Batteri e virus
DQ	Degradazione quantitativa
Altro	Agenti non definiti

Tabella 4.1.7 - Degrado dei corpi idrici superficiali della Sardegna (pag.1)

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
0,10	Lago Mulargia	CO	Esteso	Altre opere antropiche	Emissione di reflui civili	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989	Sa 14
0,11	Lago Mulargia	CI	Esteso		Emissione di reflui civili	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989	Sa 14
0,12	Lago Simbirizzi	EU	Esteso	Attività agricola/ insediamenti urbani	Emissione reflui civili, sorgenti di nitrati e fosforo	Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989 e 2002	Sa 1/sa 14
0,13	Lago Simbirizzi	CO	Esteso		Emissione di reflui civili	Parametri chimico-fisici		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989	Sa 14
0,14	Lago Simbirizzi	CI	Esteso		Emissione di reflui civili	Parametri chimico-fisici		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989	Sa 14
0,15	Lago Cixerri	EU	Esteso	Attività agricola/ insediamenti urbani	Emissione reflui civili, sorgenti di nitrati e fosforo	Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989 e 2002	Sa 1/sa 14

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
0,16	Flumini Mannu (tutto)	CO	Esteso	Attività agricola e zootecnica/ insediamenti industriali	Emissione reflui	indicatori di qualità (ibe), parametri chimico fisici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1997/1999	Sa 5
0,17	Flumini Mannu (tutto)	CI	Esteso	Attività agricola e zootecnica/ insediamenti industriali	Emissione reflui	Indicatori di qualità (ibe), parametri chimico fisici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1997/1999	Sa 5
0,18	Rio Pula (attraversamento SS 195)	ALTRO	Puntuale	Attività agricola/ insediamenti urbani	Consumo d'acqua per uso agricolo, pressione antropica	Indicatori di qualità (ibe), parametri chimico fisici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1994/1995	Sa 8
0,19	Rio Baccu Locci (Villaputzu)	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			2000 e 2001	Sa 10/ sa 24
0,20	Rio Naracauli (ovest di Montevecchio)	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			1995 e 2002	Sa 11/sa 13
0,21	Rio Sa Roa, affluente Naracauli (ovest di Montevecchio)	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			1996/1999	Sa 15
0,22	Reticolo del Flumini Bellu (Arbus,	CO	Esteso	Attività agricola e zootecnica/	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (ibe), parametri		Attività di controllo, applicazione	1994/1995	Sa 12

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
	Gonnosfanadiga)			impianti di trattamento		chimico fisici		normativa sulle acque		
0,23	Reticolo del Flumini Bellu (Arbus, Gonnosfanadiga)	CI	Esteso	Attività agricola e zootecnica/ impianti di trattamento	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (ibe), parametri chimico fisici		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1994/1995	Sa 12
0,24	Rio San Giorgio (Miniera Monteponi)	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			2002	Sa 13
0,25	Rio San Giorgio (Miniera Monteponi)	CI	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			2002	Sa 13
0,26	Rio Roia Cani e Rio Irvì (ovest di Montevecchio)	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			2002	Sa 13
0,27	Rio Sitzzerri (est di Montevecchio)	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			2002	Sa 13
0,28	Area mineraria di Genna S'ollioni	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua irrigua		1996/1999	Sa 16
0,29	Area mineraria di Genna S'ollioni	ALTRO	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Ph	Qualità dell'acqua irrigua		1996/1999	Sa 16

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
0,30	Rio Posada (Zona Posada)	SL	Puntuale	Altre opere antropiche		Salinazione acque			1996/1997 e 1998/1999	Sa 17/sa 18
0,31	Rio Posada (Zona Torpè)	EU	Puntuale	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,32	Invaso del Cuga (Uri)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,33	Invaso del Temo (Monteleone Roccadoria)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,34	Invaso del Rio Bidighinzu (Bessude)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,35	Invaso del Rio Bunnari (Osilo e Sassari)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,36	Invaso del Mannu di Pattada	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,37	Invaso del Liscia (Luras)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,38	Invaso del Lscia (Luras)	MP	Esteso			Parametri chimico-fisici	Qualità delle acque		2000	Sa 4

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
							potabili			
0,39	Invaso del Tirso a cantoniera o Santa Chiara (Ula Tirso)	ALTRO	Esteso			Indicatori di qualità (sec)	Qualità delle acque potabili		2000	Sa 4
0,40	Invaso del Tirso a cantoniera o Santa Chiara (Ula Tirso)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,41	Fiume Tirso a Santa Vittoria (Villanova Truschedu)	EU	Puntuale	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,42	Fiume Tirso a Sili	EU	Puntuale	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,43	Invaso del Tirso Nuraghe Pranu Antoni (Busachi)	MP	Esteso			Parametri chimico-fisici	Qualità delle acque potabili		2000	Sa 4
0,44	Invaso del Tirso Nuraghe Pranu Antoni (Busachi)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,45	Lago di Cucchinadorza (Ovodda)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
0,46	Lago di Gusana (Gavoi)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,47	Lago Govossai (Fonni)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,48	Lago Benzzone (Austis)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,49	Lago Cedrino (Dorgali)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,50	Lago Sa Teula (Villagrande Strisaili)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,51	Lago del Flumineddu (Perdasdefogu)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,52	Lago del Rio Leni (Villacidro)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,53	Rio Mannu (Monastir)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
0,54	Invaso Flumini Mannu a Casa Fiume (Furtei)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,55	Lago Is Barroccus (Isili)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,56	Lago Bau Pressiu (Nuxis)	ALTRO	Esteso			Indicatori di qualità (sec)	Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,57	Lago Bau Pressiu (Nuxis)	MP	Esteso			Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,58	Lago Bau Pressiu (Nuxis)	CO	Esteso				Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,59	Lago Bau Pressiu (Nuxis)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,60	Lago Sa Forada de S'acqua (Santu Miali)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,61	Invaso Coghinas Muzzone (Oschiri)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1
0,62	Lago Monteponi (Iglesias)	EU	Esteso	Attività agricola		Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi			2002	Sa 1

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
0,63	Invaso Olai (Orgosolo)	ALTRO	Esteso			Indicatori di qualità	Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,64	Lago Corsi (Iglesias)	CO	Esteso				Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,65	Lago Corsi (Iglesias)	ALTRO	Esteso			Indicatori di qualità (sec)	Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,66	Lago Corsi (Iglesias)	MP	Esteso	Attività mineraria		Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,67	Lago Sos Canales (Buddusò)	MP	Esteso			Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,68	Lago di Monte Pranu (Tratalias)	CO	Esteso				Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,69	Lago di Monte Pranu (Tratalias)	ALTRO	Esteso			Indicatori di qualità (sec)	Qualità dell'acqua potabile		2000	Sa 4
0,8	Lago Mulargia	EU	Esteso	Insedimenti urbani/ attività agricola	Emissione reflui civili	Eutrofizzazione dei laghi, fosforo e nitrati nei laghi	Qualità dell'acqua potabile	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989 e 2002	Sa 14/sa 1
0,9	Lago Mulargia	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989	Sa 14

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
1,0	Flumendosa (Ballao)	CO	Puntuale		Emissione di reflui civili	Indicatori di qualità (ibe)		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1997/1999	Sa 5
2,0	Flumendosa (Ballao)	CI	Puntuale		Emissione di reflui civili	Indicatori di qualità (ibe)		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1997/1999	Sa 5
3,0	Flumendosa (Ballao)	MP	Puntuale	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	2001	Sa 6
4,0	Flumendosa foce	SL	Puntuale	Altre opere antropiche	Consumi acqua	Salinazione acque		Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	2001	Sa 6
5,0	Lago Medio Flumendosa	MP	Esteso	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1996/1999	Sa 7
6,0	Lago Medio Flumendosa	CO	Esteso		Emissione di reflui civili	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989	Sa 14

Codice	Corpo idrico superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estens. del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento GIS
7,0	Lago Medio Flumendosa	CI	Esteso		Emissione di reflui civili	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile	Attività di controllo, applicazione normativa sulle acque	1989	Sa 14

Tabella 4.1.8 - Degrado degli acquiferi superficiali della Sardegna

Codice	Corpo idrico sotterraneo/ superficiale/ località'	Tipologia di degrado	Estensione fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	RIFERIMENTO GIS
0,2	Assemini	CO	Puntuale	Discarica di RSU	Emissione di sostanze organiche	Parametri chimico- fisici	Danni economici alle attività produttive		1992/1993	SA 26
0,3	Assemini	CI	Puntuale	Discarica di RSU	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico- fisici	Danni economici alle attività produttive		1992/1993	SA 26
0,4	Territorio comunale di Assemini	SL	Esteso	Insedimenti Industriali/ opere antropiche		Salinazione			1995	SA 27
0,5	Piana di Oristano	SL	Esteso	Attività agricole/ insediamenti urbani	Consumo di acqua per uso agricolo e potabile	Salinazione/misure piezometriche	Qualità dell'acqua potabile e irrigua		1995	SA 29
0,7	Piana di Arborea	SL	Puntuale		Sovrasfruttamento	Salinazione/misure piezometriche			1995/1996	SA 31
0,9	Piana di Arborea	CI	Esteso	Attività agricole e zootecniche	Sorgenti di nitrati	Nitrati nelle acque sotteranee	Non rispondenza agli standard di qualità di legge		2003	SA 31
1,1	Campidano di Oristano (Comuni di Oristano, S.Giusta, Palmasarborea, Simaxis,	SL	Esteso		Consumo di acqua per uso agricolo e potabile	Salinazione/misure piezometriche			1986/1995	SA 28

Codice	Corpo idrico sotterraneo/ superficiale/ località'	Tipologia di degrado	Estensione fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	RIFERIMENTO GIS
	Solarussa, Siamaggiore)									
1,2	Piana di Muravera	SL	Esteso	Attività agricola/ insediamenti urbani/ Opere antropiche (dighe, sistemazione idraulica Flumendosa)	Consumo di acqua per uso agricolo e potabile	Salinazione/misure piezometriche	Danni economici alle attività produttive/ Qualità dei suoli		1992/1995 e 2000	SA 47/SA 49
1,3	Piana deltizia del Flumendosa (comuni Muravera, Villaputzu e San Vito)	SL	Esteso	Attività agricola/ insediamenti urbani/Opere antropiche (dighe, sistemazione idraulica Flumendosa)	Consumo di acqua per uso agricolo e potabile	Salinazione			1998/1999 e 2001/2002	SA 48/ SA 50
1,8	Area urbana di Quartu S. Elena	SL	Esteso	Insediamenti urbani	Sovrasfruttamento	Salinazione	Qualità dell'acqua potabile		1995/1996	SA 42
1,9	Piana di Capoterra	SL	Esteso	Attività agricola e Insediamenti industriali	Consumo d'acqua per uso agricolo e industriale	Salinazione			1998 e 2001/2002	SA 45/SA 46

Codice	Corpo idrico sotterraneo superficiale/ località	Tipologia di degrado	Estensione fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	RIFERIMENTO GIS
2,3	Comuni di Selargius, Sestu, Monerrato e Settimo S.Pietro (superficiale)	SL	Esteso	Opere antropiche (Pozzi)	Pressione antropica	Salinazione	Danni economici alle attività produttive		2001/2002	SA 43
2,4	Comuni di Selargius, Sestu, Monerrato e Settimo S.Pietro (superficiale)	DQ	Esteso		Sovrasfruttamento	Misure piezometriche	Danni economici alle attività produttive/ Livello della falda		2001/2002	SA 43
2,7	Portoscuso (zona stabilimento EurAllumina)	Altro	Esteso	Insedimenti industriali	Sorgenti di sostanze pericolose	pH		"Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis- Iglesiente"	1999 e 2001/2002	SA 51/SA 53
2,8	Zona tra S.Isidoro e Maracalagonis, sino alla costa	SL	Esteso	Attività agricole, presenze turistiche e opere antropiche	Consumo di acqua per uso agricolo e per il turismo	Salinazione			1991/1994	SA 36

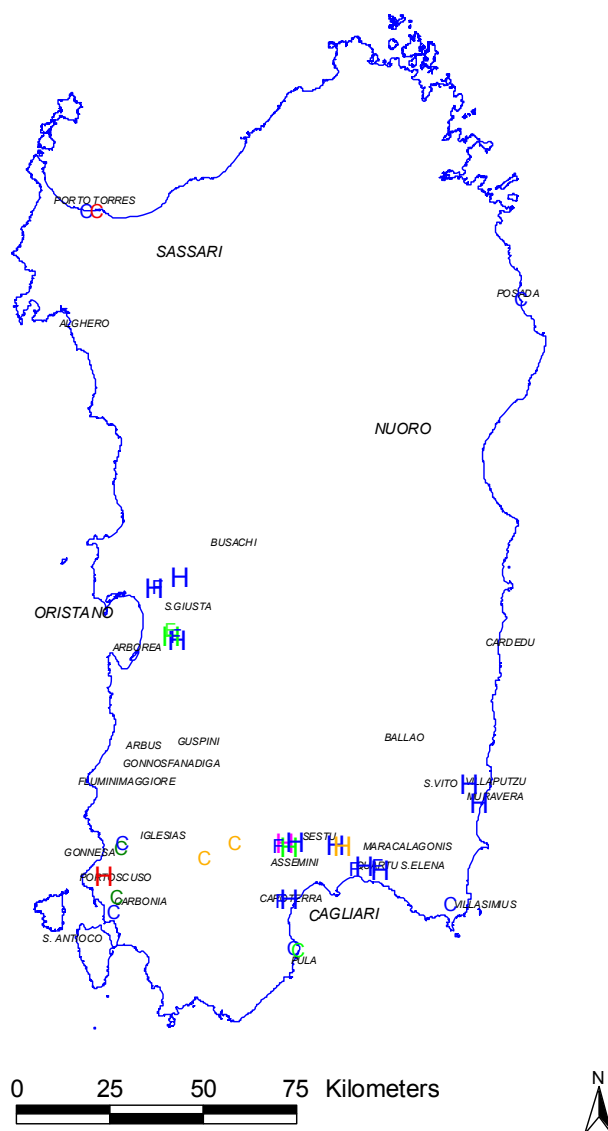
Tabella 4.1.9 - Degrado degli acquiferi profondi della Sardegna

Codice	Corpo idrico sotterraneo profondi/ località'	Tipologia di degrado	Estensione del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	RIFERIMENTO GIS
0,6	Piana di Oristano	SL	Esteso	Attività agricole/ insediamenti urbani	Sovrasfruttamento	Salinazione/ misure piezometriche			1995 e 2002/2003	SA 29/SA 30
0,8	Piana di Arborea	SL	Esteso		Sovrasfruttamento	Salinazione/ misure piezometriche			1995/1996	SA 31
1,0	Piana di Arborea	CI	Esteso	Attività agricole e zootecniche	Sorgenti di nitrati	Nitrati nelle acque sotteranee	Non rispondenza agli standard di qualità di legge		2003	SA 31
1,81	Area urbana di Quartu S. Elena	SL	Esteso			Salinazione			1995/1996	SA 42
2,0	Piana di Capoterra	SL	Esteso	Attività agricola e Insediamenti industriali	Consumo d'acqua per uso agricolo e industriale	Salinazione			1998 e 2001/2002	SA 45/SA 46
2,9	Zona tra S. Isidoro e Maracalagonis, sino alla costa	SL	Esteso	Attività agricole, presenze turistiche e opere antropiche	Consumo di acqua per uso agricolo e per il turismo	Salinazione			1991/1994	SA 36
4,0	Territorio comunale di Assemini	SL	Esteso	Insediamenti Industriali/ opere antropiche		Salinazione			1995	SA 27

Tabella 4.1.10 - Degrado degli acquiferi incerti della Sardegna

Codice	Corpo idrico sotterraneo incerto/ localita'	Tipologia di degrado	Estensione del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento gis
0,1	Acquifero del Cixerri	DQ	Esteso		Sovrasfrutta- mento	Misure piezometriche		Livello della falda	1999/2000	SA 23
1,4	Bacino del Rio Foxi (Villasimius)	SL	Esteso	Presenze turistiche/ Insediamenti urbani	Consumo di acqua per uso agricolo e potabile, consumo di acqua per il turismo	Salinazione		Qualità dell'acqua potabile	1994	SA 35
1,5	Miniera di San Giovanni, Monte Agruxiau (Zona mineraria Iglesiente)	MP	Puntuale	Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose, Sovrasfrutta- mento	Parametri chimico-fisici		Non rispondenza agli standard di qualità di legge	1999/2000	SA 37
1,6	Miniera di San Giovanni, Monte Agruxiau (Zona mineraria Iglesiente)	SL	Puntuale	Attività mineraria	Sovrasfrutta- mento	Salinazione		Non rispondenza agli standard di qualità di legge	1999/2000	SA 37
1,7	Settore di Posada (Alta Baronia)	SL	Esteso	Opere antropiche (diga)		Salinazione			1998/1999	SA 17
2,1	Piana di Pula (Villa S. Pietro, Pula e Sarroch)	SL	Esteso		Pressione antropica	Salinazione		Non rispondenza agli standard di qualità di legge	2001/2002	SA 44
2,2	Piana di Pula (Villa S. Pietro, Pula e Sarroch)	CI	Esteso		Pressione antropica	Parametri chimico-fisici		Non rispondenza agli standard di qualità di legge	2001/2002	SA 44
2,5	Comuni di Carbonia (miniera di Nuraxeddu), Gonnessa, Portoscuso	MP	Esteso	Insediamenti industriali, Attività mineraria	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici		"Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis- Iglesiente"	1999 e 2000	SA 51/ SA 52

Codice	Corpo idrico sotterraneo incerto/ localita'	Tipologia di degrado	Estensione del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	Riferimento gis
2,6	Aree costiere di Portoscuso, Matzaccara, S. Antioco, Palmas e S. Giovanni Suergiu	SL	Esteso	Insedimenti industriali	Consumo d'acqua per uso industriale	Salinazione	"Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis-Iglesiente"		1999 e 2000	SA 51/ SA 52
3,0	Zona Porto Torres	SL	Esteso		Pressione antropica, Sovrasfrutta mento	Salinazione			2002/2003	SA 41
3,1	Zona Porto Torres	Altro	Esteso		Pressione antropica	Indicatori di qualità			2002/2003	SA 41



Sardegna

Tipologia degrado acquiferi incerti

- C Contaminanti inorganici
- D Degrado quantitativo
- G Metalli pesanti
- S Salinazione
- A Agenti non definiti

Tipologia degrado acquiferi profondi

- F Contaminanti inorganici
- S Salinazione

Tipologia degrado acquiferi superficiali

- H Contaminanti inorganici
- D Degrado quantitativo
- G Contaminanti organici
- S Salinazione
- A Agenti non definiti

Figura 4.1.2

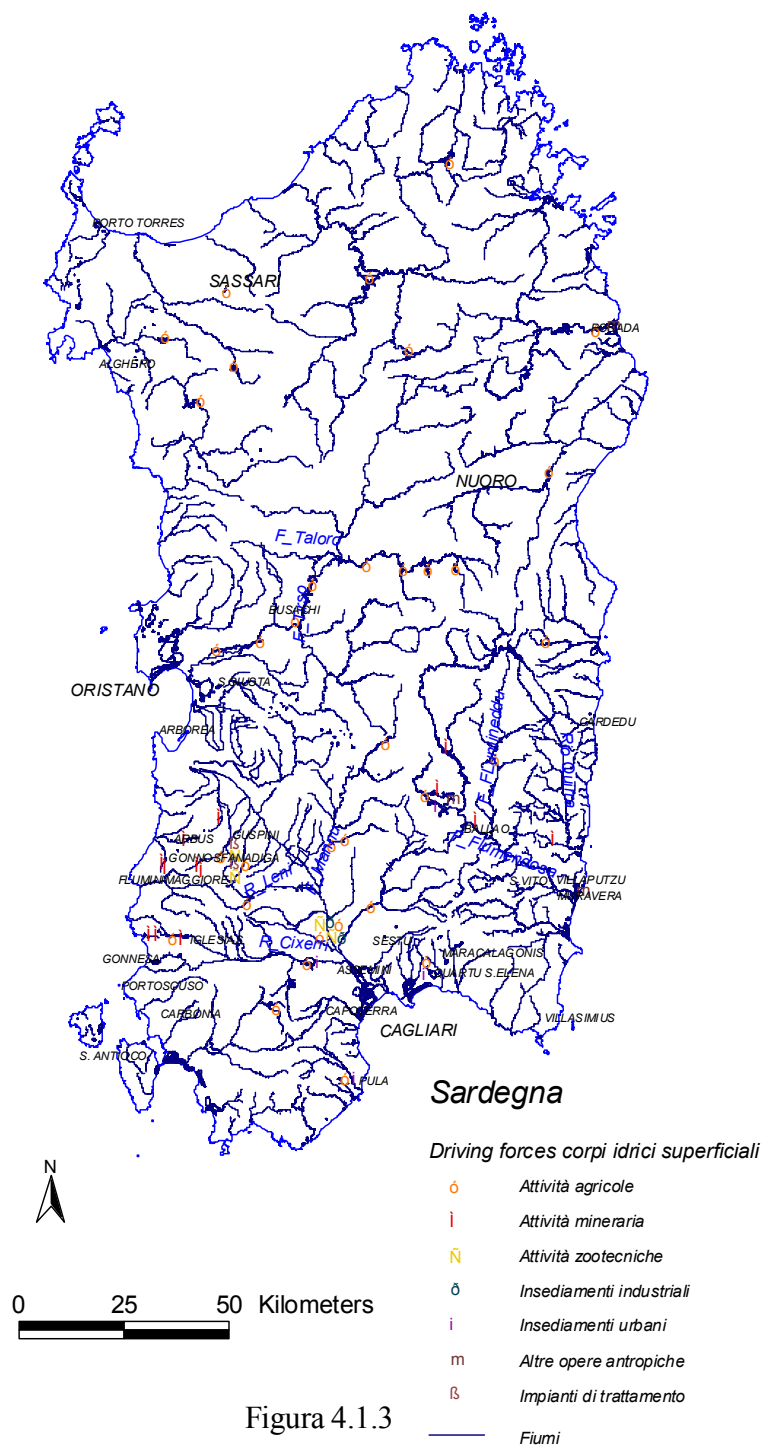


Figura 4.1.3

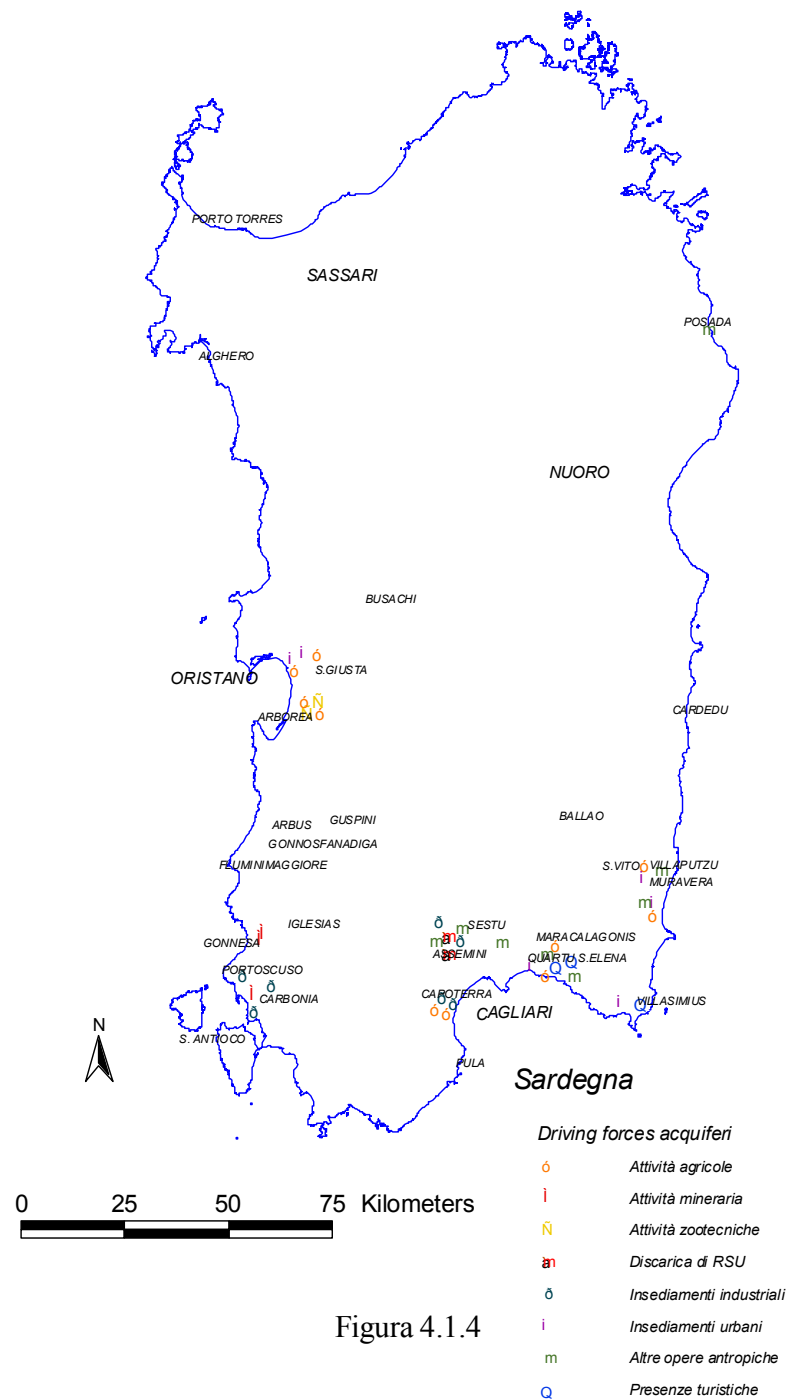


Figura 4.1.4

4.2. Basilicata

4.2.1. Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione

Geologia e geomorfologia

Il territorio in esame rappresenta un segmento della catena neogenica che si sviluppa dal nord Africa fino alle Ellenidi, attraverso la Sicilia, l'Appennino, le Alpi meridionali e le Dinaridi.

Tale area, in particolare, è compresa tra la finestra oceanica del Tirreno meridionale ad ovest, ed il sistema avampaese-avanfossa (avampaese apulo ed avanfossa bradanica) ad est, in flessione verso i quadranti occidentali.

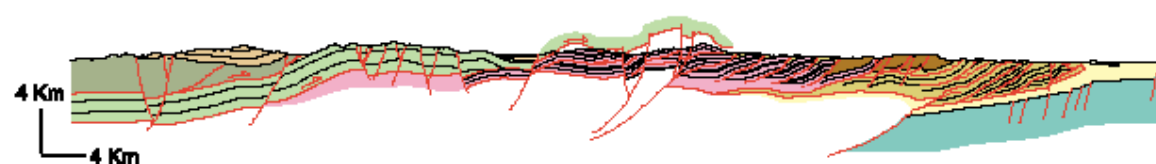
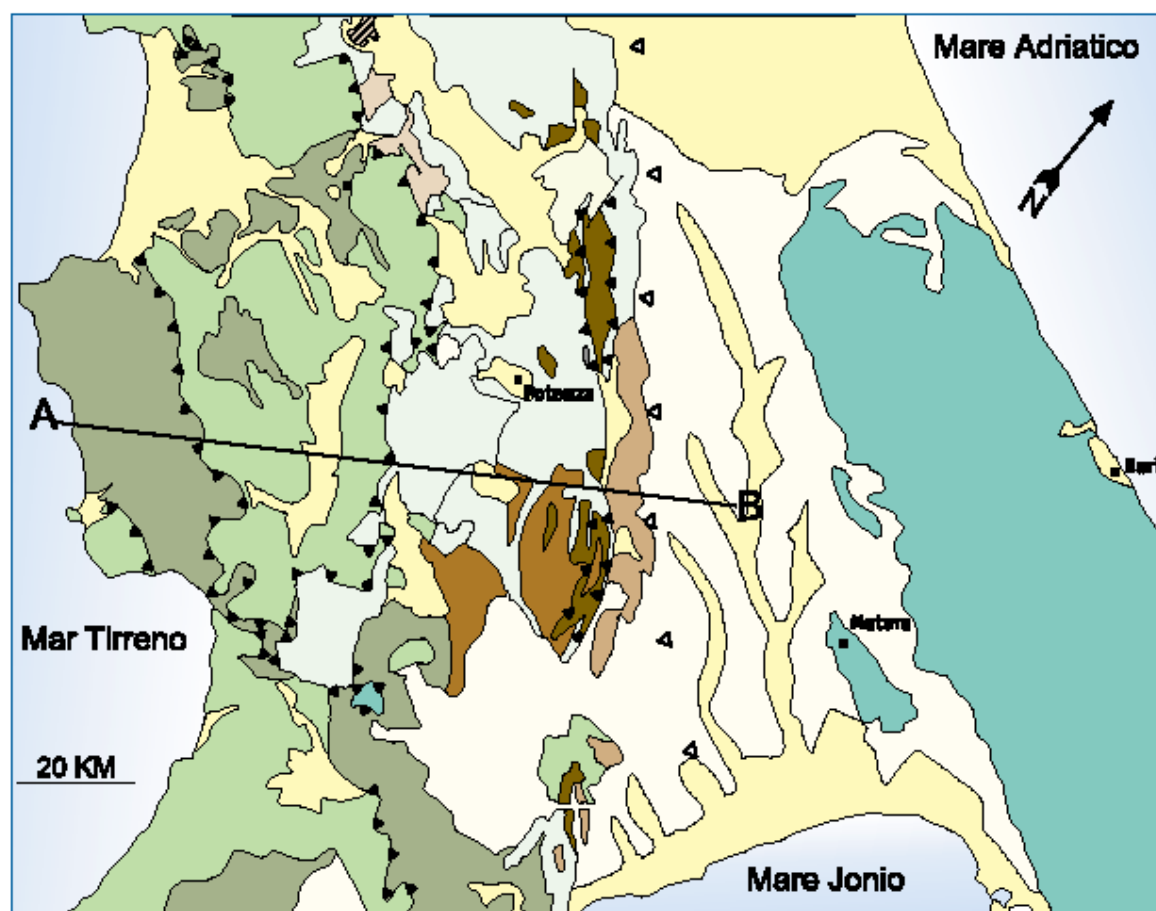
La costruzione della catena si è articolata attraverso le fasi di *rifting* e di *spreading* del Triassico-Giurassico legate ai grandi processi estensionali e/o trastensionali che coinvolgono il margine occidentale della Placca adriatica, seguite da grandi processi d'inversione tettonica e di raccorciamento innescati dalle fasi di collisione continentale, cui si sovrappongono processi di distensione e processi di tettonica trascorrente legati all'apertura del Tirreno.

Le fasi di convergenza continentale, con subduzione di crosta oceanica, hanno portato, nell'Oligocene, all'inizio della collisione continentale.

Dal punto di vista morfologico, il territorio è costituito prevalentemente dalla catena montuosa dell'Appennino Lucano, che, a partire dal settore settentrionale della Basilicata, si dispone ad arco lungo il bordo occidentale della stessa e culmina a sud nei rilievi della catena del Pollino segnando il confine con la Calabria.

Le quote non sono elevate e si abbassano verso est, nell'ampia fascia collinare del Materano sino a giungere alle piane del Metapontino, della Murgia pugliese e della valle dell'Ofanto. Il territorio risulta caratterizzato da un esteso reticolo idrografico dove sono presenti alcuni dei corsi d'acqua principali quali il Bradano, il Basento, il Cavone, l'Agri ed il Sinni, che, dopo aver attraversato con andamento pressoché parallelo una parte della regione in direzione nord-ovest sud-est, sfociano nel Mare Ionio.

Fanno parte del sistema idrografico lucano anche tratti di altri importanti corsi d'acqua, quali l'Ofanto (che sfocia nell'Adriatico) ed il Noce, il Melandro ed il Platano (che sfociano nel Tirreno).



(Modificato da: Piniato, Pansa & Tassinari, 2001)

Schema idrologico

Sotto il profilo idrologico, l'estrema diffusione del reticolo idrografico, nonché la presenza di numerosi invasi, nonostante la modesta estensione del territorio (circa 9.000 Km²), garantiscono apporti meteorologici di rilievo rispetto agli altri bacini contermini e contribuiscono, in modo significativo, alla modellazione morfologica del territorio e dei versanti. Il territorio della Basilicata comprende 6 bacini:

BACINI INTERREGIONALI

- Bacini tributari del mar Tirreno Bacino del Noce (Basilicata-Calabria)
- Bacini tributari del mare Ionio
- Bacino del Bradano (Basilicata-Puglia)
- Bacino del Sinni (Basilicata-Calabria)

BACINI REGIONALI

- Bacini tributari del mare Ionio
- Bacino dell'Agri
- Bacino del Cavone
- Bacino del Basento

I bacini imbriferi, escludendo il Noce, presentano una caratteristica forma a martello che muovendo dalla dorsale Appenninica Irpina a nord-ovest, in direzione sud-est, perdono la morfologia gerarchizzata tipica dell'Appennino Meridionale e degradano rapidamente realizzando un pettine di cinque zone vallive strette tra spartiacque che si fondono, dando origine alla pianura alluvionale litorale ionica.

Questa morfologia dei bacini imbriferi fa sì che nella parte apicale vi sia una fitta rete idrografica secondaria caratterizzata da pendenze considerevoli e tempi di corrivazione piccoli cui corrisponde una notevole energia cinetica, significativi fenomeni di erosione e trasporto solido e, conseguentemente, fenomeni di instabilizzazione dei versanti per scalzamento al piede.



 Bacino Fiume Bradano	 Bacino Fiume Agri
 Bacino Fiume Basento	 Bacino Fiume Sinni
 Bacino Fiume Cavone	 Bacino Fiume Noce

Relativamente alle infrastrutture di carattere idraulico, è significativo far presente che sul territorio del Bacino esistono numerosi invasi e traverse che interessano i principali corsi d'acqua, come di seguito specificato.

Bacino del Sinni	Invaso di Cogliandrino - Invaso di Monte Cotugno Traversa Sarmento - Traversa Santa Laura
Bacino dell'Agri	Invaso di Marsico Nuovo - Invaso del Pertusillo Traversa Agri - Traversa Sauro - Traversa Gannano
Bacino del Basento	Invaso Pantano di Pignola - Invaso del Camastra Traversa Trivigno
Bacino del Bradano	Invaso di Acerenza - Invaso di Genzano Invaso di San Giuliano - Invaso del Basentello

Sfruttamento delle risorse idriche

L'agricoltura rappresenta uno dei settori che basa la sua attività sull'uso delle risorse naturali, in particolare suolo e acqua. In Basilicata riveste il duplice ruolo di controllo del degrado idrogeologico ma anche di causa: lo sviluppo di colture intensive, frutto di scelte commerciali aggressive, l'abbandono delle colture marginali, la scarsa pianificazione di territorio e risorse idriche hanno innescato processi di degrado del suolo, di salinizzazione della falda e inquinamento delle acque.

La risposta risiede nella promozione di pratiche agricole più ecocompatibili e nell'uso più razionale delle risorse irrigue, dal momento che proprio la loro mancanza è da considerarsi una delle principali cause di desertificazione.

A questo si aggiunge una gestione non sostenibile delle risorse naturali causata da un incremento dei fabbisogni idrici non coerente con la disponibilità della risorsa, da incendi boschivi e da una urbanizzazione non pianificata.

Sullo sfruttamento delle risorse idriche sotterranee non esistono dati sufficienti sulle caratteristiche idrogeologiche delle falde, sui prelievi e sulla qualità chimico-fisica per stimare il degrado delle risorse.

Gli studi più recenti mettono in luce che le variazioni climatiche a cui stiamo assistendo tendono a modificare l'estensione delle zone aride, ad amplificare gli eventi siccitosi e a moltiplicare gli effetti erosivi della pioggia.

La situazione meteorologica che si è venuta a delineare negli ultimi anni, caratterizzata da una diminuzione delle precipitazioni soprattutto nel periodo autunnale e invernale, non permette un efficace riempimento degli invasi limitando, per quanto detto, le disponibilità di acqua nelle regioni che dipendono in maniera quasi esclusiva dalla risorsa accumulata nei serbatoi artificiali.

Risposte

Tra i provvedimenti presi nel campo delle acque si ricordano:

1. DPCM del 21 dicembre 2001, Emergenza idrica
2. con Ordinanza Ministeriale n. 3187 del 22 marzo 2002 sono state impartite "disposizioni urgenti per fronteggiare l'emergenza nel settore dell'approvvigionamento idrico, del trasporto e della distribuzione delle acque per i diversi usi nella Regione Basilicata".

4.2.2. Degrado dei corpi idrici superficiali

Fiumi

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

In un'indagine del 1988 si evidenziano segni di degrado e inquinamento microbiologico lungo tutti i corsi d'acqua, riconducibili alla presenza di scarichi con o senza depurazione.

Da una indagine sui dati del 1997 la circolazione idrica superficiale risulta sufficiente con situazioni variabili nei diversi tratti dei corsi d'acqua. In generale la principale fonte di inquinamento deriva, anche in questo caso, da scarichi depurati e non depurati che si riversano nei fiumi. In taluni casi anche i livelli di azoto ammoniacale nitrico e fosforo risultano elevati: la presenza di azoto ammoniacale è da ricondurre agli scarichi civili, mentre il fosforo e i nitrati hanno provenienze diverse.

- *Basento*

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

Da: Il Fiume Basento (2001)

Da: La Qualità Delle Acque Del Fiume Basento (1997/1999)

Si rilevano elevati livelli di inquinanti azotati:

- NH_4
- Azoto nitroso

Da una indagine del 1987-88 (progetto Lontra) il fiume, monitorato su 5 stazioni, presentava classe di qualità 1(indice IBE) su quattro di esse, mentre la restante si collocava in classe 3.

Da una indagine del 1992 (Operazione Fiumi) il fiume, monitorato su 6 stazioni, presentava un valore medio dell'indice IBE che lo colloca in classe 3.

In una pubblicazione La.T.I.B.I. si riportano i risultati di un monitoraggio effettuato tra il 1997 e il 1999: il fiume è stato suddiviso in 10 stazioni di cui si riportano i risultati delle analisi sui campioni. Non è fornito un giudizio di qualità né una classificazione del corpo idrico.

- *Bradano*

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

Si rilevano elevati livelli di inquinanti azotati:

- NH_4
- Azoto nitroso

- *Agri*

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

Si rilevano elevati livelli di inquinanti azotati:

- NH_4
- Azoto nitroso

In una indagine del 1987-88 (progetto Lontra) il fiume, monitorato su 11 stazioni, presentava classe di qualità 1 (valore medio dell'indice IBE pari a 11).
Da una indagine del 1992 (Operazione Fiumi) il fiume, monitorato su 7 stazioni, presentava un valore medio dell'indice IBE che lo colloca in classe 1.

Laghi

- *Lago di Camastra*

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

Si rilevano presenze di NH_4 .

- *Lago di Basentello*

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

Si rilevano presenze di fosforo.

- *Lago del Pertusillo*

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

Si rilevano fenomeni di *eutrofizzazione*.

Da: Valutazione Del Livello Trofico Del Lago Di Pietra Del Pertusillo (1977 e 1997)

Uno studio sull'eutrofizzazione, effettuato nel 1977 (Pallanza), colloca il lago ad un livello mesotrofico che, secondo le ipotesi dello studio successivo La.T.I.B.I., potrebbe evolversi ulteriormente verso uno scenario di ulteriore eutrofizzazione.

- *Lago di Rendina*

Da: Ricognizione E Classificazione Dei Corpi Idrici Della Regione Basilicata (1997/1999)

Si rilevano fenomeni di *eutrofizzazione*

4.2.3. Degrado dei corpi idrici sotterranei

Da uno studio (La.T.I.B.I.) sulla vulnerabilità (punteggio Sintacs) dell'acquifero carbonatico dei Monti Lauria si rileva la possibilità di contaminazione da parte di alcune discariche in abbandono.

4.2.4. Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche

Distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee e suddividendo queste ultime in acquiferi superficiali, profondi e incerti (cioè non chiaramente ascrivibili né a quelli superficiali o a quelli profondi), i risultati della ricerca nella Regione Basilicata sono stati sintetizzati nella seguente tabella:

- Tabella 4.2.1: Degrado dei corpi idrici superficiali (riportata a pag. 88).

In questa tabella, per ogni fenomeno di degrado osservato, sono riportati tutti gli elementi caratteristici per la localizzazione geografica e per la sistematizzazione secondo i criteri proposti, basati rispettivamente sulla tipologia di degrado e sul modello

DPSIR: per ogni fenomeno sono inoltre riportati il periodo di riferimento e un codice di “riferimento GIS”, attraverso il quale è possibile accedere alla fonte bibliografica da cui è stato tratto.

I fenomeni di degrado censiti nelle tabelle vengono di seguito analizzati con riferimento ai due criteri di sistematizzazione. Per il modello DPSIR si è ritenuto particolarmente significativo mettere in evidenza, tra tutti gli indicatori/indici riportati nelle tabelle, le **Driving Forces**, indicando tra parentesi anche le relative **Pressures**, associate alle tipologie di degrado.

4.2.4.1 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico*: F. Bradano, F. Basento
- **eutrofizzazione (EU):** *con eutrofizzazione estesa a tutto il corpo idrico*: Lago Pertusillo;
- **inquinamento da batteri e virus (BV):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico*: F. Bradano.

4.2.4.2 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **impianti di trattamento reflui civili (emissione reflui civili – CI):** F. Basento;
- **altre opere antropiche (pressione antropica):** F. Basento.

Al fine di fornire una rappresentazione sinottica delle caratteristiche e della distribuzione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche regionali, le figure 4.2.1 e 4.2.2 riportano, in forma grafica, le tipologie di degrado e le Driving Forces dei corpi idrici superficiali.

L e g e n d a T a b e l l e	
CO	Inquinamento chimico organico
CI	Inquinamento chimico inorganico non metallico
SL	Salinazione
EU	Eutrofizzazione
MP	Metalli pesanti
BV	Batteri e virus
DQ	Degrado quantitativo
Altro	Agenti non definiti

Tabella 4.2.1 - Degrado dei corpi idrici superficiali della Basilicata

Codice	Corpo idrico superficiale/ localita'	Tipologia di degrado	Estensione del fenomeno	Driving Forces	Pressure	State	Impact	Response	Periodo di riferimento	RIFERIMENTO GIS
1	F. Bradano	CI	Esteso		Emissione reflui civili	Parametri chimico-fisici			1997	BA 1
2	F. Bradano	BV	Esteso		Emissione reflui civili	Parametri microbiologici			1997/1999	BA 1
3	F. Basento	CI	Esteso	Opere antropiche (Invasi)/ impianti di trattamento reflui	Emissione reflui civili/ Pressioni antropiche	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri chimico-fisici			2001	BA 3
4	L. Pertusillo	EU	Esteso						1977/1997	BA 4

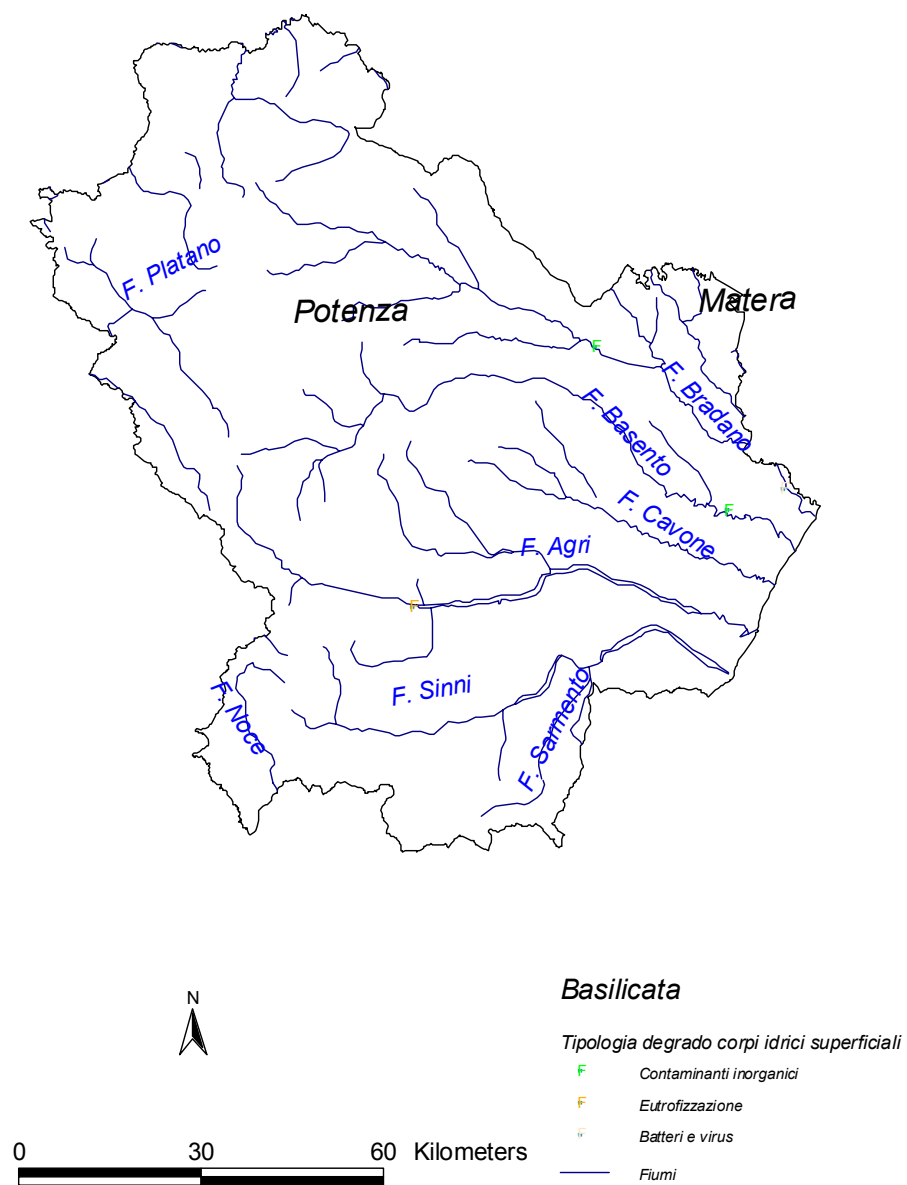


Figura 4.2.1

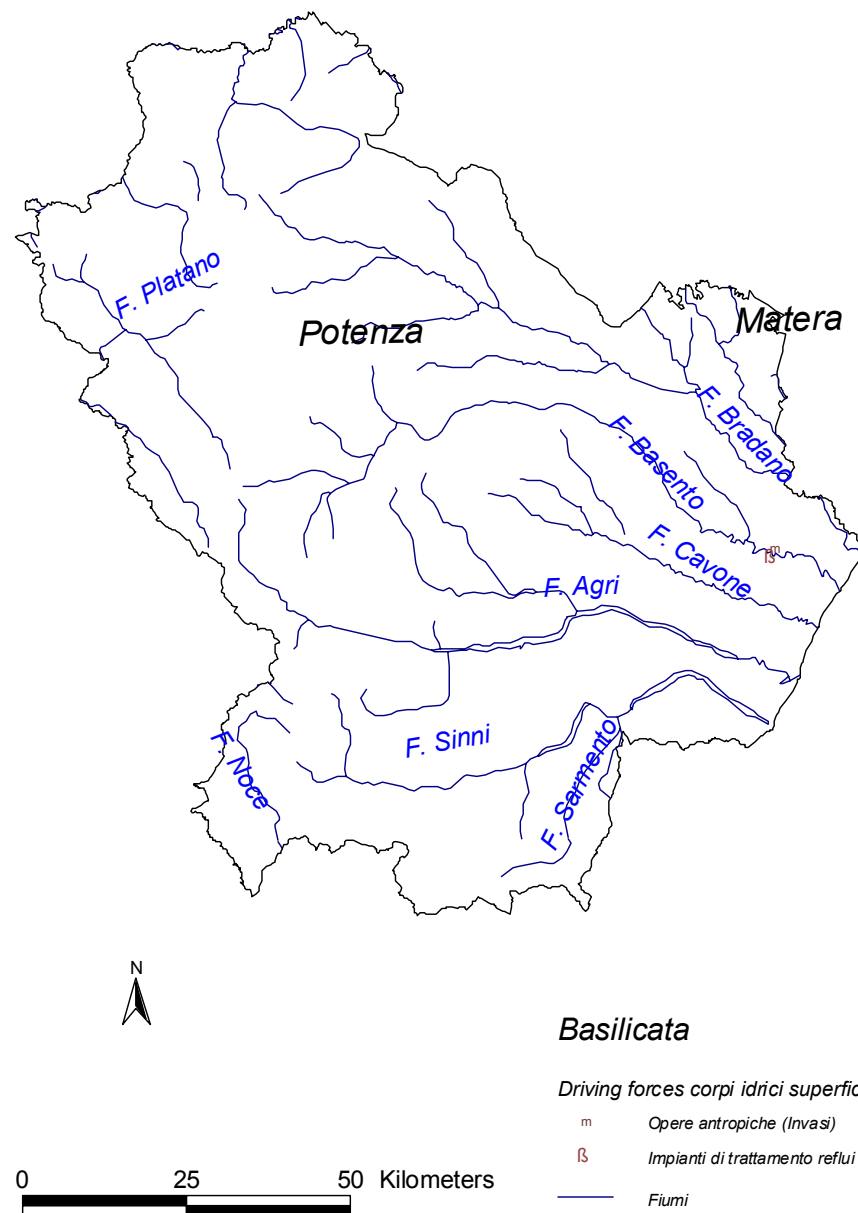


Figura 4.2.2

4.3 Calabria

4.3.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione

Geologia e geomorfologia

L'ossatura principale della regione è costituita prevalentemente da rocce cristalline, principalmente si tratta di rocce intrusive acide e di metamorfiti (Complesso Calabride) costituenti la quasi totalità dei rilievi della Sila, delle Serre e dell'Aspromonte formatisi nell'arco di tempo che va dall'arcaico al pretriassico, e da rocce sedimentarie -rocce carbonatiche affioranti al confine Calabro-Lucano e nella Catena Costiera; terreni sedimentari detritici prevalentemente lungo il bordo ionico meridionale, in Sila Piccola ed in particolare affiorano estesamente lungo le valli di numerosi fiumi della Calabria; terreni flyschiodi affioranti diffusamente in Calabria ed aventi caratteristiche meccaniche fortemente dipendenti dalle proporzioni dei litotipi costituenti. I terreni appartenenti a questo gruppo sono fortemente soggetti a fenomeni franosi, specie di tipo colata, le cui mobilitazioni spesso sono conseguenti ai periodi piovosi.

La Calabria è una delle regioni italiane che registra il più alto numero di dissesti. Le cause di questo dato di instabilità sono essenzialmente legate a fattori morfologici, litologici, tettonici e climatici.

La Calabria, pur priva di cime molto elevate, è una delle regioni più montuose d'Italia. Infatti, il 42% del territorio è occupato da monti, il 49% di colline e solo il 9% è costituito da pianure. L'altitudine media del territorio è di 556 m. La Regione può essere suddivisa in cinque unità morfologiche:

il massiccio calcareo Mesozoico-Terziario del Pollino, posto al confine con la Basilicata, rappresenta la parte più alta dell'intera Regione.

- la Catena Costiera Tirrenica, costituita da terreni metamorfici paleozoici e mesozoici e da terreni sedimentari neogenici, il cui asse, pressoché rettilineo, segue la costa ad una distanza che, in alcuni tratti, è di soli 7 km.
- l'Altopiano Silano, un massiccio granitico paleozoico di forma quadrangolare, che si eleva nel cuore della Calabria, ha una superficie di 3300 kmq ed un'altitudine media di 1300 m.
- simile alla Sila dal punto di vista morfologico sono le Serre, che si configurano come due catene parallele costituite da rocce granitiche e metamorfiche, separate tra loro dalla valle dell'Ancinale. L'incisione del Mesima divide le Serre dal tozzo quadrilatero del Poro, alto mediamente 500 m.
- l'Aspromonte, costituito anch'esso da masse granitiche e metamorfiche nonché da terreni sedimentari neogenici, è collegato da una breve dorsale alle Serre. Esso rappresenta le ultime propaggini dell'Appennino Calabrese.

Le pianure calabresi sono poco estese ed ubicate in corrispondenza della parte terminale dei maggiori fiumi.

Le più vaste pianure costiere sono: la Piana di Gioia Tauro che si estende per 450 kmq, la Piana di Sibari (300 kmq), di Crotone o del Marchesato (370 kmq), di Sant'Eufemia (250 kmq), di Scalea (75 kmq) e di Locri (50 kmq).

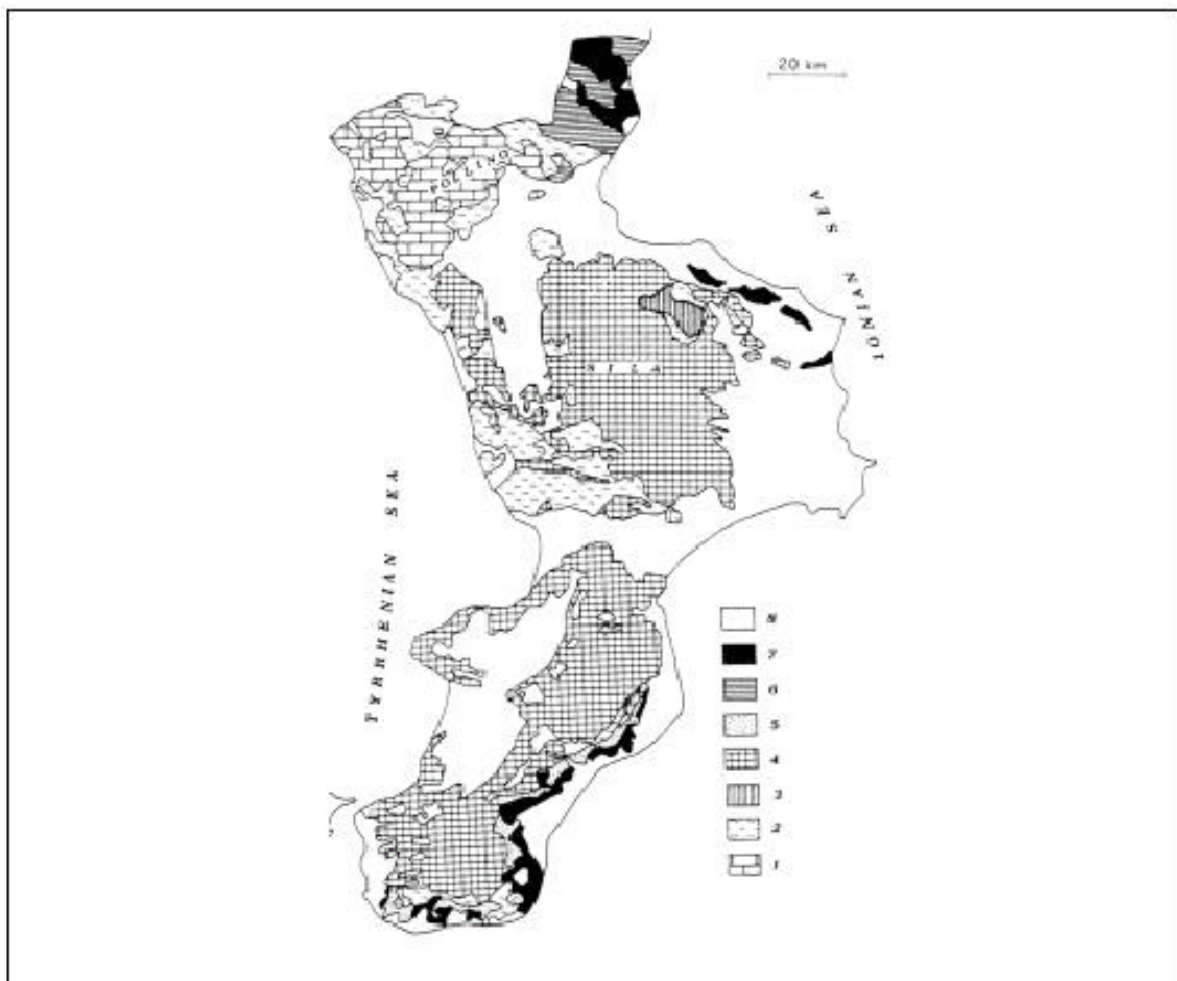


Fig. 1 – Principali complessi rocciosi della Calabria

Le unità sono raggruppate in base ai loro principali componenti litologici: 1) Principali unità carbonatiche Appenniniche e coperture carbonatiche delle unità Alpine (Calabria meridionale), 2) Unità metamorfiche di grado medio – basso con ofioliti, 3) Sequenze sedimentarie flyscioidi; 4) Rocce intrusive e metamorfiche di grado medio-alto delle unità Alpine; 5) Depositi torbiditici grossolani, 6) Coltri flyscioidi prevalentemente marnoso – argillose, 7) Coltri flyscioidi con strutture caotiche, 8) Unità sedimentarie autoctone di età compresa tra il Miocene e l'Olocene.

Fonte: Sorriso Valvo M.,(1993).

Con un'alta frequenza, inoltre, il territorio viene colpito da eventi meteorici che innescano o riattivano fenomeni franosi, accelerano processi erosivi e causano inondazioni e straripamenti dei corsi d'acqua.

Di seguito viene riportata la carta delle permeabilità e la relativa legenda.

Tabella 3.1 - Categorie di terreni e superfici relative per zona

Zone	Superficie parziale dei terreni						Superficie totale di ogni zona
		Permeabili di bassa quota	Permeabili	Poco Permeabili	Imper. se compatti. Perme. se alterati	Impermeabili	
I	Kmq	119	157	10	-	538	824
	%	14,4	19,1	1,2	-	65,3	
II	Kmq	162	1243	-	234	833	2472
	%	6,5	50,3	-	9,5	33,7	
III	Kmq	183	218	130	326	655	1512
	%	12,1	14,4	8,6	21,6	43,3	
IV	Kmq	122	496	70	641	1270	2599
	%	4,7	19,1	2,7	24,7	48,8	
V	Kmq	14	383	-	613	581	1591
	%	0,9	24,1	-	38,5	36,5	
VI	Kmq	19	400	151	42	1131	1743
	%	1,1	22,9	8,7	2,4	64,9	
VII	Kmq	63	879	5	436	450	1833
	%	3,4	48	0,3	23,8	24,5	
VII	Kmq	90	416	-	22	742	1270
	%	7,1	32,8	-	1,7	58,4	
IX	Kmq	13	218	6	9	348	594
	%	2,2	36,7	10	1,5	58,6	
X	Kmq	17	757	49	-	259	1082
	%	1,6	70	4,5	-	23,9	
Totale	<i>Kmq</i>	<i>802</i>	<i>5167</i>	<i>421</i>	<i>2323</i>	<i>6807</i>	<i>15520</i>
	<i>%</i>	<i>5,2</i>	<i>33,3</i>	<i>2,7</i>	<i>15</i>	<i>43,8</i>	

Schema idrologico

La tormentata configurazione orografica della regione, la breve distanza che spesso intercorre tra i principali sistemi montuosi ed il mare ed il rilevante sviluppo litoraneo rispetto all'estensione territoriale, favoriscono il proliferare di corsi d'acqua brevi e di modesto bacino con pendenze medie accentuate.

Per effetto dei forti dislivelli che si riscontrano nei bacini, e della presenza di estese formazioni prevalentemente impermeabili, le acque di pioggia vengono smaltite quasi istantaneamente ed il regime dei corsi d'acqua riproduce in genere, più o meno fedelmente, l'andamento degli afflussi meteorici. Solo alcuni dei principali corsi

d'acqua, per la maggior parte provenienti dal massiccio Silano, hanno un regime più costante.

Pertanto alle stagioni piovose corrispondono i maggiori deflussi e quasi nulli, o molto modesti, risultano i deflussi della stagione estiva fino alle piogge del medio autunno.

Il Prof. Maione riporta che degli 8 miliardi di metri cubi che costituiscono il deflusso medio annuo dell'intera regione, solo il 10% si verifica d'estate. Il rimanente 90% si suddivide in parti uguali nell'inverno (45%) e nelle stagioni intermedie, primavera (25%) ed autunno (25%).

Le portate estive dei corsi d'acqua sono dovute quasi esclusivamente al contributo delle sorgenti che sgorgano nei loro bacini; e perciò raggiungono valori di qualche entità soltanto ove sono abbastanza diffuse le formazioni permeabili acquifere.

Nella tabella che segue, si riportano per alcuni bacini, oggetto di osservazioni sistematiche, i valori delle portate medie mensili ed annue, nonché i dati medi del bilancio idrologico annuo.

Tabella 3.2 Portate medie mensili ed annue e bilancio idrologico annuo per principali bacini idrografici della Calabria

Corso d'acqua	Stazione	portata media annua in l/sec*kmq	Bilancio idrogeologico annuo			
			Afflusso meteorico mm	Deflusso mm	Perdita apparente mm	Coefficiente di deflusso
Mucone (Crati)	Cecita	24,6	1361	778	583	0,57
Crati	Conca	19,6	1238	618	620	0,5
Coscile (Crati)	Camerata	20,4	1214	643	571	0,53
Esaro (Coscile)	La Musica	20,9	1427	659	768	0,46
Garga (Neto)	Torre Garga	21,2	1427	666	761	0,47
Tacina	Riviotto	33,2	1540	1047	493	0,68
Alli	Orso	25,4	1506	805	701	0,53
Corace	Grascio	23,9	1400	755	645	0,54
Ancinale	Razzona	34,3	1825	1080	745	0,59
Metramo (Carminie)	Carminie	23,2	1569	733	836	0,47
Amato	Marino	21,2	1439	672	767	0,47
Savuto	Ponte Savuto	25,6	1445	809	636	0,56
Lao	Piè di Borgo	30,2	1489	952	537	0,64
Noce	Le fornaci	32,6	1903	1029	874	0,54

Fonte: Le sorgenti italiane, elenco e descrizioni vol. VI Calabria. Servizio Idrografico - Ministero dei Lavori Pubblici (Consiglio Superiore)

Si rileva come le maggiori portate di magra spettano al Coscile (Crati), al Lao ed al Noce, bacini nei quali ricadono in maggiore misura le formazioni permeabili calcaree, che alimentano le più notevoli sorgenti della regione.

Nella tabella della pagina seguente si riportano i dati caratteristici dei bacini idrografici e dei principali corsi d'acqua della regione.

Tabella 3.3 Dati caratteristici dei bacini idrografici e principali corsi d' acqua della Calabria

N°	Bacini	S(Kmq)	Corsi d' acqua principali	S (Kmq)	L (Km)	P (%)
1	Tra Sinni e Saraceno	439	T. Ferro	122,2	18,8	1,56
2	Saraceno	86	Fiumara Saraceno	-	19	2,92
3	Tra Saraceno e Crati	266	T.Raganello	149,4	36,2	5,1
4	Crati	2577	F. Crati	-	81,4	2,14
			F. Busento	147,5	14,8	6,34
			F. Mucone	311,1	49	2,5
			F. Follone	132,4	34,2	2,47
			F. Gronde	106,8	23,8	4,33
			F. Esaro (esc.Follone)	408,2	41	28
			F.Coscile (esc. Esaro)	432,6	45	2,05
5	Tra Crati e Trionto	525	T.Coseria	85,8	24	4,58
6	Trionto	289	F.Trionto	-	40,5	3,2
			T.Laurenzana	101,5	23,5	3,4
7	Tra Trionto e Neto	617	F. Nica'	175,8	40	2
			T. Lipuda	157	26	2,48
8	Neto e Contermini	1179	F. Neto	1087,4	80,8	3
			F. Arvo	133,3	15	2,53
			F. Ampollino	90,1	18,8	-
			F. Lese	262,3	39,6	3,15
			F. Vitrovo	183,9	43	1,95
9	Tra Neto e Tacina	436	Esaro di Crotone	92	18,2	1,1
10	Tacina	421	F. tacina	-	58	2,72
			T.S. Antonio	84,5	22,8	5,79
11	Tra Tacina ed Alli	426	F. Crocchio	131,8	37,2	6,55
			F. Simeri	130,1	36,2	4,2
12	Alli	129	F. Alli		47	5,41
13	Tra Alli e Corace	66				
14	Corace	293	F. Corace		46	5,41
15	Tra Corace e Ancinale	245				
16	Ancinale	167	F. Ancinale		46,2	3,1
17	Tra Ancinale ed Allaro	486	F.ra Stilaro	96,7	27,9	6,28
18	Allaro e Contermini	171	F.ra Allaro	132,1	34,7	3,14
19	Turbolo e contermini	234	F. Turbolo	190,1	21,1	5,78
20	Tra Turbolo e Bonamico	371	F.ra Careri	91,4	12,6	0,95
21	Bonamico	138	F.ra Bonamico	-	26,4	9,55
22	Tra Bonamico e F.ra di Melito	531	F.ra La Verde	113,6	33,2	6,11
			F.ra Amendolea	150,4	38,3	4,79
23	F.ra di Melito e Contermini	118	F.ra di Melito	80,3	29,5	5,9
24	Tra F.ra di Melito e Gallico	318				
25	F.ra di Gallico e Contermini	75	F.ra di Gallico	58,9	23,7	8,11
26	Tra F.ra Gallico e Petrace	180				
27	Petrace	413	F. Petrace		10	0,42
			T. Marro	198,2	18,7	7,9
			T.Duverso	155,8	21,7	7,35
28	Tra Petrace e Mesima	49				
29	Mesima	707	F. Mesima		49,4	0,25
			F. Metramo	233,9	32,9	3,11
			F. Meropotamo	141,5	20,8	4
30	Tra Mesima e Angitola	475				
31	Angitola	199	F. Angitolo		21,7	4,37
32	Amato	566	F. Amato	467,6	56,2	1,65
			F. Peside	92,3	25,3	3,31
			F.S. Ippolito	139,8	20,4	4,63
33	Tra Amato e Savuto	146				
34	Tra Savuto e Contermini	411	F. Savuto	404,7	72,7	2,34
35	Tra Savuto e Abatemarco	614				
36	Abatemarco, Lao, Castrocuoco e minori	748	F. Abatemarco	66,5	21,6	8,33
			F. Lao	600,4	51	3,04
			T. Battentieri	84,4	20,2	3,71
			F. Argentino	116,8	17,7	7,4

Fonte: Le sorgenti italiane, elenco e descrizioni vol. VI Calabria. Servizio Idrografico Min.LLPP (Consiglio Superiore)

Sfruttamento delle risorse idriche a scopo agricolo

L'agricoltura intensiva incide sui comparti suolo e acqua, in particolare:

- l'uso poco controllato di fertilizzanti e di pesticidi rappresenta un'importante fonte di inquinamento diffuso delle acque superficiali e sotterranee, anche se specifici studi (Sequi P., 1989) dimostrano come le quantità di azoto, fosforo e di prodotti organici di sintesi provengano, in realtà, per massima parte da attività extragricole (industriali, scarichi urbani, piogge acide ecc.);
- l'eccessivo emungimento da pozzi delle acque di falda per l'irrigazione determina una progressiva salinizzazione delle stesse e l'utilizzo di acque salmastre per l'irrigazione ha conseguenze sulle caratteristiche del terreno e sulle colture e, in suoli con particolari caratteristiche geopedologiche, possono aggravare i fenomeni di desertificazione;
- la meccanizzazione spinta di terreni saldi nei bacini montani ed alto-collinari ad elevato rischio di erodibilità contribuiscono all'aumento della compattazione e costipazione del terreno e del ruscellamento delle acque e sono, quindi, concausa di dissesto idrogeologico insieme alla cementificazione selvaggia e alla non ben pianificata espansione urbanistica in aree a rischio.

In Calabria, in una scala di problematiche agroambientali, l'approvvigionamento idrico a fini irrigui e la corretta gestione delle risorse suolo e acqua rappresentano sicuramente i fattori prioritari in un quadro di agricoltura ecosostenibile.

Siccità e desertificazione

La Regione Calabria è stata tra le prime Regioni ad approntare un censimento delle realtà a rischio di siccità e desertificazione. È stato condotto un primo studio nell'ambito del *Programma regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione*, curato dagli organismi tecnici ed istituzionali dell'Autorità di Bacino Regionale, con la partecipazione di tutti gli enti regionali e non, Consorzi di Bonifica, Comunità Montane, Dipartimenti regionali, Amministrazioni Provinciali, Parchi ed altri Enti locali che insistono sul territorio regionale, al fine di avviare studi e monitoraggi specifici per prevenire il degrado irreversibile delle terre e per individuare gli interventi di mitigazione più opportuni e urgenti.

Analizzando nello specifico i diversi processi di degrado associati alla desertificazione, rispetto ai problemi di siccità e disponibilità della risorsa idrica, va detto che l'aumento della frequenza di eventi siccitosi, intesi come riduzione delle precipitazioni rispetto al dato medio atteso dell'area, è un fenomeno che colpisce sempre più non solo regioni e territori "storicamente" con problemi di approvvigionamento, ma sta diventando, ormai, un problema diffuso in ampie aree del pianeta. In Calabria, l'Ufficio Idrografico e Mareografico di Catanzaro, in collaborazione con l'Università della Calabria (Dipartimento difesa del suolo), ha già in corso di realizzazione, nell'ambito del il programma operativo INTERREG II C (finanziato con fondi europei), un sistema finalizzato alla segnalazione ed alla previsione di eventi di siccità. Il sistema si basa sul telerilevamento in tempo reale di parametri climatici ed idrologici superficiali e sotterranei, i quali, gestiti tramite un sistema informativo geografico, consentono di

effettuare elaborazioni specifiche mediante l'impiego di modelli matematici. L'obiettivo è di fornire informazioni sul territorio interessato da fenomeni siccitosi, attraverso grandezze climatiche ed idrologiche di base, nonché l'elaborazione di indici di siccità, che consentano di mettere in atto le opportune misure di salvaguardia per far fronte alle situazioni di deficit idrico. È in corso, inoltre, una campagna di misure di portata sulle principali sorgenti del territorio che va ad aggiornare il censimento condotto negli anni '30 dal Servizio Idrografico.

La situazione degli invasi calabresi interessanti gli schemi irrigui al settembre 2000 è riportata nella tabella seguente, nella pagina successiva.

Tabella 4.1: Stato di riempimento degli invasi calabresi al settembre 2000

	Invaso	Capacità massima utile in ML. mc	Volumi al 30-04-2000	Volumi al 30-08-00	Volumi al 30-04-1999
Consorzi Raggruppati delle Provincie di Catanzaro e Crotone	Angitola	21.000.000	11.900.000	6.766.000	7.000.000
	Arvo	71.000.000	27.026.000	9.000.000	35.000.000
	Ampollino	64.500.000	26.846.000	7.000.000	22.800.000
	Passante	35.000.000	12.669.000	3.600.000	16.000.000
	S. Anna	16.000.000	11.500.000	3.000.000	10.000.000
Totale		207.500.000	89.939.026		
Consorzi raggruppati della Prov. di Reggio Cal.	Petrace	00	00	00	00
	Lordo	9.000.000	5.000.000	n.d	00
Consorzio Sibari Valle Crati	Tarsia	16.000.000	5.000.000 (al 16-05-2000)	n.d	n.d
	Esaro	38.850.000	12.000.000		

Fonte: INEA

4.3.2 Degrado dei corpi idrici superficiali

- *Regione Calabria*

Da: Stato Dell'irrigazione In Calabria (1997/1999)

la Regione ha fornito i dati relativi al monitoraggio qualitativo svolto ai sensi dell'Ex D.lgs. 130/92 sulla qualità dei corsi d'acqua superficiali richiedenti protezione e miglioramento per essere idonei alla vita dei pesci. Il monitoraggio effettuato dalla Regione nell'arco del triennio 1997-'99 ha riguardato principalmente la rilevazione dei più comuni parametri chimico-fisici. La maggior parte dei corpi idrici risulta solo "parzialmente monitorato", con una copertura del monitoraggio intorno al 10-15 % dei campionamenti previsti, mentre per tutta la provincia di Reggio Calabria il monitoraggio è risultato insufficiente ai fini della classificazione.

Per quanto riguarda la classificazione, le acque di 11 fiumi su 18 sono definite "salmonicole", quindi atte a supportare comunità animali più sensibili ed esigenti.

Rispetto, invece, alla conformità delle acque agli standard qualitativi richiesti dal decreto, l'attribuzione risulta sempre incerta e viene data "con riserva". Pur con tali premesse, non sembrano esserci nei corsi d'acqua calabresi livelli di inquinamento particolarmente preoccupanti rispetto agli indicatori di inquinamento organico.

- *Fiume Neto*

Da: Il Fiume Neto (2001)

La pubblicazione di Legambiente riferisce dello stato di qualità del fiume Neto rilevato in base all'indice IBE. Dieci campionamenti sono stati effettuati lungo il corso principale del Neto e uno sull'affluente Lesa. Dei dieci punti del corso principale quattro sono risultati in I classe; stesso numero è risultato in III classe (ambiente inquinato); il restante 20% è rientrato nella II classe di qualità. Se quindi la situazione del Neto non è delle peggiori a livello nazionale, il fiume è comunque minacciato dalla insufficienza della rete di depurazione, dalle captazioni indiscriminate delle acque e dalle escavazioni in alveo. In particolar modo il problema delle captazioni idriche interessa il bacino del Neto fin dalle sorgenti con la realizzazione di invasi artificiali con rischi per l'equilibrio ecologico dell'ecosistema fluviale.

4.3.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei

- *Regione Calabria*

Da: Stato Dell'irrigazione In Calabria (1999/2000)

In tutta la Calabria sono stati riscontrati processi antropici di degrado, in particolare: ingresso del cuneo salino, salinizzazione delle acque di falda superficiale, processi di subsidenza legati all'emungimento di acqua da falde profonde in pressione, incremento della frequenza di crisi di siccità, degrado di acqua da inquinamento. È stata, infatti, rilevata una tendenza all'allargamento dei cunei marini nelle falde acquifere in corrispondenza delle zone a più alto sfruttamento agricolo. In particolare le zone a più alto rischio sono:

- Piana di Sibari (fascia costiera jonica)
- Fascia Cariatì-Crotone
- Piana di Sant'Eufemia
- Piana di Rosarno (fascia costiera fra Nicotera e il Porto di Gioia Tauro)
- Area dello Stretto.

In 15 siti calabresi si sono evidenziate presenze o rischi di inquinamento (tabella seguente), di origine prevalentemente puntuale, sia organico che inorganico. Nella gran parte dei casi si tratta o di inquinamento inorganico (agricolo, da intrusione marina o da discarica di rifiuti), o di inquinamento microbiologico (civile e zootecnico), mentre solo in un caso, a Gioia Tauro, gli inquinanti sono prevalentemente organici non biodegradabili (origine industriale). In provincia di Cosenza, inoltre, è evidente il problema della gestione e dello smaltimento dei rifiuti solidi in discariche, data la prevalenza di inquinanti organici e di metalli pesanti, che arrivano per percolazione alle falde da discariche non efficienti o abusive.

Tabella 4.5 - Acquiferi contaminati in Calabria – Regione Calabria 2000

COMUNE	ORIGINE	SOSTANZE INQUINANTI
<i>Cosenza</i>		
Bisignano	Discarica rifiuti	Metalli pesanti e altri composti organici
Casole Bruzio	Discarica rifiuti	Metalli pesanti e altri composti organici
Castrolibero	Discarica rifiuti	Metalli pesanti e altri composti organici
San Fili	Discarica rifiuti	Metalli pesanti e altri composti organici
Spezzano Albanese	Civile	Parametri microbiologici
Spezzano Albanese	Civile	Parametri microbiologici
Spezzano Albanese	Civile	Parametri microbiologici
Spezzano Albanese	Civile	Parametri microbiologici
<i>Catanzaro</i>		
Girifalco	Zootecnica	Parametri microbiologici
Spilinga	Agricola	Anioni
<i>Reggio Calabria</i>		
Gioia Tauro, Palmi	Industriale	Parametri fisici e/o organolettici
Reggio Calabria	Intrusione marina	Anioni
Reggio Calabria	Intrusione marina	Anioni
Reggio Calabria	Intrusione marina	Anioni
Villa San Giovanni	Intrusione marina	Anioni

Fonte: Primo Rapporto sullo stato dell'ambiente in Calabria – 2000, su dati IRSA-CNR, 1999

Un particolare approfondimento merita l'inquinamento di tipo chimico-fisico, legato ai fenomeni di intrusione marina, che risulta rilevante nella provincia di Reggio Calabria. In realtà, in tutta la Calabria il problema della salinizzazione delle acque si riscontra in particolare lungo le coste (le zone più a rischio sono le piane di Sibari, Cariati-Crotone, l'area dello Stretto di Messina) e sulle pianure tirreniche (Gioia Tauro, S. Eufemia), con valori di cloro nell'acqua sopra il limite di potabilità.

Le cause vanno ricercate nello sfruttamento delle risorse idriche sotterranee per le attività produttive (agricoltura, industria, insediamenti umani).

Da: Sistema Di Supporto Alla Gestione E Tutela Delle Risorse Idriche Sotterranee (2001)

La pubblicazione riporta i risultati di tre indagini con diverse finalità, compiute nella piana di Sibari.

La seconda indagine riporta i risultati di un (breve) monitoraggio dei parametri chimico-fisici delle acque realizzato su 14 pozzi distribuiti omogeneamente sull'area e di una sorgente. Valori elevati di conducibilità sono attribuiti a circuiti idrici caratterizzati da maggiore permanenza nelle rocce serbatoio, mentre il basso tenore dei cloruri denuncerebbe l'assenza di intrusione salina, sia nella falda profonda che in quella superficiale. In generale l'acquifero viene inserito in CLASSE B, corrispondente ad un basso impatto antropico, con moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa e sostenibile sul lungo periodo. La struttura della falda è adeguatamente protetta da contaminazioni antropiche e le caratteristiche chimiche dipendono solo dalle proprietà mineralogiche della roccia serbatoio.

4.3.4 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche

Distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee e suddividendo queste ultime in acquiferi superficiali, profondi e incerti (cioè non chiaramente ascrivibili né a quelli superficiali o a quelli profondi), i risultati della ricerca nella Regione Calabria sono stati sintetizzati nelle seguenti tabelle (riportate nella pagina 103 e seguenti):

- Tabella 4.3.1: Degrado dei corpi idrici superficiali;
- Tabella 4.3.2: Degrado degli acquiferi.

In dette tabelle, per ogni fenomeno di degrado osservato, sono riportati tutti gli elementi caratteristici per la localizzazione geografica e per la sistematizzazione secondo i due criteri proposti, basati rispettivamente sulla tipologia di degrado e sul modello DPSIR: per ogni fenomeno sono inoltre riportati il periodo di riferimento e un codice di “riferimento GIS”, attraverso il quale è possibile accedere alla fonte bibliografica da cui è stato tratto.

I fenomeni di degrado censiti nelle tabelle vengono di seguito analizzati con riferimento ai due criteri di sistematizzazione. Per il modello DPSIR si è ritenuto particolarmente significativo mettere in evidenza, tra tutti gli indicatori/indici riportati nelle tabelle, le **Driving Forces**, indicando tra parentesi anche le relative **Pressures**, associate alle tipologie di degrado.

4.3.4.1 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** con inquinamento puntuale: F. Neto;
- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro):** con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico: F. Raganello, F. Battederio, F. Abatemarco, F. Angitola, F. Fosso Maligna, F. Cannalia, F. Scuotrapiti, F. Decimo, F. Mesima, F. Petriano, F. Cerasia, F. Lanzo, F. Amello, F. Rosario, F. Mare Potamo, F. Scomari, F. Molini, F. Annescia; con inquinamento puntuale: F. Neto.

4.3.4.2 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **impianti di trattamento reflui civili (emissione reflui civili – CI):** F. Neto;
- **altre opere antropiche (pressione antropica - altro):** F. Neto.

4.3.4.3 Degrado degli acquiferi: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico organico (CO):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero; Gioia Tauro, Palmi;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: Bisignano, Casole Bruzio, Castrolibero, San Fili, Spilinga;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: Gioia Tauro, Reggio Calabria, Villa S. Giovanni, fascia costiera Cariati-Crotone, piana di S. Eufemia, piana di Rosamo, area dello Stretto di Messina;

- **inquinamento da metalli pesanti (MP):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: Bisignano, Casole Bruzio, Castrolibero, San Fili;
- **inquinamento da batteri e virus (BV):** con inquinamento esteso a tutto l'acquifero: Spezzano Albanese, Giri Falco;

4.3.4.4 Degrado degli acquiferi: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **attività agricole (– CI):** Spilinga;
- **attività zootecniche (– BV):** Giri Falco;
- **insediamenti industriali (emissione di sostanze organiche – CO):** Gioia Tauro, Palmi;
- **discariche di rifiuti (pressione antropica – CI, MP):** Bisignano, Casole Bruzio, Castrolibero, San Fili;
- **insediamenti urbani (pressione antropica – BV):** Spezzano Albanese.

Al fine di fornire una rappresentazione sinottica delle caratteristiche e della distribuzione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche regionali, le figure 4.3.1, 4.3.2, 4.3.3 e 4.3.4 riportano, in forma grafica, le tipologie di degrado e le Driving Forces dei corpi idrici superficiali e degli acquiferi.

L e g e n d a T a b e l l e	
CO	Inquinamento chimico organico
CI	Inquinamento chimico inorganico non metallico
SL	Salinazione
EU	Eutrofizzazione
MP	Metalli pesanti
BV	Batteri e virus
DQ	Degrado quantitativo
Altro	Agenti non definiti

Tabella 4.3.1 - Degrado dei corpi idrici superficiali della Calabria

CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
1	F. Raganello	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
2	F. Battenderio	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
3	F. Abatemarco	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
4	F. Angitola	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
5	F. Fosso Maligna	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
6	F. Cannalia	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
7	F. Scuotrapiti	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
8	F. Decimo	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
9	F. Mesima	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
10	F. Petriano	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
11	F. Cerasia	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1

CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
						(IBE)				
12	F. Lanzo	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
13	F. Amello	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
14	F. Rosario	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
15	F. Marepotamo	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
16	F. Scornari	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
17	F. Molini	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
18	F. Annescia	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)			2000	CL 1
19	F. Neto	CI	Puntuale	Impianto di trattamento reflui	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)			2001	CL 2
20	F. Neto	Altro	Puntuale	Infrastrutture (dighe)	Pressione antropica				2001	CL 2

Tabella 4.3.2 - Degrado degli acquiferi della Calabria

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
1	Bisignano (CS)	MP	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
2	Bisignano (CS)	CI	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
3	Casole Bruzio (CS)	MP	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
4	Casole Bruzio (CS)	CI	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
5	Castrolibero(CS)	MP	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
6	Castrolibero(CS)	CI	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
7	San Fili (CS)	MP	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
8	San Fili (CS)	CI	Esteso	Discarica di rifiuti	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
9	Spezzano Albanese (CS)	BV	Esteso	Insedimenti urbani	Pressione antropica	Parametri microbiologici			1999/2000	CL 3
10	Girifalco (CZ)	BV	Esteso	Attività zootecniche		Parametri microbiologici			1999/2000	CL 3
11	Spiilinga (CZ)	CI	Esteso	Attività agricole		Parametri chimico-fisici			1999/2000	CL 3
12	Gioia Tauro (RC)	SL	Esteso		Pressione antropica/ Sovrasfruttamento	Salinazione			1999/2000	CL 3
13	Gioia Tauro, Palmi (RC)	CO	Esteso	Insedimenti industriali	Emissioni di sostanze organiche	Parametri chimico-fisici/ parametri organolettici			1999/2000	CL 3
14	Reggio Calabria	SL	Esteso		Pressione antropica/ Sovrasfruttamento	Salinazione			1999/2000	CL 3

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
15	Villa San Giovanni (RC)	SL	Esteso		Pressione antropica/ Sovrasfruttamento	Salinazione			1999/2000	CL 3
16	Fascia Costiera Cariati-Crotone	SL	Esteso		Pressione antropica/ Sovrasfruttamento	Salinazione			1999/2000	CL 3
17	Piana di S.Eufemia	SL	Esteso		Pressione antropica/ Sovrasfruttamento	Salinazione			1999/2000	CL 3
18	Piana di Rosarno	SL	Esteso		Pressione antropica/ Sovrasfruttamento	Salinazione			1999/2000	CL 3
19	Area dello stretto di Messina	SL	Esteso		Pressione antropica/ Sovrasfruttamento	Salinazione			1999/2000	CL 3

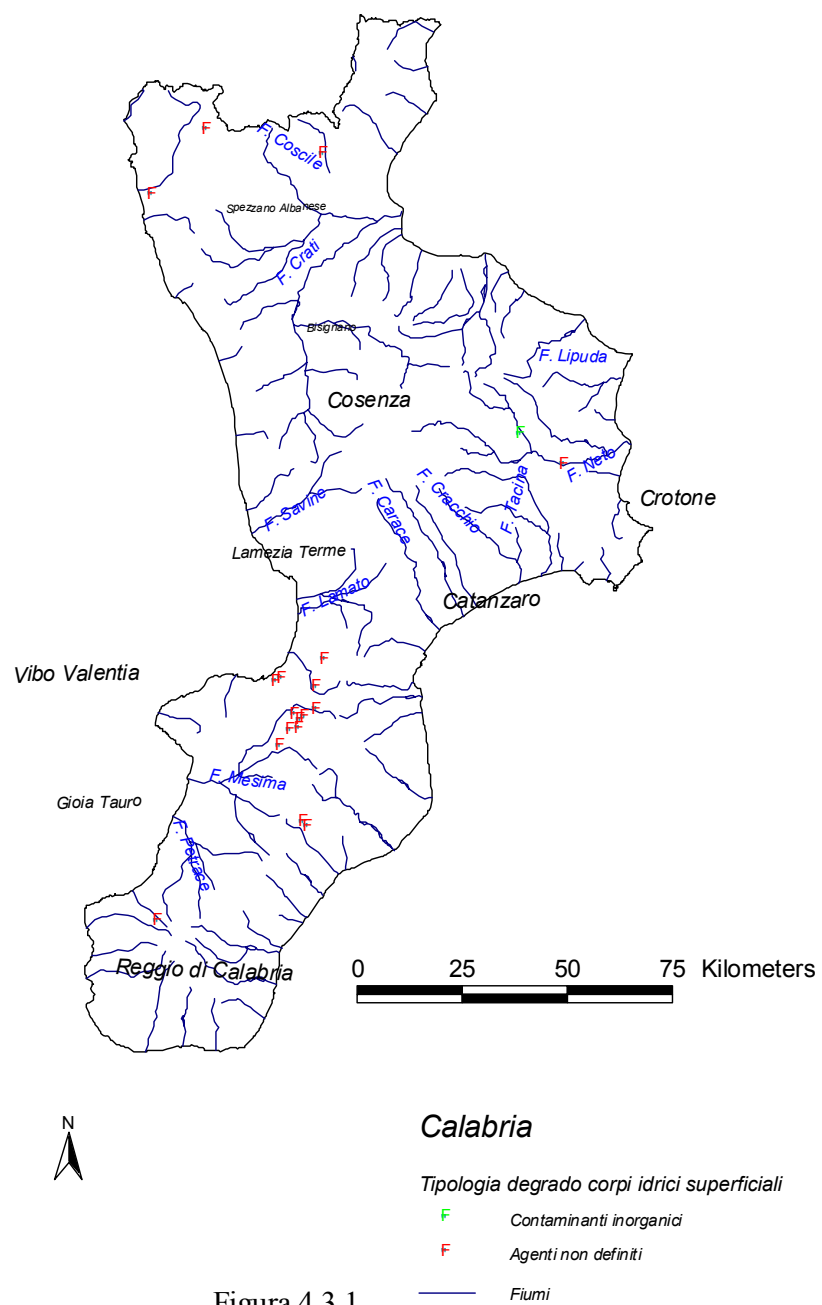


Figura 4.3.1

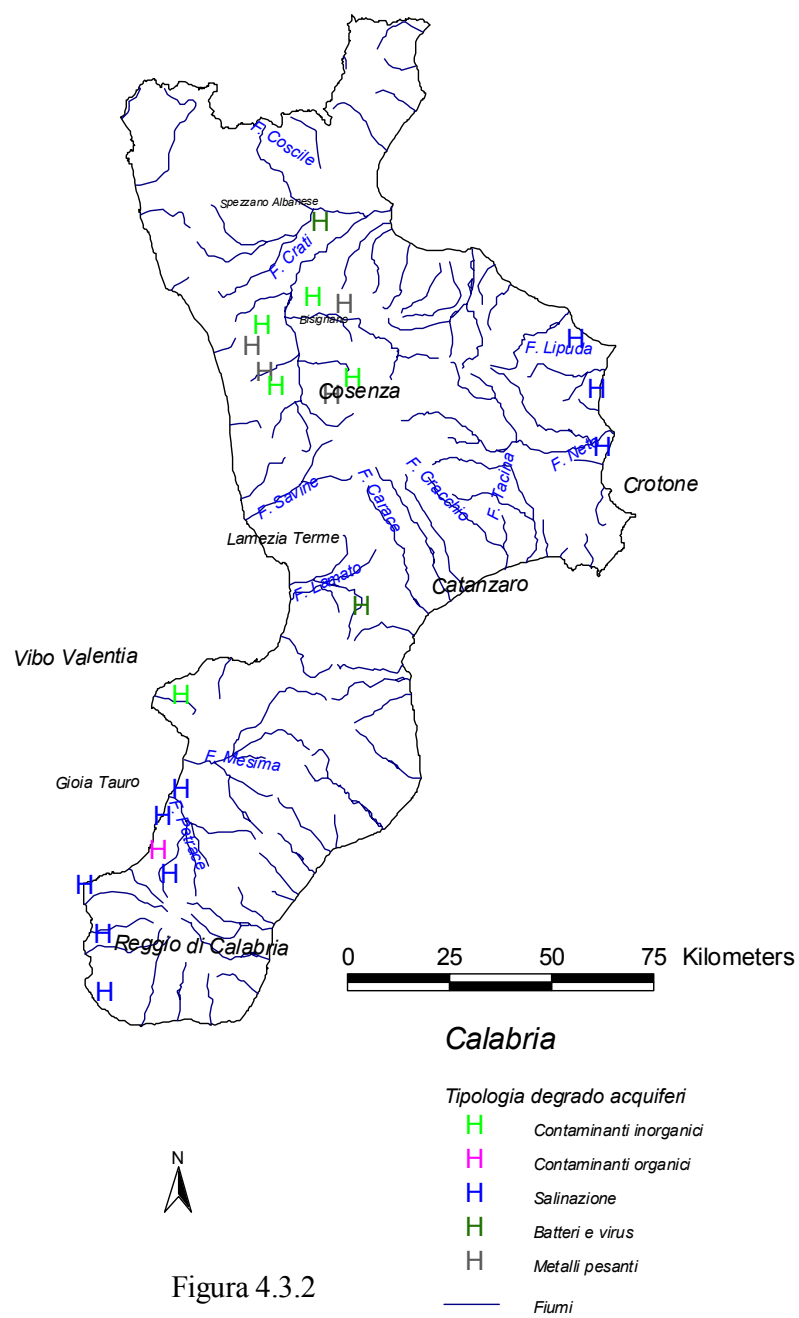
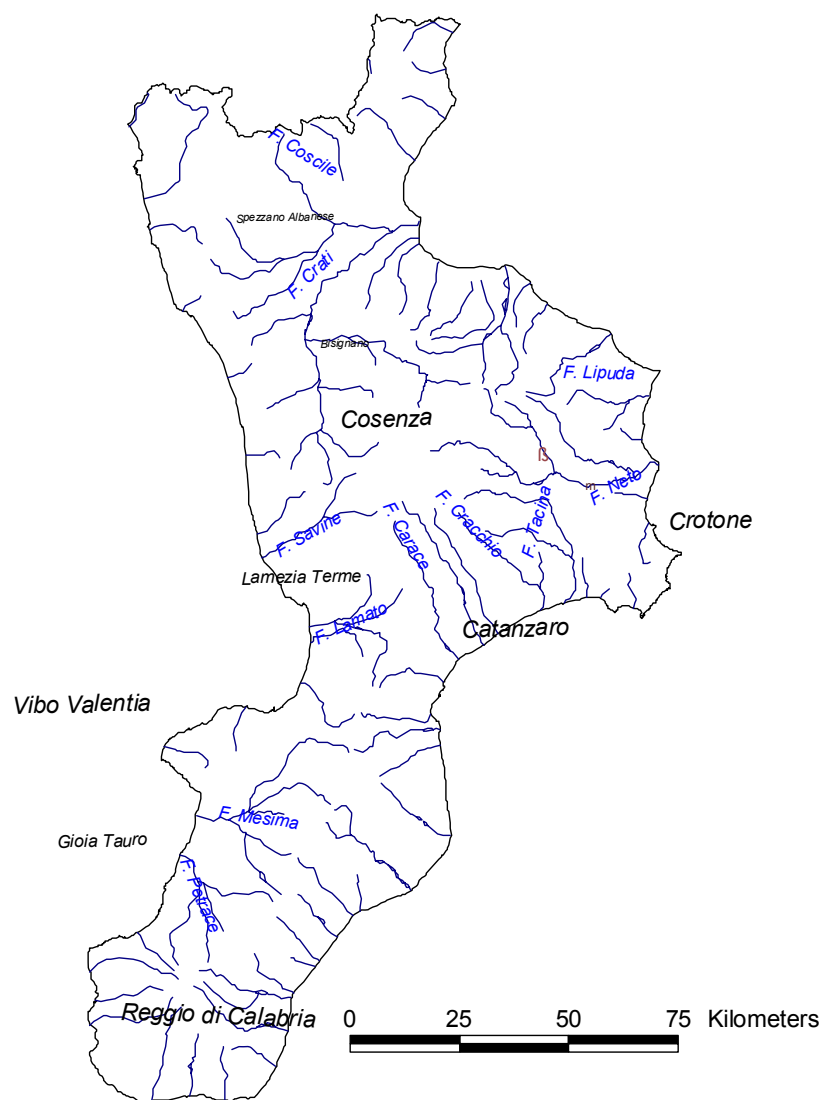


Figura 4.3.2



Calabria

Driving forces corpi idrici superficiali

- IS Impianti di trattamento
- m Opere antropiche (dighe)
- Fiumi

Figura 4.3.3

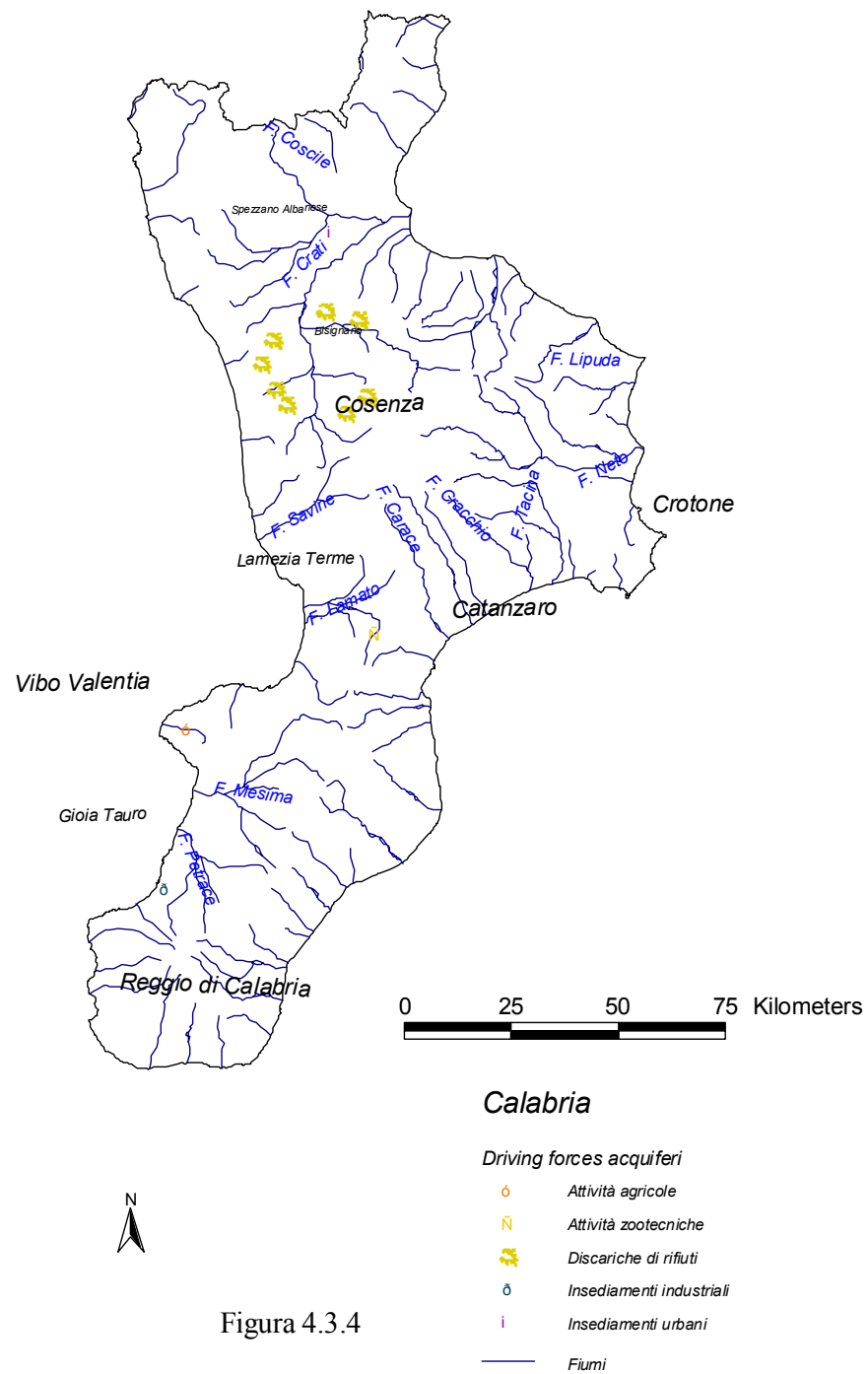


Figura 4.3.4

4.4. Campania

4.4.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione

Idrogeologia

Il territorio Campano si estende su di una superficie di circa 1,360,000 ettari di cui circa il 15% è costituito dalle pianure del settore tirrenico, il 40% dalla dorsale calcareo-dolomitica, il 43% dall'entroterra sannitico-irpino e il 2% da aree vulcaniche.

I domini idrogeologici più importanti sono quelli delle pianure alluvionali (piana Campana, piana dei fiumi Garigliano e Sele) e quelli dei massicci carbonatici appenninici.

- *Piana Campana*

Questo territorio può essere suddiviso ulteriormente in quattro settori:

- **Basso corso del fiume Volturno**
- **Medio corso del fiume Volturno**
- **Piana del Sebeto**
- **Piana di Sarno.**

- *Basso corso del fiume Volturno*

La zona è delimitata dal Mar Tirreno, il Vesuvio, i Monti Massiccio e Tifata e i vulcani Flegrei e corrisponde ad un'estesa pianura solcata dal Volturno e dai canali di bonifica dei Regi Lagni.

I terreni affioranti sono depositi alluvionali e piroclastici del Somma Vesuvio e dei Campi Flegrei. Questi terreni giacciono sopra la formazione del "Tufo Campano" che a sua volta sovrasta una potente sequenza di sedimenti marini con intercalati dei depositi continentali.

La falda principale è contenuta in quest'ultimi depositi sovrastata dai Tufi impermeabili; la falda assume carattere freatico elusivamente dove non è confinata dalle formazioni tufacee, la sua alimentazione avviene sia a causa di travasi sotterranei con i massicci carbonatici, sia in minor quantità per alimentazione dai corpi idrici superficiali e acque d'infiltrazione diretta dove la formazione tufacea è assente.

- *Piana del medio corso del fiume Volturno*

Questa piana colmata da depositi alluvionali e detritici è sede di una struttura idrogeologica di elevata entità. La circolazione idrica è delimitata alla base da materiali flysciodi impermeabili, a nord dai massicci carbonatici e a sud-ovest dalla dorsale del Monte Maggiore e del Matese.

La falda è alimentata dall'infiltrazione superficiale e da travasi sotterranei nella zona settentrionale.

- *Piana del Sebeto*

Corrisponde alla zona valliva delimitata dall'area Flegrea e parte del complesso del Somma-Vesuvio. Stratigraficamente i primi 200 m sono simili a quelli dell'area del basso corso del Volturno. La circolazione idrica è concentrata nel tratto medio alto della

formazione vulcanico-sedimentaria sottostante il Tufo Campano. Non si dispone di dati precisi sull'entità delle risorse idriche di quest'area ma, comunque, appaiono ingenti.

- *Piana del Sarno*

Quest'area è delimitata a nord-ovest dal Vesuvio ad est dal massiccio carbonatico di Alvano e a sud dai Monti Lattari. I primi 100 m dal piano di campagna sono depositi tufacei e piroclastici intercalati con sequenze di ambiente palustre e marino.

L'alimentazione avviene ad opera di cospicui travasi sotterranei dai massicci carbonatici e dal Vesuvio.

- *Piana del Garigliano*

La piana del Garigliano è delimitata a SW dal mare, a NW dai Monti Aurunci, a NE dal Roccamorfinia e a SE dal Monte Massiccio.

La falda è alimentata sia direttamente dalle falde superficiali, sia da travasi laterali dal Monte Massiccio, dal Roccamorfinia e dai Monti Aurunci. La soggiacenza dell'acquifero è inferiore ai dieci metri in tutta l'area.

- *Piana del Sele*

Formata da una depressione strutturale la piana del Sele è costituita da un substrato carbonatico a circa 300m di profondità, sovrastato da terreni terziari comprendenti flysch e terreni conglomeratici-argilloso-sabbiosi. Il riempimento della piana sovrastante le formazioni prima illustrate è costituito da successioni clastiche (Conglomerati di Eboli), alluvioni (Complesso di Persano), conoidi antiche del torrente Lenza e depositi argilloso-torbosi.

Il complesso acquifero è spesso confinato, assumendo carattere freatico solo nella parte a nord-est. L'alimentazione dell'acquifero è anche in questo caso composta da travasi sotterranei dai massicci carbonatici.

- *Massicci carbonatici*

L'area complessivamente occupata in Campania dalle formazioni carbonatiche è circa il 26% totale. L'elevata permeabilità per fessurazione e carsismo insieme all'assenza di intercalazioni impermeabili favoriscono la formazione di una cospicua falda di base. Come visto nei paragrafi precedenti, i travasi sotterranei dai massicci carbonatici ai domini circostanti costituiscono una parte dei deflussi sotterranei; il resto dei deflussi avviene tramite alcune sorgenti con notevoli portate.

- *Aree carsiche (Vallo del Diano)*

Trattasi di una depressione colmata da depositi sedimentari limoso-sasabbioso-argillosi alternati ad argilla e banchi di torba, il cui asse maggiore ha direzione circa NO-SE. Questa depressione è delimitata ad est dal Cilento e ad ovest dalle catene montuose della Maddalena. Le catene montuose che la delimitano sono caratterizzate da intensi fenomeni di carsismo che condizionano notevolmente i deflussi sotterranei generando anche delle notevoli differenze fra lo spartiacque sotterraneo e quello superficiale.

- *Aree vulcaniche*

Vulcano di Roccamorfin: Trattasi di uno strato-vulcano con caldera terminale, dove l'attività vulcanica si è manifestata durante il Pleistocene caratterizzandosi petrograficamente con prodotti quali leuciti, fonoliti, nefriti, basaniti e trachiti.

La struttura acquifera esterna alla caldera è caratterizzata da più falde a flusso radiale.

Vulcano del Somma Vesuvio: Questo vulcano si erge a sud-est di Napoli ed è sede di una cospicua falda idrica. Le differenziazioni citologiche non influenzano sensibilmente la circolazione idrica sotterranea che si manifesta come un flusso radiale dalle pendici dal vulcano verso le circostanti zone di pianura.

Le caratteristiche fisico-chimiche delle acque sono costanti in quasi tutto l'acquifero, escludendo la parte sud occidentale del Somma ancora interessata dalla risalita di gas.

Risposte

In materia di pianificazione delle risorse idriche è opportuno menzionare il ***Piano Regolatore Generale Degli Acquedotti (PRGA)*** e il ***Piano Regionale Di Risanamento Delle Acque (PRRA)***.

Il PRGA è stato introdotto dalla L.169/1963, e controlla la pianificazione degli interventi di adduzione sul territorio nazionale avendo come obiettivo la stima dei fabbisogni idropotabili, il dimensionamento degli schemi di distribuzione e l'individuazione delle risorse da destinare per gli utilizzi idropotabili.

Per quanto riguarda il sistema integrato delle acque gli interventi previsti nell'ambito del POR Campania sono i seguenti:

- realizzazione del sistema integrato di monitoraggio delle acque conforme alle indicazioni di legge.
- realizzazione di un sistema in grado di gestire i dati e produrre previsioni attendibili per quanto riguarda l'idrodinamica fluviale e sotterranea.
- formulazione della base conoscitiva necessaria per redigere il Piano Tutela delle Acque
- garantire disponibilità idriche adeguate (quantità, qualità, costi) per la popolazione civile e le attività produttive, in accordo con le priorità definite dalla politica comunitaria in materia di acque, creando le condizioni per aumentare l'efficienza di acquedotti, fognature e depuratori, in un'ottica di tutela della risorsa idrica e di economicità di gestione; favorire un più ampio ingresso di imprese e capitali nel settore e un più esteso ruolo dei meccanismi di mercato; dare compiuta applicazione alla Legge "Galli" e al Decreto Legislativo 152/99.
- migliorare le condizioni di fornitura delle infrastrutture incoraggiando il risparmio, risanamento e riuso della risorsa idrica, introducendo e sviluppando tecnologie appropriate e migliorando le tecniche di gestione nel settore. Promuovere la tutela ed il risanamento delle acque marine e salmastre.

Le misure prevedono interventi per:

1. Ammodernamento, adeguamento e potenziamento degli schemi di approvvigionamento e distribuzione idrica;
2. adeguamento e completamento delle infrastrutture fognarie e di depurazione;
3. miglioramento della gestione degli schemi di approvvigionamento e distribuzione idrica e delle infrastrutture fognarie e di depurazione;
4. risanamento e miglioramento della gestione delle reti idriche interne;

5. promozione del risparmio e del riuso della risorsa idrica;
6. avviamento degli ATO (assistenza tecnica per la redazione di piani e programmi, acquisto di attrezzature tecniche e assistenza per il monitoraggio dei sistemi e lo sviluppo della conoscenza dei settori, seminari di aggiornamento del personale).

4.4.2 Degrado dei corpi idrici superficiali

- *Regione Campania*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

Il giudizio generale sulla qualità delle acque fluviali, determinato sulla base delle analisi condotte nel triennio 1997/99 (macrodescrittori), è risultato mediamente sufficiente. Dei 15 siti di prelievo disposti sui fiumi, 11 risultano di qualità *sufficiente*, 2 *scadenti* e 2 *pessimi*.

Da: Valutazione Ex-Ante Ambientale Regione Campania (2001/2002)

Una valutazione generale della qualità dei corpi idrici regionali ha portato ad identificare 3 tipologie di alterazione dei corpi idrici superficiali: denaturalizzazione dei corsi d'acqua, inquinamento e alterazione delle caratteristiche idrogeologiche. In generale le cause principali di inquinamento sono da addebitare ad abusivismo edilizio e scarichi fognari.

Fiumi

- *Sarno*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

La situazione del corso d'acqua è risultata assai compromessa. Tutti i parametri ricadono **nella qualità pessima** (classificazione sui macrodescrittori) ad eccezione dell'azoto nitrico. In particolare è drammatica la situazione dei colibatteri fecali.

La classificazione secondo l'indice IBE colloca il Sarno nella quinta classe di qualità, **fortemente inquinato**. Uno studio di Mancini (1995?) definisce il Sarno come un corpo idrico assolutamente degradato, ad opera di scarichi industriali e civili.

Da: Primo Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Provincia di Napoli (2000/2001)

Si segnala la presenza di metalli pesanti, eccedenti il limite previsto dal D.Lgs 152/99, e la presenza di rifiuti solidi organici e inorganici lungo le sponde.

- *Regi Lagni*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

La situazione del corso d'acqua è risultata assai compromessa. Tutti i parametri ricadono **nella qualità pessima** (classificazione sui macrodescrittori), ad eccezione dell'azoto nitrico. Anche in questo caso si registra valori drammatici di colifecali e azoto ammoniacale.

Da: Primo Rapporto sullo Stato dell'Ambiente della Provincia di Napoli (2000/2001)

L'esame dei dati riferiti al biennio 2000/2001, mostra uno stato di qualità ambientale pessima. In particolare è indicativa la concentrazione di ammoniaca. La quasi totalità delle acque che defluiscono nei canali sono reflue.

Da: Analisi Di Specifiche Situazioni Di Degrado Della Qualità Delle Acque In Campania, In Riferimento Ai Casi Che Maggiormente Incidono Negativamente Sulle Aree Costiere (2001)

Da una campagna di monitoraggio (2000/2001) dei macrodescrittori e dell'indice IBE la qualità delle acque è risultata pessima. In particolare l' NH_4 si è attestata spesso su valori ben sopra il limite.

- *Volturno*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

La situazione è pessima a valle della confluenza con i fiumi Sabato e Isclero, mentre la qualità delle acque a monte risulta sufficiente (Macrodescrittori). In particolare assumono valori elevatissimi COD, fosforo e colifecali. I valori dei parametri di qualità si distribuiscono equamente in tutte le cinque classi.

L'indice IBE indica una situazione compromessa con peggioramento verso la foce (mediamente classe 3 dell'indice IBE). Locali peggioramenti si hanno alla confluenza col fiume Calore e dopo l'attraversamento del centro di Capua.

Le cause dell'inquinamento sono riconducibili a scarichi civili, industriali e zootecnici.

Da: Il Fiume Volturno (2001)

Degli undici punti analizzati dai tecnici di Legambiente lungo l'asta principale del Volturno, i primi cinque (pari al 45,5%) in prossimità delle sorgenti in località Roccaravindola sino al Comune di Amorosi, hanno rilevato condizioni ecologiche assestate su valori corrispondenti a moderati sintomi di perturbazione (II classe), in accordo con fenomeni di urbanizzazione non particolarmente gravosi.

Scendendo verso valle, nel beneventano e avellinese, la qualità delle acque del Volturno peggiorano (III classe) facendo registrare un ecosistema alterato per tutti i restanti punti analizzati (il 54,5%) fino alla foce.

Le cause di questo degrado sono da imputare principalmente agli apporti idrici dei suoi affluenti, in particolare le analisi effettuate sul fiume Calore indicano una III e IV classe di qualità, lo stesso dicasi per l'Isclero, mentre il Sabato presso i territori di Benevento e Avellino è risultato addirittura di quinta classe.

Le principali pressioni esercitate sul bacino del Volturno sono localizzate nella zona di Avellino e Benevento dove si hanno gravi carenze depurative e nel resto del bacino a causa del caotico sviluppo dell'urbanizzazione.

- *Ofanto*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

I dati dell'IBE sono preoccupanti e collocano il fiume in classe 3 (inquinato). La situazione di degrado è costante lungo tutto il fiume. Mancini et alii riconducono tale decadimento alla presenza di 7 aree industriali e ad acque di corrivazione provenienti da agricoltura intensiva nella parte bassa del bacino, in Puglia.

- *Sele*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

La qualità complessiva è sufficiente (macrodescrittori).

- *Alento*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

Il 60% dei campioni (macrodescrittori) ricade nelle classi di qualità da buona a sufficiente, ma i colifecali ricadono per il 71% dei casi nella classe pessima.

- *Bussento*

Da: Ricognizione E Classificazione Di Qualità Dei Corpi Idrici Superficiali Delle Regioni Ob.1 Regione Campania (1997/1999)

Non si segnalano situazioni di particolare degrado.

- *Savone e Garigliano*

Da: Analisi dello Stato della Componente Ambientale Acqua (allegato Valutazione Ex-Ante) (2001/2002)

I fiumi sono classificati come scadenti (macrodescrittori e IBE).

4.4.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei

- *Zona Regi Lagni*

Da: Analisi Di Specifiche Situazioni Di Degrado Della Qualità Delle Acque In Campania, In Riferimento Ai Casi Che Maggiormente Incidono Negativamente Sulle Aree Costiere (2001/2001)

Le principali fonti d'inquinamento segnalate, sono:

- perdite in fognatura
- sversamenti abusivi
- pozzi neri disperdenti
- scarichi in corpi idrici superficiali drenati dalle falde sotterranee
- scarichi direttamente in falda
- infiltrazioni di acque superficiali in terreni coltivati o impiegati in attività zootecniche
- inquinamento diffuso da aree urbane
- percolazione da aree adibite a discarica.

Le principali cause del degrado quantitativo sono da addebitarsi all'emungimento incontrollato e all'impermeabilizzazione dei canali di drenaggio.

Da uno studio del 1990 di Bellocci si evidenzia un degrado della falda, causato da nitrati, nella zona di Lucrano.

Bucci e Onorati nel 1993 segnalano eccessivi emungimenti e opere di cementificazione dei canali che alterano notevolmente il regime di deflusso della falda superficiale nel territorio di Acerra.

Celico et Al segnalano nel 1997 che nessuno dei parametri della falda superficiale e profonda rientrano nei limiti di legge. Oltre a quanto già visto in precedenza si segnala la presenza di livelli torbosi nel sottosuolo, la risalita di acque profonde, perdite idriche dalle fognature (o addirittura rete fognaria inesistente), fitofarmaci e pesticidi.

L'indagine diretta, effettuata su 70 pozzi, classifica la maggior parte delle acque campionate come caratterizzate da un rilevante impatto antropico con caratteristiche idrochimiche *scadenti*.

- *Basso corso del Volturno*

Da: Stato dell'Irrigazione in Campania (1994/1999)

La notevole pressione antropica (insediamenti industriali e agricoli) ha portato al decadimento della qualità dell'acqua di falda, testimoniato dalla presenza di H₂S, nitrati, manganese e ferro (questi ultimi richiamati da emungimenti di acque profonde). La situazione è aggravata da prelievi quasi uguali al limite di ricarica annuale teorica dell'acquifero.

- *Provincia di Napoli*

Da: Primo Rapporto sullo Stato dell'Ambiente nella Provincia Di Napoli (file 3.4) (1994).

Si segnala l'assenza di inquinamento nella falda dei massicci carbonatici.

Nella piana a NE di Napoli nel 1994 sono stati rilevati fenomeni di inquinamento da nitrati (in maniera estesa), cromo e mercurio (localizzati). Tali contaminazioni si estendono nei periodi di magra. Nella zona urbana di Napoli e del fiume Sarno si rilevano Pb e nitrati. La situazione migliora a SW della provincia grazie alla presenza di un acquifero confinato.

Sulla costa dell'area Flegrea si segnalano intrusioni del cuneo salino.

- *Bassa valle del fiume Cadore(Benevento)*

Da: Conoscenze Idrogeologiche di Base per un Uso Sostenibile delle Risorse degli Acquiferi Alluvionali della Bassa Valle del Fiume Cadore (1999)

La falda superficiale risente dell'inquinamento da nitrati imputabile a reflui urbani e industriali e fertilizzanti, aggravato dalle infiltrazioni di acque, di qualità scadente, provenienti dal basso corso dei fiumi Cadore e Sabato.

Da segnalare la buona qualità delle acque dell'acquifero carbonatici del monte Camposauro.

4.4.4 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche

Distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee e suddividendo queste ultime in acquiferi superficiali, profondi e incerti (cioè non chiaramente ascrivibili né a quelli superficiali o a quelli profondi), i risultati della ricerca nella Regione Campania sono stati sintetizzati nelle seguenti tabelle

- Tabella 4.4.1:Degrado dei corpi idrici superficiali;
- Tabella 4.4.2:Degrado degli acquiferi.

In dette tabelle, per ogni fenomeno di degrado osservato, sono riportati tutti gli elementi caratteristici per la localizzazione geografica e per la sistematizzazione secondo i due criteri proposti, basati rispettivamente sulla tipologia di degrado e sul modello DPSIR: per ogni fenomeno sono inoltre riportati il periodo di riferimento e un codice di "riferimento GIS", attraverso il quale è possibile accedere alla fonte bibliografica da cui è stato tratto. I fenomeni di degrado censiti nelle tabelle vengono di seguito analizzati con riferimento ai due criteri di sistematizzazione.

Per il modello DPSIR si è ritenuto particolarmente significativo mettere in evidenza, tra tutti gli indicatori/indici riportati nelle tabelle, le **Driving Forces**, indicando tra parentesi anche le relative **Pressures**, associate alle tipologie di degrado.

4.4.4.1 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* F. Sarno, Regi Lagni, F. Volturno, F. Sabato, F. Isclero, F. Ofanto;
- **inquinamento da metalli pesanti (MP):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* F. Sarno;
- **inquinamento da batteri e virus (BV):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* F. Sarno, Regi Lagni, F. Volturno, F. Sabato, F. Isclero, F. Alento, F. Savone, F. Garigliano.

4.4.4.2 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **popolazione residente (pressione antropica, emissione reflui – CI, MP, BV):** F. Sarno, Regi Lagni;
- **attività agricole (emissione reflui – CI):** F. Ofanto;
- **insediamenti industriali (emissione reflui – CI):** F. Ofanto;
- **discariche di rifiuti (emissione reflui, sorgenti di sostanze pericolose – CI, MP, BV):** F. Sarno, Regi Lagni;
- **impianti di trattamento reflui civili (emissione reflui – CI, BV):** F. Volturno, F. Sabato, F. Isclero;
- **insediamenti urbani (pressione antropica, emissione reflui, sorgenti di sostanze pericolose – CI, MP, BV):** F. Sarno, Regi Lagni, F. Volturno, F. Sabato, F. Isclero.

4.4.4.3 Degrado degli acquiferi: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico organico (CO):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* zona Regi Lagni;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* zona Regi Lagni, basso corso del Volturno, Provincia di Napoli, bassa valle del F. Cadore;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* area Flegrea
- **inquinamento da metalli pesanti (MP):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* zona Regi Lagni, basso corso del Volturno, *con inquinamento puntuale:* provincia di Napoli;
- **inquinamento da batteri e virus (BV):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* zona Regi Lagni.
- **degrado quantitativo (DQ):** *degrado esteso a tutto l'acquifero:* zona Regi Lagni, basso corso del Volturno.

4.4.4.4 Degrado degli acquiferi: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **attività agricole (*sorgenti di nitrati, uso di pesticidi, consumo d'acqua*, – *CO, CI, MP, DQ*):** zona Regi Lagni, basso corso del Volturno, bassa valle del F. Cadore;
- **insediamenti industriali (*emissione reflui, sorgenti di sostanze pericolose, consumo d'acqua* – *CO, CI, MP, DQ*):** zona Regi Lagni, basso corso del Volturno, bassa valle del F. Cadore;
- **discariche di rifiuti (*emissione reflui, sorgenti di sostanze pericolose* – *CO, CI, MP, BV*):** zona Regi Lagni;
- **impianti di trattamento reflui civili (*emissione reflui, sorgenti di sostanze pericolose* – *CO, CI, MP, BV*):** zona Regi Lagni;
- **insediamenti urbani (*emissione reflui, consumo d'acqua* – *CO, CI, MP, DQ*):** basso corso del Volturno, bassa valle del F. Cadore;
- **altre opere antropiche (*consumo d'acqua* – *DQ*):** zona Regi Lagni.

Al fine di fornire una rappresentazione sinottica delle caratteristiche e della distribuzione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche regionali, le figure 4.4.1, 4.4.2, 4.4.3 e 4.4.4 riportano, in forma grafica, le tipologie di degrado e le Driving Forces dei corpi idrici superficiali e degli acquiferi.

L e g e n d a T a b e l l e	
CO	Inquinamento chimico organico
CI	Inquinamento chimico inorganico non metallico
SL	Salinazione
EU	Eutrofizzazione
MP	Metalli pesanti
BV	Batteri e virus
DQ	Degrado quantitativo
Altro	Agenti non definiti

Tabella 4.4.1 - Degrado dei corpi idrici superficiali della Campania

CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
1	F. Sarno	CI	Esteso	Insedimenti urbani/ Discariche di rifiuti/ Popolazione residente	Pressione antropica/ Emissione reflui	Indicatori di qualità (IBE, LIM)/ Parametri chimico-fisici			1997/1999	CM 1
2	F. Sarno	BV	Esteso	Insedimenti urbani/ Discariche di rifiuti/ Popolazione residente	Pressione antropica/ Emissione reflui	Indicatori di qualità (IBE, LIM)/ Parametri microbiologici			1997/1999	CM 1
3	F. Sarno	MP	Esteso	Insedimenti urbani/ Discariche di rifiuti/ Popolazione residente	Emissione reflui/ sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici			2001	CM 5
4	Regi Lagni	CI	Esteso	Insedimenti urbani/ Discariche di rifiuti/ Popolazione residente	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri chimico-fisici			1997/1999 e 2000/2001	CM 1/CM 5
5	Regi Lagni	BV	Esteso	Insedimenti urbani/ Discariche di rifiuti/ Popolazione residente	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri microbiologici			1997/1999 e 2000/2001	CM 1/CM 5

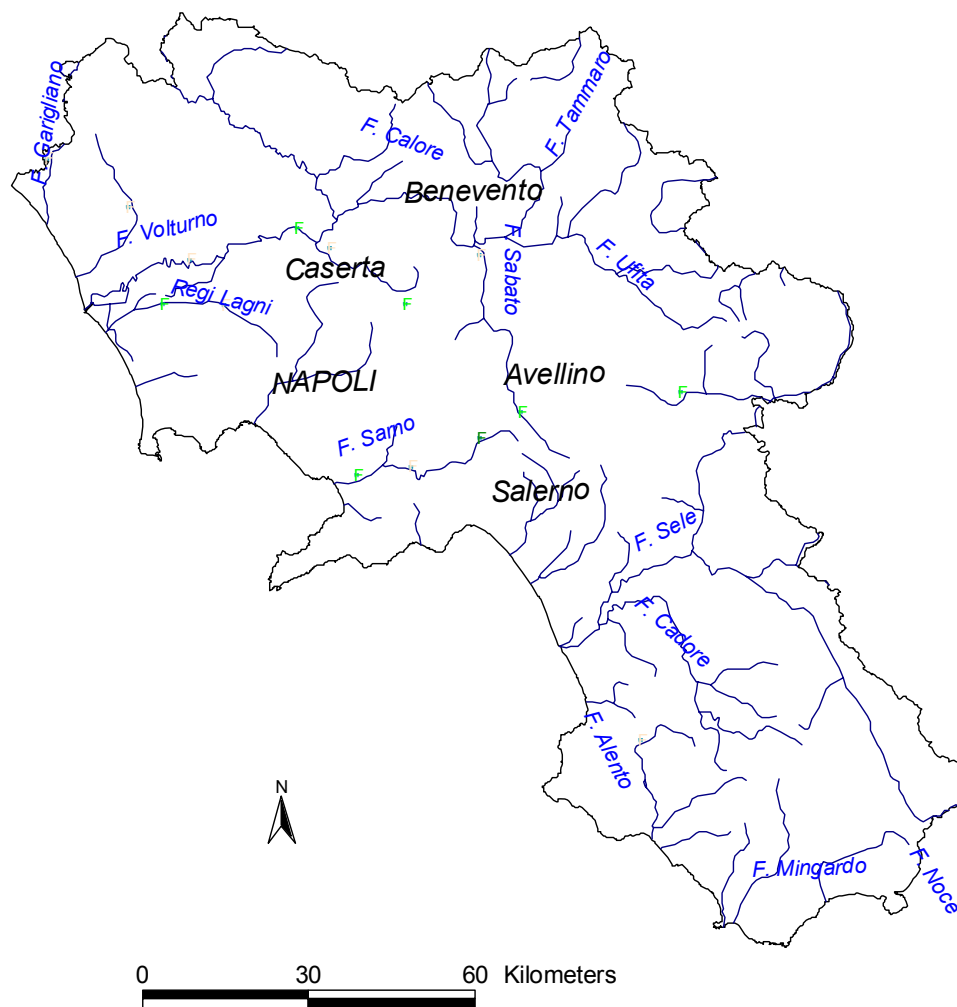
CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
6	F. Volturno	BV	Esteso	Insedimenti urbani/Impianti di depurazione	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri microbiologici			1997/1999	CM 1
7	F. Volturno	CI	Esteso	Insedimenti urbani/Impianti di depurazione	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri chimico-fisici			1997/1999	CM 1
8	F.Sabato	BV	Esteso	Insedimenti urbani/Impianti di depurazione	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri microbiologici			1997/1999	CM 1
9	F.Sabato	CI	Esteso	Insedimenti urbani/Impianti di depurazione	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri chimico-fisici			1997/1999	CM 1
10	F. Isclero	BV	Esteso	Insedimenti urbani/Impianti di depurazione	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri microbiologici			1997/1999	CM 1
11	F. Isclero	CI	Esteso	Insedimenti urbani/Impianti di depurazione	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri chimico-fisici			1997/1999	CM 1
12	F. Ofanto	CI	Esteso	Insedimenti industriali/ Attività agricole	Emissione di reflui	Indicatori di qualità (IBE)			1997/1999	CM 1
13	F.Alento	BV	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri microbiologici			1997/1999	CM 1

CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
14	F. Savone	BV	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri microbiologici			2001/2002	CM 4
15	F. Garigliano	BV	Esteso			Indicatori di qualità (IBE)/ Parametri microbiologici			2001/2002	CM 4

Tabella 4.4.2 - Degrado degli acquiferi della Campania

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
1	Zona Regi Lagni	CI	Esteso	Attività agricole/Insedamenti industriali/ Discariche di rifiuti/ impianti di trattamento reflui	Emissione di reflui/ Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge	Attività di controllo	2001	CM 6
2	Zona Regi Lagni	MP	Esteso	Insedamenti industriali/ Discariche di rifiuti/ impianti di trattamento reflui	Sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico-fisici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge	Attività di controllo	2001	CM 6
3	Zona Regi Lagni	BV	Esteso	Discariche di rifiuti/ impianti di trattamento reflui	Emissione di reflui	Parametri microbiologici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge	Attività di controllo	2001	CM 6
4	Zona Regi Lagni	CO	Esteso	Attività agricole/ Insediamenti industriali/ Discariche di rifiuti/ Impianti di trattamento reflui	Uso di pesticidi	Parametri chimico-fisici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge	Attività di controllo	2001	CM 6
5	Zona Regi Lagni	DQ	Esteso	Opere antropiche (cementificazione canali)	Consumo d'acqua per uso industriale	Misure piezometriche	Livello della falda	Attività di controllo	2001	CM 6

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
6	Basso corso del Volturno	CI	Esteso	Insedimenti industriali, agricoli e urbani	Consumo di acqua per uso industriale e agricolo/ Sorgenti di nitrati/Emissione di reflui	Parametri chimico-fisici			1994/1999	CM 7
7	Basso corso del Volturno (Profonda)	MP	Esteso	Insedimenti industriali, agricoli e urbani	Consumo di acqua per uso industriale e agricolo/Sovrasfruttamento	Parametri chimico-fisici			1994/1999	CM 7
8	Basso corso del Volturno	MP	Esteso	Insedimenti industriali, agricoli e urbani	Consumo di acqua per uso industriale e agricolo	Parametri chimico-fisici			1994/1999	CM 7
9	Basso corso del Volturno	DQ	Esteso	Insedimenti industriali, agricoli e urbani	Sovrasfruttamento	Misure piezometriche	Livello della falda		1994/1999	CM 7
10	Provincia di Napoli	CI	Esteso		Pressione antropica	Parametri chimico-fisici	Non rispondenza agli standard di qualità di legge		1994	CM 8
11	Provincia di Napoli	MP	Puntuale		Pressione antropica	Parametri chimico-fisici			1994	CM 8
12	Area Flegrea	SL	Esteso		Sovrasfruttamento	Salinazione			1994	CM 8
13	Bassa valle del fiume Cadore	CI	Esteso	Insedimenti industriali, agricoli e urbani	Emissione di reflui	Parametri chimico-fisici			1999	CM 9

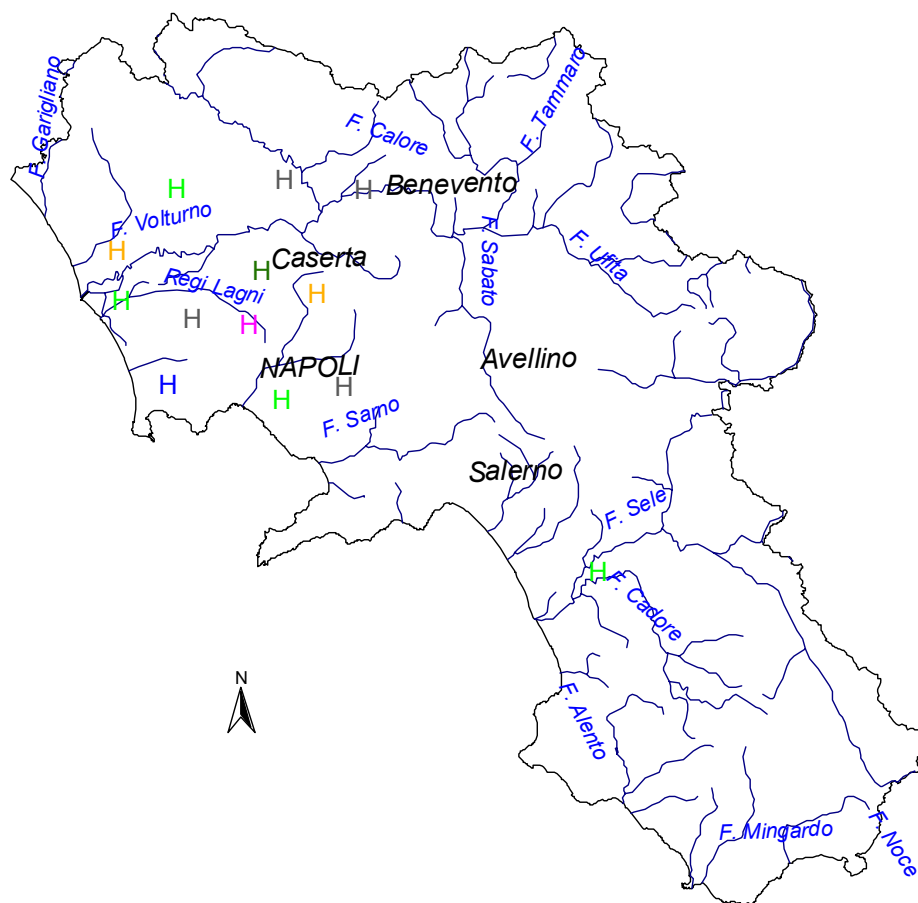


Campania

Tipologia degrado corpi idrici superficiali

- F Contaminanti inorganici
- F Metalli pesanti
- F Batteri e virus
- Fiumi

Figura 4.4.1



0 25 50 Kilometers

Campania

Tipologia degrado acquiferi	
H	Contaminanti inorganici
H	Degrado quantitativo
H	Contaminanti organici
H	Salinazione
H	Batteri e virus
H	Metalli pesanti
—	Fiumi

Figura 4.4.2



0 25 50 Kilometers

Campania

Driving forces corpi idrici superficiali

- o Attività agricole
- E Discariche di rifiuti
- o Insediamenti industriali
- i Insediamenti urbani
- B Impianti di trattamento
- U Popolazione residente
- Fiumi

Figura 4.4.3



Campania

Driving forces acquiferi

- m Opere antropiche (cementificazione canali)
- o Attività agricole
- * Discariche di rifiuti
- o Insediamenti industriali
- i Insediamenti urbani
- B Impianti di trattamento reflui
- Fiumi

Figura 4.4.4

4.5. Puglia

4.5.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione

Idrogeologia

Gran parte del territorio Pugliese è occupato da formazioni carbonatiche intensamente fratturate e carsificate che sono sede di una cospicua circolazione idrica sotterranea.

I calcari mesozoici della piattaforma apula costituiscono una platea unica, continua, estesa dal Gargano al Salento con caratteristiche costanti per costituzione ed evoluzione geologica. Le idrostrutture principali che possono essere identificate nel territorio regionale sono quella del Gargano, delle Murge e del Salento.

- *Gargano*

Dal punto di vista geologico e quindi idrogeologico, il Gargano può dividersi in due zone: la zona occidentale, in cui affiorano calcari del Cretaceo inferiore-medio in *facies* di piattaforma del tutto simili a quelli coevi delle Murge, e la zona centro-orientale in cui affiorano calcari a grana fine, con selce (*facies* di bacino).

L'alimentazione della falda carsica di base corrisponde all'area occupata dalle doline sul Monte Calvo, e della depressione carsico-tettonica del Lago di S. Egidio.

Il drenaggio delle sorgenti localizzate parallelamente alla costa Adriatica vincola la circolazione idrica sotterranea che si manifesta con un andamento in direzione circa Ovest-Est.

Il grado di contaminazione salina è piuttosto elevato ed i valori maggiori si riscontrano proprio in corrispondenza delle principali sorgenti costiere, collegate a canalizzazioni carsiche sotterranee per lo più presenti nei livelli dolomitizzati dell'unità calcareo-selcifera.

La zona occidentale ha caratteristiche molto simili all'acquifero murgiano. La zona di alimentazione corrisponde ai ripiani a doline e la ricarica avviene in forma essenzialmente concentrata. Lo spartiacque sotterraneo è arretrato verso sud, per cui la potenzialità idrica del versante settentrionale è più elevata, come testimoniato dai maggiori apporti sorgivi, in corrispondenza dei laghi di Lesina e Varano, e dalla maggiore salinità delle acque di falda della zona di Manfredonia.

- *Le Murge*

Le Murge costituiscono una idrostruttura di elevata capacità e potenzialità idrica, anche se caratterizzata da una permeabilità d'insieme medio-bassa, se paragonata a quella degli analoghi acquiferi garganico e salentino.

La falda si presenta quasi sempre in pressione e viene alimentata dalle precipitazioni localizzate sulle porzioni più interne dell'altopiano dove sono molto diffuse le morfologie carsiche che agevolano l'infiltrazione delle acque di corruzione.

La circolazione idrica sotterranea è più cospicua sul versante Adriatico piuttosto che su quello bradanico, *“peraltro, è significativo come la falda carsica murgiana alimenti quella salentina e, in maniera più limitata, la falda del Tavoliere delle Puglie”*.

- *Salento*

Nel Salento la falda è caratterizzata da basse cadenti piezometriche e da bassi carichi idraulici; la sua alimentazione è fornita sia dalle precipitazioni insistenti in questo territorio che da sensibili travasi dall'acquifero Murgiano.

La circolazione della falda è di tipo freatico tranne che nelle aree dove i terreni neogenici di copertura giacciono al di sotto del livello del mare. La caratteristica peculiare della falda Salentina è data dal galleggiamento, per tutta la sua estensione, sull'acqua di mare di invasione continentale, con collegamento sotterraneo tra le acque dei mari Ionio e Adriatico.

Falde di minore potenzialità idrica, rispetto a quella di base (contenuta nei calcari mesozoici) si rinvencono a più livelli nei depositi delle coperture mio-plioceniche e pleistoceniche.

- *Tavoliere delle Puglie*

Nel territorio del Tavoliere delle Puglie, la falda è localizzata nei depositi clastici di copertura delle argille plio-pleistoceniche. La circolazione idrica sotterranea è prevalentemente di tipo freatico con una soggiacenza media di circa 30-35 m. Nella parte media e bassa del Tavoliere la falda si rinviene anche in pressione con una maggiore produttività dove il substrato argilloso impermeabile s'inarca creando delle depressioni.

- *Arco Jonico Tarantino*

L'arco Jonico Tarantino, comprende i territori di Laterza, Castellaneta e Ginosa, situati nella parte orientale dell'entroterra del Golfo di Taranto. L'area è caratterizzata dalla presenza di depositi clastici di piana costiera dello spessore massimo di 100 m, che si esplicano come di ripetute ed irregolari alternanze di ghiaie e di sabbie grossolane, a tratti cementate, con subordinati livelli di limi argillosi e di calcareniti. I livelli sabbioso-ghiaiosi di tali depositi, sovrastanti le argille azzurre plioceniche, sono sede di una falda piuttosto estesa. La profondità di rinvenimento dell'acqua aumenta procedendo da Nord-Est a Sud-Ovest, in conseguenza dell'approfondimento del substrato argilloso. La potenzialità idrica è minima in prossimità del rilievo murgiano e diventa maggiore verso le zone più basse e più prossime alla costa. Le portate emungibili dalla falda variano da pochi litri al secondo a 30 l/s, in funzione del grado di permeabilità e dello spessore dei livelli acquiferi. Una seconda falda, più profonda, ha sede nel substrato carbonatico mesozoico sottostante le argille. Tale falda, che viene alimentata dalle acque meteoriche che cadono nella zona situata più a monte (Murge di Gioia e di Martina), ove i calcari affiorano con continuità, poggia sulle acque di intrusione marina. Poiché i terreni impermeabili raggiungono notevoli profondità e i calcari normalmente soggiacciono al livello mare, localmente la possibilità di rinvenimento di acque dolci è scarsa a causa della contaminazione salina.

- *Il problema della salinazione*

La particolare geologia del territorio Pugliese favorisce nettamente la presenza di cospicue falde sotterranee a discapito di una idrografia quasi assente. Queste particolari condizioni hanno determinato un massiccio sfruttamento delle riserve sotterranee, spesso incontrollato e abusivo, che ne ha determinato il depauperamento qualitativo e quantitativo.

La particolare conformazione geologico strutturale del territorio Pugliese facilita la comunicazione tra le falde sotterranee e il mare, questa conformazione geologica favorisce i fenomeni di ingressione marina innescati dalla rottura dell'equilibrio tra le risorse idriche sotterranee disponibili e quelle effettivamente emunte.

L'uso di queste acque in agricoltura, determina una progressiva salinizzazione dei suoli irrigati, con conseguenze dirette di fitotossicità e di alterazioni nella fisiologia delle colture a medio-lungo termine e sulla produttività dei suoli.

Le aree del territorio pugliese in cui tali fenomeni raggiungono ormai livelli più che preoccupanti sono il Salento, l'Arco Ionico Tarantino ed il Litorale Adriatico, in cui, negli ultimi dieci anni, si è riscontrata la progressiva salinizzazione di vaste aree del territorio. Non a caso, proprio su tali aree, gravano i maggiori rischi di degrado e desertificazione.

Oltre alla salinizzazione, alcuni studi avviati nel Salento per il monitoraggio idrometrico e qualitativo delle acque sotterranee, hanno evidenziato la contaminazione delle acque di falda da agenti inquinanti, come pesticidi e prodotti petroliferi, ma in particolare nitrati e cloro, derivanti da reflui fognari ed acque di vegetazione scaricate nel suolo e nel sottosuolo, a causa della mancanza di corpi superficiali di sversamento.

Disponibilità idriche

L'ammontare delle risorse idriche utilizzate ogni anno in Puglia è pari a circa 570Mm³, di cui il 28% proviene da sorgenti, il 50% da invasi e il restante 22% da acque sotterranee.

Nella tabella seguente sono riportate le principali fonti di approvvigionamento idrico della Puglia.

Fonte	Volumi erogati Mm³/anno
Sorgente di Caposele e Cassano Irpino Campania	158
Invaso di Monte Cutugno sul Sinni (Basilicata)	103
Invaso del Pertusillo sull'Agri (Basilicata)	127
Invaso di Occhito sul fortore (Puglia)	50
90,000 pozzi censiti nel Salento, nella Murgia e nel Gargano	127

Fonti di approvvigionamento idrico pugliesi

La principale fonte di approvvigionamento del sistema irriguo Pugliese sono le acque sotterranee, le quali assicurano buona parte dei circa 300 Mm³/anno utilizzati.

Negli ultimi dieci anni si è avuto un incremento di circa il 100% delle aree irrigate.

Desertificazione

In Puglia il fenomeno della desertificazione è particolarmente grave nelle aree del Salento, dell'Arco Ionico Tarantino e in un'ampia zona nel Foggiano, tutte caratterizzate da bilancio idrologico negativo, precipitazioni irregolari (concentrate nel periodo autunno-invernale), ed alta evapotraspirazione.

Questi fattori naturali di predisposizione del territorio, sono aggravati dallo sfruttamento delle risorse per le attività umane. In particolare la regione è caratterizzata, dal problema di emungimento non razionale e spesso abusivo delle falde, che determina la salinizzazione delle acque e dei suoli irrigati

Bibliografia:

Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Puglia
Stato Dell'irrigazione In Puglia

4.5.2 Degrado dei corpi idrici superficiali

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Puglia (2002)

Da fonti regionali risultano monitorati soltanto gli invasi di Occhito, sul fiume Fortore, e del Locone, sul fiume Ofanto. La qualità registrata è buona in entrambi gli invasi poiché necessitano di trattamenti di classe A2 per la potabilizzazione.

4.5.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei

- *Regione Puglia*

Da: Mappatura Speditiva della Qualità delle Acque Sotterranee Pugliesi (1999)

Da un'indagine su 110 pozzi emerge che solo l'1% delle acque è idoneo all'utilizzo idropotabile senza trattamento, il 56% deve essere trattato e il 43% non è idoneo.

Da: Stato Dell'irrigazione In Puglia (2000)

L'intrusione salina risulta più pronunciata e grave sul versante Adriatico piuttosto che in quello Ionico.

- *Acquifero del Gargano*

Da: Piano Direttore a Stralcio del Piano di Tutela delle Acque (2002)

Da: Val. Ex Ante Ambientale Regione Puglia (2002)

Da: Stato Dell'irrigazione In Puglia (2000)

Gli eccessivi emungimenti dell'acquifero hanno causato un aumento del contenuto salino delle acque sorgive localizzate nella porzione settentrionale del Gargano (San Nazario).

Da: Identification Of Typical Chemical And Physical Conditions In Apulian Groundwater (Southern Italy) Through Well Multi-Parameter Logs

Le acque descritte nella pubblicazione presentano una temperatura di circa 30-33°C, con una salinità di circa 37-40 g/l, pH basico, fra 6 e 8 mg/l di ossigeno disciolto e potenziale redox positivo.

Da: Protezione Delle Risorse Idriche Sotterranee, Problematiche Di Inquinamento, Valutazione Di Riserve Strategiche Cnr Gndci (1996/1998)

Viene proposta una diversa interpretazione della contaminazione salina delle zone più interne: si sostiene la presenza di acque fossili espulse per fenomeni neo-tettonici da sedimenti argillosi (ipotesi valida anche per l'entroterra Murgiano).

- *Acquifero del Tavoliere di Foggia*

Acquifero superficiale:

Da: Piano Direttore a Stralcio del Piano di Tutela delle Acque (2002)

Da: Val. Ex Ante Ambientale Regione Puglia (2002)

Da: Stato Dell'irrigazione In Puglia (2000)

Nella zona di Ortanova il sovrasfruttamento della falda superficiale causa notevoli difficoltà nell'approvvigionamento idrico e nelle zone costiere si osserva, già dal 1987, un abbassamento della piezometrica, al punto che oggi la falda si può dire scomparsa.

Una conferma di quanto detto si ha dallo studio di Di Girolamo et Al., dal quale si evince che il deficit annuale è pari a 67 milioni di mc.

Da: Identification Of Typical Chemical And Physical Conditions In Apulian Groundwater (Southern Italy) Through Well Multi-Parameter Logs

Queste acque presentano una temperatura di circa 16-17°C, con una salinità inferiore a 1 g/l, pH tra 7 e 8, meno di 4 mg/l di ossigeno disciolto e potenziale redox quasi sempre negativo.

Acquifero profondo

Da: Piano Direttore a Stralcio del Piano di Tutela delle Acque (2002)

Da: Val. Ex Ante Ambientale Regione Puglia (2002)

Da: Stato Dell'irrigazione In Puglia (2000)

La presenza di bicarbonati sodici rende le acque inidonee all'uso irriguo, inoltre esse sono caratterizzate dalla presenza di boro in concentrazioni superiori ai 4mg/l, ciò che le rende tossiche per le piante.

• *Acquifero Murgiano e Salentino*

Da: Piano Direttore a Stralcio del Piano di Tutela delle Acque (2002)

Da: Val. Ex Ante Ambientale Regione Puglia (2002)

Da: Studi E Ricerche Sulle Acque Sotterranee E Sull'intrusione Marina In Puglia (penisola Salentina) (1969/1970)

Da: Stato Dell'irrigazione In Puglia (2000)

Le acque costiere presentano intensi fenomeni di contaminazione salina che si manifestano anche nelle zone interne dell'Arco Ionico Tarantino. In particolare si rileva salinizzazione nell'entroterra sino ai comuni di Galese e Polignano mentre nelle zone più interne non si segnalano fenomeni di degrado (Bitonto e Modugno).

Nella'area di Colignano, nella zona centrale del Salento e nell'entroterra dell'area di Gallipoli si è manifestato un aumento progressivo della salinizzazione delle acque.

Tali fenomeni non si rilevano nella falda superficiale a N di Otranto per via dell'isolamento a letto garantito da orizzonti impermeabili argillosi.

Le zone dell'alta Murgia non presentano fenomeni di degrado.

Da: Aspetti Idrogeologici E Problemi Di Inquinamento Salino Della Falda Profonda Del Salento (1997)

Da: Protezione Delle Risorse Idriche Sotterranee, Problematiche Di Inquinamento, Valutazione Di Riserve Strategiche Cnr Gndci (1996/1998)

Confrontando i dati inerenti alla isoalina 0.5 g/l dal 1981 al 1997 si è stabilito che la contaminazione delle acque di falda idrica è ormai un fenomeno duraturo. Si rileva che la salinità delle sorgenti è inversamente proporzionale alla portata nel versante Ionico mentre accade l'esatto contrario lungo il versante Adriatico.

Da: Mappatura Speditiva della Qualità delle Acque Sotterranee Pugliesi (1999)

Le zone dell'alta Murgia non presentano fenomeni di degrado salino ma si segnalano inquinamenti puntuali di origine antropica.

Nelle aree di Brindisi e Barletta, lungo il percorso del fiume Ofanto, nel Gargano e fra il Tavoliere e le Murge le falde risentono di fenomeni di marcata salinizzazione.

Da: Identification Of Typical Chemical And Physical Conditions In Apulian Groundwater (Southern Italy) Through Well Multi-Parameter Logs

Queste acque presentano una temperatura di circa 20 °C, con una salinità superiore a 1 g/l, pH circa 7, meno di 2 mg/l di ossigeno disciolto e potenziale redox negativo.

Da: Qualità Delle Acque Nelle Regioni Obiettivo 1-Puglia (2001)

Oltre alla intrusione marina si rileva inquinamento da pesticidi, prodotti petroliferi, nitrati e cloro, derivanti da reflui fognari scaricati direttamente sul suolo.

- *Falda costiera di Fasano(Brindisi)*

Da: Primi Risultati Di Un Sistema Di Monitoraggio Di Un Acquifero Carsico Costiero (1999)

Il fenomeno della salinizzazione della falda è strettamente correlato al regime pluviometrico (aumento della concentrazione nei periodi di magra) e alle caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero carsico (direzioni preferenziali della circolazione lungo le fratture).

Nelle zone in cui l'uso del suolo è prevalentemente agricolo si hanno maggiori concentrazioni di NO₃.

- *Chimismo delle acque della falda costiera*

Da: Identification Of Typical Chemical And Physical Conditions In Apulian Groundwater (Southern Italy) Through Well Multi-Parameter Logs

Queste acque presentano una temperatura di circa 1-1.5°C, con una salinità tra 0.5 g/l e 40g/l, pH maggiore di 7.5, buone quantità di ossigeno disciolto e potenziale redox variante tra positivo, dove predominano le acque dolci, e negativo, dove si ha abbondanza di acqua salata.

Da: Protezione Delle Risorse Idriche Sotterranee, Problematiche Di Inquinamento, Valutazione Di Riserve Strategiche Cnr Gndci (1996/1998)

Viene segnalata la presenza di inquinanti da acque reflue, presumibilmente provenienti da centri di emissione localizzati nelle Murge, zona di ricarica dell'acquifero.

4.5.4 Variazioni climatiche

- *Variazioni a scala regionale*

Da: Stato dell'Irrigazione in Puglia (2000)

Da un'analisi dell'andamento delle precipitazioni del quarantennio 1960-1999 si evince che si è avuta una sensibile diminuzione degli afflussi meteorici. I valori dell'indice SPI calcolati per 9 stazioni confermano i dati osservati per le precipitazioni, evidenziando un aumento costante delle annate siccitose.

- *Relazione tra risorse del lago di Occhito e variazioni climatiche*

Da: Relazioni tra variazioni climatiche, risorse idriche e produzioni in Capitanata nell'ultimo decennio (2001)

Negli ultimi quaranta anni si è rilevato un aumento delle temperature minime di circa un grado, in particolare nell'ultimo ventennio. Negli ultimi cinquanta anni le precipitazioni sono diminuite di 200 mm con una diminuzione media annuale di circa 4 mm. Tali dati hanno consentito di pervenire ad una importante conclusione:

"...In questo lavoro è stata accertata la relazione tra andamento climatico e riserve idriche della Capitanata (Lago di Occhito n.d.r.)..."

4.5.5 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche

Distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee e suddividendo queste ultime in acquiferi superficiali, profondi e incerti (cioè non chiaramente ascrivibili né a quelli superficiali o a quelli profondi), i risultati della ricerca nella Regione Puglia sono stati sintetizzati nelle seguenti tabelle

- Tabella 4.5.1: Degrado degli acquiferi superficiali;
- Tabella 4.5.2: Degrado degli acquiferi profondi.

In dette tabelle, per ogni fenomeno di degrado osservato, sono riportati tutti gli elementi caratteristici per la localizzazione geografica e per la sistematizzazione secondo i due criteri proposti, basati rispettivamente sulla tipologia di degrado e sul modello DPSIR: per ogni fenomeno sono inoltre riportati il periodo di riferimento e un codice di “riferimento GIS”, attraverso il quale è possibile accedere alla fonte bibliografica da cui è stato tratto.

I fenomeni di degrado censiti nelle tabelle vengono di seguito analizzati con riferimento ai due criteri di sistematizzazione. Per il modello DPSIR si è ritenuto particolarmente significativo mettere in evidenza, tra tutti gli indicatori/indici riportati nelle tabelle, le **Driving Forces**, indicando tra parentesi anche le relative **Pressures**, associate alle tipologie di degrado.

4.5.5.1 Degrado degli acquiferi superficiali: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento puntuale:* falda costiera di Fasano;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* acquifero del Tavoliere di Foggia, acquifero murgiano (costa adriatica); *con inquinamento puntuale:* falda costiera di Fasano;
- **degrado quantitativo (DQ):** *degrado esteso a tutto l'acquifero:* acquifero del Tavoliere di Foggia.

4.5.5.2 Degrado degli acquiferi superficiali: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **attività agricole (consumo d'acqua, sorgenti di nitrati – CI, SL):** acquifero murgiano (costa adriatica), falda costiera di Fasano;
- **insediamenti urbani (consumo d'acqua – SL, DQ):** acquifero del Tavoliere di Foggia.

4.5.5.3 Degrado degli acquiferi profondi: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico organico (CO):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* acquifero salentino;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* acquifero del Tavoliere di Foggia, acquifero salentino;

- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero*: acquifero salentino; *con inquinamento puntuale*: acquifero del Gargano (San Nazario);
- **degrado quantitativo (DQ):** *degrado esteso a tutto l'acquifero*: acquifero salentino;
- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro):** *con inquinamento puntuale*: acquifero murgiano (alta Murgia).

4.5.5.4 Degrado degli acquiferi profondi: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **attività agricole (consumo d'acqua, sorgenti di sostanze pericolose e nitrati, uso di pesticidi – CO, CI, SL, DQ):** acquifero del Tavoliere di Foggia, acquifero salentino;
- **attività zootecniche (consumo d'acqua – SL):** acquifero del Gargano (San Nazario);
- **insediamenti industriali (sorgenti di sostanze pericolose – CO):** acquifero salentino;
- **impianti di trattamento reflui civili (sorgenti di sostanze pericolose, emissione reflui – CO, CI):** acquifero salentino;
- **insediamenti urbani (pressione antropica – Altro):** acquifero murgiano (alta Murgia).

Al fine di fornire una rappresentazione sinottica delle caratteristiche e della distribuzione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche regionali, le figure 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3 e 4.5.4 riportano, in forma grafica, le tipologie di degrado e le Driving Forces degli acquiferi superficiali e profondi.

Tabelle

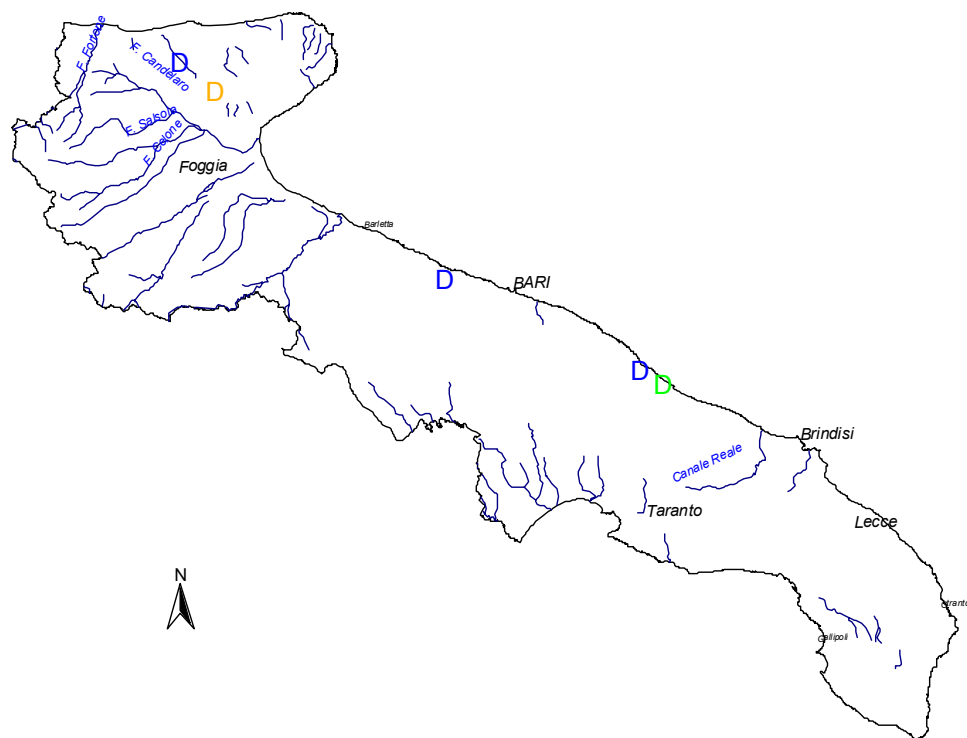
Legenda	
CO	Inquinamento chimico organico
CI	Inquinamento chimico inorganico non metallico
SL	Salinazione
EU	Eutrofizzazione
MP	Metalli pesanti
BV	Batteri e virus
DQ	Degrado quantitativo
Altro	Agenti non definiti

Tabella 4.5.1 Degrado degli acquiferi superficiali della Puglia

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
2	Acquifero del Tavoliere di Foggia (superficiale)	SL	Esteso	Insedimenti urbani	Consumo di acqua per uso potabile	Salinazione	Insedimenti urbani		1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/ PU 8/ PU 9/PU 10
3	Acquifero del Tavoliere di Foggia (superficiale)	DQ	Esteso	Insedimenti urbani	Consumo di acqua per uso potabile	Misure piezometriche	Livello della falda		1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/ PU 8/ PU 9/PU 10
9	Acquifero Murgiano (costa adriatica) (superficiale)	SL	Esteso	Attività agricole	Consumo di acqua per uso agricolo	Salinazione			1969/1970 , 1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/ PU 8/ PU 6/ PU 11/ PU 10/ PU 4/PU 9/ PU 12
11	Falda costiera di Fasano (Brindisi)	CI	Puntuale	Attività agricole	Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1999	PU 5
12	Falda costiera di Fasano (Brindisi)	SL	Puntuale	Attività agricole		Salinazione			1999	PU 5

Tabella 4.5.2 Degrado degli acquiferi profondi della Puglia

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
1	Acquifero del Gargano (San Nazario) (profondo)	SL	Puntuale	Attività zootecniche	Sovrasfruttamento	Salinazione		Piano tutela delle acque D.Lgs. 152/99	1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/PU 8/PU 9/PU 10
4	Acquifero del Tavoliere di Foggia (profondo)	CI	Esteso	Attività agricole	Consumo di acqua per uso agricolo		Qualità dell'acqua irrigua		2002	PU 3
5	Acquifero Salentino (profondo)	DQ	Esteso	Attività agricole	Consumo di acqua per uso agricolo	Misure piezometriche	Livello della falda		1969/1970, 1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/PU 8/PU 6/PU 11/PU 10/PU 4/PU 9/PU 12
6	Acquifero Salentino (profondo)	SL	Esteso	Attività agricole	Consumo di acqua per uso agricolo	Salinazione	Qualità dell'acqua irrigua		1969/1970, 1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/PU 8/PU 6/PU 11/PU 10/PU 4/PU 9/PU 12
7	Acquifero Salentino (profondo)	CO	Esteso	Insedimenti industriali/Attività agricole/Impianti di trattamento reflui civili	Sorgenti di sostanze pericolose e nitrati/Usi di pesticidi	Parametri chimico-fisici			1969/1970, 1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/PU 8/PU 6/PU 11/PU 10/PU 4/PU 9/PU 12
8	Acquifero Salentino (profondo)	CI	Esteso	Attività agricole/Impianti di trattamento reflui civili	Emissione reflui/Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1969/1970, 1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/PU 8/PU 6/PU 11/PU 10/PU 4/PU 9/PU 12
10	Acquifero Murgiano (Alta Murgia) (profondo)	Altro	Puntuale	Insedimenti urbani	Pressione antropica	Parametri chimico-fisici	Qualità dell'acqua potabile		1969/1970, 1999, 2001 e 2002	PU 3/PU 7/PU 8/PU 6/PU 11/PU 10/PU 4/PU 9/PU 12

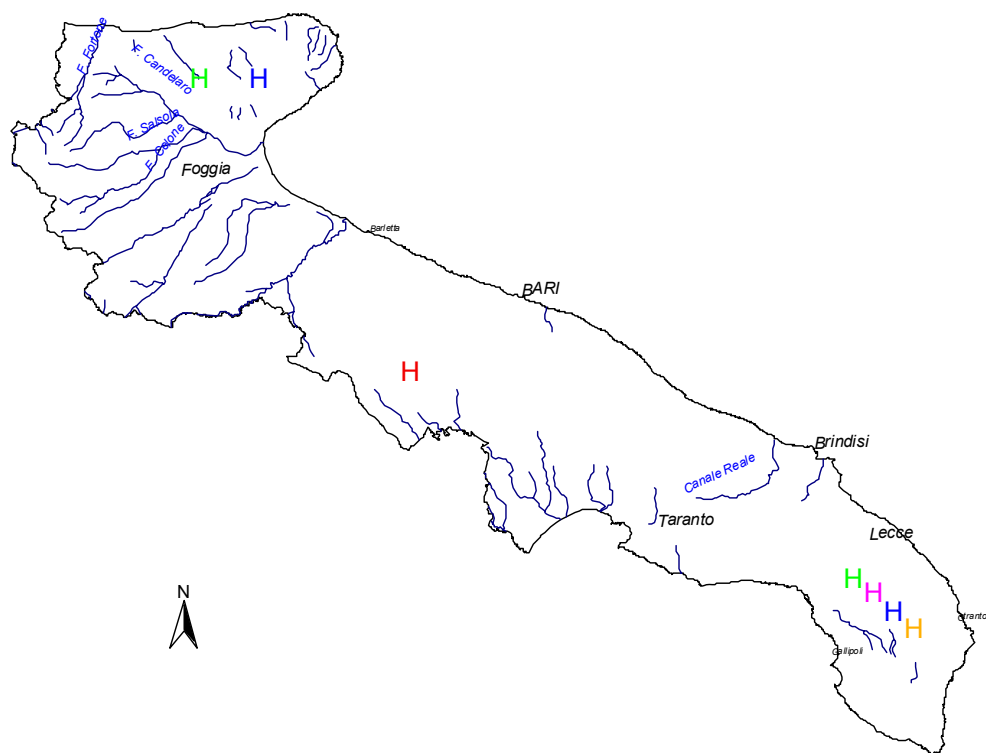


Puglia

Tipologia degrado acquiferi superficiali

- D Contaminanti inorganici
- D Degrado quantitativo
- D Salinazione
- Fiumi

Figura 4.5.1



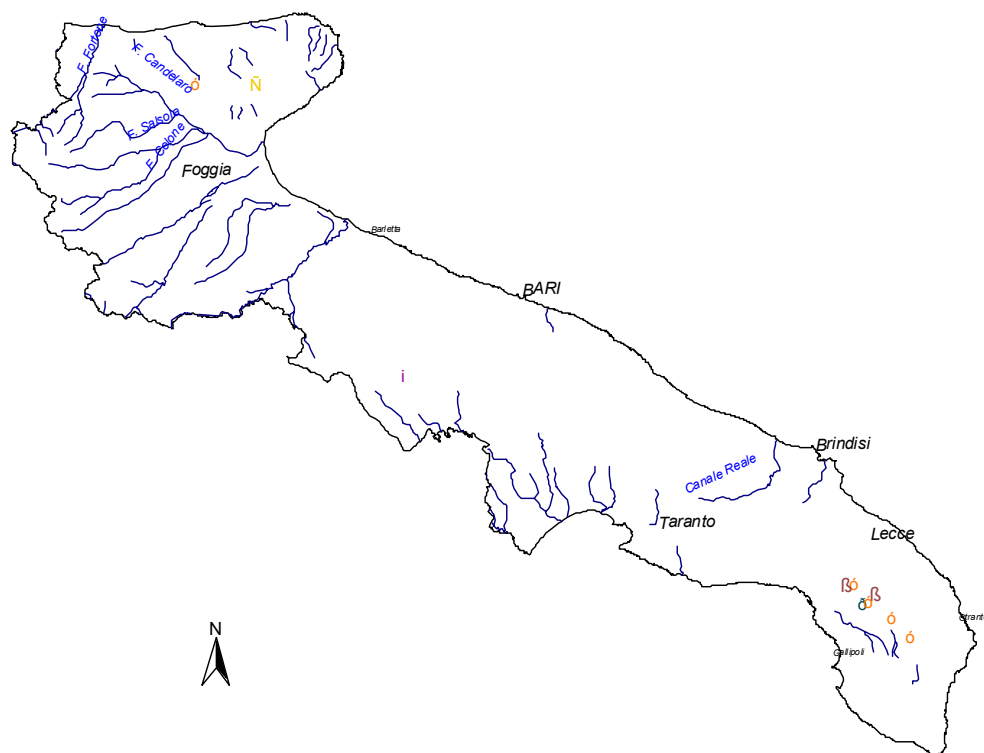
Puglia

Tipologia degrado acquiferi profondi

- H Contaminanti inorganici
- H Degrado quantitativo
- H Contaminanti organici
- H Salinazione
- H Agenti non definiti

— Fiumi

Figura 4.5.2



Puglia

Driving forces acquiferi profondi

- Attività agricole
- Attività zootecniche
- Insediamenti industriali
- i Insediamenti urbani
- ⌘ Impianti di trattamento
- Fiumi

Figura 4.5.3

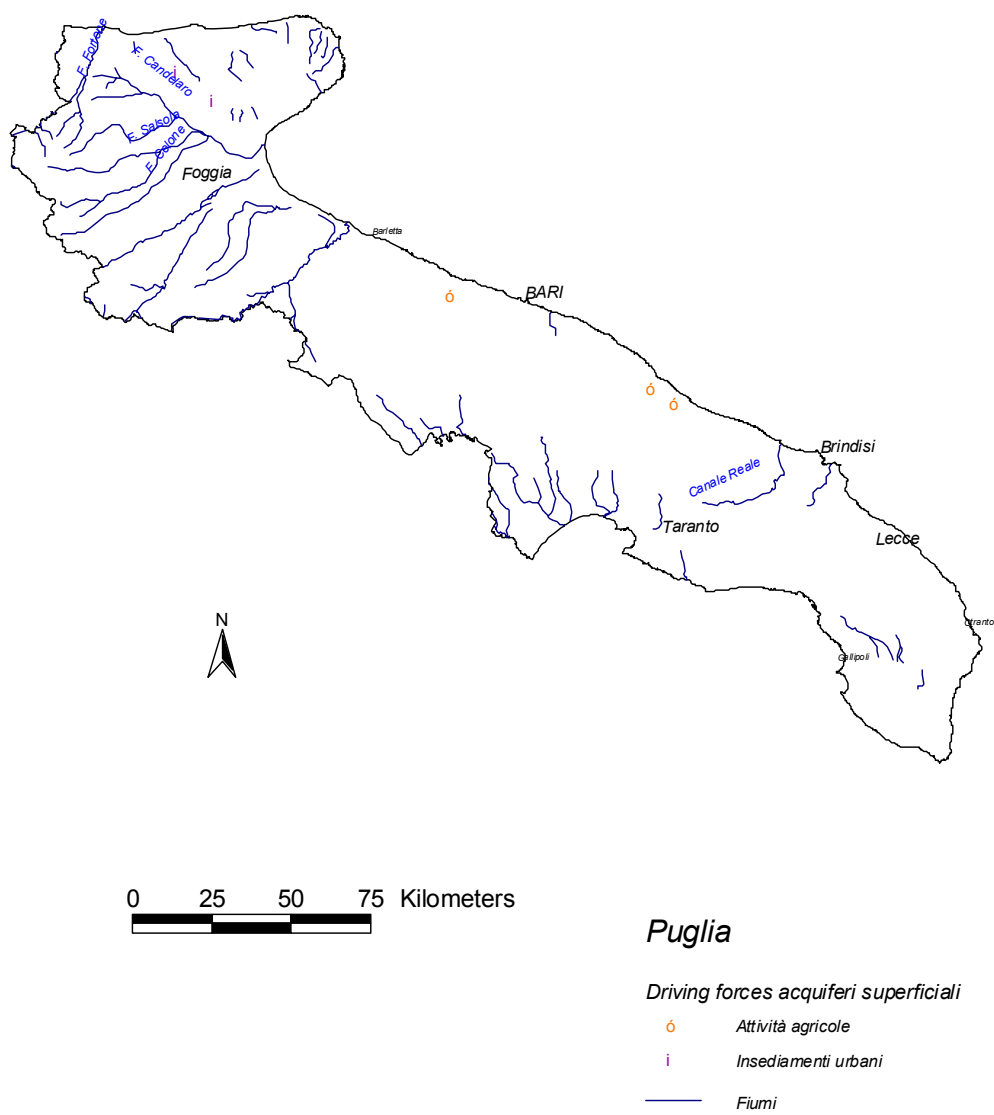


Figura 4.5.4

4.6. Sicilia

4.6.1 Inquadramento geologico, idrologico e climatico della Regione

Geologia e geomorfologia

Le principali unità di paesaggio riscontrabili sul territorio Siciliano sono schematicamente riportate di seguito:

- I monti Peloritani rappresentano il tratto più orientale della catena montuosa che dai Nebrodi giunge fino alla città di Messina. Essi sono formati da rocce metamorfiche e rocce eruttive acide, presentandosi con forme aspre e pareti scoscese, interrotte da spianate più o meno ampie.
- Presentandosi come un complesso morfologicamente disomogeneo costituito da formazioni carbonatiche mesozoiche giacenti su un substrato di argille terziarie e di marne, i monti Sicani, sono localizzati nella parte centro occidentale dell'Isola tra Palermo e Agrigento. Le cime più importanti sono: Monte Cammarata (1.580 metri), Pizzo Cangelosi (1.457 metri), Monte Barracù (1.420 metri) e Rocca Busambra (1.613 metri).
- Gli Erei rappresentano un complesso costituito da arenarie, sabbie argillose, conglomerati calcarei, argille sabbiose del Pliocene medio-Pleistocene. Sono localizzati nella parte sud-orientale dell'Isola tra Caltagirone, Piazza Armerina, Gela e Vittoria.
- Gli Iblei sono un complesso costituito in prevalenza da calcari e vulcaniti, la cui formazione risale al Miocene medio-superiore e a tutto il Pleistocene, essi sono localizzati a sud della Piana di Catania tra Siracusa e Ragusa.
- L'imponente complesso vulcanico dell'Etna si eleva su un substrato di argille pleistoceniche. Il paesaggio è stato condizionato, e lo è tuttora, dall'intensa attività vulcanica che ha modellato l'intera montagna, che nella parte alta, sopra i 1.500 metri, mostra fianchi scoscesi e ampie vallate, mentre al di sotto dei 1.500 metri prende forme dolci e più regolari.
- Il paesaggio collinare impostatosi sulle formazioni argillose è caratterizzato da dolci pendii e bassi rilievi dalle forme arrotondate, che si aprono in ampie spianate. Il substrato argilloso con intercalazioni sabbiose e quarzoarenitiche, risale al Mio-Pliocene.
- Il paesaggio collinare impostatosi sulle formazioni gessoso-solfifere formatesi nel Miocene superiore è piuttosto brullo; le formazioni gessoso-solfifere sono costituite da rocce evaporitiche che poggiano su diatomiti e marne del Messianico inferiore, da calcari e gessi e da calcari marnosi e marne a globigerine del Pliocene inferiore.
- Il paesaggio collinare impostatosi sulle formazioni arenacee, costituite da formazioni arenaceo-sabbiose, glauconitiche e quarzarenitiche, è caratterizzato da una morfologia arrotondata interrotta dalle forme di erosione generate dalle acque di ruscellamento superficiale.

I principali sistemi montuosi dell'isola sono costituiti da:

- Le Madonie che rappresentano la parte ovest della catena montuosa settentrionale della Sicilia compresa tra la Portella del Bifulco e la Valle del Torto. Comprendono i monti più alti dell'Isola, dopo l'Etna, con il Pizzo Carbonara (1.979 metri), Pizzo Antenna (1.975 metri), monte S. Salvatore (1.912 metri), monte dei Cervi (1.794 metri).

- I Nebrodi, detti in parte anche Caronie, che costituiscono il tratto più esteso della catena montuosa settentrionale della Sicilia. Essi si sviluppano per circa settanta chilometri, connettendosi ad ovest alle Madonne e confinando ad est con i Peloritani. Sono caratterizzati da una serie di cime arrotondate per lo più comprese tra i 1.200 e i 1.500 metri, che culminano col monte Soro alto 1.847 metri. Dal punto di vista geologico i Nebrodi sono un imponente complesso sedimentario dove predominano le formazioni clastiche stratificate e sono costituiti per lo più da terreni argillosi ed argillo-sabbiosi su argille e marne terziarie, da terreni sciolti e permeabili su arenarie e, nei fondovalle, da terreni alluvionali di recente formazione.

Desertificazione

Fra le cause che in Sicilia sono alla base del fenomeno della desertificazione vanno ricordate, oltre al prolungamento dei periodi di siccità, la presenza di suoli ad alto rischio di erodibilità, l'alta frequenza ed estensione degli incendi boschivi e la riduzione della copertura vegetale, la salinizzazione dei suoli e l'abbandono colturale di vaste aree divenute extramarginali. Di minore rilievo, rispetto alle altre regioni italiane, è l'intensità colturale, anche per il grande sviluppo assunto dall'agricoltura biologica e per la elevata incidenza delle aree soggette a tutela. Le aree più sensibili al fenomeno sono quelle più interne e alcune zone costiere, in relazione sia alle caratteristiche geopedologiche e alla morfologia, sia al tipo e all'intensità di sfruttamento antropico. In questo contesto, l'agricoltura irrigua, associata a scelte produttive e pratiche compatibili e ad una più corretta gestione dell'acqua, potrebbe sottrarre parti del territorio a rischio di abbandono e degrado.

Risposte

I principi che informano la strategia di intervento nel settore delle risorse idriche sono il miglioramento della gestione del servizio e la rifunionalizzazione delle infrastrutture, al fine di garantire la disponibilità della risorsa soprattutto per la popolazione residente ma anche per permettere lo sviluppo delle attività produttive che si intende incentivare e la sostenibilità ambientale, quale parte integrante della filosofia di intervento dell'Asse risorse naturali, protesa al risparmio, al risanamento, alla tutela ed al mantenimento della qualità delle acque superficiali e profonde. La strategia si articola quindi secondo due livelli che non presuppongono necessariamente tempi di realizzazione diversi.

Il primo riguarda la razionalizzazione ed il completamento dei grandi sistemi di approvvigionamento e adduzione delle acque, nonché interventi volti a razionalizzazione e completamento delle reti irrigue di adduzione e distribuzione consortili pubbliche.

Il secondo livello è indirizzato a supportare il processo di riorganizzazione del settore, attraverso la definizione (così come previsto nella L. r. n. 10/99, art. 69 che ha recepito la L. 36/94), il funzionamento e la messa a regime degli Ambiti Territoriali Ottimali (A.T.O.) e l'organizzazione del servizio idrico integrato.

Parallelamente e trasversalmente all'attuazione dei suddetti livelli, dovrà essere garantita la tutela ed il risanamento delle acque marine, di quelle superficiali e sotterranee, attraverso l'adeguamento dei sistemi depurativi al D.Lgs. 152/99 e dovrà essere realizzato il sistema informativo e di monitoraggio delle risorse idriche. Gli interventi da realizzare, in conformità a quanto previsto dal Q.C.S., andranno articolati in due successive fasi:

- la prima interesserà il triennio 2000/2002 e riguarderà interventi che sono previsti nell'Accordo di Programma Quadro (APQ) sulle risorse idriche in corso di definizione e che, anche in assenza dei piani di ambito, saranno comunque valutati necessari per risolvere particolari situazioni di emergenza. Per questa fase, che prenderà avvio a seguito della individuazione degli ATO, è prevista un'utilizzazione massima del 30% del totale delle risorse destinate al settore;
- la seconda interesserà il quadriennio successivo e sarà finalizzata ad attuare la pianificazione di ambito.

Per quanto riguarda, in particolare, gli interventi destinati ad uso irriguo, la valutazione di carattere finanziario dovrà evidenziarne la economicità, la sostenibilità, gli effetti in termini di occupazione indotta e di miglioramento qualitativo delle produzioni.

Nella prima fase sarà possibile attivare azioni di ricerca ed innovazione tecnologica, da realizzarsi nell'ambito del PON Ricerca, per il miglioramento dei corpi idrici. Nella stessa fase, infine, l'adeguamento dei sistemi depurativi potrà avvenire quando costituisca motivo di particolare preoccupazione ambientale e quando sia funzionale agli interventi previsti per la razionalizzazione dei grandi schemi idrici.

4.6.2 Degradamento dei corpi idrici superficiali

- *Regione Sicilia*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

Da studi compiuti nel 1987-88 e nel 1998 si apprende che lo stato trofico dei laghi siciliani, a causa di forti pressioni antropiche, è preoccupante. Nel 1987 il 44.83% dei laghi esaminati risultava mesoeutrofico, il 27.59% risultava eutrofico, il 20.69% risultava ipereutrofico; nel 1998 il 20.69% dei laghi analizzati era ancora ipereutrofico.

Fiumi

- *Provincia di Palermo*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

Nella provincia di Palermo la caratterizzazione dei corpi idrici viene ancora eseguita con riferimento alle direttive del DPR 515/82 dal DAP su 5 fiumi (Eleuterio, Imera, Jato, Oreto e Salso) e 5 invasi artificiali (Malvello, Scanzano, Poma-Jato, Piana, Garcia).

In base a tale classificazione è stata stilata la seguente tabella di regolarità dei campioni: Numero di campioni e valori percentuali per categoria di potabilizzazione risultati secondo le analisi regolari e non.

- *Provincia di Catania*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

La classificazione dei corpi idrici (eseguita dal dipartimento provinciale ARPA) è stata eseguita sulla base del 152/99 fornendo, sulla base del solo indice IBE, i seguenti risultati:

- • il fiume Simeto è ascrivibile alla classe IV;
- • il fiume Alcantara alla classe III;
- • il torrente Saracena alla classe II.

- *Provincia di Messina*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

La classificazione dei corpi idrici è stata eseguita dal dipartimento provinciale ARPA e dalla Provincia Regionale calcolando gli indici LIM e IBE. Questi i risultati:

- • Fiume Alcantara: Lim e IBE di classe 2
- • T. Flumendisi: Lim classe 2 e IBE classe 3
- • T. Inganno: Lim e IBE di classe 2
- • Fiumana Zappulla: Lim e IBE di classe 2
- • T. Rosmarino: Lim e IBE di classe 2
- • T. Patrì: Lim classe 2
- • T. Timeto: Lim classe 1, IBE classe 2

- *Provincia di Siracusa*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

Il rilevamento dei sette parametri macrodescrittori che permettono di classificare la qualità di un corpo idrico secondo l'indice LIM, è stato avviato in provincia dal 2000 sul fiume Manghisi-Cassibile, mentre nell'anno 2001 è stato avviato quello dei fiumi Anapo, Tellaro, S. Leonardo.

- • Fiume Anapo: Lim 2
- • Fiume Tellaro: Lim 3

Il fiume Ciane è stato valutato sulla base del monitoraggio dell'indice IBE e della crescita di piante di Papiro, concludendo che non si riscontravano sostanziali fenomeni di inquinamento. Per il fiume Manghisi, analisi chimiche e batteriologiche compiute nel 2000 ne hanno evidenziato il buono stato di salute.

- *Provincia di Ragusa*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

Nel 2001 sono stati monitorati i parametri dell'indice Lim dei torrenti Irminio e Ipari, entrambi inclusi in classe 3.

- *Fiume Imera*

Da: Qualità Delle Acque Nelle Regioni Obiettivo 1 (1999)

Si riscontrano alte concentrazioni di nitrati in una indagine compiuta nel 1995 e nel 1998-99.

- *Fiume Nocella*

Da: Qualità Delle Acque Nelle Regioni Obiettivo 1 (1999)

Alla foce si riscontrano alte concentrazioni di nitrati in una indagine compiuta nel 1995 e nel 1998-99.

- *Fiume S. Leonardo*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

Fiume S. Leonardo (vedi Provincia di Siracusa): Lim 3.

Da: Qualità Delle Acque Nelle Regioni Obiettivo 1 (1999)

A monte della diga di Rosamarina si riscontrano alte concentrazioni di nitrati in una indagine compiuta nel 1995 e nel 1998-99.

- *Fiume Simeto*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

Il fiume Simeto è ascrivibile alla classe IV dell'indice IBE (vedi Provincia di Catania).

Da: Qualità Delle Acque Nelle Regioni Obiettivo 1 (1999)

La concentrazione di nitrati si mantiene elevata lungo tutto il corso del fiume.

Da: Il Fiume Simeto (2001)

Da un'indagine di Legambiente effettuata su otto stazioni localizzate lungo l'asta principale, emerge la seguente ripartizione percentuale delle classi di qualità ecologica (SECA):

- • 37,5% classe 2
- • 37,5% classe 3
- • 25,0% (alla foce) classe 4

Le cause dell'inquinamento da ricondurre a scarichi civili scarsamente depurati, attività zootecniche e cementificazione dei canali, in definitiva lo stato ecologico è scadente.

Da: Stato Dell'Irrigazione In Sicilia (1998/1999)

Uno studio effettuato da Mancini et Alii sottolinea le principali cause di inquinamento ribadendo quanto esposto precedentemente. La classificazione (IBE) è relativa ai dati di sette stazioni localizzate lungo l'asta principale (tabella seguente).

Fiume Simeto		
Località	IBE	Classe di qualità
Cutò	10	I
Ponte Bolo	9	II
Ponte dei Saraceni	8	II
Ponte di Pietralunga	6	III
Ponte Giarretta	5	IV
Ponte Impero	3	V

Fonte: Mancini & Altri (1995)

Laghi

Da: Stato Dell'Irrigazione In Sicilia (1998/1999)

Uno studio di Dazzi, Fierotti e Lombardi (1998) ha permesso di classificare i principali serbatoi idrici siciliani in tre categorie sulla base della conducibilità delle loro acque.

Bacino	EC x 10 ⁶	Na Cl g/l	S.A.R corretto
Gruppo 1			
Scanzano	500	0.11	3.79
Poma	710	0.13	1.53
Gammata	530	0.03	1.31
Prizzi	500	0.04	1.42
Piano del leone	500	0.04	1.69
Gruppo 2			
Arancio	910	0.15	4.48
Rubino	1.500	0.36	4.79
Disueri	1.600	0.25	4.78
Nicoletti	1.700	0.14	6.80
S.Giovanni	2.120	0.26	4.60
Trinità	2.200	0.45	4.32
Villarosa	2.600	0.66	11.28
Comunelli	2.600	0.57	11.91
Gruppo 3			
Cimia	4.200	1.62	9.75
Biviere	4.400	1.95	16.07
Don Sturzo	6.000	2.33	16.62

Fonte: Fierotti, Lombardo e Dazzi (1998)

4.6.3 Degrado dei corpi idrici sotterranei

- *Provincia di Catania*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

I dati acquisiti negli anni 1997-2001 certificano che la maggior parte dei campioni rientra nei criteri del DPR 236/88.

- *Piana di Catania*

Da: Presentazione della carta di vulnerabilità all'inquinamento dell'acquifero alluvionale della Piana di Catania (Sicilia NE)

Sotto il profilo della qualità di base sono presenti acque soggette a forti limitazioni per l'utilizzo idropotabile e, in quelle con le maggiori concentrazioni di Cl, Na e di SO₄, anche nell'utilizzo agricolo e industriale. Lungo la fascia costiera le acque non sono utilizzabili a scopo idropotabile e presentano forti limitazioni per gli sfruttamenti irrigui e industriali. Nello studio sono evidenziate le qualità scadenti delle acque sotterranee presenti presso la zona industriale di Catania, fortemente inquinate dagli scarichi reflui trattati e non trattati, che in parte vengono dispersi lungo i canali di smaltimento. Si segnalano fenomeni di ingressione marina lungo tutta la fascia costiera, con estensione nell'entroterra per alcuni chilometri, fino a lambire l'area industriale di Pantano d'Archi.

- *Provincia di Messina*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

I dati acquisiti dal 1992 al 2002 su 362 fonti di approvvigionamento idrico mostrano che undici di esse hanno contenuti di nitrati superiori ai 50 mg/l.

Concentrazione di Nitrati compresa tra:	N° di fonti:	% di fonti:
0 e 10 mg/l	281	77,62
10 e 30 mg/l	52	14,36
30 e 50 mg/l	18	4,98
Oltre i 50 mg/l	11	3,04

Fonte: DAP Messina, 2002

- *Provincia di Sicarusa*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

La quantità d'acqua per gli usi idropotabili è sufficiente mentre la qualità è scarsa per il notevole contenuto in cloruri. Dal punto di vista microbiologico i parametri sono generalmente a norma.

- *Provincia di Enna*

Da: Valutazione Ex Ante Ambientale Regione Sicilia (2002)

Le analisi effettuate nel 2002 riportano le seguenti concentrazioni di nitrati nelle acque utilizzate per l'approvvigionamento idrico della Provincia:

Concentrazione di Nitrati rispetto al numero ed alla percentuale delle fonti di approvvigionamento idrico (gennaio-giugno 2002)

Concentrazione di Nitrati compresa tra:	N° di fonti:	% di Fonti:
0 e 10 mg/l	9	39,13
10 e 30 mg/l	9	39,13
30 e 50 mg/l	3	13,04
Oltre i 50 mg/l	2	8,7

Fonte: DAP di Enna, 2002

- *Sicilia centro orientale*

Da: Gli acquiferi dell'area centro meridionale della Sicilia: risorse idriche, qualità delle acque e vulnerabilità all'inquinamento

La qualità di base delle RIS è stata determinata utilizzando la metodologia messa a punto dal gruppo GNDCI. La qualità naturale delle acque, influenzata dalla presenza di rocce evaporitiche, richiede solo per aree limitate trattamenti per l'uso idropotabile.

- *Sicilia nord orientale*

Da: Vulnerabilità All'inquinamento Degli Acquiferi Dell'area Peloritana (Sicilia Nord-Orientale)

Acquifero superficiale

Nei tratti terminali dei corsi d'acqua e al margine meridionale della pianura le acque sotterranee presentano caratteristiche idrochimiche da buone a ottime (classi A1A2 e B1A2), un aumento del contenuto di nitrati determina un leggero peggioramento procedendo verso nord, nella restante area di pianura si registra in genere uno scadimento qualitativo imputabile in parte a cause naturali ed in parte ad attività antropiche. Gran parte della zona costiera presenta acque di qualità decisamente scadente per fenomeni di ingressione marina, uso di prodotti chimici e scarichi reflui.

Le zone più colpite dal fenomeno dell'intrusione salina sono lo sbocco dei torrenti S. Filippo e Gazzi nel settore meridionale, Annunziata e Pace nel settore settentrionale.

Allo sbocco della fiumara d'Agrò la diffusa antropizzazione ha causato un evidente incremento salino totale.

Il contenuto di nitrati aumenta vicino agli insediamenti residenziali, come ad esempio nell'area di Messina.

Nella valle dell'Agro il contenuto di nitrati è riferibile ad un'alta concentrazione di attività zootecniche.

Acquifero confinato

Tali acque presentano una temperatura di circa 22°C, salinità fra 560 mg/l e 1420 mg/l, con un contenuto di solfati e cloruri molto alti, imputabili alla interazione acqua roccia in circuiti rallentati.

Salinizzazione delle acque sotterranee

Da: Stato Dell'irrigazione In Sicilia (1998/1999)

Si riportano i risultati dello studio di Fierotti e Foto (1970) sulle acque di 92 pozzi distribuiti in tutto il territorio regionale. Il 70% dei pozzi classificati a salinità "molto bassa" ricade nella zona sud-orientale dell'isola, il restante 30% è localizzato a ridosso delle città di Palermo e Castellamare del Golfo.

I pozzi classificati a salinità "molto alta" sono concentrati, per l'80%, nel palermitano e nel trapanese; l'altro 20%, come anche i pozzi classificati con acque a salinità "bassa" e "media", non hanno una dislocazione preferenziale.

È opportuno rilevare che i massicci emungimenti che si operano sulle falde costiere per soddisfare i bisogni dell'agricoltura stanno acuendo il fenomeno dell'intrusione marina soprattutto nel Trapanese.

4.6.4 Variazioni climatiche

Da: Alterazione Di Alcuni Caratteri Del Regime Pluvio-Termometrico Siciliano Nel Periodo 1916-1999 (1916/1999)

Dallo studio del regime delle precipitazioni della Sicilia nel periodo che va dal 1916 al 1999 si desume una diminuzione generale degli apporti meteorici. Quantificando sinteticamente la tendenza alla diminuzione delle precipitazioni, “il tempo necessario per raggiungere un'altezza di pioggia di 800 mm è cresciuto da un minimo di un mese a Caltanissetta e Messina fino ad un massimo di cinque mesi a Palermo”.

Tale decremento è stato correlato alla minore frequenza dei giorni piovosi piuttosto che alla diminuzione della intensità dei singoli fenomeni. Per quanto riguarda le temperature dall'analisi dei dati è risultato evidente un sensibile aumento dei valori negli ultimi trent'anni, anche se non uniformemente su tutto il territorio Siciliano. L'incremento della temperatura media in Sicilia a partire dal 1975 è di circa 0.8°C, anche se occorre considerare che le stazioni sono localizzate tutte in prossimità di grandi centri urbani.

Da: Stato Dell'Irrigazione in Sicilia (1998/1999)

Nella parte di questo lavoro dedicata alla siccità, l'analisi dei dati pluviometrici raccolti in 338 stazioni regionali evidenzia che “che la piovosità del periodo 1921-60 si attesta su 750 mm, mentre quella del periodo 1961-90 si abbassa a 650 mm circa”. La diminuzione maggiore si è riscontrata nel versante meridionale dove l'altezza della precipitazione media è risultata inferiore a 500mm per 15 anni negli ultimi 40 anni, mentre nel quarantennio precedente il 1960 lo è stata per soli 4 anni. Le analisi effettuate utilizzando l'indice SPI per otto stazioni confermano l'andamento decrescente delle precipitazioni soprattutto negli ultimi 25 anni.

Da: Aridità Dei Suoli E Rischi Per L'attività Vegetativa Delle Colture Erbacee E Della Flora Pabulare Dei Pascoli Nel Bacino Del Fiume Salso (Sicilia Centro-Meridionale) (1950/2000)

I dati analizzati si riferiscono all'intervallo di tempo 1950-2000. Ognuna delle stazioni è stata scelta perché rappresentativa di un particolare pedoclima siciliano: la pianura (Licata), la collina (Caltanissetta), la montagna (Petràlia). Dallo studio dell'andamento delle temperature medie per tutte e tre le stazioni, si evince che in tutte l'aumento della temperatura media in 50 anni è stato sensibile, in particolar modo a Caltanissetta. L'andamento delle precipitazioni ha registrato una leggera diminuzione a Licata e Caltanissetta, ed una più sensibile a Petràlia. Per quanto riguarda i tipi climatici, “a Caltanissetta l'indice di umidità globale tende a diminuire e questa tendenza è più marcata a Petràlia Sottana. A Licata il tipo climatico semiarido (D) è rimasto costante, mentre a Caltanissetta si è verificato un salto di classe dal subumido-subarido (C1) dei primi anni cinquanta al semiarido degli anni novanta. A Petràlia Sottana contemporaneamente si è registrato il passaggio dall'umido-subumido (C2) al subumido-subarido (C1”)).

4.6.5 Sintesi delle condizioni di degrado delle risorse idriche

Distinguendo le acque superficiali da quelle sotterranee e suddividendo queste ultime in acquiferi superficiali, profondi e incerti (cioè non chiaramente ascrivibili né a quelli superficiali o a quelli profondi), i risultati della ricerca nella Regione Sicilia sono stati sintetizzati nelle seguenti tabelle

- Tabella 4.6.1: Degrado dei corpi idrici superficiali;
- Tabella 4.6.2: Degrado degli acquiferi.

In dette tabelle, per ogni fenomeno di degrado osservato, sono riportati tutti gli elementi caratteristici per la localizzazione geografica e per la sistematizzazione secondo i due criteri proposti, basati rispettivamente sulla tipologia di degrado e sul modello DPSIR: per ogni fenomeno sono inoltre riportati il periodo di riferimento e un codice di “riferimento GIS”, attraverso il quale è possibile accedere alla fonte bibliografica da cui è stato tratto.

I fenomeni di degrado censiti nelle tabelle vengono di seguito analizzati con riferimento ai due criteri di sistematizzazione. Per il modello DPSIR si è ritenuto particolarmente significativo mettere in evidenza, tra tutti gli indicatori/indici riportati nelle tabelle, le **Driving Forces**, indicando tra parentesi anche le relative **Pressures**, associate alle tipologie di degrado.

4.6.5.1 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico organico (CO):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* F. Simeto, F. Nocella;
- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* F. Simeto, F. Imera, F. Nocella; *con inquinamento puntuale:* F. San Leonardo;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* L. S. Giovanni, L. Trinità, L. Villarosa, L. Comunelli, L. Cimìa, L. Biviere, L. Don Sturzo; *con inquinamento puntuale:* F. Imera, F. Platani;
- **inquinamento da agenti inquinanti non meglio definiti (Altro):** *con inquinamento esteso a tutto il corpo idrico:* F. Simeto, F. Alcantara, F. Iminio, Tellaro.

4.6.5.2 Degrado dei corpi idrici superficiali: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **attività agricole (emissione reflui, uso di pesticidi, sorgenti di nitrati, sorgenti di sostanze organiche – CO, CI, Altro):** F. Simeto;
- **attività zootecniche (emissione reflui, emissione di sostanze organiche – CO, CI, Altro):** F. Simeto,
- **discariche di rifiuti (emissione reflui, emissione di sostanze organiche – CO, CI, Altro):** F. Simeto,
- **altre opere antropiche (pressione antropica, emissione di sostanze organiche – CO, SL, Altro):** F. Simeto, F. Imera.

4.6.5.3 Degradazione degli acquiferi: sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado

- **inquinamento chimico inorganico non metallico (CI):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* provincia di Siracusa, piana di Catania, zona costiera peloriana; *con inquinamento puntuale:* Barcellona Pozzo di Gotto, Baronina, Giardini Naxos, Limina, S. Agata Militello, Milazzo, Melilli, sorgente campo sportivo Enna, pozzo Pantano Enna;
- **salinazione da commistione con acque fortemente salate (SL):** *con inquinamento esteso a tutto l'acquifero:* piana di Catania, zona costiera peloritana.

4.6.5.4 Degradazione degli acquiferi: sistematizzazione basata sul modello DPSIR

- **insediamenti industriali (emissione reflui, consumo d'acqua, sorgenti di sostanze pericolose –CI, SL):** piana di Catania, zona costiera peloriana;
- **impianti di trattamento reflui civili (emissione reflui, sorgenti di sostanze pericolose –CI):** piana di Catania, zona costiera peloriana;
- **insediamenti urbani (emissione reflui, consumo d'acqua – CI, SL):** piana di Catania, zona costiera peloriana.

Al fine di fornire una rappresentazione sinottica delle caratteristiche e della distribuzione dei fenomeni di degrado delle risorse idriche regionali, le figure 4.6.1, 4.6.2, 4.6.3 e 4.6.4 riportano, in forma grafica, le tipologie di degrado e le Driving Forces dei corpi idrici superficiali e degli acquiferi.

Tabelle

L e g e n d a	
CO	Inquinamento chimico organico
CI	Inquinamento chimico inorganico non metallico
SL	Salinazione
EU	Eutrofizzazione
MP	Metalli pesanti
BV	Batteri e virus
DQ	Degradazione quantitativa
Altro	Agenti non definiti

Tabella 4.6.1 Degrado dei corpi idrici superficiali della Sicilia

CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
1	F. Simeto	Altro	Esteso	Discariche di rifiuti/Opere antropiche (invasi e cementificazione canali)/Attività agricola e zootecnica	Emissione reflui/Pressione antropica	Indicatori di qualità (IBE, LIM, SECA)			1995, 1998/1999 e 2001	SI 3/SI 1/SI 2/SI 4
2	F. Simeto	CI	Esteso	Discariche di rifiuti/Attività agricola e zootecnica	Uso di Pesticidi/emissioni di reflui/sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1995, 1998/1999 e 2001	SI 3/SI 1/SI 2/SI 4
3	F. Simeto	CO	Esteso	Discariche di rifiuti/Opere antropiche (invasi e cementificazione canali)/Attività agricola e zootecnica	emissione di sostanze organiche	Parametri chimico-fisici			1995, 1998/1999 e 2001	SI 3/SI 1/SI 2/SI 4
4	F. Imera	CI	Esteso		sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1995 e 1998/1999	SI 2
5	F. Imera	SL	Puntuale	Opere antropiche (Invasi)	Pressione antropica	Salinazione			1998/1999	SI 1

CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIM ENTO	RIFERIMENTO GIS
6	F. Nocella	CI	Esteso		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico- fisici			1995 e 1998/1999	SI 2
7	F. Nocella	CO	Esteso		Emissioni di sostanze organiche	Parametri chimico- fisici/ Parametri microbiologi ci			1995 e 1998/1999	SI 2
8	F. S. Leonardo	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico- fisici			1995, 1998/1999 e 2001	SI 2/SI 1
9	F. Alcantara	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (IBE, LIM, SECA)/ Parametri chimico- fisici			2001	SI 1
10	F. Irminio	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (LIM)			2001	SI 1
11	F. Tellaro	Altro	Esteso			Indicatori di qualità (LIM)			2001	SI 1
12	F. Platani	SL	Puntuale			Salinazione/ Indicatori di qualità (S.A.R.)			1998	SI 4
13	L. S. Giovanni	SL	Esteso			Salinazione/ Indicatori di qualità (S.A.R.)			1998	SI 4
14	L. Trinità	SL	Esteso			Salinazione/ Indicatori di qualità			1998	SI 4

CODICE	CORPO IDRICO SUPERFICIALE/ LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIM ENTO	RIFERIMENTO GIS
						(S.A.R.)				
15	L. Villarosa	SL	Esteso			Salinazione/ Indicatori di qualità (S.A.R.)			1998	SI 4
16	L. Comunelli	SL	Esteso			Salinazione/ Indicatori di qualità (S.A.R.)			1998	SI 4
17	L. Cimia	SL	Esteso			Salinazione/ Indicatori di qualità (S.A.R.)			1998	SI 4
18	L. Biviere	SL	Esteso			Salinazione/ Indicatori di qualità (S.A.R.)			1998	SI 4
19	L. Don Sturzo	SL	Esteso			Salinazione/ Indicatori di qualità (S.A.R.)			1998	SI 4

Tabella 4.6.2 Degrado degli acquiferi della Sicilia

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
1	Barcellona Pozzo di Gotto (ME)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1992/2002	SI 5
2	Baronia (ME)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1992/2002	SI 5
3	Giardini Naxos (ME)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1992/2002	SI 5
4	Limina (ME)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1992/2002	SI 5
5	S.Agata Militello (ME)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1992/2002	SI 5
6	Milazzo (ME)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			1992/2002	SI 5
7	Provincia di Siracusa	CI	Esteso			Parametri chimico-fisici			2001	SI 5
8	Melilli (SI)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			2001	SI 5
9	Sorgente Campo Sportivo (EN)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			2002	SI 5
10	Pozzo Pantano (EN)	CI	Puntuale		Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici			2002	SI 5
11	Piana di Catania	CI	Esteso	Insedimenti urbani e industriali/Impianti di trattamento dei reflui civili	Emissione di reflui/Sorgenti di nitrati	Parametri chimico-fisici	Qualità delle acque potabili e irrigue		1997	SI 7

CODICE	CORPO IDRICO SOTTERRANEO/LOCALITA'	TIPOLOGIA DI DEGRADO	ESTENSIONE DEL FENOMENO	DRIVING FORCES	PRESSURE	STATE	IMPACT	RESPONSE	PERIODO DI RIFERIMENTO	RIFERIMENTO GIS
12	Piana di Catania	SL	Esteso	Insedimenti urbani e industriali	Sovrasfruttamento	Salinazione	Qualità delle acque potabili e irrigue		1997	SI 7
13	Zona costiera Peloritana (ME)	CI	Esteso	Insedimenti urbani e industriali/Impianti di trattamento dei reflui civili	Emissione di reflui/sorgenti di sostanze pericolose	Parametri chimico- fisici			1993	SI 9
14	Zona costiera Peloritana (ME)	SL	Esteso	Insedimenti urbani e industriali		Salinazione			1993	SI 9

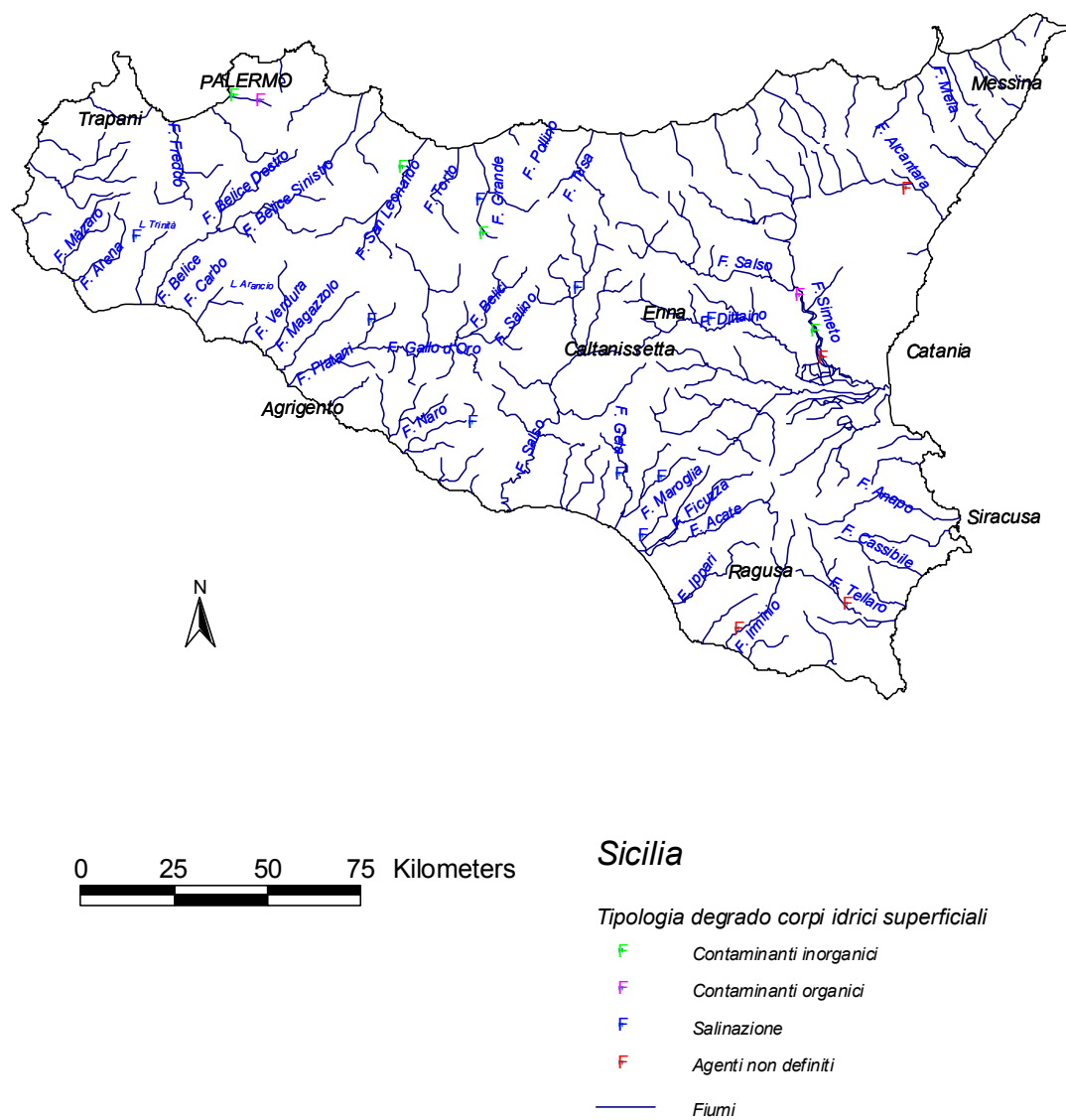


Figura 4.6.1

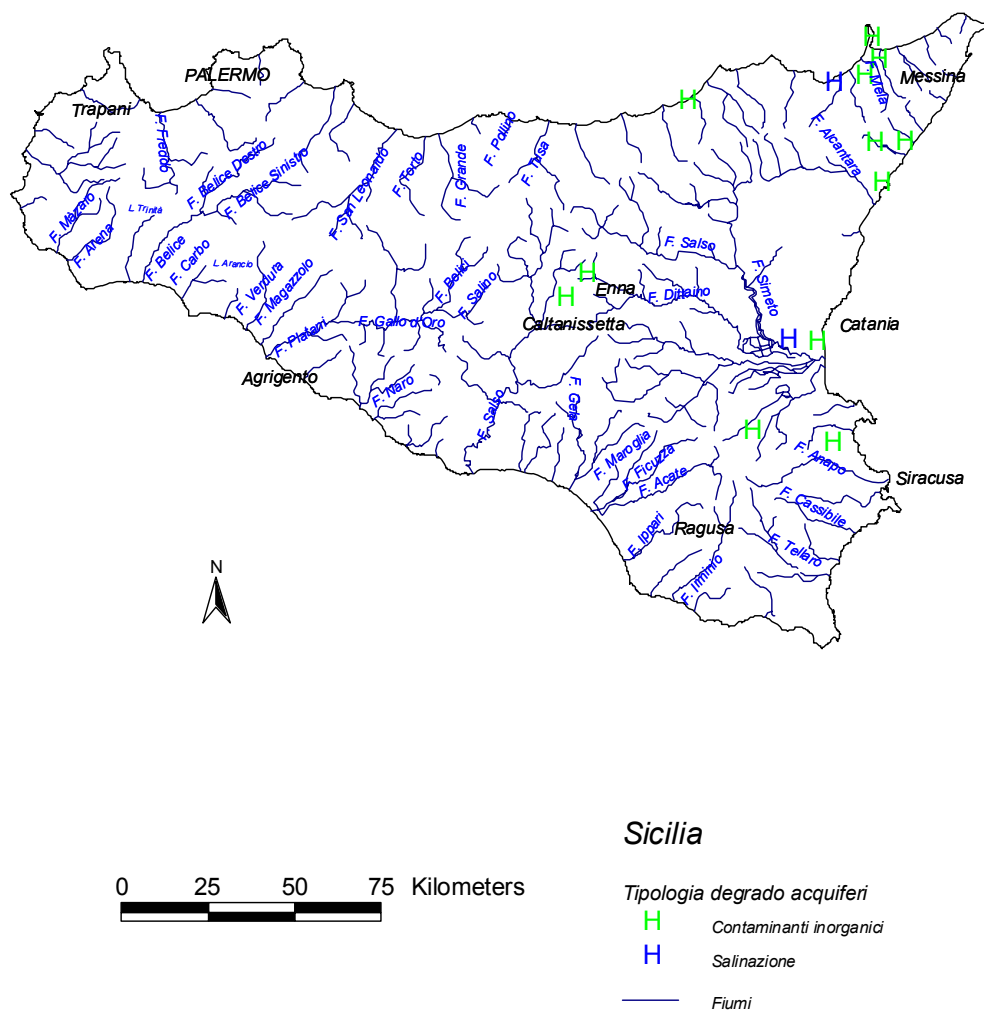


Figura 4.6.2

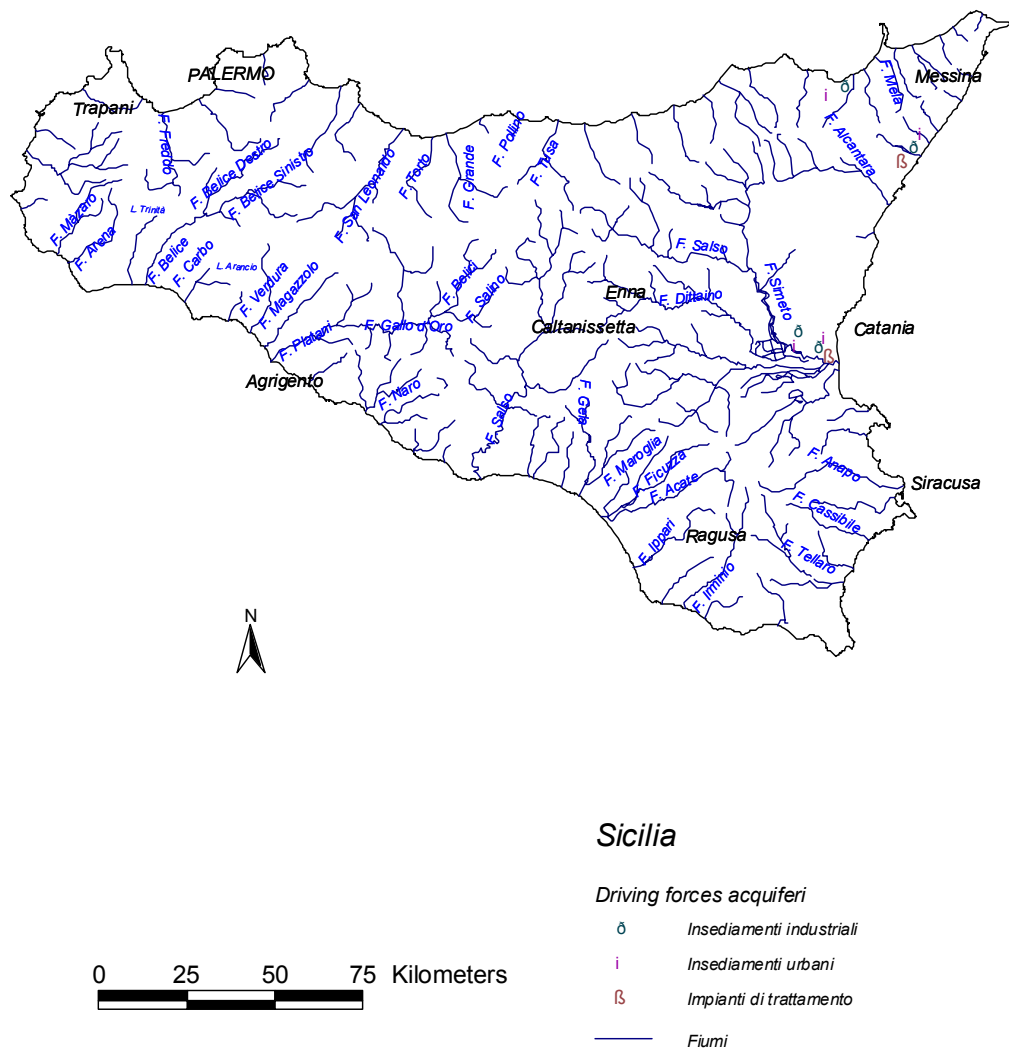


Figura 4.6.4

Conclusioni

I dati sulle condizioni di degrado delle risorse idriche e sui rapporti tra degrado e processi di desertificazione sono stati ottenuti attraverso una impegnativa ricerca bibliografica, condotta sia mediante contatti diretti con enti pubblici e privati, sia attraverso la consultazione di documenti reperibili su Internet.

L'accesso ai siti web degli enti istituzionalmente preposti alla gestione dell'ambiente e del territorio, sia a livello centrale (Ministero dell'Ambiente, ANPA, APAT, SINAnet), sia a livello locale (Regioni, Province, ARPA, SIRA) è risultato tuttavia solo parzialmente utile per la carenza o l'estrema genericità dei dati analizzati e pubblicati.

Nelle Regioni Basilicata, Calabria, Campania, Puglia e Sicilia, la ricerca è stata tuttavia condotta, per ovvi motivi di tempo e di risorse, quasi esclusivamente attraverso la Rete, per cui si deve ritenere che i risultati della ricerca in queste Regioni siano in qualche misura generici e soprattutto lacunosi.

Nella Regione Sardegna, invece, a causa delle difficoltà di ottenere adeguate informazioni "dall'alto", presso gli Enti Regionali, la ricerca bibliografica è stata condotta attraverso contatti diretti con gli Enti di ricerca, particolarmente le Università di Cagliari e Sassari, con le Province e gli Enti Strumentali della Regione; la notevole mole di dati e di informazioni raccolte, adeguatamente distribuite sul territorio, inducono a ritenere che la ricerca sia stata, in questa Regione, sufficientemente esaustiva.

Data l'impostazione specifica della ricerca, l'analisi, l'interpretazione e la rielaborazione dei dati effettuate nell'ambito di questo lavoro hanno interessato esclusivamente i dati raccolti con la ricerca bibliografica.

Per avere un quadro di riferimento utile alla valutazione dei rapporti tra fenomeni di desertificazione ed acque superficiali e sotterranee, si è proceduto ad effettuare una sistematizzazione di tutti i fenomeni censiti in relazione allo stato di degrado delle acque, che costituisce indubbiamente un significativo indicatore potenziale di desertificazione. Sono stati all'uopo adottati due diversi criteri di sistematizzazione tipologica, entrambi avulsi dal contesto ambientale e territoriale nel quale le acque stesse si rinvenivano. Il primo criterio è basato sull'analisi dello stato qualitativo e quantitativo delle acque e sulla "tipologia dell'inquinante", prendendo spunto da quanto proposto dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del CNR (M. Civita, 1994); il secondo criterio utilizza il "modello logico DPSIR", adottato dall'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), che schematizza in cinque categorie di indicatori lo stato e l'evoluzione dell'ambiente (A. Gentile, 1998).

Per disporre di uno strumento di gestione in grado di consentire l'aggiornamento continuo delle informazioni e l'eventuale analisi da parte di utenti diversi, tutti i dati sono stati implementati in un GIS, progettato peraltro per essere compatibile con il Sistema di Archiviazione, Visualizzazione e Analisi, denominato RVA (Repository Visualizzatore Analizzatore), che costituisce l'archivio centralizzato del Progetto RIADE, nel quale confluiranno tutti i dati utili per la comprensione dei fenomeni di desertificazione.

Dall'esame delle sistematizzazioni tipologiche effettuate Regione per Regione, si riscontrano in tutte le Regioni dell'Obiettivo 1 diffusi fenomeni di degrado delle risorse idriche, sia superficiali che sotterranee, ascrivibili a tutte le tipologie di sistematizzazione considerate. Non è in generale possibile, dall'esame della

documentazione acquisita, valutare la gravità e la reale estensione di tali fenomeni; più agevole risulta invece descriverne la distribuzione nel territorio. In particolare, dall'esame delle Figure in cui sono state rappresentate sinotticamente le differenti tipologie di degrado per ciascuna Regione, si rilevano fenomeni di eutrofizzazione che interessano in diversa misura la maggior parte dei corpi idrici superficiali, fenomeni di salinazione da intrusione marina distribuiti lungo le coste, inquinamenti da metalli pesanti soprattutto localizzati nelle aree minerarie, attive e dismesse, e inquinamenti organici e inorganici distribuiti in maniera apparentemente casuale su tutto il territorio. Lo studio ha messo anche in evidenza una tipologia di degrado di tipo quantitativo, specifica questa volta degli acquiferi, legata all'eccessivo prelievo di acque sotterranee in aree ristrette, che nelle fasce costiere può innescare fenomeni di ingressione di acque salate.

La sistematizzazione basata sul modello DPSIR ha messo in evidenza le principali Driving Forces, che, rappresentando le cause generatrici primarie dei processi di degrado, coincidono peraltro con i Centri di Pericolo, introdotti dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del CNR per le valutazioni di vulnerabilità degli acquiferi e successivamente recepiti dal D. Lgs. 152/99. Come era prevedibile sulla base delle realtà socioeconomiche delle Regioni dell'Obiettivo 1, Le Driving Forces più diffuse appaiono quelle legate alle attività agricole, diffuse in buona parte del territorio, e alle presenze turistiche, per lo più concentrate lungo le coste. Driving Forces più puntuali risultano quelle legate alle attività minerarie e alle attività industriali, sviluppatesi d'altra parte in contesti temporali nei quali non era ancora diffusa, soprattutto a livello normativo, una adeguata sensibilità per le problematiche ambientali. Le Driving Forces connesse agli insediamenti urbani e agli impianti di trattamento dei reflui risultano poi ovviamente associate alle aree ad elevata concentrazione antropica.

Il rapporto tra degrado delle risorse idriche superficiali e sotterranee e i processi di desertificazione risulta evidente se si considera che le risorse idriche, considerate unitariamente sotto il duplice aspetto qualitativo e quantitativo, costituiscono fattore essenziale e determinante di conservazione e sviluppo di ogni forma di vita e in quanto tali risultano assolutamente necessarie al sostentamento e all'armonico sviluppo degli ambienti naturali e alla crescita socio-economica del territorio.

In tale ottica il deterioramento quali-quantitativo delle acque superficiali e sotterranee costituisce indubbiamente un fondamentale indicatore diretto dei processi di desertificazione, intesi nell'accezione più generale di degrado del sistema bioprodotto del territorio. Tuttavia il reale impatto negativo che il degrado delle risorse idriche ha o può avere sullo sviluppo delle forme di vita naturali e organizzate, e per converso sullo sviluppo dei processi di desertificazione, è legato all'utilizzo che concretamente si fa della risorsa idrica, per cui sembra più corretto parlare, in relazione al degrado delle acque, di potenziale indicatore di desertificazione, piuttosto che di indicatore certo ed oggettivo.



Accademia Italiana di Scienze Forestali

**CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI RAPPORTI TRA SISTEMI FORESTALI E
PROCESSI DI DESERTIFICAZIONE OSSERVATI E STUDIATI IN ITALIA
E SVILUPPO DI UN SISTEMA DI RIFERIMENTO PER
LA LORO RAPPRESENTAZIONE SISTEMATICA**

BARBATI A., CORONA P.

Indirizzi di posta elettronica degli autori:
annabarbarati@tiscali.it, piermaria.corona@unitus.it

Premessa

La percezione più comune del rapporto tra foreste e desertificazione è che i processi di degenerazione delle coperture forestali si riflettono in processi di degradazione del suolo. Fenomeno quest'ultimo considerato manifestazione evidente della desertificazione, dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e/o alla desertificazione (UNCCD).

Questa relazione, per quanto importante, costituisce solamente una delle dimensioni del problema, in quanto il degrado dei sistemi (non solo delle “coperture”) forestali coinvolge il declino della funzionalità di molteplici funzioni che questi svolgono nel territorio. Negli ambienti mediterranei, in particolare, esse sono riferibili a:

1. produzione di beni (prodotti legnosi, sughero, foraggio, frutti di bosco, funghi ecc.) e di servizi (conservazione del suolo, valorizzazione del paesaggio, assorbimento di CO₂ ecc.);
2. conservazione dei patrimoni genetici e della biodiversità attraverso la struttura e la complessità organizzativa della biocenosi.

La perdita di funzionalità dei sistemi forestali, qual è appunto il degrado, può considerarsi di per sé un processo di desertificazione. Questa interpretazione del rapporto sistemi forestali-desertificazione è coerente, nella sostanza, con la stessa definizione di desertificazione adottata in sede UNCCD. La desertificazione è per UNCCD il degrado delle terre che comporta «diminuzione o scomparsa della produttività biologica o economica e della complessità delle terre coltivate non irrigate, delle terre coltivate irrigate, dei percorsi, dei pascoli, delle foreste o delle superfici boschive (...)».

La differenza sta nella “restrizione” che UNCCD impone alla desertificazione, definendola come una manifestazione circoscritta alle zone aride. Questa posizione appare, in realtà, riduttiva per inquadrare i processi di desertificazione in Italia, che hanno una localizzazione ben più diffusa. Basti pensare alla presenza di aree già di fatto desertificate per erosione (es. aree completamente denudate del manto vegetale quali cave, discariche o roccia nuda) o per urbanizzazione (es. aree coperte da strutture e infrastrutture insediative), di siti contaminati o più in generale a tutte le zone comunque esposte all'insorgere di fenomeni di desertificazione per processi quali erosione, salinizzazione, urbanizzazione o contaminazione da inquinanti.

In tale ottica, nel presente rapporto l'inquadramento delle relazioni tra foreste e processi di desertificazione viene “allargato” in termini geografici alle regioni mediterranee insulari e peninsulari, ma anche in termini concettuali, proponendo tra i criteri di riferimento per il riconoscimento di processi di desertificazione in atto nel nostro Paese il degrado dei sistemi forestali.

Sintesi del rapporto

L'analisi dei risultati delle ricerche condotte in Italia sul tema delle relazioni rapporti tra sistemi forestali e processi di desertificazione nelle regioni mediterranee ha prodotto gli elementi conoscitivi di seguito sintetizzati.

1. Localizzazione geografica a scala nazionale dei tipi di copertura forestale potenzialmente suscettibili a processi di desertificazione, per particolari configurazioni di fattori ambientali predisponenti. Sardegna, Calabria e Basilicata sono risultate le regioni ove più del 10% delle aree sensibili alla desertificazione (sensu UNCCD) è coperta da vegetazione forestale, rappresentata principalmente da: pinete di pini mediterranei, macchia bassa e garighe, boschi di leccio e/o sughera (§ 1.2);
2. Formulazione di un criterio guida per il riconoscimento a scala locale e territoriale di processi di desertificazione funzionalmente connessi ai sistemi forestali. Esso si basa sull'assunzione che il degrado dei sistemi forestali è a tutti gli effetti un processo di desertificazione in quanto comporta la scomparsa di superfici biologicamente produttive e/o il declino della loro funzionalità. Funzionalità che, nel caso dei sistemi forestali mediterranei interessa almeno due funzioni:
 - produzione di beni (prodotti legnosi, sughero, foraggio, frutti di bosco, funghi ecc.) e di servizi (conservazione del suolo, valorizzazione del paesaggio, assorbimento di CO₂ ecc.);
 - conservazione dei patrimoni genetici, e dunque della biodiversità, attraverso la struttura e la complessità organizzativa della comunità forestale.
3. I processi che governano il degrado dei sistemi forestali in Italia e, più in generale, nell'area mediterranea possono essere messi in relazione a un feedback positivo non facile da spezzare. Determinate configurazioni di fattori fisici predisponenti (aridità, siccità, erosività della pioggia, morfologia, orografia, suoli altamente erodibili derivanti da rocce calcaree o formazioni sedimentarie argilloso-sabbiose) ampliano gli effetti di processi di degrado innescati da pressioni antropiche sui territori forestali: deforestazione, pascolo eccessivo e incontrollato, incendi, fattori inquinanti e, in ultima analisi, cambiamento climatico (§ 2). Anche nel caso in cui il principale fattore responsabile del degrado sia un fattore climatico, come ad esempio nel caso del ruolo della siccità nel deperimento quercino (§ 2.8.1), l'intensificazione (in termini di frequenza e diffusione) del fattore scatenante è sempre da mettere in relazione a trasformazioni ambientali d'origine antropica.
4. Lo stato delle conoscenze analizzato nel rapporto, sistematizzato sulla base di uno schema di rappresentazione dei processi di degrado/recupero della funzionalità dei sistemi forestali, basato sul modello DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses), ha consentito di pervenire a una caratterizzazione tipologica dei fenomeni osservati in Italia, articolata in categorie riferibili a un medesimo sistema di cause e alle quali possono essere associate una o più manifestazioni di degrado (ma anche di recupero) della funzionalità dei sistemi forestali (§§ 3-4):
 - degrado da espansione su scala territoriale delle attività pastorali;
 - degrado da incendi boschivi;
 - deperimento delle specie quercine;
 - degrado nei boschi di sughera;
 - degrado e deperimento della vegetazione costiera;
 - degrado/ripristino delle funzioni dei sistemi forestali conseguente alla realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschimenti.

Per ciascuna tipologia sono stati indicati (§ 4.2):

- il livello di diffusione del fenomeno o dei suoi fattori responsabili (nel caso di attività pastorali o incendi) a scala nazionale, per dare un'indicazione, di larga massima, delle aree ove la tipologia di degrado è rappresentata;
- gli effetti, attualmente noti, della causa di degrado sulla funzionalità dei sistemi forestali, con riferimento agli studi in cui sono stati descritti: nella Tabella I si riporta il quadro complessivo dei rapporti di causa-effetto individuati per ciascuna tipologia.

Tipologia di degrado	Effetti				
	Riduzione della copertura forestale	Riduzione della complessità strutturale e compositiva	Riduzione della biomassa e della produttività biologica	Degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazioni nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Espansione su scala territoriale delle attività pastorali	X	X	Vs	X	Vs
Incendi boschivi	X	X	Vs	X	Vs
Deperimento delle specie quercine	X	X	Vs	-	Vs
Degrado dei boschi di sughera	X	X	Vs	Vs	Vs
Deperimento/Degrado della vegetazione costiera	X	-	Vs	X	Vs

Tipologia di degrado/ ripristino	Effetti				
	Ampliamento della copertura forestale	Riduzione/aumento della complessità strutturale e compositiva	Riduzione/aumento della biomassa e della produttività biologica	Riduzione/aumento della degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazione/conservazione nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Piantagioni forestali	X	X	X	X	X

Tabella 1 - Effetti in termini di degrado (o di ripristino) della funzionalità dei sistemi forestali per le diverse tipologie di fenomeni descritti in Italia (X). Effetti verosimili, ma non specificamente osservati sono indicati con il simbolo Vs.

5. Questo quadro complessivo verrà, verosimilmente, influenzato dagli effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi forestali (§ 2.4.9), che sono così sintetizzabili:
- “riassortimento” degli areali di distribuzione delle specie forestali per effetto del riscaldamento della temperatura a scala territoriale. Nelle aree “riscaldate” potrebbe verificarsi una caduta di biodiversità dovuta alla degradazione o alla scomparsa delle foreste originariamente presenti;
 - generale aumento della produttività biologica delle specie forestali per l’aumento della concentrazione di CO₂; la variazione della biomassa dipenderà comunque dalle modalità di allocazione del surplus di carbonio nelle varie parti della pianta, dagli aumentati tassi di turn-over e dalla disponibilità idrica dei terreni;
 - intensificazione dei processi di degrado delle coperture forestali in cui l’aridità è un fattore predisponente: deperimento quercino, incendi boschivi.
6. Dall’analisi comparata dei risultati raggiunti dagli studi in Italia sul tema in oggetto risulta evidente la necessità di coordinamento, integrazione e contestualizzazione delle attività e dei programmi di ricerca (§ 5). In particolare, sono emerse le seguenti criticità da affrontare per il raggiungimento di tale obiettivo:
- Gli studi realizzati finora hanno prodotto risultati difficilmente confrontabili tra loro. In prospettiva bisognerà cercare di definire, sulla base dei risultati acquisiti, metodologie d’indagine standardizzate che possano essere applicate a diverse scale d’interesse per lo studio e il monitoraggio dei diversi aspetti coinvolti nei processi di degrado dei sistemi forestali;
 - La realtà forestale considerata negli studi analizzati non coincide, nella maggior parte dei casi, con quella prevalentemente presente nelle aree più sensibili alla desertificazione sul territorio nazionale. Poiché proprio in queste aree particolari configurazioni di fattori naturali e antropici (condizioni di aridità dei suoli, pericolo di incendi, variazioni demografiche) predispongono i sistemi forestali a processi di degrado è verosimile che in esse si possano trovare altre situazioni rappresentative, ma non ancora indagate, del degrado dei sistemi forestali nelle aree mediterranee. I gap conoscitivi più evidenti riguardano:
 - assenza di studi specifici sul degrado delle pinete mediterranee, formazioni che rappresentano frazioni significative della superficie forestale presente nelle aree sensibili (87% in Calabria, 50% in Basilicata e Puglia e 14% in Sardegna e Sicilia);
 - carenza di studi specifici sul degrado delle coperture a leccio o sughera che rappresentano, insieme alla macchia bassa e le garighe e le pinete, le coperture forestali relativamente diffuse nelle aree a rischio (13% in Sardegna, 4% in Basilicata).
 - Lo studio dei sistemi di relazioni funzionali che governano i processi di degrado in un determinato contesto territoriale non viene affrontato in modo integrato nell’ambito di una stessa ricerca. Un esempio è lo studio dei rapporti tra un fattore di pressione, come gli incendi boschivi e i loro effetti in termini di degrado delle coperture forestali, a scala locale. Le osservazioni relative agli effetti degli incendi (modifiche nella biocenosi e degrado del suolo) non sono collegate all’ambiente pirologico del territorio in esame (frequenza degli incendi, superfici medie percorse, incidenza degli incendi per tipi diversi di copertura forestale) e gli impatti sulle

diverse dimensioni del degrado dei sistemi forestali (produttività biologica, capacità protettiva e biodiversità) non sempre vengono analizzati contestualmente all'interno delle aree di una stessa indagine.

7. La possibilità di inserire le attività di studio sui processi di degrado dei sistemi forestali all'interno di una rete permanente di monitoraggio è strettamente collegata a tutte le precedenti considerazioni. Esse possono essere sintetizzate nell'esigenza di rilevare gli indicatori su aree rappresentative scelte in base a disegni campionari appositamente configurati (intensità e tipologia dei fattori di degrado, tipologie boschive, tipologie di suoli ecc.).

Il sistema di monitoraggio dovrebbe inoltre prevedere uno schema analogo per il controllo dei risultati delle attività di mitigazione (efficacia dei rimboschimenti nel recupero delle funzioni soggette a degrado).

Obiettivi e struttura del rapporto

Obiettivo principale del presente rapporto è l'analisi dei risultati delle ricerche condotte in Italia sulle relazioni tra sistemi forestali e processi di desertificazione nelle regioni mediterranee italiane, al fine di:

- inquadrare il sistema di cause che innescano e determinano il degrado dei sistemi forestali, uno dei processi responsabili della desertificazione;
- pervenire a una sistematizzazione delle conoscenze maturate in materia, nonché a un primo riconoscimento di eventuali lacune o gap conoscitivi.

Il lavoro è così strutturato:

1. Capitolo 1: Viene utilizzato l'unico documento omogeneo a scala nazionale finora realizzato per la mappatura delle aree sensibili alla desertificazione - "Carta delle aree sensibili alla desertificazione" (scala 1:1.250.000) prodotta nell'ambito delle attività del Piano di Azione Nazionale per la Lotta alla Desertificazione – per identificare i territori e qualificare le tipologie di coperture forestali incluse nelle aree sensibili alla desertificazione. Attraverso questo approccio "dall'alto verso il basso" vengono così localizzati nel territorio nazionale, aree forestali verosimilmente esposte al rischio d'innescare fenomeni degradativi per la presenza di particolari configurazioni di fattori predisponenti climatici e antropici. Questi territori costituiscono, comunque, solo una parte delle superfici forestali in cui si possono riscontrare fenomeni degradativi a carico dei sistemi forestali.
2. Capitolo 2: Si introducono, attraverso un breve quadro storico, le dinamiche dei processi di degrado dei sistemi forestali in Italia. Viene quindi formulata una definizione specifica del degrado dei sistemi forestali, basata sul concetto di declino della funzionalità dei servizi (o funzioni) da essi svolti a scala locale e territoriale. A partire da tale definizione e in riferimento all'ambito geografico oggetto del rapporto, vengono descritti i principali processi di degrado dei sistemi forestali, sulla base dei risultati di ricerche in materia condotte in Italia. A tal fine, sono stati considerati sia programmi di ricerca specificatamente dedicati al tema desertificazione, italiani ed europei, sia studi o lavori monografici nati per finalità differenti, ma attinenti alla problematica del degrado dei sistemi forestali. La descrizione è articolata, da un punto di vista logico, secondo due ambiti tematici principali:

- studi riguardanti il degrado delle coperture forestali innescati da “cause prossime”, riferibili a pressioni antropiche sulle risorse forestali quali:
 - espansione a scala territoriale delle attività pastorali;
 - incendi forestali;
 - forme di gestione non sostenibile delle risorse forestali, che comportano il declino della funzionalità dei sistemi forestali, come nel caso dei fenomeni di degrado osservati nelle sugherete;
 - sistemi complessi di fattori di degrado (deperimento quercino, degrado delle dune e della vegetazione costiera);
- studi riguardanti gli effetti di interventi di rimboschimento con specie autoctone o di impianti forestali con specie esotiche nel contrastare i processi di degrado delle terre attraverso il ripristino di una copertura forestale.

Vengono inoltre prospettate, in questo capitolo, le presunte modifiche che si verificheranno nella funzionalità dei sistemi forestali per effetto dei futuri cambiamenti climatici previsti a scala europea.

Per facilitare i richiami all'interno del testo, gli studi analizzati e presentati nel corso di questa parte descrittiva vengono contraddistinti con un numero progressivo (identificativo).

3. Capitolo 3: Viene proposto un modello logico per la sistematizzazione delle conoscenze derivanti dai risultati delle ricerche analizzate, basato su uno schema di rappresentazione complessiva dei processi di degrado/recupero della funzionalità dei sistemi forestali, derivato dal modello DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses).

4. Capitolo 4: Rappresentazione sistematica delle principali tipologie di processi di degrado dei sistemi forestali osservati in Italia. Le tipologie definite consentono di inquadrare:

- il livello di diffusione del fenomeno, o dei suoi fattori responsabili, a scala nazionale, per dare un'indicazione, di larga massima, delle aree ove una determinata tipologia di degrado è stata osservata o è verosimilmente presente;
- gli effetti, attualmente noti, della causa di degrado sulla funzionalità dei sistemi forestali, con riferimento agli studi in cui sono stati descritti.

5. Capitolo 5: Sulla base di quanto esposto nei §§ 3 e 4 e in considerazione di:

1. scala, metodologie e variabili finora utilizzate per descrivere i processi di degrado dei sistemi forestali (sinteticamente indicati nel rapporto con il termine di sistemi d'osservazione) e
2. distribuzione geografica delle aree d'indagine rispetto alle aree sensibili alla desertificazione censite a scala nazionale, sono individuate e delineate le principali lacune e carenze conoscitive per raccogliere in modo più sistematico e continuo, dati e informazioni scientifiche sul tema in oggetto.

1. QUADRO INTRODUTTIVO

1.1. Due approcci per individuare i territori forestali sensibili a processi di desertificazione in Italia

In questo rapporto verrà seguito un approccio “duplice” per l’individuazione di ambiti geografici e fenomeni significativi per l’inquadramento e la rappresentazione dei rapporti tra sistemi forestali e processi di desertificazione in Italia.

Il primo approccio, applicato nel presente capitolo, segue un percorso “dall’alto verso il basso”. Il punto di partenza è l’unico documento omogeneo a scala nazionale finora realizzato sulle aree sensibili alla desertificazione, la “Carta delle aree sensibili alla desertificazione (scala 1:1.250.000) prodotta nell’ambito delle attività del Piano di Azione Nazionale per la Lotta alla Desertificazione. Le aree sensibili sono mappate sulla base della definizione di desertificazione adottata dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e/o desertificazione (UNCCD), che circoscrive il territorio suscettibile all’insorgere del fenomeno desertificazione alle zone aride.

Le aree stimate come vulnerabili coprono una superficie di circa 16.500 km² (5,5% del territorio nazionale) distribuita tra le regioni Sardegna, Sicilia, Calabria, Basilicata e Puglia (Figura 1).

Nell’Allegato I vengono forniti alcuni approfondimenti metodologici sulla procedura di realizzazione della carta, contestualmente ad altri riferimenti a iniziative di mappatura del fenomeno desertificazione in Italia, già realizzate o in corso di realizzazione. Questa “stratificazione” di massima delle aree sensibili alla desertificazione in Italia è utilizzata per localizzare e caratterizzare le coperture forestali in esse incluse, ovvero (alcuni dei) sistemi forestali in cui, verosimilmente, si verificano eventi degradativi direttamente connessi al fenomeno della desertificazione (§ 1.2).

Il secondo approccio segue la direzione opposta, “dal basso verso l’alto” ed è applicato nel § 2. Il punto di partenza è una visione “allargata”, sia in termini geografici che concettuali, dei rapporti tra sistemi forestali e processi di desertificazione, che assume come criterio di riferimento per la localizzazione dei processi di desertificazione il riconoscimento del fenomeno del degrado dei sistemi forestali.

Sulla base di tale impostazione e delle osservazioni e descrizioni di tali fenomeni derivate dagli studi disponibili in materia in Italia viene delineato un quadro dei rapporti tra sistemi forestali e desertificazione dai contorni certamente più vasti, a scala territoriale, sebbene non facilmente mappabili. Lo stato complessivo delle conoscenze che ne deriva, servirà a mettere in luce nel § 5 le lacune conoscitive più evidenti nello studio dei fenomeni di degrado dei sistemi forestali nelle aree mediterranee in Italia.

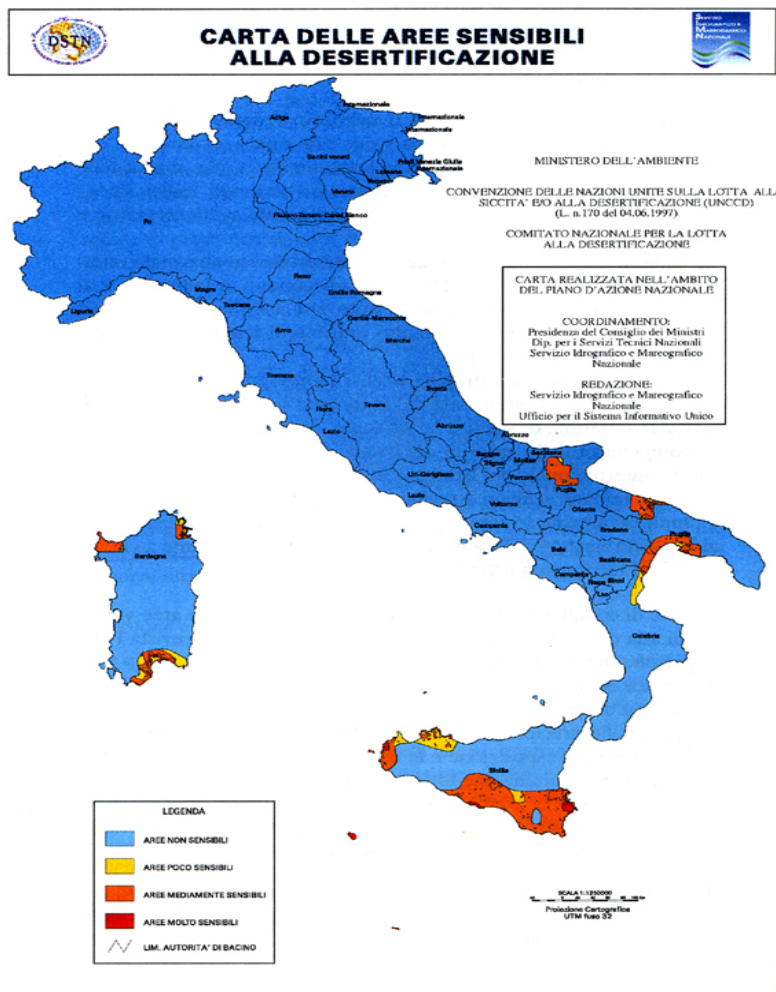


Figura 1 - Carta delle aree sensibili alla desertificazione
(fonte: Loguercio, 1999)

1.2. Tipologie di sistemi forestali nel territorio sensibile alla desertificazione in Italia

La Carta nazionale delle aree sensibili alla desertificazione di cui alla tabella 1 è stata incrociata con il database geografico “Carta dell’uso del suolo e delle coperture vegetazionali” (scala 1:250,000), con legenda di Corine Land Cover (CLC) al IV livello d’approfondimento tematico per quanto riguarda le aree forestali.

Ciò ha permesso la valutazione a scala regionale dell’incidenza delle aree con copertura forestale rispetto al totale delle superfici incluse in aree sensibili, sensu UNCCD. Si riportano i risultati ottenuti nella Tabella 1 e nelle Figure 2-6.

Regioni	Classi CLC IV livello					Incidenza totale superficie forestale in aree sensibili
	Leccio sughera	e/o Querce caducifoglie	Pini mediterranei	Macchia alta	Macchia bassa e garighe	
Sardegna	13%	-	6%	2%	23%	42%
Sicilia	1%	-	1%	-	3%	7%
Calabria	-	1%	14%	-	-	16%
Basilicata	4%	-	5%	-	-	10%
Puglia	-	-	1%	-	-	2%

Tabella 1 - Incidenza relativa (percentuale) delle coperture forestali rispetto alla superficie complessiva delle aree sensibili alla desertificazione. Sono indicate con “-“ incidenze <1%

Sardegna, Calabria e Basilicata sono le regioni ove più del 10% delle aree sensibili alla desertificazione è coperta da vegetazione forestale. In Sardegna, in particolare, i territori forestali rappresentano ben il 42% dei territori sensibili ed è dunque la regione in cui i processi di desertificazione connessi al degrado delle coperture forestali sono, verosimilmente, più rappresentati a livello territoriale. Le tipologie forestali più diffuse nelle aree sensibili alla desertificazione sono: pinete di pini mediterranei (p. d’Aleppo, p. domestico e p. marittimo), macchia bassa e garighe, boschi di leccio e/o sughera.

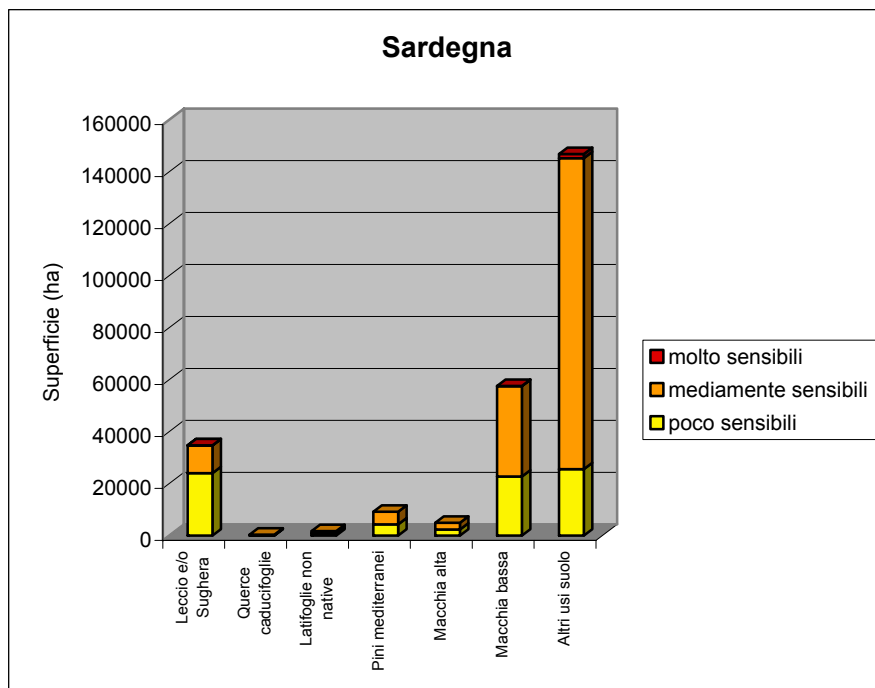


Figura 2 - Distribuzione delle coperture forestali nelle aree sensibili alla desertificazione in Sardegna

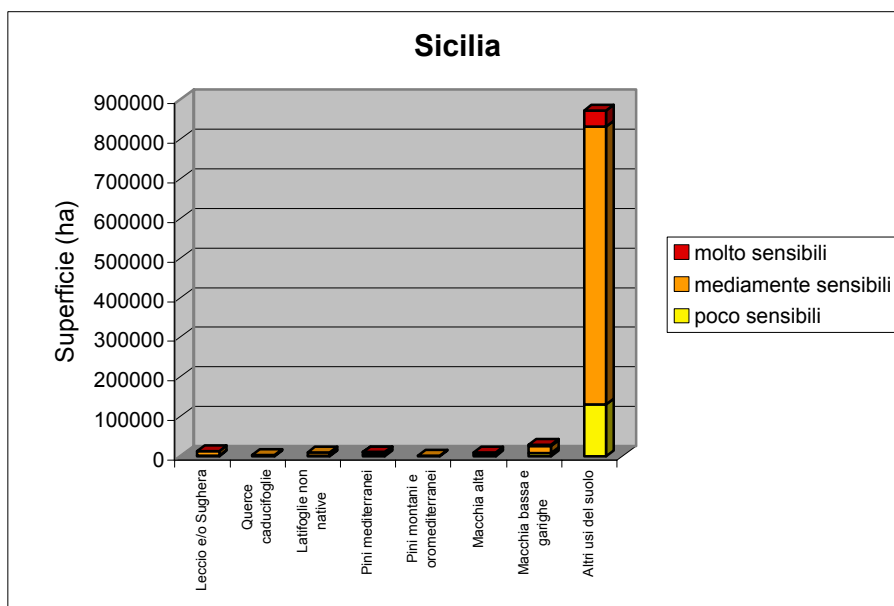


Figura 3 - Distribuzione delle coperture forestali nelle aree sensibili alla desertificazione in Sicilia

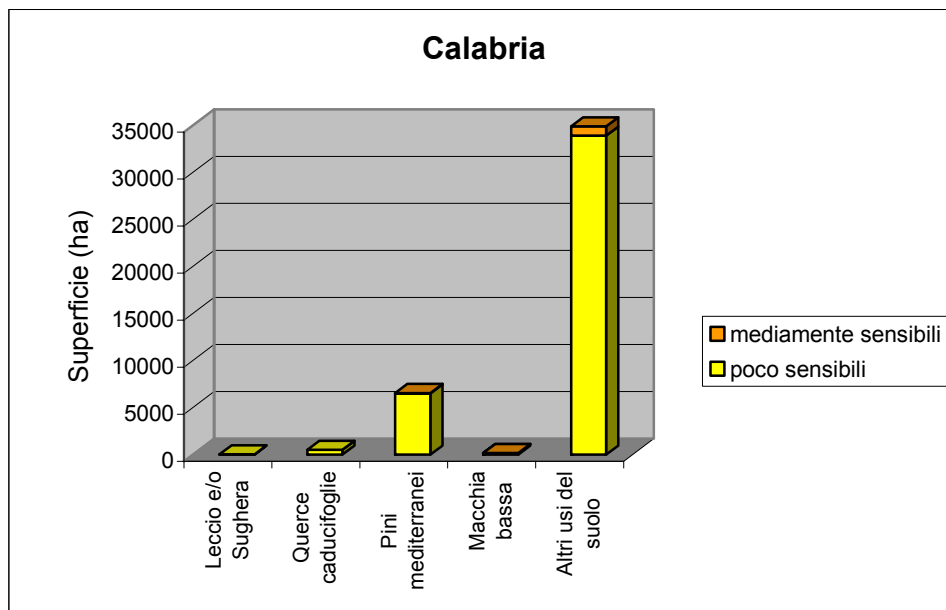


Figura 4 - Distribuzione delle coperture forestali nelle aree sensibili alla desertificazione in Calabria

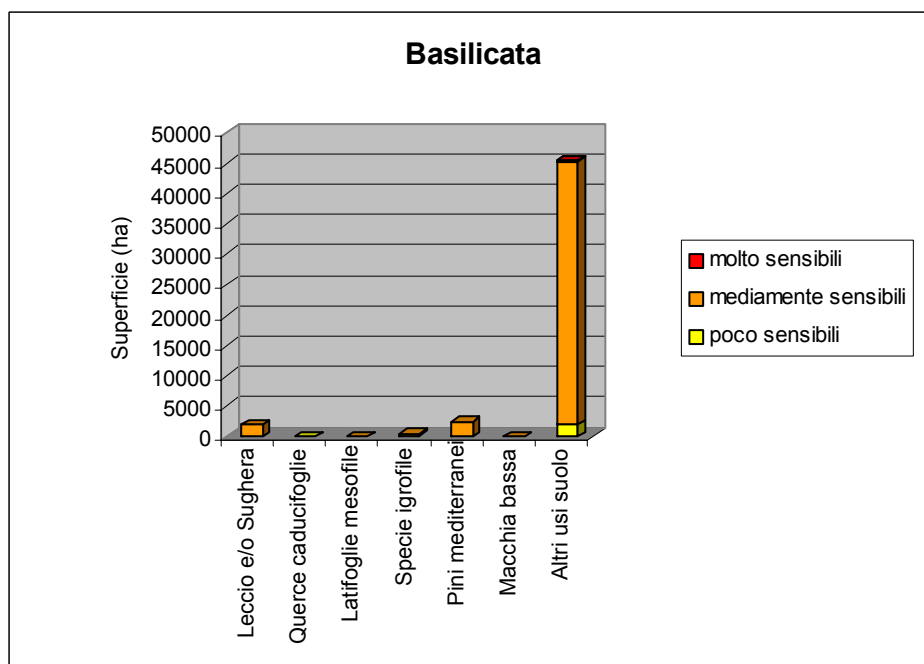


Figura 5 - Distribuzione delle coperture forestali nelle aree sensibili alla desertificazione in Basilicata

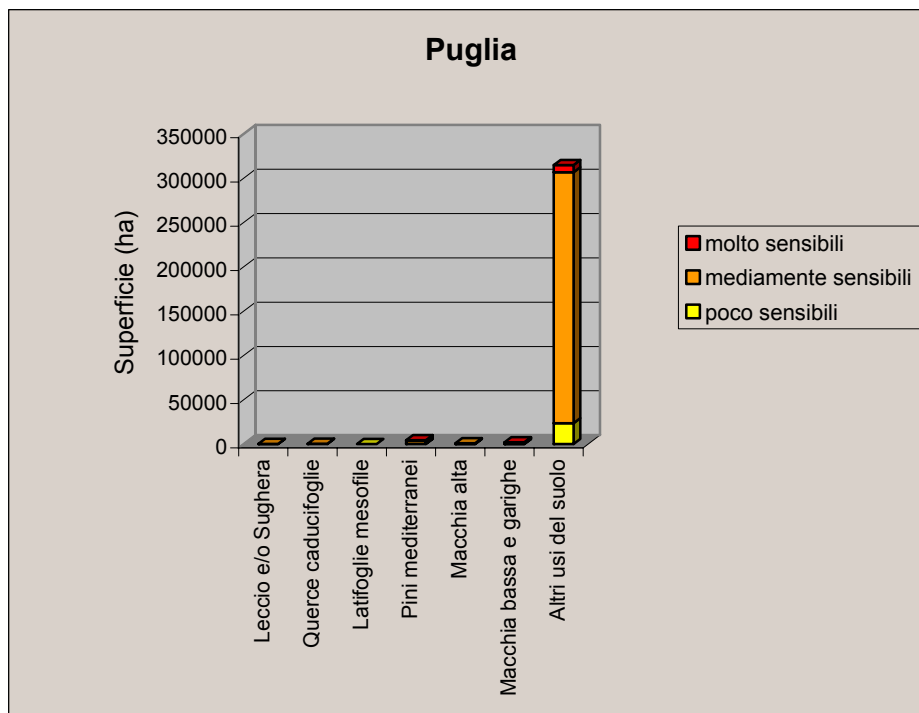


Figura 6 - Distribuzione delle coperture forestali nelle aree sensibili alla desertificazione in Puglia

Un altro modello di valutazione della sensibilità del territorio al fenomeno desertificazione, ideato per valutazioni a scala di bacino, è stato applicato nell'area campione della Val d'Agri (Basilicata). La metodologia di valutazione, denominata ESAs (Environmental Sensitive Areas to Desertification) è stata sviluppata nell'ambito del progetto MEDALUS (www.medalus.demon.co.uk; Kosmas 1998, 1999; Basso et al., 1998; Basso et al. 2000).

Senza entrare nel merito dell'algoritmo utilizzato, che viene comunque sinteticamente riportato nell'Allegato I, è interessante osservare il "ruolo" attribuito alle coperture forestali nei processi di desertificazione.

Il modello assegna alle coperture forestali censite nel bacino della Val d'Agri (boschi di conifere, macchia mediterranea, boschi a prevalenza di querce caducifoglie, formazioni miste di macchia e sclerofille sempreverdi con leccio) qualità sia positive che negative in relazione all'insorgere di processi di degrado. Da un lato, i territori coperti da vegetazione forestale sono le aree ove il rischio d'incendi è più elevato. D'altra parte, esse offrono la maggiore capacità di protezione dal terreno tra le coperture del suolo semi-naturali, nonché la più alta resistenza alla siccità.

Il modello ESAs assume quindi che la copertura forestale sia, come affermano Smith e Wischemeir (citati in De Philippis, 1970), "il più efficace freno all'erosione". Questa tesi in molti casi si è dimostrata vera, nel senso che è concorde con le osservazioni e i risultati d'esperienze scientifiche maturate in materia. È anche vero, tuttavia, che alcuni studi dimostrano che essa possa essere, in determinate condizioni, confutabile.

Per quanto in modo sintetico, il modello ESAs coglie comunque un aspetto importante, sebbene non esclusivo, nello studio dei rapporti tra coperture forestali e desertificazione. La capacità di conservazione del suolo è una delle più rilevanti funzioni svolte a livello territoriale dai sistemi forestali, funzione strettamente dipendente dalla struttura e dalla continuità temporale della copertura forestale.

Per capire qual è l'origine della relazione tra copertura forestale e conservazione del suolo si è ritenuto utile riportare in una trattazione a sé un sintetico quadro delle conoscenze sui meccanismi alla base della capacità di conservazione del suolo dei sistemi forestali (Allegato II).

La capacità di conservazione del suolo è tuttavia fragile, soprattutto nei sistemi forestali mediterranei, in quanto esposta a perturbazioni che ne possono indebolire o annullare l'efficienza. L'esposizione, frequente e reiterata, a pressioni ambientali d'origine antropica (incendi e pascolo brado eccessivo e indiscriminato, in primis) comporta processi di degenerazione delle coperture forestali e il conseguente innesco di processi di degrado del suolo. D'altra parte, lo stato di degrado del suolo condiziona le possibilità di recupero dei terreni alla copertura forestale, la produttività biologica (biomassa) e la complessità strutturale e compositiva dei sistemi forestali (condizionamento edafico).

Ne deriva che le tre manifestazioni del degrado delle terre considerate dalla definizione UNCCD di desertificazione (erosione del suolo, deterioramento delle proprietà fisiche, chimiche, biologiche o economiche dei suoli, scomparsa a lungo termine della vegetazione naturale) sono nel caso nei territori forestali legati da relazioni estremamente complesse.

È anche vero che negli ambienti mediterranei incendi e pascolo sono fattori di perturbazione con i quali i sistemi forestali si sono co-evoluti, sviluppando contro-strategie adattative, al punto tale che i fattori perturbativi sono entrati far parte delle dinamiche naturali e degli stessi processi di rigenerazione (es. adattamenti morfo-anatomici e fisiologici al fuoco della sughera, effetto degli incendi sulla rinnovazione delle pinete mediterranee, coinvolgimento degli animali al pascolo nella dispersione dei semi e dei frutti e nella germinazione dei semi ecc.).

Il degrado delle terre può essere arrestato e invertito se la resilienza degli ecosistemi è in grado di “tenere il ritmo” dei fattori di degrado. La desertificazione non è una conseguenza inevitabile. Essa si è storicamente verificata e tuttora si verifica nella Regione Mediterranea settentrionale in particolari congiunzioni tra fattori ambientali predisponenti e pressioni antropiche sulle risorse naturali e comunque mai in assenza di queste ultime (Yassoglou, 1999).

2. FENOMENI DI DEGRADO DEI SISTEMI FORESTALI NELLE AREE MEDITERRANEE D'ITALIA

2.1. Rapporti tra degrado dei sistemi forestali e desertificazione

Il degrado dei sistemi forestali è a tutti gli effetti una manifestazione di processi di desertificazione. Per comprendere pienamente il senso di questa affermazione è necessario approfondire il concetto stesso di degrado.

Come osservano Lopéz Bermudez et al. (1999), il degrado implica una perdita di valore. I valori in gioco sono individuati da De Groot (1992) che sostiene che il degrado di un sistema ambientale è il declino della funzionalità di funzioni o servizi, ovvero di ciò che Callicott (1997) chiama valori strumentali, i valori che il sistema ambientale ha in relazione alle necessità dell'uomo. Sempre De Groot (1992) individua quattro categorie principali di funzioni soggette a degrado: produzione, regolazione, veicolazione, informazione.

Nel caso dei sistemi forestali mediterranei il degrado può interessare almeno due funzioni:

1. produzione di beni (prodotti legnosi, sughero, ghianda, frasca, frutti di bosco, funghi ecc.) e di servizi (conservazione del suolo, valorizzazione del paesaggio, assorbimento di carbonio, ecc.).
2. conservazione dei patrimoni genetici e della biodiversità attraverso la struttura e la complessità organizzativa della comunità forestale (habitat forestale).

Ove si osservi perdita di funzionalità di una o più di queste funzioni nei territori forestali o dove, in casi estremi, essi vengano completamente eliminati, siamo di fronte a fenomeni di degrado dei sistemi forestali che, a tutti gli effetti, sono processi di desertificazione in atto.

Questa interpretazione del rapporto tra degrado dei sistemi forestali e desertificazione è coerente, nella sostanza, con la stessa definizione UNCCD di desertificazione. La desertificazione è per UNCCD il degrado delle terre che comporta: «diminuzione o scomparsa della produttività biologica o economica e della complessità delle terre coltivate non irrigate, delle terre coltivate irrigate, dei percorsi, dei pascoli, delle foreste o delle superfici boschive (...)».

La differenza tra la posizione qui proposta e quella UNCCD sta nella “restrizione” geografica imposta al fenomeno stesso. Fenomeno che per UNCCD va circoscritto alle zone aride, mentre in realtà è osservabile in aree molto più vaste.

Come osservano Lopéz Bermudez et al. (1999), il degrado delle terre e la diffusione della desertificazione sono il risultato di molteplici fattori che si sovrappongono su differenti scale spaziali, processi caratterizzati tanto da una dimensione fisica che socio-economica. Gli eventi che producono la desertificazione sono la risposta di un feedback positivo non facile da spezzare: gli effetti dei processi naturali sono amplificati dall'azione degli interventi antropici (Figura 7).

In questo quadro così complesso la descrizione scientifica dei processi di degrado è inevitabilmente parziale e relativa, perché sono in gioco molteplici aspetti conoscitivi: ogni descrizione è vincolata a una determinata scala e a un sistema d'osservazione.

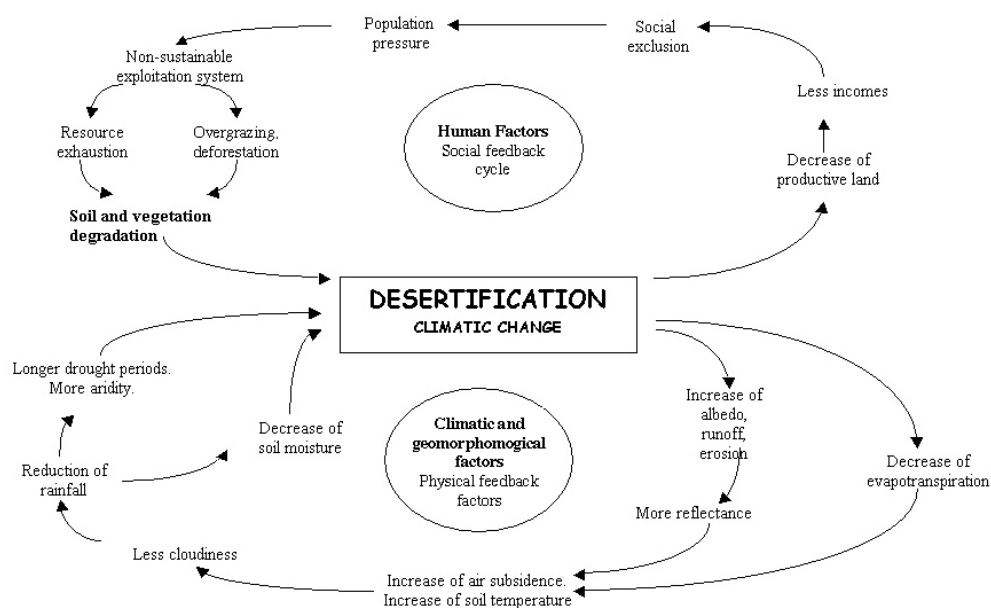


Figura 7 - Fattori antropici e fisici di desertificazione e loro reciproche retroazioni
(fonte: Lopéz Bermudez et al., 1999)

Per es. rispetto al quadro complessivo illustrato nella Figura 7, il degrado della vegetazione derivante dal pascolo eccessivo e incontrollato è un fenomeno molto frequente nella Regione Mediterranea Settentrionale.

Esso è osservato e studiato attraverso sistemi di osservazione diversi nel campo delle scienze zootecniche piuttosto che in quello della conservazione biologica.

Nel primo caso le osservazioni si vanno a concentrare sullo studio delle variazioni della biomassa pabulare o nei cambiamenti sulle capacità d'infiltrazione dell'acqua nel suolo, mentre nel secondo sugli squilibri che si creano nelle dinamiche delle specie (estinzioni locali, variazione dei rapporti tra diverse specie ecc.).

La parte che segue è una descrizione dei fenomeni di degrado dei sistemi forestali basata sui risultati delle ricerche studi attualmente disponibili in materia. L'ambito geografico di riferimento sono le aree a clima mediterraneo della penisola e delle isole italiane (Figura 8).

La trattazione comprende:

1. analisi dei processi che innescano e determinano il degrado dei sistemi forestali, ovvero del sistema di cause e fattori predisponenti e scatenanti;
2. descrizione degli effetti di tali processi sulle funzioni dei sistemi forestali, in particolare: produttività biologica, conservazione del suolo e della diversità biologica.

Da un punto di vista logico la trattazione è articolata per 'cause prossime' di degrado, ovvero facendo riferimento ai fattori indicati nella Figura 7, originati nella quasi totalità dei casi da pressioni antropiche sulle risorse forestali, che causano direttamente il degrado dei sistemi forestali in Italia, ovvero:

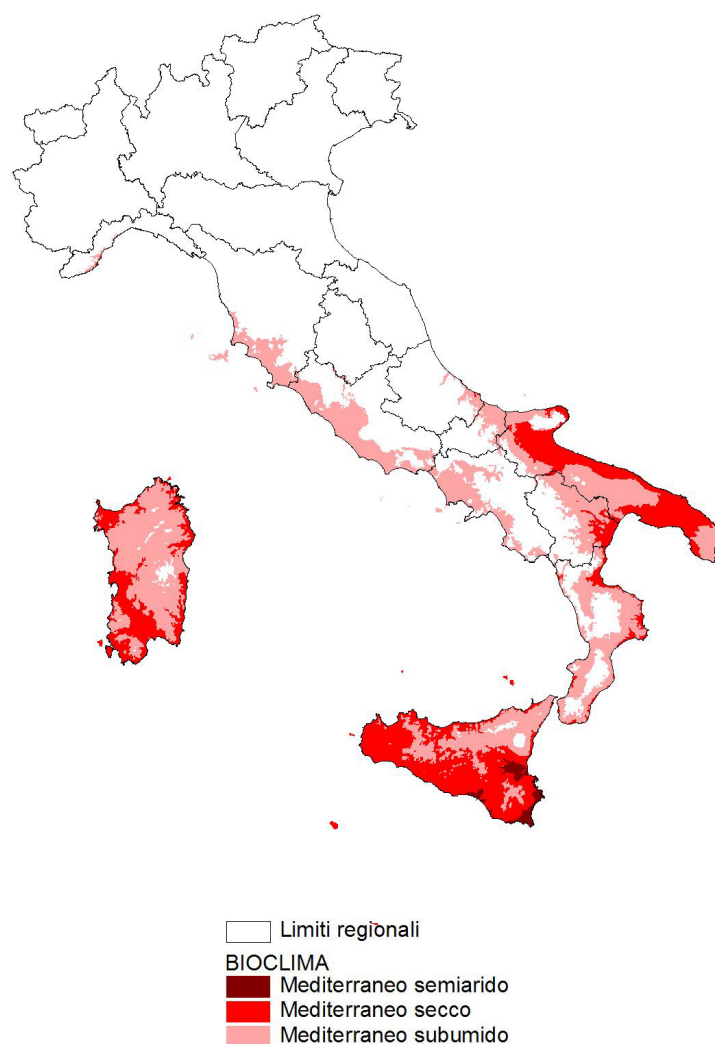


Figura 8 - Classificazione bioclimatica del territorio italiano secondo gli indici bioclimatici di Rivas-Martinez
(fonte: AISF-EC/JRC, 2002)

- elevata pressione sulle risorse forestali da parte delle attività pastorali (§ 2.3);
- incendi forestali (§§ 2.4-2.5).

Nella maggior parte dei casi queste due componenti sono legate da rapporti di causalità.

Altri fenomeni considerati interessanti (§ 2.8):

- il deperimento delle specie quercine (fenomeno noto in letteratura con il termine oak decline);
- il degrado delle sugherete della Sardegna;
- fenomeni di degrado e deperimento della vegetazione forestale costiera.

L'altra dimensione dei rapporti tra sistemi forestali e desertificazione interessa le cosiddette attività di mitigazione.

La ricostituzione della copertura forestale su terreni degradati, attraverso rimboschimenti, è il mezzo più adottato, nell'ultimo secolo, per il contrastare i fenomeni di desertificazione in tante aree dell'Italia meridionale.

Il feedback, in questo caso negativo, che si può innescare con il recupero dei terreni alla copertura forestale viene indagato, raccogliendo in un quadro sintetico le conoscenze disponibili sull'efficacia delle attività di ricostituzione della copertura forestale con specie esotiche e autoctone realizzate nelle aree sensibili alla desertificazione (§§ 2.6-2.7).

Verrà infine considerato il problema dell'influenza del cambiamento climatico su fenomeni di degrado delle coperture forestali in area mediterranea (§ 2.9).

Per facilitare i richiami all'interno del testo, gli studi presentati nel corso della trattazione verranno contraddistinti con un numero progressivo (identificativo).

Per non appesantire la descrizione, le principali caratteristiche stazionali delle aree d'indagine vengono riportate nell'Allegato III.

2.2. Cenni storici sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali in Italia

I sistemi forestali d'ambiente mediterraneo sono sottoposti da millenni a processi di degrado ingenerati dalla pressione antropica, legata ad esigenze di sviluppo delle attività agricole o pastorali o, in tempi più recenti, di espansione degli insediamenti urbani.

Yassoglou (1999), sulla base dei risultati d'indagini storiche sui processi di degrado delle terre nell'Europa mediterranea, ha ricostruito un quadro sintetico delle principali tappe dell'impatto antropico sugli ecosistemi naturali del Mediterraneo (Tabella 2).

Sempre lo stesso Autore evidenzia come la pressione e l'interferenza antropica sugli ecosistemi mediterranei abbia seguito, fin dal Neolitico, una tendenza crescente non-lineare, con diverse interruzioni.

I periodi di massima e minima pressione (questi ultimi periodi di spontanea ricostituzione della vegetazione naturale) sono in fase con le variazioni demografiche. Queste sono a loro volta conseguenza di due principali fattori: diminuzione delle dimensioni delle popolazioni umane legate a eventi storici contingenti (diffusione d'epidemie, flussi d'emigrazione) ed evoluzione culturale.

È proprio l'evoluzione culturale, e il conseguente innalzamento del livello tecnologico e del tenore di vita, il motore principale delle trasformazioni degli ecosistemi naturali primari (praterie naturali, foreste, zone umide) in terre agricole o aree urbanizzate.

Volendo ricostruire un quadro storico analogo a quello tracciato da Yassoglou con specifico riferimento al degrado dei sistemi forestali nelle zone mediterranee d'Italia, sarebbe necessaria un'analisi puntuale della letteratura esistente integrata da ulteriori informazioni da acquisire sulla base di fonti di archivio.

Infatti, il tema della "genesì" storica della desertificazione non risulta attualmente trattato in modo organico negli studi realizzati in Italia, come è stato fatto per es. a scala di intera Regione nord-mediterranea nel progetto Archaïomedes (1998a; 1998b, 1998c).

Ciò detto, vi sono comunque alcuni elementi conoscitivi, noti e storicamente attestati, che consentono di tracciare le principali direttrici di trasformazioni a carico degli ecosistemi forestali nell'area mediterranea, che hanno innescato processi di degrado. Essi verranno brevemente sintetizzati nei passaggi che seguono.

I primi fenomeni di deforestazione risalgono all'epoca romana (II sec. A.C - IV sec. D. C.), ovvero al periodo d'espansione della "frontiera agricola".

Alla conquista del territorio da parte dei Romani seguiva la deforestazione per l'utilizzazione agricola dei terreni, suddivisi tra i coloni (centuriazione).

Le formazioni boschive presenti nelle zone montuose divenivano appannaggio del demanio pubblico (ager publicus) e venivano utilizzate per lo sfruttamento del legname (per la cantieristica navale, edilizia o come combustibile) o della resina.

La massiccia deforestazione, realizzata attraverso tagli indiscriminati eseguiti su vaste superfici solo in minima parte poi ricolonizzatesi spontaneamente, diede inizio a fenomeni di dilavamento dei versanti con intensi processi di erosione dei suoli e conseguenti fenomeni di alterazione dell'idrologia dei bacini idrografici.

Placanica (1985) riporta che per la deforestazione operata in epoca romana in Calabria aumentò notevolmente la velocità dei corsi d'acqua e la quantità della massa dei materiali litologici e lignei in essi trasportati.

La deforestazione dei territori forestali, per l'uso agricolo o pastorale dei terreni o per il semplice sfruttamento del legname è proseguita nel corso dei secoli, per i continui mutamenti politici, sociali, economici, culturali e demografici.

In Calabria, ad esempio, a partire dalla crisi granaria del 1763-64 iniziò una progressiva e consistente variazione del manto forestale che proseguì fino ai primi anni successivi al secondo conflitto mondiale.

L'incremento demografico, la necessità di approvvigionarsi di legname per la costruzione delle navi della Marina militare del Regno delle Due Sicilie, la soppressione della feudalità e della manomorta ecclesiastica, la restituzione poi dei beni alle istituzioni ecclesiastiche e la divisione tra Demanio Regio e Demanio Comunale, il miglioramento della rete stradale e la costruzione di quella ferroviaria sono tra i principali aspetti che cronologicamente portarono alla distruzione di vaste superfici boscate ed all'intensa utilizzazione dei boschi sia nei settori collinari che in quelli montani (Iovino e Menguzzato, 2002).

Generalmente, a una prima fase di diradamento della copertura forestale per un utilizzo del terreno come pascolo seguiva l'effettivo disboscamento ed eliminazione delle ceppaie e la trasformazione del pascolo in area coltivabile nei terreni più idonei. In altri casi il bosco veniva incendiato direttamente con fascine; in una notte di vento si poteva creare lo spazio per un piccolo campo, che veniva seminato con cereali o patate (debbio).

Dopo qualche anno il terreno veniva abbandonato (perché era più "economico" che metterlo a riposo all'interno di un ciclo di rotazioni) e si passava a distruggere altre risorse boschive. Questa pratica era molto diffusa nelle zone montuose della Basilicata e della Calabria (Tino, 1989). Nelle aree collinari e montane i terreni più pietrosi rimanevano utilizzati a bosco ceduo, sia nella proprietà privata che comunale.

8,000-5,000 Before Present (BP)	Man begins to change the natural ecosystems during the Neolithic Age. Cultivation starts around rural settlements. Grazing, burning and land clearing start to interfere with natural ecosystems.
5,000 BP	Cultivators and herdsmen were established and small villages appeared on low ground and near the coast in the Copper-Bronze Age. Wide spreading of cultivation in highly resilient productive land. However, most of the land remains in natural or semi-natural condition. Land degradation is not intense.
4,000 BP	Poly-culture is established. Population growth. Cutting of coastal pine forests for ships, pottery kilns and smelting ores. Olive trees widely grown. Fortification of inland hilltop sites, aggressive political unification. Trojan War around 3,300 BP. Decline of Mycenaean Civilization, severe decline of population around 3,200 BP.
2,500 BP	Population increase, Greek colonies established in the north and south coasts of the Mediterranean
2,100 BP	Roman control imposed. Growth of population and cities. Marginal land came under cultivation. Modification of environment by drainage, river damming, and water transfers. Highland people came down to low lands
1,700 BP	Decline of the Western Roman Empire. Invasion of Visigoths.
1,500-1,300 BP	Dark ages. Reduction in population. Bubonic Plague. Invasion of Germanic tribes, large scale immigration of Slavs in the East. Abandonment of rural estates, destruction of hydraulic works. Piracy drove people to the interior.
1,330- 650 BP	Expansion of agriculture, improved irrigation practices, introduction of new crops by the Moor invaders of Iberian Peninsula. Movement of people to larger villages. Agriculture is characterized by subsistent agrarian systems.
650-500 BP	Black Death, severe depopulation, number of people and settlements nearly halved.
250 BP- Present	Recovery of population, land shortage, overgrazing, forest clearing, intensive erosion, floods. Changes in the land tenure systems, individuals acquire free holdings. During the period of Industrial Revolution, agriculture is further expanded, arable land increases, agricultural practices intensified, land degradation advances. Abandonment of marginal land and population shift toward the urban centers becomes apparent. After the Second World War new technologies are applied to agriculture land exploitation increases encouraged by economic expansion policies and produce subsidies. Land deterioration becomes an important issue.

Tabella 2 - Sequenza cronologica degli impatti antropici sui sistemi naturali

(fonte: Yassoglou, 1999)

C'è da sottolineare che per quanto la risorsa legno abbia costituito per secoli la principale fonte di energia e materia prima, l'utilizzazione del bosco è stata basata su una selvicoltura empirica ed intensiva, che non prevedeva forme di ricostituzione delle foreste abbattute. Ne è conseguito un progressivo depauperamento del mantello arboreo nei territori montani e un conseguente dissesto idraulico con effetti considerevoli sull'erosione dei suoli. Ciò ha poi portato nel corso del '900 a quella estesa opera di interventi pubblici di rimboschimento nei terreni montani e collinari, prima in attuazione del R.D. 3267 del 1923 e dopo con una serie di leggi ad hoc.

Sempre nell'ultimo secolo sono avvenuti altri rapidi ed estesi processi di trasformazione dell'uso del suolo, a carico delle superfici forestali. Il cambiamento delle condizioni di vita, favorito dall'evoluzione tecnologica dell'ultimo secolo, è alla radice non solo dello sviluppo urbano (industriale, turistico e residenziale) ma anche di profonde mutazioni nel territorio rurale. Esempi in tal senso sono rappresentati dalle massicce opere di bonifica delle pianure costiere e interne che, se da un lato hanno consentito di debellare la malaria, dall'altro hanno determinato la frammentazione o la scomparsa dei sistemi lacustri e delle paludi forestali. Sempre del '900 è la distruzione delle aree dunali e retrodunali costiere per lo sviluppo edilizio legato alle attività turistico-ricreative (nel caso delle dune) o per la coltivazione (retrodune). Oggi rimangono pochi frammenti isolati degli estesissimi litorali sabbiosi delle coste adriatiche, tirreniche e insulari.

Il territorio rurale (coltivi, pascoli, boschi e incolti) ha subito nel '900 una progressiva trasformazione non solo per la sottrazione di superficie legata allo sviluppo urbano (industriale, residenziale, delle infrastrutture). Il passaggio dall'agricoltura di sussistenza e d'autoconsumo a quella di mercato, avvenuto nel corso degli ultimi cinquant'anni, ha comportato due processi opposti: l'industrializzazione agricola e zootecnica o l'abbandono rurale.

In campo zootecnico, la crescente richiesta di proteine animali (carne e latte) derivante dal migliorato tenore di vita (se non altro nelle aree urbane) ha comportato la crescita del numero di capi allevati. Ciò ha portato due conseguenze principali per quanto attiene i fenomeni di degrado dei sistemi forestali:

- ulteriore deforestazione delle superfici boschive per la creazione di nuovi pascoli d'origine artificiale;
- problemi derivanti carico eccessivo e incontrollato del pascolo brado nei territori forestali, i cui prodotti sono usati per colmare il forte divario esistente a scala territoriale fra fabbisogno e disponibilità foraggiere (frasca nel periodo estivo, ghianda nel periodo invernale).

I prelievi legnosi sono diminuiti, per altri versi, a partire dalla fine degli anni '50, con l'introduzione e la diffusione di fonti di energia a basso costo e il contemporaneo spopolamento della montagna e di gran parte dell'alta collina. Tutti fattori che hanno comportato la crisi delle utilizzazioni nei cedui, conseguentemente abbandonati.

Una parziale inversione di tendenza si è verificata alla fine degli anni '70: l'aumento dei prezzi dei combustibili fossili conseguente alla crisi energetica, la presenza (sempre più massiva anche se saltuaria) di molti cittadini in collina e in montagna nelle «seconde case» e la diffusione di forni a legna hanno determinato un rinnovato interesse per la legna da ardere.

Ciò ha comportato la ripresa delle ceduazioni di molti boschi non utilizzati nei decenni precedenti nei quali si era accumulata una notevole quantità di massa legnosa.

La storia colturale dei popolamenti (intensità, modalità e frequenza degli interventi effettuati in passato), l'incidenza e la prolungata azione di fattori di perturbazione (incendi, pascolo) e fattori stazionali (accessibilità, condizioni climatiche ed edafiche) spiegano l'articolata gamma di condizioni vegetative in cui si trovano oggi i boschi cedui in ambiente mediterraneo.

I boschi più degradati, corrispondono alle aree più accessibili o ancora gravate da usi civici privi di alcuna forma di regolamentazione, oltre quelle generiche delle Prescrizioni di Massima e Polizia Forestale (ex RD 3267/1923). In questi territori forestali i boschi sono, conseguentemente, intensamente utilizzati.

Nel caso dei cedui, in particolare, lo sfruttamento intensivo e prolungato (frequenti prelievi di biomassa, scoperta ricorrente del terreno, insolazione e mineralizzazione della sostanza organica, pascolamento) soprattutto quando non accompagnato dall'esecuzione delle necessarie cure colturali, provoca il degrado del sistema forestale che si presenta con varie manifestazioni:

1. diminuzione della biomassa e del grado di copertura dei popolamenti (v. diminuzione della capacità di conservazione del suolo);
2. progressiva prevalenza delle specie forestali xerotermofite (v. diminuzione della diversità specifica);
3. assenza di rinnovazione naturale, per difficoltà di fruttificazione, eccessiva degradazione del suolo e invasione di cespugliame invadente (specie della macchia mediterranea e della gariga);
4. progressivo esaurimento della capacità di rinnovazione agamica per esaurimento delle ceppaie e mancata sostituzione delle matricine; gli ultimi due fenomeni hanno riflessi negativi sulla variabilità genetica dei popolamenti che va incontro a un progressivo impoverimento.

Ne deriva che "cause prossime" di degrado quali pascolo e incendi agiscono spesso su sistemi forestali la cui funzionalità biologica è già fortemente alterata da modalità non sostenibili di utilizzazione della risorsa bosco.

È implicito dunque che i processi di degrado nei sistemi forestali mediterranee possano essere mitigati e invertiti favorendo, attraverso la gestione forestale, il potenziamento dell'efficienza funzionale del bosco (Ciancio et al. 1999, 2001; es. miglioramento dei cedui o conversione a fustaia/ceduo composto, cure colturali nei rimboschimenti ecc.), condizione fondamentale per il recupero di tutte le molteplici funzioni ad esso associate (produttività biologica, conservazione del suolo, valorizzazione del paesaggio ecc.).

2.3. Attività pastorali e degrado delle coperture forestali

2.3.1. Diffusione del pascolo nei boschi mediterranei

Il primo problema che s'incontra cercando d'inquadrare lo storico rapporto conflittuale pascolo-bosco è che non sono disponibili a scala territoriale dati diretti sulla consistenza della popolazione zootecnica che gravita sulle zone boscate e sui periodi di

utilizzazione, per cui mancano termini di valutazione per stabilire l'effettiva pressione dovuta al pascolamento sulle risorse forestali.

Il pascolo brado in bosco è un problema gestionale ancora molto diffuso nella realtà forestale mediterranea e considerato, soprattutto oggi, un fondamentale nodo da risolvere per una gestione sostenibile delle risorse forestali.

D'Angelo et al. (1999) riportano che in Sardegna il consistente patrimonio ovino regionale (quasi 4,3 milioni di capi, 40% del patrimonio nazionale) è allevato nelle zone interne e collinari dell'isola, territori prevalente vocazione forestale. Sempre gli stessi Autori citano a titolo di esempio che nel perimetro, ancora sulla carta, del Parco del Gennargentu è stato stimato un carico pascolante pari a $100 \text{ kg ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$, che equivale a un prelievo di sostanza secca di 900 kg all'anno. Poiché il pascolo naturale soddisfa tale fabbisogno, solo un anno su tre, in relazione al regime pluviometrico, è verosimile che nei boschi presenti in tutte le aziende agricole dell'area, si verifichino ingenti prelievi di ghianda e di frasca nel corso dell'anno.

Una situazione analoga si registra in Sicilia. Giaimi (1998) attribuisce all'organizzazione sociale e a un'economia locale storicamente fondata sull'agricoltura e il pascolo estensivo il "vero" male della selvicoltura siciliana: «In questo contesto il bosco, incapace di fornire redditi elevati e continui, è stato da sempre riguardato (e lo è ancora) come un ostacolo da rimuovere ad ogni costo e con qualsiasi mezzo, o quantomeno da mettere al servizio dell'azienda agro-pastorale (...) Tutto ciò considerato, nella migliore delle ipotesi, quando il bosco non scompare del tutto, si arriva al ceduo coetaneo monospecifico, con rilascio di matricine di scarso valore. Il quale pertanto non è da vedere come conseguenza di insipienza tecnica, ma al contrario come scelta in un certo senso obbligata, l'unica forma compatibile con una economia agricola arretrata, dove un posto rilevante è occupato dal pascolo brado.» Sempre nello stesso lavoro Giaimi indica che negli ultimi anni, anche per i recenti indirizzi della politica agricola, la popolazione zootecnica è cresciuta e quella che complessivamente gravita sulle zone boscate dell'isola, prevalentemente nelle aree montane, è stimata sui 700,000 capi grossi.

Un orientamento sulla diffusione del pascolo nei boschi mediterranei può essere derivato da stime fornite nell'ambito del progetto Life "Verifica della Rete Natura 2000 in Italia e Modelli di Gestione" (Progetto LIFE 99 nat/it/006279; <http://www.minambiente.it/scn>). In tale studio i 2,565 SIC/ZPS della rete Natura 2000 in Italia sono stati classificati in 26 tipologie gestionali e caratterizzati attraverso descrittori ritenuti significativi per una caratterizzazione ecologica e fisica della siti della tipologia e per il riconoscimento dei principali fattori di degrado e minacce per la conservazione degli habitat in essi tutelati (Barbati et al., 2002).

Campioni rappresentativi della variabilità di ambienti e condizioni dei sistemi forestali presenti nelle regioni mediterranee sono: siti a dominanza di querceti mediterranei; siti a dominanza di *Quercus trojana* e *Q. macrolepis*; siti a dominanza di macchia mediterranea; siti a dominanza di pinete mediterranee e oromediterranee; siti a dominanza di dune consolidate. Il livello di pressione dovuto alla presenza di pascolo in bosco in queste tipologie di siti Natura 2000 è stato stimato attraverso un descrittore qualitativo (assente, compatibile, eccessivo) sulle base di conoscenze raccolte, tramite questionario, compilato dai soggetti responsabili della gestione dei siti nelle diverse realtà territoriali.

Nella Tabella 3 si riportano i risultati ottenuti per i siti Natura 2000 ricadenti nelle regioni Sardegna, Sicilia, Puglia, Basilicata e Calabria. Queste stime indicano la presenza di carico pascolante eccessivo con incidenza pari o superiore al 25% del totale dei siti afferenti alla tipologia in tutte le tipologie forestali mediterranee, ad eccezione delle pinete (incidenza 15%). Macchia e querceti mediterranei sono le tipologie ove la presenza di eccessivo carico pascolante è riscontrata in poco meno della metà dei siti della tipologia.

	Dune consolidate		Macchia mediterranea		Pinete mediterranee e oromediterranee		Querceti a Quercus trojana e Q. macrolepis		Querceti mediterranei		Tot. siti
Carico	Numero di siti	Numero siti/Tot. siti tipologia (%)	Numero di siti	Numero siti/Tot. siti tipologia (%)	Numero di siti	Numero siti/Tot. siti tipologia (%)	Numero di siti	Numero siti/Tot. siti tipologia (%)	Numero di siti	Numero siti/Tot. siti tipologia (%)	
Non classificato	18	38%	18	25%	0	0%	2	50%	10	16%	48
Assente	7	15%	8	11%	0	0%	0	0%	2	3%	17
Compatibile	10	21%	13	18%	17	85%	1	25%	23	36%	64
Eccessivo	12	26%	33	46%	3	15%	1	25%	29	45%	78
Totale siti	47	100%	72	100%	20	100%	4	100%	64	100%	207

Tabella 3 - Stima del grado di incidenza del carico del pascolo in siti d'interesse comunitario (SIC/ZPS) dominati da vegetazione forestale mediterranea
(fonte dati: Progetto LIFE 99 nat/it/006279)

2.3.2. Rapporti tra attività pastorali e degrado dei sistemi forestali mediterranei: indagini specifiche

Come accennato nel § 2.2, l'evoluzione del mercato dei prodotti zootecnici e la conseguente crescita economica del settore rappresenta, in alcuni distretti geografici delle regioni mediterranee, una causa prossima del degrado dei sistemi forestali mediterranei.

Gli effetti di tali pressioni sono stati indagati attraverso attività di ricerca dedicate nell'ambito del progetto MEDALUS III (1996-1998), in aree rappresentative di questi fenomeni localizzate nella Regione Sardegna. In particolare, le indagini conoscitive più rilevanti ai fini dell'inquadramento dei processi di degrado dei sistemi forestali fanno capo ai seguenti temi di ricerca, sviluppati nell'ambito delle attività del Modulo 1 (Core field studies):

- Topic 1.2. - Rilievi a terra nel sito campione di Santa Lucia, Sardegna;
- Topic 1.10. - Degrado delle terre e indicatori di desertificazione in Sardegna;
- Topic 1.11. - Degrado delle terre e pascolo in Sardegna.

Nei paragrafi che seguono verranno utilizzati i risultati di tali indagini per comporre in un quadro unitario:

- il sistema di cause e fattori predisponenti che condizionano l'insorgere dei fenomeni di degrado delle coperture forestali, così come sono stati descritti in Sardegna;
- la caratterizzazione dei fenomeni di degrado, in termini di effetti sulla funzionalità dei sistemi forestali, con particolare riferimento alla degradazione delle formazioni forestali mediterranee (bosco di leccio→macchia→gariga) e alla conservazione del suolo.

Il degrado delle coperture forestali, conseguente alla pressione antropica legata alle attività pastorali in Sardegna può essere ricondotto a due sistemi di cause principali:

1. le aree coperte da vegetazione forestale (soprattutto macchia mediterranea) vengono sostituite su vaste superfici con pascoli d'origine artificiale; questi sono ottenuti mediante l'incendio, lo spietramento e la lavorazione profonda dei terreni (tra l'altro, lungo le linee di massima pendenza) e la semina di piante erbacee da foraggio. Questi interventi sono sovvenzionati dalla Riforma dell'Assetto Agropastorale (L.R. 6/9/1976 n. 44) per il "miglioramento dei pascoli". Di fatto, la trasformazione delle terre in pascolo, non essendo stata disciplinata dalla stessa legge (per es. attraverso il ricorso a valutazioni d'idoneità territoriale che tengano conto delle caratteristiche morfologiche e pedologiche dei terreni) ha fatto sì che in vaste aree, ecologicamente non idonee, si innescassero processi di degrado delle terre;
2. le aree coperte da vegetazione forestale, soprattutto quelle incluse in pascoli demaniali, vengono intensamente pascolate; al pascolo eccessivo e incontrollato, si aggiunge la pratica dell'abbruciamento per rinnovare il cotico erboso e, solitamente, la morfologia accidentata del terreno per produrre effetti di degrado sia sulla vegetazione che sul suolo forestale.

La dimensione delle trasformazioni territoriali riconducibili al fenomeno i) è stata quantificata in un'area di studio di 20,900 ha, ritenuta rappresentativa delle aree rurali marginali della Sardegna, nell'ambito dell'attività di ricerca "Degrado delle terre e pascolo in Sardegna", Topic 1.11. del progetto Medalus III (AA.VV. 1998a; D'Angelo et al., 2000. Identificativo 1). Un'analisi dei cambiamenti d'uso del suolo, condotta attraverso il confronto di mappe d'uso del suolo ottenute attraverso l'interpretazione di foto aeree (1955, 1989) e di immagini satellitari (1996), ha consentito di valutare quantitativamente l'entità e la direzione dei diversi cambiamenti nel periodo 1955-1996. Dai risultati ottenuti si può osservare che (Figura 9).

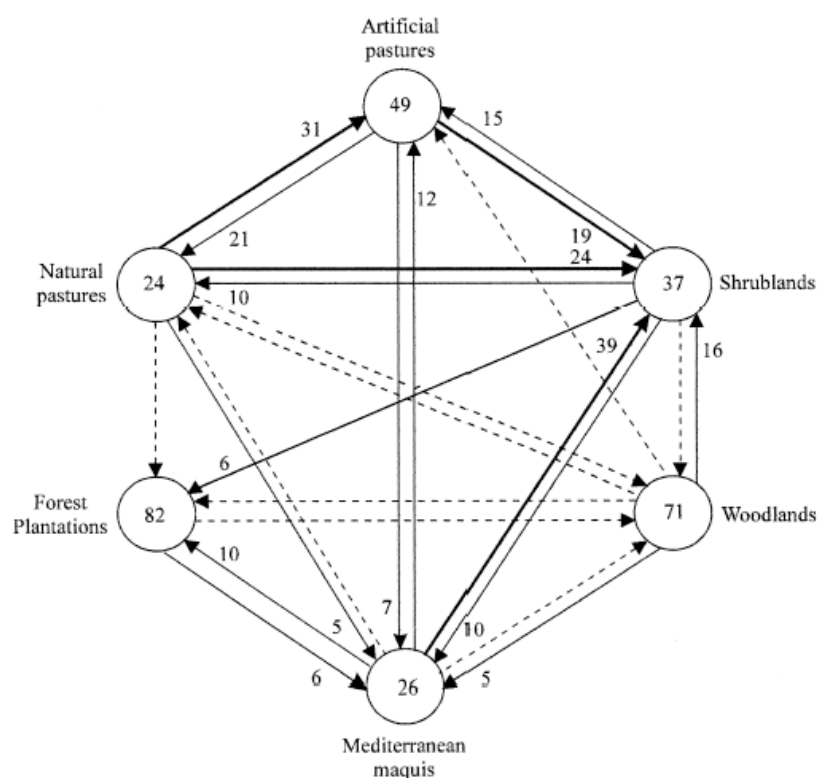


Figura 9 - Dinamiche d'uso del suolo nel periodo 1955-1996. I valori cerchiati indicano le percentuali di ciascuna classe di uso/copertura del suolo rimasta invariata rispetto al 1955. I numeri vicino alle frecce indicano la percentuale di superficie di una classe trasformata in un'altra classe; le frecce tratteggiate indicano trasformazioni di superficie inferiori al 5%

(fonte: D'Angelo et al., 2000)

- la superficie forestale complessiva semi-naturale (macchia mediterranea, bosco ceduo di leccio) si è dimezzata; includendo nella superficie forestale anche gli arbusteti la riduzione è più contenuta (-22%); la macchia mediterranea è la formazione che subisce maggiori trasformazioni (-61.4%);
- la superficie delle piantagioni forestali si è più che raddoppiata come conseguenza di un'estesa attività di rimboschimento (condotta anche sui terreni a macchia e arbusteto);
- della superficie a macchia mediterranea al 1955 il:
 - 39% è divenuto arbusteto;
 - 12% è divenuto pascolo artificiale;
 - 10% è divenuto piantagione forestale.
- della superficie a ceduo di leccio al 1955 il:
 - 16% è divenuto arbusteto;
 - 5% è divenuto macchia mediterranea.

Nel complesso quindi la copertura forestale, laddove non sia stata eliminata per far posto ai pascoli artificiali, è andata incontro processi di degradazione, come si può inferire dalle due trasformazioni macchia mediterranea → arbusteto e ceduo di leccio → macchia mediterranea. Quest'ultimo fenomeno verrà descritto in modo più approfondito nel § 2.5.

In un'area geografica differente (Comune di Lula, NU), ma sottoposta sempre ad interventi di "miglioramento dei pascoli", sono state raccolte nell'ambito dell'attività di ricerca "Degrado delle terre e indicatori di desertificazione in Sardegna", Topic 1.10. del progetto Medalus III (AA.VV., 1998b) osservazioni relative agli effetti di tali interventi sulle dinamiche vegetazionali e sullo stato dei suoli (Identificativo 2). In tale area i suoli si originano su substrati metamorfici o granitici.

In generale è stato osservato:

- l'affermazione di specie più xerofite che stanno sostituendo l'originale macchia mediterranea; la copertura forestale è ridotta a pochi lecci isolati e sparsi nel territorio, così come si cominciano a diffondersi specie del genere *Cistus*;
- la perdita dell'orizzonte organico del suolo e la conseguente esposizione degli orizzonti minerali e della roccia madre.

L'analisi di quattro profili pedologici realizzati in aree con situazioni comparabili sotto il profilo stazionario, di cui due sottoposte a interventi di miglioramento dei pascoli e le altre due no, hanno consentito di individuare almeno due livelli diversi d'intensità del fenomeno erosivo (Tabella 4).

La prima descrizione che si riferisce, da quanto si può inferire dai contenuti, alle aree a pascolo artificiale riporta:

- una profondità media del suolo molto modesta (15 cm);
- l'assenza dell'orizzonte organico A (humus);
- una elevata pietrosità superficiale (90%);
- un'intensa erosione di tipo gully lungo i solchi della lavorazione del terreno eseguiti secondo le linee di massima pendenza.

Viene inoltre riportato che gli eventi piovosi dell'anno 1996, caratterizzati da precipitazioni al di sopra della media, hanno comportato la rimozione della vegetazione su tutti i versanti nonché dell'orizzonte superficiale (in media sono stati asportati 20 cm) esponendo l'orizzonte minerale (C) e in certi punti la roccia madre.

Sempre all'interno delle attività di ricerca sul "Degrado delle terre e indicatori di desertificazione in Sardegna" (Topic 1.10., Medalus III) sono state condotte indagini per valutare lo stato di conservazione della vegetazione e del suolo in aree forestali ricadenti in pascoli demaniali, nel Comune di Siniscola (NU; Identificativo 3).

In tale Comune le aree demaniali rappresentano il 51% della superficie comunale. L'utilizzo delle aree demaniali come pascolo è un fenomeno largamente diffuso in tutta la provincia di Nuoro i cui terreni rurali, data la configurazione prevalentemente montuosa del territorio, sono prevalentemente destinati a tale uso. Sono state scelte come aree di studio le zone più vulnerabili all'insorgere di fenomeni di degrado, ovvero i terreni su substrati di tipo calcareo.

Seriously compromised areas							
	Average depth (cm)	Substratum	Morphology	Altitude (m. a.s.l.)	Slope (%)	Exposure	Surface stone content (%)
C-R	15	(1)	complex hillslope	515-675	5-25	S-SE	90%

(1) detritus of schisty metamorphic nature with strongly weathered clasts

Land Use: grass cover with sparse cork oaks

Erosion: heavy sheet and gully erosion; gullies from 7 to 30cm deep, reaching 50 cm locally concentrated in the catchments with braided pattern, mostly concentrated along the slope lines in correspondence with ploughing.

Moderately degraded areas							
Representative profile	Average depth (cm)	Substratum	Morphology	Altitude (m. a.s.l.)	Slope (%)	Exposure	Surface stone content (%)
A-C-R	30	(1)	complex hillslope	520-600	10-15	SE	35-50%

(1) detritus of schisty metamorphic nature with strongly weathered clasts

Land Use: cistus (chiefly *Cistus monspeliensis*) associated with other infesting shrubs (carline, asphodel, ferule).

Erosion: moderate sheet erosion.

Tabella 4 - Breve descrizione di profili rappresentativi di aree a diverso grado di degrado del suolo

(fonte: AA.VV, 1998b)

La vulnerabilità del suolo e della vegetazione in tali siti dipende dal fatto che sui substrati calcarei della Sardegna la pedogenesi è un processo molto lento poiché la solubilizzazione delle rocce avviene soprattutto durante i periodi piovosi dell'anno, che sono relativamente limitati. A ciò si aggiunge che il suolo si può sviluppare solo se i minerali residui sono trattenuti in loco e ciò è possibile solo in presenza di una copertura vegetale, che produca abbondante materia organica e conseguentemente favorisca la strutturazione degli orizzonti superficiali attraverso l'accumulazione di lettiera e humus. Quando la superficie forestale viene utilizzata si ha un incremento dell'illuminazione e della temperatura sul terreno, che innesca una rapida mineralizzazione della materia organica e predispone il suolo a un rapido e intenso processo di erosione laminare (sheet erosion).

Lo studio ha messo in evidenza il ruolo della copertura forestale e delle sue caratteristiche strutturali (grado di copertura e area basimetrica) sui processi di erosione, attraverso l'analisi di osservazioni (profili pedologici, rilievi floristici e rilievi dendrometrici) raccolte in 8 aree campione (400-2,500 m²) distribuite nella Valle del Lanaitto, M. Corراسi e nella lecceta di Montes. Questa lecceta montana del Supramonte (Aceri monspessulani-Quercetum ilicis, Arrigoni, Di Tommaso e Mele, 1990) è considerata un sistema forestale poco disturbato, poiché dall'ultimo dopoguerra le utilizzazioni forestali sono state interrotte, a meno di prelievi sporadici ad opera di pastori. L'attività pastorale è tuttavia ancora presente. I risultati dell'indagine vengono schematizzati di seguito.

Secondo le caratteristiche stazionali la tendenza dinamica naturale dei sistemi forestali in assenza di disturbo antropico (vegetazione naturale potenziale) è la fustaia di leccio, con un profilo pedologico tipico così caratterizzato:

- orizzonte A, dal colore bruno scuro ad indicare il contenuto di materia organica e caratterizzato da attività biologica a cicli alterni;
- orizzonte B, dal colore bruno o rossiccio, caratterizzato dall'alterazione dei minerali primari, alta saturazione e ossidazione;
- roccia madre, debolmente alterata.

Nelle aree campione invece, i profili manifestano alterazioni più o meno sensibili rispetto alla suddetta descrizione, con orizzonte organico sottile discontinuo e in alcuni casi del tutto assente. Queste alterazioni sono più evidenti nelle aree ove la copertura forestale originaria è stata degradata, per la conversione a ceduo, o completamente distrutta per la creazione di pascoli.

Il degrado della copertura forestale è “spazialmente distribuito” in funzione della posizione sul versante. In linea generale, si è osservato che:

- nelle parti alte del versante, ove la copertura arbustiva è discontinua, il profilo è spesso troncato e il suolo si è formato in piccole sacche all'interno delle fratture della roccia madre ed è dunque poco sviluppato (Lithic Entisols o Alfisols);
- a metà del versante e, più limitatamente, ai piedi del versante, ove la copertura forestale è rappresentata prevalentemente da leccio o macchia evoluta, il profilo è generalmente meglio sviluppato e differenziato in orizzonti, per la maggior parte di tipo argillico (Alfisols);
- ai piedi del versante, ove la copertura forestale è stata eliminata per far posto ai pascoli, i suoli non sono molto sviluppati e prevalgono gli Inceptisols;

In corrispondenza delle aperture create nella copertura forestale nel corso delle passate utilizzazioni, sono evidenti tracce d'erosione laminare:

- orizzonti organici sottili, per la maggior parte di neoformazione;
- esposizione del colletto delle piante; l'esposizione del colletto e delle radici consente di stimare le perdite di suolo per erosione da pochi cm fino a 50 cm nei versanti con maggior pendenza.

L'analisi comparata delle relazioni tra pendenza del terreno, grado di copertura dei diversi strati di vegetazione, area basimetrica e spessore degli orizzonti organici (Tabella 5) porta alle seguenti conclusioni.

A	B	C				D	E	F				
		A	Aa	Ab	E			Ln	Lv	Fz	Hz	Fz+Hz
1	20%	65	30	15	5	1925	34,7	0,5 - 3 - 1,37	0,5 - 2 - 1,06	0 - 2,5 - 1,25	0 - 3 - 1,31	0 - 5,5 - 2,56
2	25%	80	5	5	15	400	69,9	0,5 - 5 - 2	0,5 - 4 - 1,78	1 - 3,0 - 2,36	1 - 4 - 2,28	2 - 7 - 4,64
3	35%	20	70	50	20	1225	14,5	0,5 - 5 - 2,66	0,5 - 2 - 1,3	1 - 2 - 1,6	1,5 - 3 - 2,3	2,5 - 5 - 3,9
4	60%	60	40	35	5	775	40,9	1 - 4 - 1,85	0,5 - 5 - 2,35	0 - 9 - 4,31	0 - 30 - 14,61	0 - 39 - 18,92
5	50%	40	30	30	15	2200	31,1	0 - 2 - 0,94	0 - 2 - 0,94	0,5 - 2,5 - 1,5	1,5 - 5 - 3,05	2 - 7,5 - 4,55
6	35-40%	50	<5	<5	20	500	28,7	0,5 - 4 - 1,83	0 - 2 - 0,66	0 - 6 - 1,78	0 - 15 - 5,7	0 - 21 - 7,48
7	2%	80	-	-	5	780	74,1	0 - 3 - 1,56	0,5 - 2 - 0,83	0 - 1,5 - 0,33	0 - 5 - 2,1	0 - 6,5 - 2,43
8	0-25%	85	-	-	15	592	81,4	0,5 - 4 - 1,55	0 - 2 - 0,53	0 - 3 - 1,19	0 - 5 - 1,47	0 - 8 - 2,66

Legenda: A Sampling area; B Slope; C% cover referred to the following layers: (A) trees, (Aa) tall shrubs, (Ab) low shrubs, (E) herbaceous species; D Number of plants per hectare; E Basimetric area per hectare; F Minimum, maximum and average thickness of organic horizons in cm (classificato secondo GREEN et al, 1993).

Tabella 5 - Schema riassuntivo delle osservazioni raccolte nelle 8 aree campione, relative alla copertura forestale, caratteristiche dendrometriche e spessore dell'orizzonte organico

(fonte: AA.VV, 1998b)

- gli orizzonti organici sono ben conservati e sviluppati ove il grado di copertura dello complessivo tra strato arboreo e arbustivo supera l'85%; in queste condizioni la pendenza del versante gioca un ruolo secondario nei processi pedogenetici, fintantoché la copertura forestale viene conservata;
- l'utilizzazione antropica si riflette in un'ampia variabilità spaziale nella densità e del diametro nei popolamenti forestali; si è osservato che nelle formazioni arboree è necessaria un'area basimetrica superiore a $30 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ per garantire la conservazione dell'orizzonte organico, mentre un valore superiore a $15 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ è sufficiente per garantire la stessa protezione nella macchia alta, che ha copertura più compatta.

Le indagini condotte nella lecceta di Montes hanno messo in evidenza che nonostante il pascolo, segnatamente il pascolo suino, non appaia un fattore limitare per l'insediamento delle plantule di leccio (480 plantule per ettaro in un'area di saggio e 128 plantule/ha nell'altra), esso comporta altre alterazioni nella funzionalità del sistema forestale:

- interruzione dell'evoluzione dell'humus in una fase Moder;
- riduzione degli anellidi e dunque dell'attività biologica ad essi legata;
- segni di disturbo nei primi 15-20 cm degli orizzonti pedologici;
- contributo all'erosione laminare.

Quale risultato sintetico delle indagini è stato prodotto uno schema del livello di degrado delle coperture forestali e del suolo (Tabella 6), basato sui rapporti tra le caratteristiche fisionomiche e strutturali della copertura forestale e spessore dell'orizzonte organico, assunto quale indicatore sintetico del degrado del suolo.

Degree of degradation	Vegetation	Tree cover	Basal area	Average thickness organic horizons
Slight	High forests and coppices with standards	> 85%	$> 40 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	> 5 cm
Moderate	Multilayered woods, average density and/or developed "macchia"	50 – 85%	$20\text{--}40 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	2 – 5 cm
High	Poorly developed and/or moderately developed "macchia"	15 – 50%	$< 20 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$	< 2 cm
Severe	Degraded "macchia"	< 15%	Small or absent	Small or absent

Tabella 6 - Classificazione sintetica del livello di degrado delle coperture forestali e del suolo in stazioni su substrato calcareo (fonte: AA.VV., 1998b)

Nel complesso, le osservazioni prodotte negli studi citati sembrano concordare con quanto descritto da Pulina (1999) sugli effetti del pascolo eccessivo e incontrollato sul degrado del suolo. La rimozione della copertura vegetale e la compattazione del suolo dovuta al passaggio degli animali aumentano l'impatto della pioggia al suolo, favoriscono la formazione di croste superficiali, determinano la diminuzione del contenuto di materia organica, la perdita di stabilità degli aggregati e la diminuzione dell'infiltrazione nel terreno. L'azione combinata di questi effetti aumenta il deflusso superficiale, riduce il contenuto idrico del terreno e aumenta l'erosione.

2.4. Incendi e degrado dei sistemi forestali

2.4.1. Fattori antropici e naturali nella genesi degli incendi boschivi nell'area mediterranea

La diffusione e la ricorrenza degli incendi boschivi nei territori forestali dell'Italia mediterranea è un fatto noto. Una cifra significativa dell'incidenza del fenomeno può essere derivata confrontando l'indice di boscosità regionale con le superfici boscate percorse da incendi nell'ultimo ventennio (Tabella 7). I valori estremi si registrano soprattutto nelle regioni con indice di boscosità più modesto, come la Sicilia e la Puglia. Il basso valore dell'indice di boscosità è la risultante delle azioni di progressiva erosione, protratta nel tempo, delle superfici boscate (cfr. § 2.2): superfici generalmente frammentate e disperse nel territorio per effetto della messa a coltura dei terreni o dell'apertura di pascoli. Un basso indice di boscosità è anche indicatore di elevato sviluppo dell'interfaccia tra il bosco e le superfici agricole/pascoli circostanti, fattore critico per l'innesco e la propagazione degli incendi.

Regione	Indice di boscosità (IFN 85)	Percentuale superficie boscata percorsa dal fuoco				
		Periodo 1982/94	Anno 1997	Anno 1998	Anno 1999	Anno 2000
Puglia	7,7	17,74	1,883	1,622	0,515	3,456
Sicilia	10,4	22,30	3,282	6,210	2,656	2,999
Lazio	27,1	10,13	1,037	0,589	0,349	1,179
Campania	27,9	16,95	1,253	0,567	0,306	1,554
Basilicata	29,5	7,80	0,719	0,463	0,203	1,240
Molise	29,2	4,36	0,148	0,093	0,018	0,236
Abruzzo	29,8	3,00	0,313	0,437	0,027	0,568
Calabria	38,3	16,75	1,786	3,024	0,708	2,518
Sardegna	40,5	14,51	0,544	1,309	1,358	0,536
Toscana	42,7	4,63	0,311	0,370	0,077	0,111
Liguria	69,1	21,48	1,533	1,036	1,345	0,630

**Tabella 7 - Incidenza degli incendi boschivi in termini di superficie boscata percorsa da incendio nelle regioni con aree a clima mediterraneo (Fonte: www.corpoforestale.it).
Indice di boscosità e valori percentuali di superfici percorse sono calcolate in base al dato delle superfici boscate accertate dall'Inventario Forestale Nazionale del 1985**

(MAF/ISAFA, 1988)

Fattore determinante nell'innescio e nella propagazione degli incendi boschivi nelle aree mediterranee è l'azione umana.

Un rapporto del WWF (1992) che fa riferimento agli incendi boschivi verificatisi nel periodo 1981-85 nei paesi del Mediterraneo indica che il 32% degli incendi è di origine dolosa, contro il 23% d'origine colposa e più del 40% di causa sconosciuta. Questi dati concordano con quanto riportato nelle statistiche UNECE/FAO riferite allo stesso periodo (UNECE/FAO, 1990).

Statistiche relative agli incendi boschivi verificatisi nell'anno 2000 in Italia (www.corpoforestale.it) confermano l'elevata incidenza delle cause volontarie, principalmente dolose, nello sviluppo del fenomeno (Tabella 8) nelle regioni a clima mediterraneo.

Regioni	Sup. boscata percorsa (%)	Cause volontarie (%)	Cause involontarie (%)
Toscana	0,111	63,10	19,80
Molise	0,236	23,10	43,10
Sardegna	0,536	23,40	4,10
Abruzzo	0,568	52,20	20,40
Liguria	0,630	68,50	13,80
Lazio	1,179	72,20	12,60
Basilicata	1,240	65,50	17,20
Campania	1,554	77,90	8,90
Calabria	2,518	75,00	12,40
Sicilia	2,999	77,70	11,20
Puglia	3,456	66,60	24,40

**Tabella 8 - Superficie boscata percorsa dal fuoco e percentuale degli incendi per cause volontarie e involontarie nell'anno 2000 (CFS, 2001).
Il complemento a 100 delle percentuali è rappresentato da incendi la cui causa non è classificabile**

Le punte massime si registrano in Sicilia, Campania e Calabria, che presentano un'incidenza percentuale di incendi volontari superiore al 70%. Il dato relativo alla regione Sardegna è, per tale anno, è certamente sottostimato (incidenza delle cause volontarie pari al 23,4%).

La statistica non si può considerare affidabile, visto che la percentuale di incendi ritenuti non classificabili, supera il 72% del totale dei fuochi sviluppatasi in ambito regionale.

Ma quali sono le motivazioni dietro gli incendi in queste aree? Nell'ambito di un'indagine a scala nazionale condotta dalla Società Botanica Italiana (SBI, 2003) è stata effettuata una ricognizione delle motivazioni più ricorrenti per singola Regione, consultando i piani regionali di difesa contro gli incendi laddove disponibili e, in taluni casi, monografie regionali o indagini conoscitive.

In Tabella 9 sono riportate le principali motivazioni derivate da tale rapporto, per le regioni parzialmente o totalmente ricadenti in aree a clima mediterraneo.

Il quadro complessivo che ne deriva è tracciato nell'approfondimento riportato nel Box 1.

Regioni	Motivazioni prevalenti	Fonte
Basilicata	• Abbandono delle campagne; • Disinteresse per le risorse silvo-pastorali.	Piano Antincendio Regionale parte integrante del Programma per la salvaguardia e la valorizzazione ambientale e forestale (Anno 2001)
Calabria	• Incendi derivanti dalla gestione non corretta delle discariche di R.S.U • Industria del fuoco • Abbruciamento delle stoppie. • Uso del fuoco da parte di cacciatori per stanare la selvaggina	Piano per la Programmazione delle attività di previsione, prevenzione e lotta contro gli incendi boschivi (Anno 2001). Piano triennale 1997 – 1999
Liguria	• Abbandono di aree rurali e montane • Assenza prolungata di cure al bosco.	Studio sulle cause di incendio di alcuni comuni in provincia di Savona (1989 – 99)
Molise	• Aumento del flusso turistico • Pratiche agricole con uso del fuoco • Abbandono di mozziconi di sigarette o cerini mal spenti.	Piano di protezione delle foreste contro gli incendi del Molise (1997 – 2001).
Puglia	• Industria del fuoco • Malintenzionati • Volontà di fare danno • Attività pastorali • Intimidazioni/dispetti • Attività agricole con uso del fuoco • Lancio di sigarette e fiammiferi.	Programma di previsione e prevenzione degli incendi boschivi (1996) Piano generale antincendio boschivi (1996)
Sardegna	• Apertura, rinnovazione e miglioramento pascoli • Ripulitura dei terreni per lavori colturali agricoli • Conflitto e/o vendetta tra privati per motivi di pascolo • Protesta contro licenziamenti e/o assunzioni nei cantieri forestali in violazione (presunta) alle norme di collocamento;	Piano Regionale Antincendi (Anno 2001)

Regioni	Motivazioni prevalenti	Fonte
	• Ritorsione a seguito di attività antibraconaggio del CFVA; • Truffa a danno di assicurazioni • Incustodia e/o mancata bonifica di residui di fuochi accesi da parte di gitanti, campeggiatori, allevatori, agricoltori; • Lancio di fiammiferi o mozziconi accesi di sigarette.	
Sicilia	• Industria del fuoco • Uso del fuoco da parte dei pastori per creare risorsa pascoliva. • Atti delittuosi della comunità contro il patrimonio naturale	Piano Regionale di difesa dei boschi e delle aree protette dagli incendi (1994)
Toscana	• Atti vandalici • Conflitti sociali • Attività ricreative • Abbruciamento stoppie	Piano operativo antincendio boschivi 1997-2000

Tabella 9 - Analisi delle motivazioni prevalenti legate al fenomeno degli incendi boschivi nelle realtà regionali mediterranee (fonte: SBI, 2003)

Un aspetto da sottolineare nel rapporto tra cause ed effetti degli incendi è la correlazione tra incendi dolosi e superfici percorse da incendio. In questo caso infatti la scelta di tempo, luogo, tecnica di accensione è finalizzata a massimizzare il danno arrecato e ciò si traduce in superfici percorse maggiori rispetto a quelli colposi. Una misura limite delle dimensioni di questo fenomeno può essere inferita dai dati riportati nella Figura 10.

Se i fattori d'origine antropica rappresentano la causa (dolosa o colposa) d'innescio degli incendi forestali, le condizioni d'aridità estiva e di deficit idrico nei suoli e l'elevata infiammabilità della vegetazione forestale mediterranea (resine, olii e sostanze volatili) rappresentano fattori naturali predisponenti la propagazione degli incendi delle zone mediterranee (Molina, 1996; Camia et al., 2001). In Sardegna, per es., le condizioni di marcata aridità dei periodi estivi e l'accentuata ventosità (venti di SE e NW) determinano elevati tassi d'evapotraspirazione (Barberis, 1999). L'umidità del terreno, scendendo al di sotto del punto di appassimento, comporta la conseguente diminuzione del contenuto idrico nei tessuti delle piante e ciò rende la vegetazione più vulnerabile all'incendio (R.A.S., 1987).

La ridotta disponibilità idrica è inoltre un fattore limitante la ricostituzione post-incendio della vegetazione forestale, per cui in seguito ad eventi frequenti o particolarmente intensi si assiste al degrado della comunità verso forme tipiche d'ambienti desertici (Vallejo, 1997).

Incendi di origine dolosa

Il contesto socio-economico e in particolare la presenza di condizioni di illegalità diffusa, la mancanza di opportunità e di prospettive di lavoro, sono i fattori responsabili della diffusione di incendi legati ad atti di vandalismo, vendette o conflitti o all'industria del fuoco".

Gli incendi legati ad atti di vandalismo, vendette o conflitti sono diffusi in regioni caratterizzate da alti tassi di criminalità organizzata. In molti casi, il fuoco rappresenta un mezzo di estorsione o di taglieggiamento, mutuato da realtà urbane, dove l'incendio o l'attentato dinamitardo è un mezzo per obbligare il pagamento di forme non richieste di protezione oppure per lucrare indebitamente sui premi di assicurazione.

L'industria del fuoco è una distorta conseguenza dell'impostazione della lotta antincendio in alcune aree caratterizzate da forte disagio sociale. Una diffusa politica di assunzioni a tempo determinato per interventi al momento dell'emergenza ha indotto, talvolta, l'insorgenza di un ciclo vizioso, dove l'incendio volontario da parte di operai stagionali può costituire lo strumento per mantenere o motivare occasioni di impiego.

Distruzione di soprassuoli forestali per l'apertura di pascoli

L'uso del fuoco non solo come mezzo di apertura (ma anche di rinnovo e miglioramento dei pascoli) è una pratica agronomica utilizzata da tempi remoti dai pastori in Sardegna. In particolare esso costituisce un mezzo pratico ed economico per ottenere idonee al pascolo ovino (cfr. § 2.3.2), in quanto le pecore, a differenza delle capre e dei bovini che riescono a soddisfare i propri fabbisogni alimentari anche in arbusteti o aree forestali, prediligono il coticco erboso. È comprensibile quindi che in Sardegna, dove l'allevamento ovino rappresenta il cardine della produzione zootecnica, più del 90% degli incendi sia storicamente legato ad attività agropastorali (Enne et al., 1999).

In Sicilia questo tipo d'incendi colpisce formazioni arbustive che ricolonizzano coltivi abbandonati. Questa copertura 'preforestale' viene distrutta attraverso l'incendio per utilizzare tali terreni come pascolo (Cullotta e Pasta, 2003).

In altri casi, dietro la distruzione di soprassuoli forestali si possono nascondere intenti intimidatori nei confronti di terzi antagonisti (pastori, proprietari di boschi, amministrazioni ecc.) o speculativi (creazione di terreni coltivabili, attivazione del set aside, trasformazione del terreno rurale in edificatorio).

Incendi di origine colposa

Adozione di pratiche agricole che prevedono l'uso del fuoco; è una realtà largamente diffusa nelle regioni meridionali, frutto di tradizioni che si tramandano dai tempi più remoti. Rispetto al passato però vi sono notevoli cambiamenti nelle modalità di esecuzione: in particolare, la bruciatura delle stoppie, tradizionalmente fissata dal Testo Unico delle Leggi di Pubblica Sicurezza del 1939 a date successive al 15 agosto, è stata anticipata da molte Regioni (ad esempio, Puglia e Basilicata) al mese di luglio. Si aggiunge che il tradizionale controllo da parte degli agricoltori, in buona parte anziani, oggi è quasi del tutto assente anche per effetto del progressivo spopolamento delle campagne, ed il fuoco è libero di divagare senza ostacoli. Alla base della diffusione di questo tipo d'incendi vi è dunque una diffusa trascuratezza e negligenza con cui la maggior parte degli agricoltori utilizza il fuoco, non curandosi di vigilare, in un numero sufficiente di addetti, durante le operazioni e non considerando le condizioni meteorologiche (ventosità, temperatura e umidità dell'aria) delle giornate a maggior pericolo.

L'uso del fuoco da parte di cacciatori per stanare la selvaggina o creare habitat naturali per le prede; è un fenomeno segnalato soprattutto in quelle regioni (ad esempio, Calabria) in cui la caccia rimane ancora un'attività ricreativa di notevole importanza.

Abbandono colturale; la mancanza di cure del bosco, in particolare in quelle aree in cui l'attività agro-forestale è sempre stata alla base dell'economia (Basilicata, Liguria), costituisce indirettamente un fattore predisponente il frequente passaggio del fuoco, per l'accumulo di biomassa combustibile, popolamenti forestali che evolvono in strutture meno resistenti, etc. Questo tipo d'incendi si diffonde facilmente nei rimboschimenti di conifere ove l'eccessiva densità dei popolamenti forestali, conseguente alle mancate cure colturali, unita all'elevata infiammabilità delle specie resinose determina elevati profili di vulnerabilità.

Incendi riferibili ad atti di incuria dovuti alla presenza di visitatori e turisti o al lancio di sigarette e fiammiferi dall'auto o dal treno.

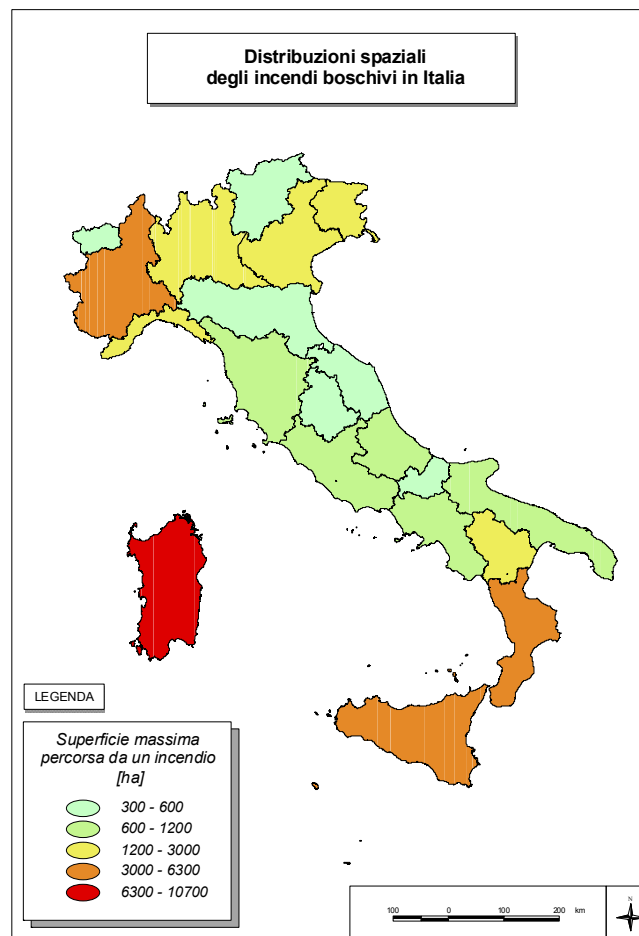


Figura 10 - Superficie massima percorsa da un incendio nelle regioni italiane nel periodo 1990-2000

(fonte: SBI, 2003)

2.4.2. Incendi e degrado dei sistemi forestali: inquadramento generale

Lo studio del rapporto tra incendi forestali e degrado dei sistemi forestali implica la trattazione almeno di due dimensioni principali:

- effetti degli incendi sulla capacità di protezione del suolo dei sistemi forestali (studio dell'erosione del suolo nel post-incendio);
- effetti sulla biocenosi (studio delle dinamiche vegetazionali nel post-incendio e riflessi sullo stato della biodiversità forestale).

L'aumento dell'erosione del suolo nel post-incendio è una conseguenza diretta della temporanea eliminazione, parziale o totale, della vegetazione (Soto et al., 1994; Giovannini et al., 1998). In particolare, l'erosione del suolo nelle aree percorse da incendio è attribuibile (Susmel, 1977):

1. all'azione concomitante del fuoco di chioma, che distrugge la copertura forestale, e del fuoco radente, che distrugge gli strati arbustivi ed erbacei e la lettiera;
2. alla mineralizzazione della sostanza organica per le alte temperature durante e dopo l'incendio;
3. alla distruzione dei complessi umici e argillosi.

È stato inoltre messo in evidenza che l'intensità del fronte di fiamma è un fattore critico nei processi erosivi post-incendio: fronti di fiamma che producano intensità vicine a 500 °C in prossimità del suolo possono indurre modifiche sostanziali nella struttura del suolo, come laterizzazione e formazione di uno strato idrofobico superficiale, che innescano pericolosi processi d'erosione (Giovannini e Lucchesi, 1992).

Come noto, l'intensità del fronte di fiamma non è un dato fornito dalle statistiche sugli incendi. Tuttavia, poiché generalmente gli incendi d'intensità elevata percorrono superfici estese, essi possono essere ragionevolmente discriminati dalle informazioni fornite dalle statistiche sugli incendi.

A tale scopo nell'indagine della Società Botanica Italiana (SBI, 2003) sono state analizzate le statistiche degli incendi nel periodo 1990-2000 ed è stato osservato che il 75% degli eventi hanno avuto superficie inferiore a 5 ha e hanno interessato una superficie complessiva pari a circa il 10% della superficie totale percorsa in Italia nel periodo considerato; pertanto gli incendi maggiori di 5 ha hanno interessato complessivamente il rimanente 90% della superficie percorsa totale in Italia.

Da un'analisi delle distribuzioni cumulative sono state quindi individuate due soglie dimensionali di eventi, ritenute significative per discriminare le principali situazioni di incendi di "grandi dimensioni" riscontrati nella penisola, le quali sono state mappate a scala nazionale:

- superfici percorse > 10 ettari, che rappresentano il 14% degli incendi più grandi, con 88% della superficie percorsa totale);
- superfici percorse > 100 ettari (circa 2% di incendi più grandi, con quasi il 50% della superficie percorsa).

Su tale base sono state derivate mappe della distribuzione degli incendi a scala nazionale, separando due principali profili di pericolosità sulla base della stagionalità (pericolosità estiva/invernale). Nella Figura 11 e Figura 12 vengono riportate queste mappe per gli eventi a stagionalità estiva, caratteristici degli incendi boschivi in area mediterranea.

Questi dati possono essere utilizzati per individuare "aree critiche", ovvero territori in cui l'elevata frequenza di eventi di grande dimensione lascia presumere la presenza di fenomeni di degrado dei sistemi forestali verosimilmente severi.

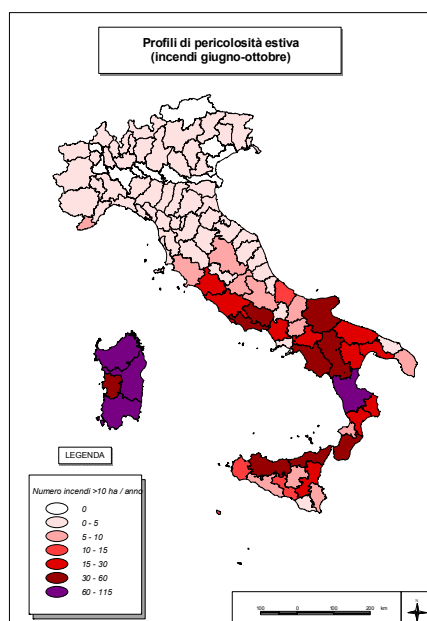


Figura 11 - Distribuzione a scala provinciale del numero medio di incendi maggiori di 10 ha nel periodo estivo (fonte: SBI, 2003)

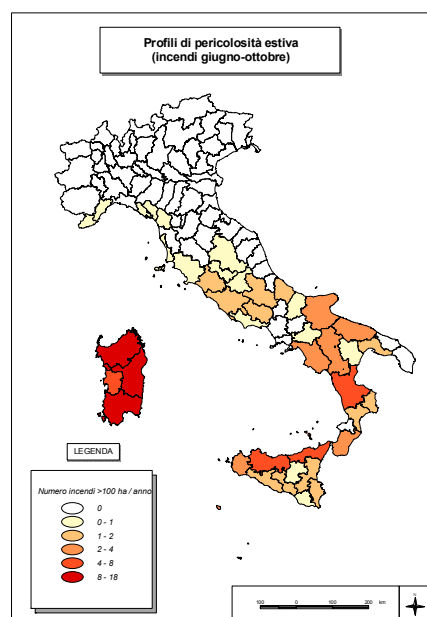


Figura 12 - Distribuzione a scala provinciale del numero medio di incendi maggiori di 100 ha nel periodo estivo (fonte: SBI, 2003)

L'impatto degli incendi sullo stato della biocenosi è un aspetto non sufficientemente approfondito negli studi in Italia sugli incendi. È intuitivo che le foreste percorse da incendio subiscano variazioni rapide ed estensive nella struttura cronologica e nella composizione specifica dei popolamenti forestali.

Ciò influenza anche la resilienza dei sistemi forestali nei confronti di successivi fenomeni perturbativi (altri incendi, epidemie di patogeni ecc.).

La modifica è peraltro, almeno entro certi limiti, temporanea e reversibile. Numerosi studi infatti sul post-incendio, effettuati sia con metodo diacronico che sincronico, concordano nell'affermare che, dopo il passaggio del fuoco, le comunità vegetali che si ricostituiscono sono identiche a quelle presenti prima del disturbo, sia a livello compositivo che strutturale. La ricchezza floristica post-incendio raggiunge valori massimi due o tre anni dopo l'incendio, per poi subire un declino e una successiva stabilizzazione dopo il terzo anno (modello della composizione floristica iniziale, Trabaud e Lepart 1980; Ne'eman et al., 1993). La ricchezza floristica dei primi anni è dunque maggiore di quella delle aree non interessate dall'incendio, anche se è dovuta essenzialmente alla presenza di specie esogene annuali o biennali, estranee alla comunità.

Tale modello è tuttavia valido solo per incendi di frequenza moderata. Quando la frequenza degli incendi è elevata può prodursi una forte riduzione delle specie che costituivano la fitocenosi, con l'affermazione di specie pioniere più tolleranti, che a loro volta possono alterare il regime degli incendi aumentandone la frequenza. Questo meccanismo porta rapidamente alla sostituzione della comunità vegetale originaria e, presumibilmente, ad effetti sensibili anche sulla struttura della zoocenosi.

Gli studi attualmente disponibili in Italia sui rapporti tra incendi boschivi e di degrado dei sistemi forestali interessano sia i processi erosivi che le dinamiche vegetazionali post-incendio, analizzati su due principali scale spaziali:

1. Studi di dettaglio a scala locale: aree di saggio sperimentali per la misurazione dell'erosione superficiale e del trasporto solido in aree percorse da incendio e delle relative dinamiche vegetazionali; è il caso delle attività di indagine nell'area di studio di Is Olias (Sud-Ovest della Sardegna) sviluppate nel corso dei progetti MEDALUS II (Topic 3.01. - Intrusione di acque salate, sfruttamento eccessivo delle falde idriche, sito campione: Santa Lucia, Sardegna) e Medalus III (Topic 1.2. - Rilievi a terra nel sito campione di Santa Lucia, Sardegna). Questo complesso di attività di studio è contrassegnato con l'identificativo 4;
2. Indagini a scala regionale per la valutazione dei processi di erosione del suolo innescati dall'eliminazione temporanea della copertura forestale per gli incendi boschivi; studi di questo tipo, in Italia, sono stati condotti nell'ambito delle attività di ricerca del programma MIUR 2000 "Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo", (Rimbdes, www.geolab.unifi.it/it/index.htm), dall'Unità di ricerca coordinata dal Prof. Bovio del Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio (Bovio et al., 2002). Questo studio è contrassegnato con l'identificativo 5.

I risultati di tali ricerche verranno brevemente descritti nei §§ 2.4.3 e 2.4.4.

2.4.3. Indagini in aree sperimentali a Is Olias (Sardegna) su processi di erosione e dinamiche vegetazionali nel post-incendio

La stazione di Is Olias si trova nel Sud-Sardegna (39°11'N e 8°57'E) nel bacino idrografico di Rio Santa Lucia nei pressi di Capoterra (CG). A Is Olias sono state realizzate 18 aree sperimentali chiuse (10*2 m) per misurare e comparare il deflusso superficiale e la resa di sedimenti in tre diverse coperture del suolo: pascoli abbandonati, invasati da *Cistus monspeliensis* e *C. incanus* (catena 1); macchia mediterranea bruciata nel giugno 1991 (catena 2); piantagioni di eucalitti (catena 3). Per ciascuna copertura sono state delimitate 6 aree distribuite due in cima, due a metà e due ai piedi dei declivi. Nell'arco dei progetti MEDALUS II e MEDALUS III sono stati raccolti dati mensili di deflusso e resa di sedimenti nel periodo Settembre 1992-Dicembre 1998. In questo arco di tempo le attività antropiche sono state interdetto. In questo paragrafo interessa evidenziare i risultati relativi all'erosione per la catena 2, ovvero le 6 aree sperimentali relative alla macchia mediterranea bruciata (Aru, 1997; AA.VV, 1998c; Vacca et al., 2000).

1. Nel primo periodo d'osservazione (Settembre 1992-Agosto 1995) corrispondente ai primi quattro anni successivi all'incendio la resa totale di sedimenti nella catena 2 è pari a 248.68 kg ha⁻¹; la folta copertura erbacea sviluppatasi dopo l'incendio ha protetto il suolo dall'erosione idrica più efficacemente degli altri due tipi di copertura. La resa totale di sedimenti è infatti leggermente superiore nella catena 1 (284.79 kg ha⁻¹) e più del triplo nella catena 3 (822,83 kg ha⁻¹). Quest'ultimo dato verrà commentato nel § 2.5.;
2. Nel secondo periodo d'osservazione (Settembre 1995-Dicembre 1998), dal quarto al settimo anno dopo l'incendio, la resa totale di sedimenti nella catena 2 scende a 63.86 kg ha⁻¹, quasi ¼ del precedente periodo. La resa si abbassa anche nelle altre due catene (71.59 kg ha⁻¹, catena 1 e 475.62 kg ha⁻¹ catena 3);
3. La resa di sedimenti più elevata avviene in corrispondenza delle piogge autunnali, che sono le più intense e si verificano subito dopo il periodo di siccità estiva.

C'è da sottolineare che questo tipo di disegno sperimentale, prevedendo l'uso di aree chiuse, non consente l'ingresso e l'accumulo di nuovi sedimenti dalle zone a monte dell'area sperimentale. In tal modo la quantità di suolo erodibile diminuisce progressivamente rispetto ad una situazione reale. Infatti, già a partire dal novembre 1992 la resa di sedimenti in tutte le catene è diminuita, anche in presenza di elevato deflusso superficiale.

Ciò premesso, la perdita di suolo, così come è stata registrata nel corso delle osservazioni, è ben inferiore, in tutte e tre le coperture vegetazionali, alla produzione di suolo che deriva dalla pedogenesi in condizioni normali (2-12 t ha⁻¹anno⁻¹, Zanchi 1991). È anche vero tuttavia che poiché alcuni fattori ambientali (clima e substrato geologico) sono in Sardegna particolarmente sfavorevoli alla pedogenesi (Aru, 1997), la produzione annua di suolo è verosimilmente bassa.

Le dinamiche vegetazionali nel post-incendio sono state analizzate realizzando un rilievo floristico nell'area di macchia percorsa da incendio sei anni dopo l'evento (Tabella 10). Ne è risultato che:

Relevé area:	80 m ²		
Total cover:	100%		
Tall shrub layer cover:	45%	Dwarf shrub layer cover:	55%
Average height:	2 m (1.6-3.10 m)	Average height:	1.6 m (1.4-1.8 m)
Ceratonia siliqua	2	Cistus monspeliensis	3
Quercus ilex	2	Cistus incanus	3
Arbutus unedo	1	Euphorbia dendroides	+
Phillyrea latifolia	2	Smilax aspera	+
Lavatera olbia	+	Asparagus acutifolius	+
Pistacia lentiscus	1	Pistacia lentiscus (pl.)	+
Rhamnus alaternus	+		
Herbaceous plant layer cover:	10%		
Piptatherum miliaceum	1		
Trifolium sp. pl.	+		
Medicago sp. pl.			
Cover: 75-100% = 5, 50-75% = 4, 25-50% = 3, 5-25% = 2, 1-5% = 1, less than 1% = +			

Tabella 10 - Rilievo floristico realizzato nel settembre 1997 nell'area di macchia mediterranea percorsa da incendio nel 1991 a Is Olias

- nell'arco dei sei anni si è completato il ripristino della copertura della macchia, che nella stazione di Is Olias è rappresentata da una formazione termoxerofila caratterizzata dall'abbondante presenza di *Ceratonia siliqua*;
- tutte le specie della macchia mediterranea preesistenti all'incendio hanno ricolonizzato l'area incendiata (*Pistacia lentiscus*, *Arbutus unedo*, *Ceratonia siliqua*, *Quercus ilex*, *Erica arborea*, *Calycotome villosa*, *Cistus monspeliensis*, *C. incanus*, *Phillyrea latifolia*); il processo di ricolonizzazione non è andato avanti con lo stesso ritmo in tutta l'area, che si presenta come un mosaico di tessere dominate da specie differenti, legate a variabilità nella microtopografia;
- tutte le specie della macchia presentano una fioritura e disseminazione regolare.

Nel complesso le fasi di ricostituzione della macchia mediterranea a Is Olias nel post-incendio è stata ricostruita secondo lo schema di seguito riportato:

1. Macchia mediterranea evoluta;
2. Distruzione della copertura forestale per l'incendio;
3. Popolazioni di specie erbacee, principalmente terofite (*Vulpia* sp. pl., *Bromus* sp. pl., *Trifolium* sp. pl., *Medicago* sp. pl.; fioriture di *Asphodelus microcarpus*); propagazione per seme di *Cistus monspeliensis*, *C. salvifolius*, *C. incanus*, *Euphorbia dendroides*; sviluppo di polloni di sclerofille sempreverdi;
4. Gariga a *Cistus salvifolius*, *C. monspeliensis* e *C. incanus* e sclerofille sempreverdi con numerose specie erbacee annuali e perenni (*Vulpia* sp. pl., *Bromus* sp. pl., *Trifolium* sp. pl., *Medicago* sp. pl., *Asphodelus microcarpus*, *Carlina corymbosa*, *Dactylis hispanica*, *Orchis* sp.pl., *Foeniculum vulgare*, *Piptatherum miliaceum*, *Leontodon tuberosus*);
5. Mosaico di gariga e macchia con forte diminuzione nella partecipazione delle specie erbacee e di *Cistus salvifolius*;

6. Macchia di sclerofille sempreverdi, con diminuzione della presenza di *Cistus monspeliensis* e *C. incanus* e ulteriore riduzione della componente erbacea. *Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Ceratonia siliqua*, *Arbutus unedo*, *Erica arborea* determinano la fisionomia della vegetazione, mentre le specie strettamente eliofile assumono un ruolo secondario.

2.4.4. Stima a scala regionale degli effetti degli incendi boschivi nei processi d'erosione del suolo

Nell'ambito dello studio 5, è stato messo a punto un modello di stima per la valutazione in termini quantitativi e a scala regionale dell'erosione media annua conseguente ad incendi boschivi verificatisi in Sardegna e Liguria (Bovio et al., 2002).

La valutazione, essendo basata sui dati di serie storiche complete sugli incendi, fa riferimento agli eventi del periodo 1996-2000 per la Sardegna e 1990-2000 per la Liguria.

Le assunzioni alla base della metodologia di stima sono le seguenti:

- considerato che incendi caratterizzati da intensità elevate sono quelli che hanno maggior impatto sui processi erosivi (Giovannini e Lucchesi, 1992) è stato deciso di limitare la valutazione solo a tali eventi e si è assunta una soglia di 10 ha per derivarli dalle serie storiche;
- si è ipotizzato che la copertura vegetale (boscata e di altre coperture del suolo percorse da incendi) venga completamente eliminata, nelle aree percorse da incendi di intensità elevata, così derivate; in tali superfici l'erosione reale per un certo periodo, posto pari a 1 anno, viene così a coincidere con l'erosione potenziale come stimata per l'Italia da Van der Knijff et al. (1999), sulla base dell'equazione USLE (Wischmeier e Smith, 1978). Sempre Van der Knijff et al. (1999) hanno stimato l'erosione reale media annua per il territorio italiano.

Sulla base di tali ipotesi e dei dati disponibili sull'uso del suolo nei due territori regionali (dati Corine Land Cover, per la Sardegna; Carta Forestale della Regione Liguria, Marchetti e Lalle, 1997) è stata quindi calcolata:

- la superficie media annua percorsa da incendi di elevata intensità nel periodo di riferimento, in ciascun comune nelle due Regioni; il territorio comunale è l'unità di base dell'analisi essendo la superficie rispetto alla quale sono riportati i dati delle serie storiche sugli incendi;
- la stima dell'erosione media post-incendio in ciascun comune sulla base superficie media annua percorsa da incendi di elevata intensità e dell'erosione media potenziale del comune stesso; questa è stata ottenuta aggregando i dati originali di Van der Knijff et al. (1999) a livello comunale;
- la stima dell'aumento medio di erosione nel comune causato dagli incendi nell'anno successivo agli eventi, ottenuto con un algoritmo basato sulla differenza tra l'erosione media post-incendio e l'erosione reale media del comune.

Si riportano alcuni dati ottenuti per la Sardegna essendo, tra le due Regioni esaminate, il territorio più vulnerabile ai processi di desertificazione (Tabella 11).

La notevole forbice tra la stima dell'erosione media annua post-incendio a scala regionale e i dati sulla resa di sedimenti ottenuti dalla misurazione in aree sperimentali ad Is Olias, al di là degli errori per eccesso o per difetto attribuibili nell'uno e nell'altro caso alle scelte metodologiche, mette in evidenza un dato importante: l'impossibilità di estendere su vasta scala i risultati ottenuti in aree sperimentali, la cui validità è limitata ad eventi specifici e a condizioni stazionali locali.

Viceversa il dato derivante dalle stime a livello regionale non si riferisce a un singolo evento, ma al fenomeno complessivo degli incendi nel territorio comunale, caratterizzato da una determinata serie storica d'incendi e da valori medi d'erosione reale e potenziale.

Erosione reale media annua ($t\ ha^{-1}anno^{-1}$)	9,04
Numero d'incendi >10 ha medi annui ogni 100 km^2 di territorio	0,8
Superficie annua totale (ha) percorsa da incendi >10 ha ogni 100 km^2 di territorio	61,9
Superficie boscata annua totale (ha) percorsa da incendi >10 ha ogni 100 km^2 di territorio	27,6
Incremento di erosione media annua dovuta agli incendi ($t\ ha^{-1}anno^{-1}$)	0,39
Incremento di erosione media annua dovuta agli incendi (%)	4,3%
Erosione media annua post-incendio ($t\ ha^{-1}anno^{-1}$)	9,42
Erosione potenziale media annua ($t\ ha^{-1}anno^{-1}$)	70,63

Tabella 11 - Dati di sintesi sui rapporti tra incendi ed erosione del suolo in Sardegna

(fonte: Bovio et al., 2002)

2.5. Impatto degli incendi e del pascolo sulla dinamica della vegetazione forestale a scala regionale

Incendi e pascolo, in accordo a quanto descritto nei §§ 2.3 e 2.4, sono fattori di pressione antropica concomitanti e causalmente interrelati nel degrado delle coperture forestali nelle regioni a rischio desertificazione in Italia. L'intensità, l'elevata frequenza e la permanenza temporale di tali disturbi in stazioni già vulnerabili all'innesco di processi di degrado del suolo (morfologie accidentate, suoli sottili con scarso contenuto di materia organica, clima a forte contrasto stagionale ecc.) fa sì che la fisionomia dei sistemi forestali sia, nei territori in oggetto, sensibilmente semplificata rispetto al livello di complessità strutturale e compositiva che essi potrebbero raggiungere in rapporto alle condizioni stazionali (il cosiddetto stadio climax a determinismo edafico-stazionale).

2.5.1. *Sardegna*

Camarda indica (in AA.VV., 1998c, identificativo 6) che, per es., nell'area di studio di Is Olias (ove sono state realizzate le attività di ricerca già riferite nel § 2.4.3) il dinamismo naturale delle formazioni porterebbe a una foresta termofila a *Quercus ilex* o da una macchia alta (a *Juniperus phoenicea*, *J. Oxicedrus*, *Olea oleaster*, *Ceratonia siliqua* e *Pistacia lentiscus*) in un arco temporale variabile tra 60-100 anni. Evidentemente, la frequenza temporale dei fattori di disturbo, soprattutto gli incendi, è incommensurabilmente più breve rispetto a tale periodo e ostacola questa naturale evoluzione dinamica.

Sempre lo stesso Autore (in AA.VV., 1998c) identifica la seguente dinamica della vegetazione seriale in Sardegna:

1. comunità erbacee;
2. garighe;
3. mosaico di gariga e macchia;
4. macchia di sclerofille sempreverdi;
5. comunità di sclerofille sempreverdi tendenti al bosco;
6. boschi misti di *Quercus* sp. pl.;
7. foresta di *Quercus ilex*.

La fisionomia della vegetazione reale e la sua “distanza” rispetto allo stadio più evoluto è quindi assunta come indicatore sintetico per la valutazione dello stato di degrado della vegetazione. Tuttavia, come sottolinea sempre Camarda, anche uno stadio fisionomicamente poco evoluto come la gariga può rappresentare in condizioni stazionali particolarmente sfavorevoli (es. sui rilievi calcarei di Oliena nel Supramonte) lo stato di massima evoluzione raggiungibile. La variabilità microstazionale e la storia degli impatti antropici sulle biocenosi agiscono da fattori differenziali nel processo di evoluzione, quindi in uno stesso sito la vegetazione può trovarsi in stadi evolutivi diversi.

Nel complesso gli impatti dei disturbi d'origine antropica (tra cui anche i disturbi sulla biodiversità locale indotti dalla realizzazione di piantagioni forestali con specie esotiche, che verranno illustrati nel § 2.6) sullo stato e sulle dinamiche della biocenosi forestale può essere monitorato attraverso un sistema di indicatori proposto sempre da Camarda (AA.VV. 1998c) per la valutazione dello stato di degrado della vegetazione nelle aree vulnerabili alla desertificazione.

Gli indicatori proposti (Tabella 12) sono applicabili sia a scala locale che regionale e possono intendersi tanto come indicatori di “stato” che di “pressione” secondo il modello DPSIR (Gentile, 1998) che verrà presentato nel § 3.

Resource	Indicators of desertification
Flora	Reduction of phytomass
Vegetation	Decrease of plant cover
	Change of the structure of woods with depletion of understorey
	Decrease of plant biodiversity in reforestation stands with exotic species
	Increase of plant biodiversity in degraded macchia and garigues
	Gap between biological spectrum of a given site and spectrum of the floristic region where the sites are located
	Frequency of species flowering from early winter to early spring
	Increase of aromatic species and of those characterised by production of essential oils
	Increase of non-pabular species
	Progressive prevalence in degraded plant communities of thermo-xerophyllous sclerophyllous species which produce essential oils, over mesophyllous sclerophyllous species
	Prevalence of herbaceous species with short life cycle
	Prevalence of species with structures resistant to fires, with high seed production, or which have good resprouting

Tabella 12 - Indicatori di degrado della vegetazione proposti per lo studio dei processi di desertificazione (modificato da: AA.VV. 1998c)

2.5.2. Sicilia

Anche per le coperture forestali della Sicilia sono state descritte analoghe le relazioni funzionali tra disturbi antropici, segnatamente incendi boschivi, e dinamica della vegetazione seriale (Cullotta e Pasta, 2003; identificativo 7). La ricostruzione della vegetazione seriale è articolata secondo la suddivisione climatica della Sicilia di Brullo et al. (1996), basata a sua volta sulla classificazione di Rivas-Martínez (1987 a, b). I sistemi forestali mediterranei sono distribuiti tra i piani inframediterraneo, termomediterraneo, mesomediterraneo così identificati. Sulla base del lavoro di Cullotta e Pasta (2003) vengono di seguito sinteticamente delineati i principali effetti degli incendi sulle dinamiche evolutive dei consorzi forestali presenti negli ambiti bioclimatici in oggetto, contraddistinti da valori decrescenti di temperatura media annua e di indice di termicità [$It=(T+M+m)\times 10$].

Piano inframediterraneo (T annua da 18 a 20 °C; It da 500 a 450)

Nel territorio siciliano questo piano è distribuito nelle Pelagie e nelle porzioni costiere più basse e calde di Pantelleria. La fisionomia della comunità vegetale è fortemente condizionata dal prolungato periodo siccitoso (5,5-6 mesi a partire da metà aprile) ed è una macchia termoxerofila riferibile all'alleanza *Periclipteron angustifoliae*.

Per disturbo da incendio (Figura 13) queste formazioni regrediscono verso fisionomie di gariga (Cisto-Ericion). Un'ulteriore recrudescenza dei processi erosivi porta dapprima a formazioni di prateria xerica perenne (*Hyparrhenion hirtae* e *Bromo-Oryzopsis* miliaceae), poi alla formazione di praticelli effimeri a microfite precoci (all. *Helianthemion guttati* e *Plantagini-Catapodium* marini).

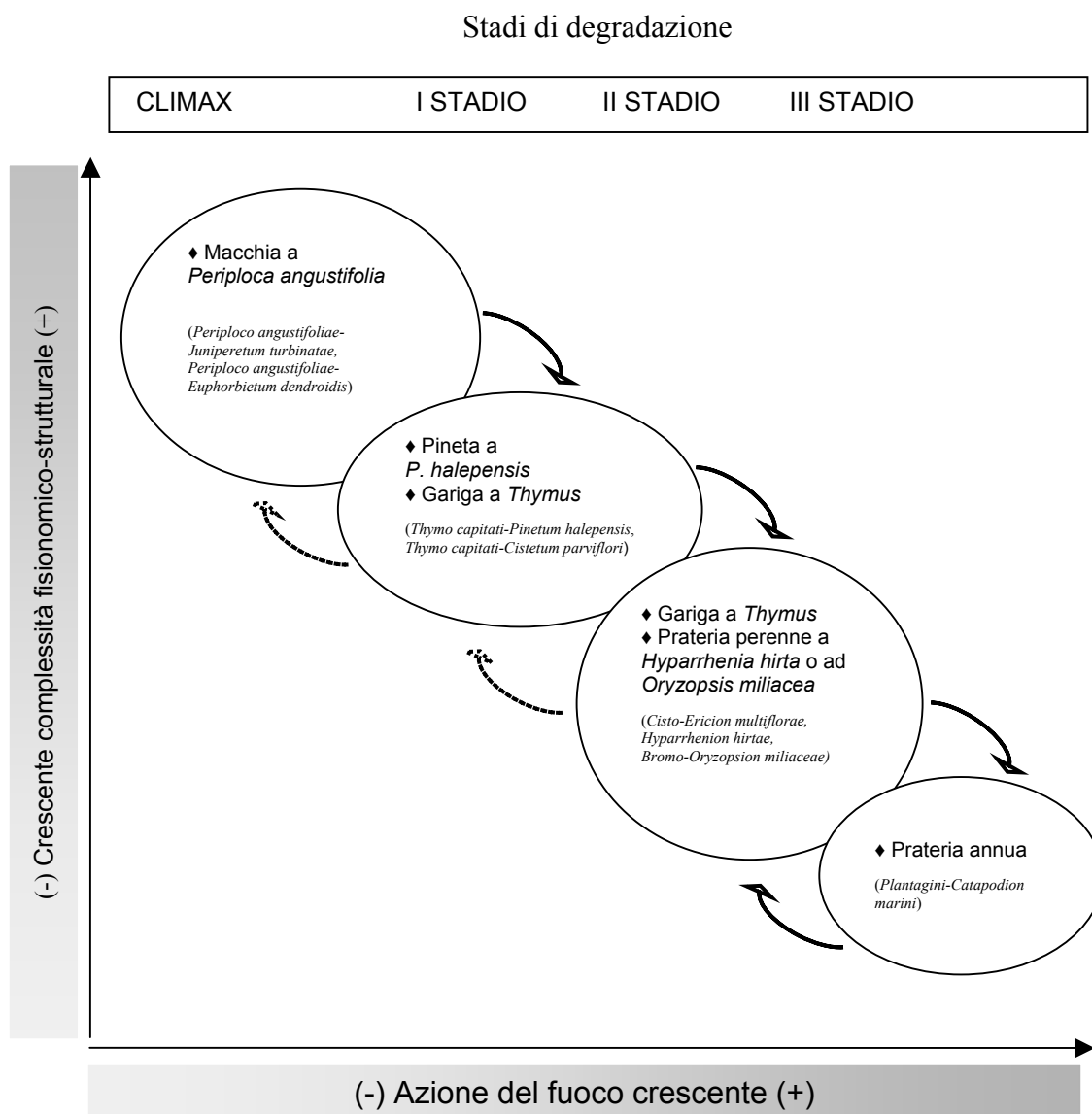


Figura 13 - Schema della dinamica della vegetazione basifila del piano inframediterraneo dell'isola Lampedusa, in relazione al disturbo da incendi; tra parentesi sono riportate le unità fitosociologiche

(fonte: Cullotta e Pasta, 2003)

La ricostituzione della copertura vegetale è molto lenta in quanto al disturbo da incendi si aggiungono condizioni stagionali fortemente limitanti (ventosità con conseguente erosione del suolo e apporto di salsedine; lunga durata del periodo arido; piogge irregolari e spesso torrenziali ecc.).

Piano termomediterraneo (T annua da 16 a 18 °C; It da 449 a 350)

È un ambito bioclimatico fortemente interessato dagli incendi, quasi tutti concentrati nel periodo estivo. Oltre al condizionamento dovuto al fattore incendi, il livello di complessità strutturale e compositiva che le formazioni forestali possono raggiungere in questo piano è determinato principalmente da fattori climatico-altitudinali. Ne deriva una differenziazione tipologica delle formazioni secondo due sottounità climatiche:

1. P. termomediterraneo inferiore, in corrispondenza della fascia costiera compresa tra 50 e 400 (600) m s.l.m., con precipitazioni annue di circa 400-600 mm e un periodo arido lungo circa 4,5-5 mesi (da maggio a settembre); in quest'area la copertura forestale è rappresentata da macchia termoxerofila rada (riferibile alle alleanze Pistacio lentisci-Rhamnetalia alaterni, Periplocion angustifoliae, Juniperion turbinatae) e da macchia e pinete termofile dell'Oleo-Ceratonion siliquae. La diffusione di quest'ultimi due consorzi è fortemente condizionata dalla presenza degli incendi: senza passaggio periodico del fuoco essi verrebbero sostituiti da fisionomie più chiuse di macchia-foresta (Quercion ilicis e Erico-Quercion ilicis);
2. P. termomediterraneo superiore, corrispondente al tratto costiero Cefalù-Messina e alla fascia collinare della Sicilia meridionale tra i 300 e 600 (800) m s.l.m. In questo ambito la fisionomia della vegetazione forestale è condizionata anche dalla natura del substrato in quanto sui substrati basici si distribuiscono consorzi termofili del Quercion ilicis e su quelli acidi consorzi dell'Erico-Quercion ilicis.

Tutti le formazioni forestali di questo piano tendono a regredire, per l'azione ripetuta degli incendi (Figura 14, Figura 15), verso formazioni di gariga (riferibili al Cisto-Ericion multiflorae), quindi verso prati-pascoli (Hyparrhenietalia hirtae). Questa "involuzione floristico-strutturale" si conclude con la costituzione di fisionomie riferibili alle praterie annue dell'Helianthemetea guttati.

Piano mesomediterraneo (T annua da 13 a 16 °C; It da 349 a 210)

Il piano interessa buona parte dei rilievi siciliani, il tratto superiore del bacino idrografico del Simeto, la porzione meridionale e nord-orientale della fascia collinare degli Iblei e la porzione sommitale delle Eolie; corrisponde alla porzione più fresca e ombrosa della fascia submontana (tra 400 e 800 m s.l.m.) e a buona parte della fascia montana, sino a 1,200-1,400 m s.l.m. ed è caratterizzato da leccete, querceti caducifogli puri e misti a roverella, querceti a Quercus gussonei e Castagneti (tutte formazioni riferibili al Quercion ilicis e dell'Erico-Quercion ilicis). Anche i boschi di quest'ambito bioclimatico, nonostante la maggior umidità delle stazioni, sono frequentemente colpiti dagli incendi (concentrati tra la fine della primavera e l'inizio dell'autunno), che si propagano facilmente per la totale assenza di qualsiasi forma di gestione, peraltro conseguente all'orografia molto spesso accidentata delle stazioni forestali. Tra le formazioni forestali di questo piano le leccete sono le più rappresentative dei fenomeni di degrado delle coperture forestali osservabili nelle aree a rischio desertificazione in Sicilia.

A tale riguardo, si riportano brevemente le due principali serie di regressione delle leccete del piano mesomediterraneo:

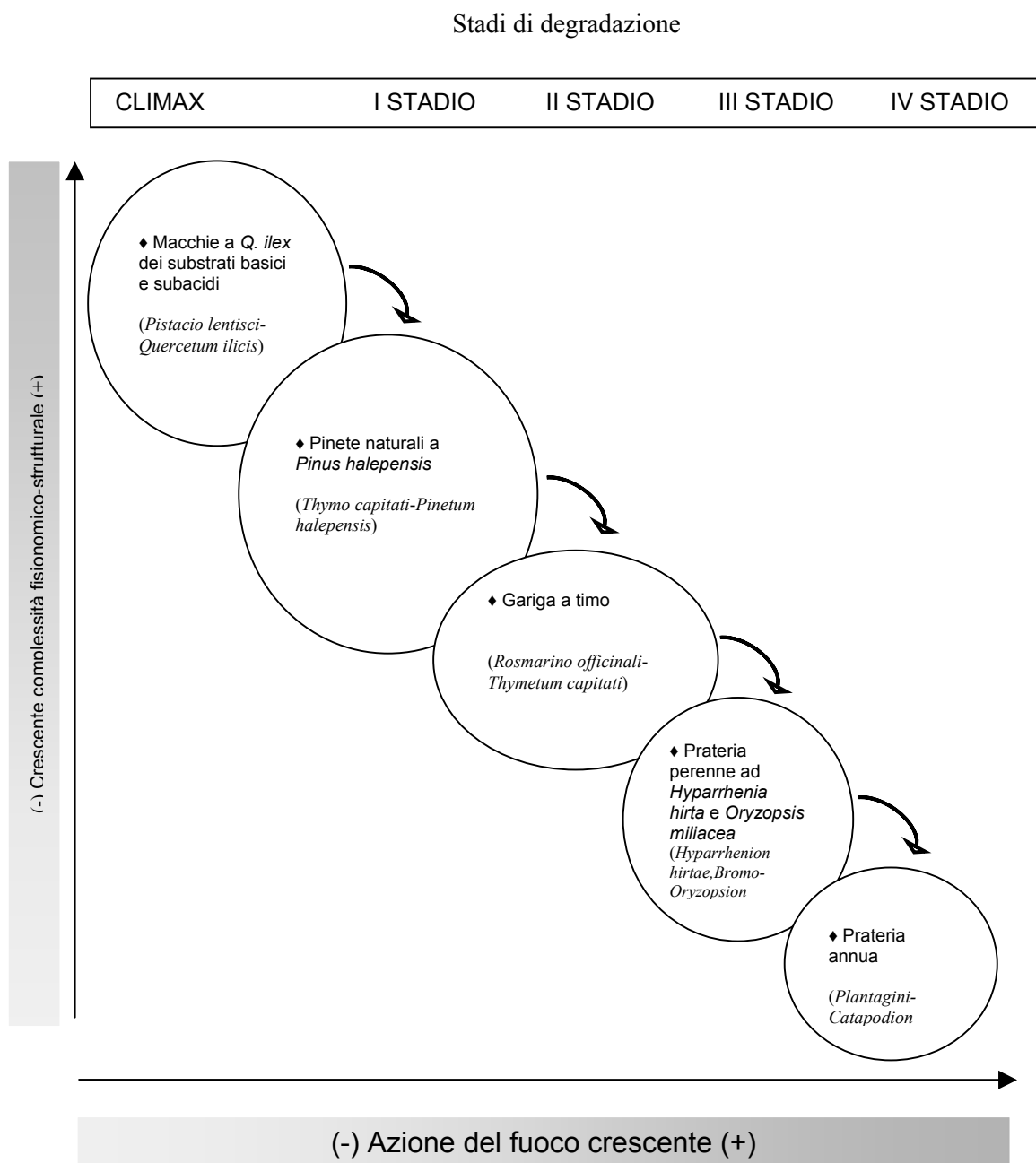


Figura 14 - Schema della dinamica della vegetazione xerofila subacidofila del piano termomediterraneo dei monti Iblei (Sicilia), in relazione al disturbo da incendi; tra parentesi vengono riportate le corrispondenti unità fitosociologiche

(fonte: Cullotta e Pasta, 2003)

Stadi di degradazione

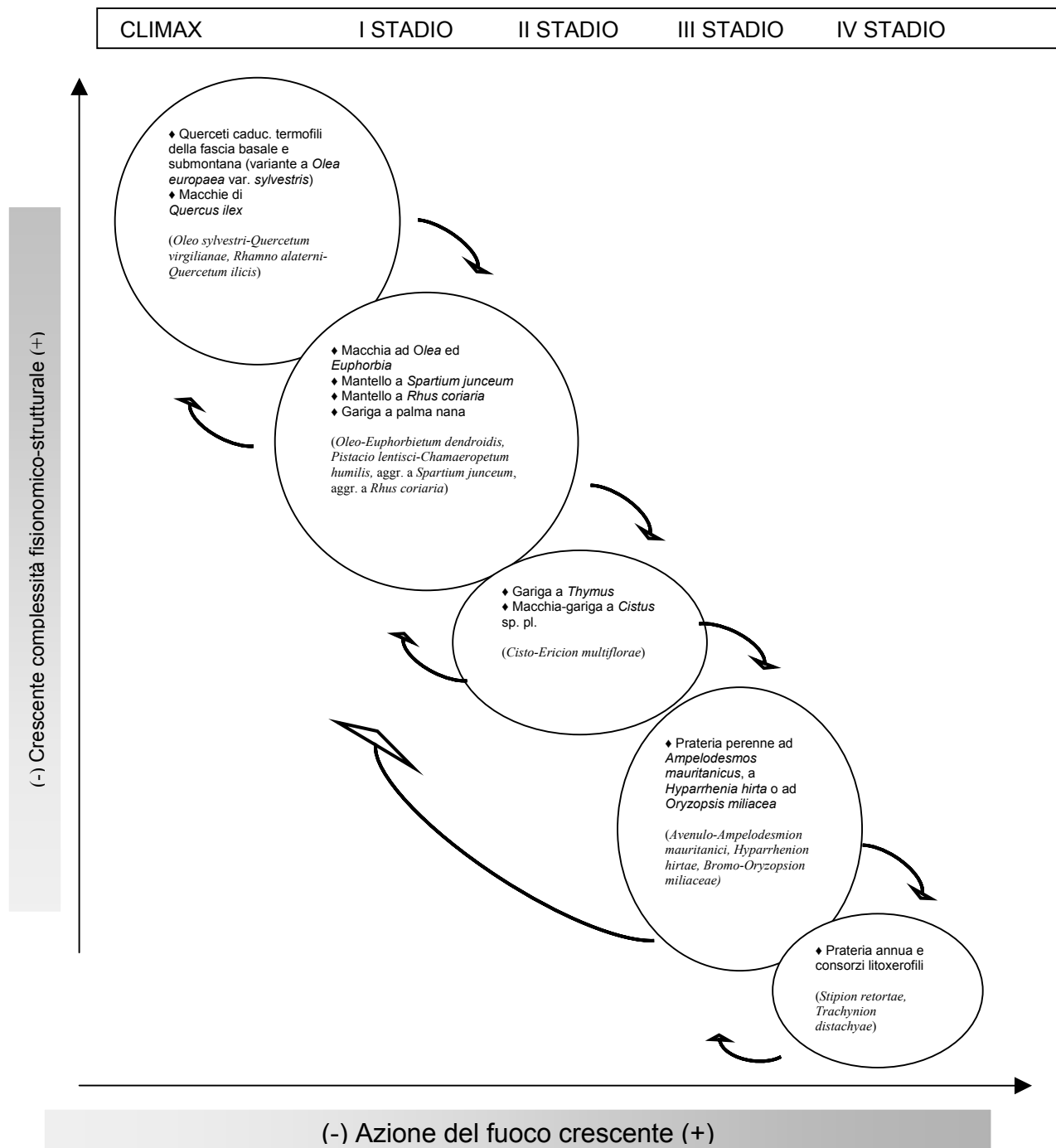


Figura 15 - Schema della dinamica della vegetazione basifila del piano termomediterraneo superiore dei Monti di Palermo, in relazione al disturbo da incendi; tra parentesi vengono riportate le corrispondenti unità fitosociologiche

(fonte: Cullotta e Pasta, 2003)

1. Serie della lecceta mesofila basifila (Figura 16) ove lo stadio più evoluto corrisponde a una lecceta mesofila calcicola, tipica delle stazioni fresche ed ombreggiate degli Iblei orientali. All'aumentare dello stress termoidrico e del disturbo (taglio e incendio) questa densa lecceta regredisce in formazioni termoxerofile dell'Oleo-Ceratonion e, se perdura il disturbo da incendio, si assiste alla formazione delle praterie perenni dell'Avenulo-Ampelodesmion mauritanici. Nei contesti più soleggiati è sostituita dall'Oleo sylvestri-Quercetum virgilianae o dall'Oleo sylvestri-Euphorbietum dendroidis, in quelli ancor più freschi e ombrosi dall'Ostrya carpinifoliae-Quercetum ilicis;
2. Serie della lecceta mesofila acidofila, diffusa sia in ambienti relativamente umidi (precipitazioni piovose annue pari a 1.200 mm), sia in ambienti più xerici di bassa e media montagna, caratterizzati da piogge ridotte (600-900 mm annui) e da un periodo secco di 3-4 mesi. È una tipologia di bosco da sempre sottoposta a un'intensa pressione antropica dovuta al pascolo, alla ceduzione ed ai frequenti incendi. Questa formazione è perciò dinamicamente collegata agli arbusteti del Pruno-Rubion e ai fruticeti del Cisto-Ericion, che possono ulteriormente deteriorarsi dando luogo a praterie (riferibili all'Avenulo-Ampelodesmion mauritanici o al Plantaginion cupanii alle quote più elevate). Per successiva degradazione queste praterie danno luogo a consorzi dell'Helianthemion guttati (Figura 17).

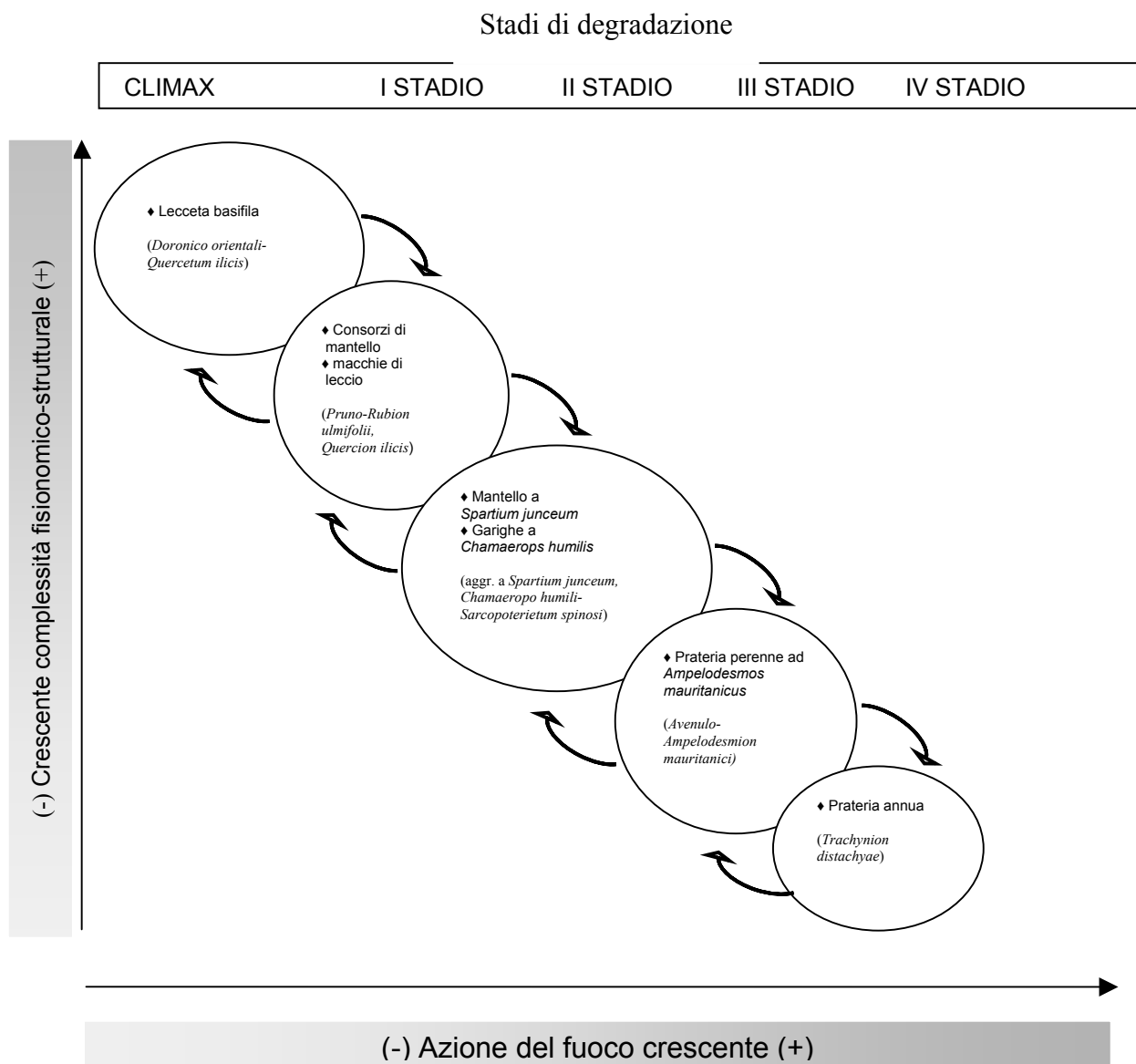


Figura 16 - Schema della dinamica della vegetazione basifila del piano mesomediterraneo dei Monti Iblei (Sicilia); tra parentesi vengono riportate le corrispondenti unità fitosociologiche

(fonte: Cullotta e Pasta, 2003)

Stadi di degradazione

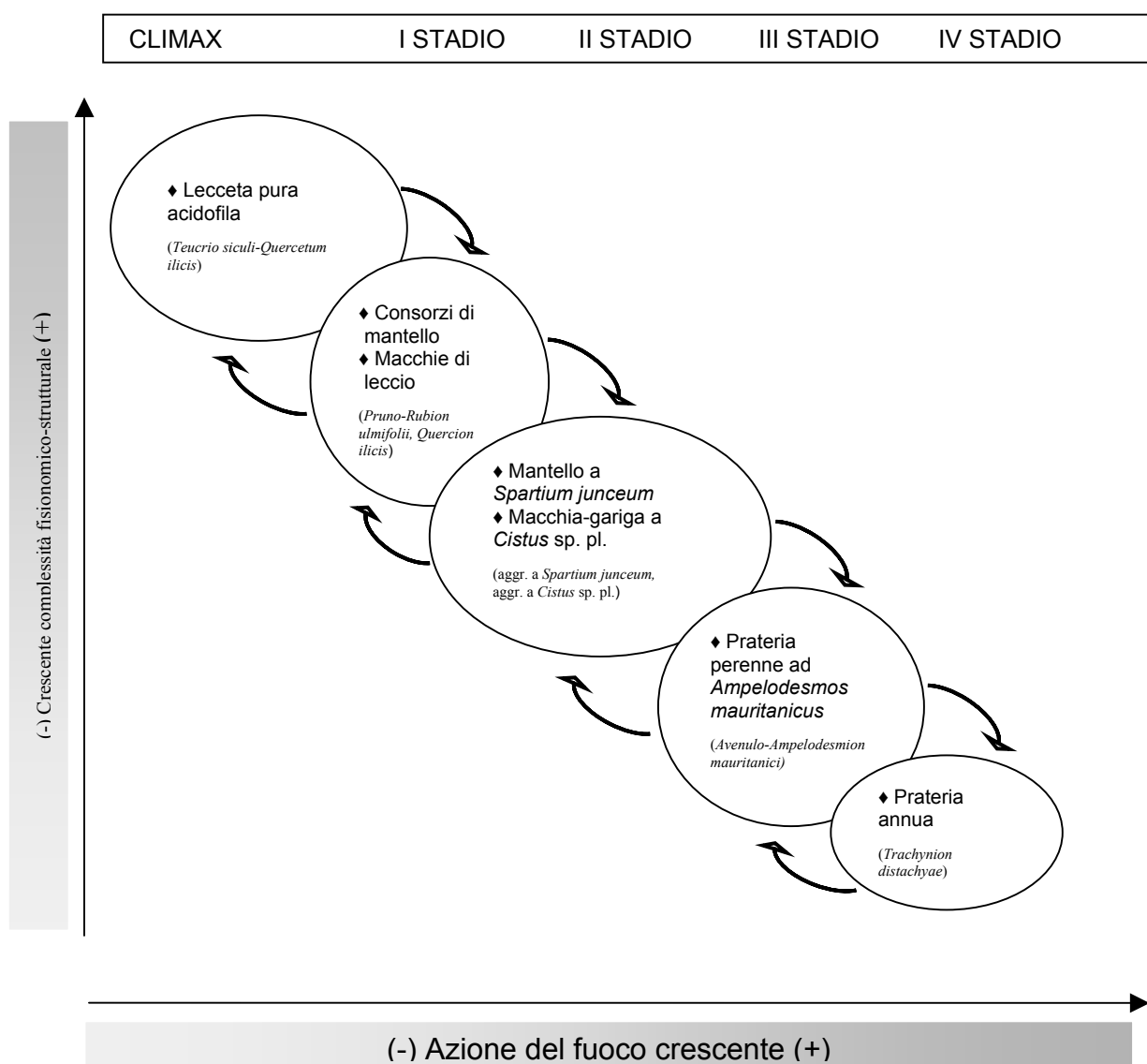


Figura 17 - Schema della dinamica della vegetazione acidofila del piano mesomediterraneo dei Monti Nebrodi (Sicilia), in relazione al disturbo da incendi; tra parentesi vengono riportate le corrispondenti unità fitosociologiche

(fonte: Cullotta e Pasta, 2003)

2.6. Rapporti tra piantagioni con specie esotiche e processi di degrado nelle zone vulnerabili alla desertificazione in Italia

La maggior parte delle Regioni italiane vulnerabili alla desertificazione sono state interessate nel corso del '900 da attività di rimboschimento con specie esotiche, condotte per perseguire diverse finalità.

In Sardegna, tra il 1934 e il 1940, 3,300 ha di terreno furono interessati da interventi di rimboschimento, in parte collegati alla vasta opera di bonifica di quegli anni, come è il caso di Arborea (AA.VV., 1998b). Intorno al 1965 le piantagioni forestali, prevalentemente di eucalitti (*Eucalyptus globulus*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*) e di *Pinus radiata* salirono a 25,000 ha. Questi impianti avevano un obiettivo sostanzialmente economico-sociale (Puddu et al., 2002) legato alla produzione cartaria. Con il fallimento di tale industria e dell'indotto ad essa legato i terreni furono restituiti ai Comuni e lo scopo produttivo degli impianti è venuto meno nella maggior parte dei casi. Oggi, secondo i dati riportati in MEDALUS III, degli 85,000 ha di impianti a specie esotiche solo 30,000 ha sono destinabili a obiettivi produttivi, e di questi circa 20,000 ha sono rappresentati da eucalitteti e il resto da rimboschimenti di *Pinus radiata*.

Anche la Sicilia è interessata da una vasta presenza di eucalitteti, stimata pari a circa 35,664 ha (Saporito et al., 1988). Essi sono stati impiantati nel periodo '50-'70 nelle province interne di Caltanissetta, Catania ed Enna, inizialmente per il recupero di suoli argillosi intensamente erosi (calanchi) e successivamente per la produzione di cellulosa per industria cartaria (Ciancio et al., 1981).

In Calabria furono impiantati circa 20,000 ha di eucalitteti con lo scopo primario di conservazione del suolo, sui suoli argillosi di versanti a ridosso della costa ionica crotonese soggetti a intensi fenomeni di erosione evolventi a calanco; questi terreni erano stati precedentemente destinati a pascolo e alla coltivazione del grano avvicendato alla fava (Cantore et al., 1994). Anche in questo caso, comunque, l'obiettivo della ricostituzione della copertura arborea sottendeva l'intento di recuperare in tempi brevi la capacità produttiva dei terreni, attraverso produzioni legnose a ciclo breve.

Di fatto, l'obiettivo produttivo non è stato raggiunto nella maggior parte dei casi. L'impianto su vasta scala in territori a elevata variabilità edafica è stato realizzato in larga parte in aree ecologicamente non idonee alle esigenze ecologiche di specie a rapido accrescimento (Ciancio e Nocentini, 2000). A ciò si aggiungono altri due fattori d'indebolimento dell'efficienza funzionale delle piantagioni forestali:

1. le condizioni ecologiche sfavorevoli rendono le specie meno resistenti alla diffusione di epidemie di insetti (v. danni derivanti da attacchi di *Phoracanta semipunctata* Fabr. negli eucalitteti in Sicilia);
2. gli incendi, che hanno danneggiato irreversibilmente molte piantagioni di eucalitti (Gemignani, 2000).

I dati di produttività disponibili sugli impianti indicano quindi una risposta ben inferiore alle attese. Ciancio et al. (1981) riportano che in Sicilia su un'area di indagine di 2,348 ha ad eucalitteti solo il 30% ha riportato valori d'incremento medio annuo superiore alla soglia di $5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ considerata di "buona produttività".

Un'indagine più recente conferma questa generalizzata situazione di scarsa produttività degli eucalitteti siciliani (Barbera et al., 2000): su un campione di 981 ha di eucalitteti distribuiti in varie condizioni stazionali, selvicolturali (cedui e fustaie) e dendrometrico-strutturali (densità, età, grado di copertura) è stato osservato che quasi l'81% degli impianti a *E. camaldulensis* corrisponde a popolamenti con incremento medio annuo inferiore a $3.5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$; lo stesso fenomeno è stato osservato nelle piantagioni di *E. occidentalis*.

In Calabria, in un'area molto rappresentativa quale è il Marchesato di Crotona, i risultati di uno studio sui cedui di *E. occidentalis* hanno consentito di ribadire come la rapidità di accrescimento, insita negli eucalitti, riesca ad estrinsecarsi dove le condizioni pedologiche sono favorevoli. Su suoli non molto argillosi e in condizioni soddisfacenti di densità sono stati riscontrati valori di incremento medio tra 11 e $13 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$. Tali valori sono nettamente superiori a quelli rilevati da Ciancio e Hermanin (1976) e da Avolio e Ciancio (1975) per le fustaie di *E. occidentalis* del litorale ionico reggino e dello stesso crotonese, sia perché riferiti ai cedui, che hanno una maggiore capacità produttiva rispetto alle fustaie (Ciancio, 1977), sia per le più favorevoli condizioni stazionali. Dove, invece, le condizioni pedologiche sono meno favorevoli i valori di incremento non superano $5-7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$ (Arcidiaco et al., 2001).

In Sardegna (AA.VV., 1998b), la maggior parte degli impianti di eucalitti ricadono in larga parte in classi di minima fertilità che, secondo Sanfilippo (1988), corrisponde a impianti che a 12-13 anni hanno incrementi pari a $4-4,5 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ anno}^{-1}$.

Le questioni che comunque interessano di più ai fini del presente lavoro sono:

1. nonostante il quadro generalizzato di non sempre elevata efficienza produttiva degli impianti con specie esotiche negli ambienti aridi e semi-aridi dell'Italia meridionale ed insulare, hanno essi determinato un miglioramento della capacità protettiva del suolo rispetto alle coperture vegetali naturali (o usi del suolo) pre-esistenti all'attività di rimboschimento?
2. visto che soprattutto nel caso degli eucalitteti la capacità di protezione è limitata nel tempo (per progressivo esaurimento della vitalità delle ceppaie non compensato dalla sostituzione per via naturale), sono possibili i processi di rinaturalizzazione negli impianti con specie esotiche?

In ordine al punto (1), i risultati degli studi in materia riportano risultati contrastanti, anche se non facilmente confrontabili tra loro per via della diversità delle scale e dei sistemi di osservazione adottati. Le ricerche interessano:

1.1. - Misure d'erosione e di trasporto solido in terreni argillosi evolventi a calanco (perlopiù Regosols) della Calabria jonica (periodo 1978-1997) in tre micro-bacini (inferiori ai due ettari) a diversa copertura vegetale: praterie xerofile degradate per eccesso di pascolo ovino (b_1 , situazione testimone, ex ante intervento) e cedui di eucalitto (*Eucalyptus occidentalis*, Endl.) al secondo e primo ciclo agamico (b_2 : prima ceduzione nel 1978 dopo 10 anni e seconda nel 1990; b_3 prima ceduzione nel 1986 dopo 18 anni). I dati sono stati acquisiti con continuità fino dal 1978-80 nell'ambito del Progetto Finalizzato "Conservazione del suolo-Sottoprogetto Dinamica dei versanti" del CNR e successivamente dall'Istituto di Ecologia e Idrologia Forestale del CNR di CS (Avolio et al., 1981; Iovino e Puglisi, 1991; Cantore et al., 1994; Callegari et al., 1996; Callegari et al., 2000). Questa ricerca è contrassegnata con l'identificativo 8.

1.2. - Prove di simulazione di pioggia eseguite nel bacino b_2 per verificare l'influenza della variabilità microstazionale (esposizione e copertura vegetale) sul deflusso liquido e solido del microbacino (Sorriso-Valvo et al., 1995. Identificativo 9).

1.3. - Misurazioni sull'erosione e sul trasporto solido nelle 18 aree di saggio sperimentali a diversa copertura vegetazionale (pascolo abbandonato, macchia mediterranea bruciata, piantagioni a *Eucaliptus* sp. (prevalentemente *E. camaldulensis*, in qualche stazione *E. globulus*) nell'area di studio di Is Olias (cfr. § 2.4.3, identificativo 4).

In ordine al punto (2), i risultati disponibili interessano:

2.1. - Indagini floristiche nelle piantagioni di *Eucaliptus*, nell'area di studio di Is Olias (cfr. § 2.4.3, identificativo 4).

2.2. - Studi sulle dinamiche vegetazionali nei rimboschimenti di *Pinus radiata* della Sardegna centrale (Puddu et al., 2002) condotti nell'ambito del progetto MIUR 2000 "Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo" (Identificativo 10).

Di seguito verranno sinteticamente esposti i risultati delle attività citate.

1.1., Identificativo 8 – Le osservazioni riportano su scala annuale i valori di deflusso e trasporto solido, quali indicatori sintetici delle dinamiche degli afflussi-deflussi e trasporto solido di microbacini coperti da diverse tipologie vegetazionali. La risposta complessiva su scala annuale è influenzata, oltre che dall'intensità degli afflussi (gli eventi di interesse ai fini della genesi del deflusso sono le precipitazioni superiori ai 20 mm), dalla variabilità delle condizioni di copertura a livello di bacino (Tabella 13, Figura 18, Figura 19). Infatti, nonostante la limitata estensione dei microbacini essi non hanno copertura omogenea e ciò è attribuibile sia a differenze microstazionali (esposizioni sud, sviluppo arboreo più stentato e assenza dello strato erbaceo e arbustivo), che a zone con affioramenti rocciosi privi di vegetazione (con incidenza variabile dal 20%-30% in b_2 e intorno al 3% in b_3). Inoltre, la copertura delle piantagioni a eucalitti ha subito, nell'arco del periodo di osservazione, diverse variazioni legate alla ceduzione e alla naturale mortalità dei polloni e delle ceppaie.

Ciò premesso i risultati delle osservazioni indicano:

- la copertura con eucalitti, se uniforme, attenua i deflussi liquidi e solidi rispetto alla copertura erbacea (Iovino e Puglisi, 1991); ciò è confermato anche da dati acquisiti in particelle sperimentali con contrastanti condizioni di copertura (Callegari et al., 1996);
- le aree prive di vegetazione incidono fortemente sull'erosione a scala di bacino: il bacino b_2 (ove le aree prive di copertura incidono di più), ha registrato valori di trasporto solido superiori sia al bacino interessato da pascolo sia alle aree con buone condizioni di copertura da eucalitti;
- la ceduzione non comporta sostanziali variazioni né sui processi erosivi né sui deflussi; il rilascio sul terreno degli scarti di lavorazione riduce l'aggressività delle piogge, contenendo i fenomeni erosivi (Iovino e Puglisi, 1991).

Table 2: Canopy cover and dendrometric parameters in the experimental basin (B₃). Reforestation: 1968.

	1977	1985	1997
Plants number/ha (1977,1985) and stumps/ha (1997)	1026	940	771
Shoots number/ha			2966
Shoots number/stumps			3.8
Canopy cover	50%	58%	80%
Mean diameter of shoots (cm)	7.8	12.2	7.0
Basal area (m ² /ha)	4.8	10.9	11.6
Mean shoots height (m)	7.5	11.0	8.7
Volume of stem (m ³ /ha)	19.4	62.2	63.2

Table 2: Canopy cover and dendrometric parameters in the experimental basin (B₃). Reforestation: 1968.

	1977	1985	1997
Plants number/ha (1977,1985) and stumps/ha (1997)	1026	940	771
Shoots number/ha			2966
Shoots number/stumps			3.8
Canopy cover	50%	58%	80%
Mean diameter of shoots (cm)	7.8	12.2	7.0
Basal area (m ² /ha)	4.8	10.9	11.6
Mean shoots height (m)	7.5	11.0	8.7
Volume of stem (m ³ /ha)	19.4	62.2	63.2

Tabella 13 - Caratteristiche di copertura e dendrometriche dei bacini b2 e b3

(fonte: Callegari, et al. 2000)

1.2., Identificativo 9 – Il sistema di osservazione adottato nello studio in oggetto - simulazioni di pioggia che riproducono eventi simili per intensità e durata al regime pluviometrico locale e in diverse condizioni di aridità del suolo (secco e umido); 6 micro-plot (15-22 m²) strumentati per la misura dei deflussi (liquido e solido) distribuiti nel bacino b₂ in microambienti diversi per condizioni di esposizione e copertura vegetale - consente di descrivere nel dettaglio la complessa risposta idrologica di un microbacino.

All'epoca della sperimentazione (1992) il ceduo di eucalitto era al secondo anno del secondo ciclo agamico e presentava, nelle esposizioni a nord, uno strato di densa copertura erbacea. Due plot sono stati distribuiti sotto la copertura di eucalitto in stazioni esposte a N; di queste una, appena fuori del bacino, è stata situata in un ceduo di 6 anni. In esposizioni a sud sono stati distribuiti gli altri 3 plot su aree nude, o parzialmente ricoperte da arbusti e ciuffi d'erba o scarsa lettiera, con morfologia irregolare e con varie forme di fratturazione superficiale. Un altro plot è rappresentativo delle aree completamente ricoperte da manto erbaceo, che si sviluppano subito dopo la ceduazione nelle esposizioni N.

Fig.4 - Runoff at B₂ (Eucalyptus at the second coppicing cycle) and B₃ (Eucalyptus at the first coppicing cycle) compared with B₁ (xerophyte range)

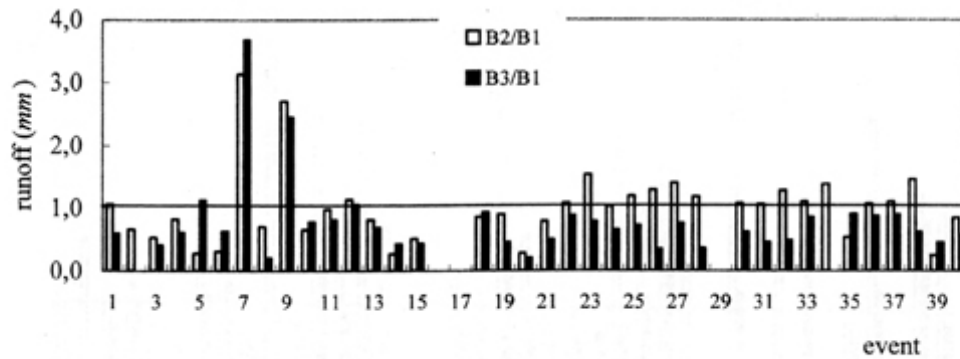


Figura 18 - Confronto dei valori di deflusso superficiale tra i tre bacini indagati per 40 eventi piovosi, d'interesse ai fini della formazione dei deflussi, selezionati nel periodo d'osservazione 1978-1997

(fonte: Callegari, et al. 2000)

Fig.5 - Turbidity at B₂ and B₃ compared with B₁

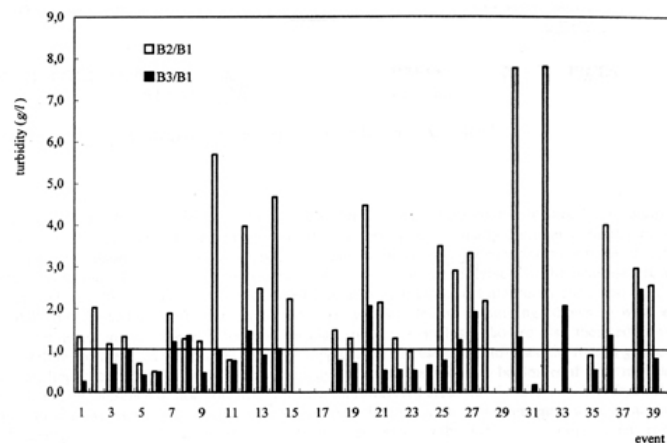


Figura 19 - Confronto dei valori di torbidità (deflusso solido) tra i tre bacini indagati per 40 eventi piovosi, d'interesse ai fini della formazione dei deflussi, selezionati nel periodo d'osservazione 1978-1997

(fonte: Callegari, et al. 2000)

I dati raccolti indicano che, anche a questa scala, i fattori determinanti sulla formazione del deflusso (liquido e solido) sono la copertura e la microtopografia. Nei versanti esposti a N il fattore critico è la presenza o l'assenza della lettiera di eucalitto e dello strato erbaceo. In queste condizioni dopo il taglio del ceduo si afferma una copertura erbacea che riduce a quantità minime il deflusso superficiale (anche grazie alla maggiore infiltrazione lungo la canalizzazione nel terreno creata dall'apparato radicale del cotico erboso) e favorisce l'aggrappamento delle particelle terrose, riducendo al minimo anche il deflusso solido. Con l'accrescersi dei polloni diminuisce la copertura erbacea e aumenta abbondantemente la produzione di lettiera; quest'ultima protegge le particelle di suolo dall'essiccazione e dal distacco, ma non impedisce il deflusso superficiale. Il suolo sottostante è impermeabile per l'assenza della canalizzazione creata dall'apparato radicale.

Nelle esposizioni a S per le condizioni di aridità più spinta si ha uno scarso sviluppo della copertura erbacea e una più contenuta produzione di lettiera. Le aree nude assumono un ruolo essenziale nella genesi del deflusso, che si produce immediatamente per l'impermeabilità delle argille compatte. I fattori che condizionano il deflusso liquido e solido sono:

1. l'estensione e la distribuzione delle aree nude;
2. il grado di fessurazione del terreno conseguente all'essiccazione (la superficie intatta del suolo è quasi impermeabile, ma lungo le fessure avviene un'infiltrazione profonda).

In definitiva, in queste esposizioni, la massima capacità protettiva è assicurata dalla copertura erbacea che si sviluppa subito dopo l'attività di ceduzione.

1.3., Identificativo 4 - I principali risultati delle misurazioni sui deflussi nelle catene di Is Olias, sono stati illustrati nel § 2.4.3 e indicano negli eucalitteti le aree più soggette a fenomeni erosivi, rispetto al pascolo abbandonato e macchia post-incendio. Le piantagioni di eucalitto, cui si fa riferimento, erano state impiantate tra il 1977-80 e quindi nel periodo d'osservazione avevano dai 15 ai 21 anni. Le coperture preesistenti l'impianto erano una macchia degradata (alto e medio versante) e coltivi successivamente pascolati (basso versante). Da un punto di vista pedologico i terreni derivano sia da substrati metamorfici (Dystric e Typic Xerochrepts), sia da glacies (Typic Palexeralf), che da depositi fluviali recenti (Typic Xerofluvent). Su un popolamento di 18 anni che vegetava su queste ultimi, le stazioni più fertili da un punto di vista edafico, indicano un incremento medio annuo di $6.4 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$. La produttività dei popolamenti nelle parti più alte e più ripide del versante è stimata al di sotto dei $5 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$.

Le condizioni di scarsa efficienza produttiva di questi impianti, secondo quanto stimato da Sanfilippo (1988), corrispondono anche a una capacità di protezione largamente inferiore a quella esercitata dalla copertura vegetale spontanea a macchia generatasi nel post-incendio o dalla successione secondaria a *Cistus* sul pascolo abbandonato.

2.1., Identificativo 4 – Negli eucalitteti di Is Olias è stato osservato che:

- ove l'impianto è stato realizzato conservando la macchia spontanea preesistente (alto e medio versante) le specie della macchia (*Pistacia lentiscus*, *Quercus ilex*, *Phillyrea latifolia*, *Rhamnus alaternus*, *Anagyris foetida*, *Calycotome villosa*) hanno continuato a svilupparsi regolarmente mentre l'eucalitto ha avuto una risposta di crescita più lenta. La macchia, oltre a migliorare la funzionalità protettiva dei popolamenti, incrementa la diversità delle specie animali a essa legata da rapporti trofici e di nicchia spaziale;
- i cambiamenti floristici più significativi sono avvenuti, viceversa, ove l'impianto è stato realizzato previa eradicazione della macchia o sugli ex coltivi. In questi casi, nonostante il grado di copertura dello strato arboreo degli eucalitti (variabile tra il 40% - 70%) assicuri una buona penetrazione della luce sul terreno, le specie della macchia sono poche, sporadiche (in molti casi con un grado di copertura < 1%) e di sviluppo più ridotto rispetto alla dimensione degli individui allo stato spontaneo. Conseguentemente anche la diversità faunistica è estremamente ridotta.

2.2., Identificativo 10 – I risultati relativi sul *Pinus radiata* fanno riferimento a un confronto sulle dinamiche successionali analizzate in un rimboschimento di 30 anni sul M. Arci (Or), impiantato in esposizione N, tra i 650-700 m, su suoli con ottime caratteristiche edafiche derivanti da substrati vulcanici. L'impianto è stato preceduto dall'eliminazione della macchia mesofila preesistente ed è stato sottoposto ad 11 anni ad un diradamento con cui fu asportato il 35% della massa. L'anno successivo la densità è stata ulteriormente ridotta per il passaggio di un incendio.

Sono state quindi realizzate tre aree di saggio in zone del rimboschimento a diversa densità: popolamento rado (100 alberi per ha); popolamento di media densità (400 alberi per ha); popolamento denso (1,200 alberi per ha). Come aree testimoni sono state scelte due aree a macchia spontanea (alta e bassa) limitrofe alle zone rimboschite. Su tutte le aree sono stati rilevati i dati necessari a ricostruire il profilo strutturale e l'indice di rinnovazione, cioè il prodotto della densità per l'altezza della rinnovazione (Magini, 1967).

L'indagine ha evidenziato che la copertura più leggera (per diradamento e incendio) caratteristico del popolamento di media densità, ha favorito l'innescare di un processo successionale con l'ingresso del leccio e la massima diversità del piano di rinnovazione. Nell'area ad elevata densità il dinamismo è assente e in quella rada vi è un'invasione esclusiva delle specie arbustive. Le aree a macchia sono prive di specie arboree, probabilmente a causa dell'elevata competitività delle specie arbustive. Studi in corso sulle caratteristiche dei suoli mirano a chiarire se il dinamismo osservato nel rimboschimento di media densità possa essere in parte legato al miglioramento delle caratteristiche edafiche della preparazione del suolo precedente l'impianto. Resta comunque il fatto che il rimboschimento, sottoposto a diradamento, sembra aver innescato un processo di rinaturalizzazione orientato verso una fase a leccio, specie assente nelle aree coperte da macchia.

2.7. Risultati degli effetti di rimboschimenti sulle caratteristiche del suolo e della vegetazione in zone aride della Sardegna e Sicilia

Le coperture forestali a prevalenza di pini mediterranei (secondo la classificazione Corine Land Cover in questa classe sono incluse anche le cipressete) rappresentano una realtà molto diffusa nelle aree vulnerabili a processi di desertificazione (cfr. Tabella 1). Si tratta di coperture derivanti da attività di rimboschimento condotte generalmente su aree collinari e montane degradate (frequentemente, ex coltivi e garighe) con l'intento di recuperare, attraverso il ripristino di una copertura forestale, capacità funzionali perse o fortemente degradate. Ciancio e Iovino (1995) osservano che l'azione del rimboschimento può considerarsi opposta a quella della distruzione della copertura forestale sebbene gli effetti siano più gradualmente e per un certo periodo non altrettanto evidenti: a una fase iniziale in cui gli effetti immediati sulla regimazione delle acque lungo i versanti sono dovuti alle tecniche di preparazione del suolo (gradonamenti o di lavorazioni profonde), segue quella di protezione del suolo per la copertura delle chiome e successivamente di miglioramento del suolo per gli apporti di lettiera che variano con le specie impiegate.

Alcune ricerche condotte nell'ambito del programma MIUR 2000 "Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo" consentono di valutare alcuni di questi effetti in rimboschimenti della Sardegna e della Sicilia.

In Sardegna, ricerche condotte da Bianchi et al. (2002), tuttora in corso, sono orientate a valutare gli effetti sulla dinamica evolutiva della vegetazione e sul controllo dell'erosione superficiale di rimboschimenti di conifere (pino marittimo e pino nero; età diverse: 15, 27 e 30 anni; grado di copertura variabile 25-30%; 60-70%) distribuiti nelle foreste demaniali di Usinavà (NU), Montes (NU) e nella parte sommitale del M. Arci (OR). Questo studio corrisponde all'identificativo 12. Il sistema d'osservazione adottato consiste nel rilievo e nel confronto su aree campione distribuite nei rimboschimenti e in aree testimone a vegetazione spontanea dei seguenti aspetti: caratteristiche dendrometriche, biomassa vegetale, caratteristiche pedologiche e d'infiltrazione idrica.

I risultati ottenuti al termine del primo anno d'osservazione evidenziano:

1. i rimboschimenti di conifere hanno valori di biomassa superiori (100 t ha^{-1} M. Arci e Montes, 50 t ha^{-1} Usinavà) a quelli delle aree a macchia ($20\text{-}25 \text{ t ha}^{-1}$ Usinavà e Montes, 120 t ha^{-1} M. Arci) e la biomassa è ripartita tra un numero maggiore di specie; è confermato il dato fornito dalla ricerca sui rimboschimenti di *Pinus radiata*, ovvero che la copertura forestale ripristinata attraverso il rimboschimento promuove una maggior diversità di specie sotto copertura, tra cui il leccio;
2. i dati ottenuti dalle prove di infiltrometria non forniscono ancora informazioni sufficienti per interpretare il ruolo del rimboschimenti sul miglioramento delle caratteristiche dei suoli; nella stazione di Montes si è registrato un miglioramento molto netto nella velocità d'infiltrazione idrica a saturazione, rispetto alle aree coperte da vegetazione naturale (+350%), mentre negli altri due casi uno scadimento più o meno pronunciato (-39% Usinavà, -64% Monte Arci).

Nuove prove di infiltrometria e l'analisi dei rilievi pedologici (caratteristiche e proprietà degli orizzonti edafici) potranno meglio chiarire l'effetto del rimboschimento sia sui processi successionali che sul miglioramento delle caratteristiche edafiche.

In Sicilia La Mantia et al. (2002) hanno confrontato su 6 aree test localizzate in provincia di Agrigento (Menfi, Sciacca, Bivona, Montallegro, Siculiana, Lampedusa) gli effetti dell'applicazione di tecniche diverse di rimboschimento (valutate sulla base dei dati disponibili sul tipo e l'intensità degli interventi eseguiti), nonché l'utilizzo di specie differenti sul successo del rimboschimento, valutato attraverso la risposta di crescita dei popolamenti (Identificativo 12).

Le aree test sono distribuite in ambienti a piovosità ridotta, su substrati calcarei o argillosi. Il sistema di osservazione consiste in aree di saggio (per un totale di 25, di estensione unitaria pari a 20*40 m) per il rilievo dei caratteri dendrometrico-strutturali. I rimboschimenti analizzati interessano perlopiù impianti di specie del genere *Pinus* e *Cupressus* di età giovane (anni impianto: 1992-1996, 1986, 1967).

I risultati dello studio mettono in evidenza:

- 7.. il pino d'Aleppo dimostra generalmente uno sviluppo migliore rispetto al pino domestico e ai cipressi;
- 8.. le condizioni ecologiche della Sicilia meridionale non sono adatte al *Pinus radiata*;
- 9.. su suoli argillosi in forte erosione, caratterizzati dalla presenza di *Lygeum spartium*, i cipressi mostrano migliore accrescimento;
- 10.. le tecniche d'impianto localizzate consentono la salvaguardia della vegetazione spontanea originaria, nonché un migliore accrescimento delle specie del rimboschimento; la conservazione della vegetazione spontanea (erbacea e arbustiva) migliora inoltre la capacità di protezione antierosiva e la diversità vegetale.

2.8. Fenomeni di degrado specifici osservati nei boschi mediterranei

2.8.1. Deperimento delle specie quercine (*oak decline*)

[Il complesso di studi citati in questo paragrafo per la descrizione del fenomeno del deperimento quercino è sinteticamente riunito sotto l'identificativo 13].

Il deperimento delle specie quercine è una sindrome complessa - o meglio, come lo definisce Schütt (1993) un «complesso di complesse malattie» - causata dall'interazione di fattori abiotici e biotici che agiscono, a seconda dei casi e delle situazioni, in una varietà di combinazioni e con tempi e ritmi differenti (Ragazzi et al., 2000). Il fenomeno si può considerare a tutti gli effetti una manifestazione di degrado dei sistemi forestali, comportando episodi di morte diffusa sia a scala locale (gruppi d'individui) che su comprensori forestali estesi. Il fenomeno colpisce tutte le classi d'età, portando alla morte individui giovani (non più di 25 anni) nell'arco di una stagione vegetativa e di individui con più di 25 anni nell'arco di due o tre stagioni.

In Italia osservazioni di tale fenomeno si sono succedute a partire dal 1986 nel corso del tempo in diverse stazioni forestali del territorio nazionale (Tabella 14, Figura 20).

Località	Fonte	Q. robur	Q. cerris	Q. pubescens	Q. frainetto	Q. ilex	Q. suber
Parco Nazionale del Circeo -Lazio	Ragazzi et al. (1986)						
Cedui in Pr. VT	Vannini (1987)						
Lazio, Molise, Calabria	Luisi et al. (1988)						
Senigallia, Bacini del Misa e Nevola (AN)	Ragazzi e Dellavalle (1990)						
Tolfa (RM)	Motta et al. (1991)						
Sala Consilina (SA)	Cellerino et al. (1991)						
Etna e Madonie (CT, ME)	Granata e Agosteo (1991)						
S. Pietro di Caltagirone	Granata e Agosteo (1991)						
Mezzana del Turgnano (UD), Cornuta (TV)	Moricca e Ragazzi (1991)						
Sicilia	Grillo e Tirrò (1993)						
Toscana	Blanschke et al. (1995)						

Tabella 14 - Osservazioni del fenomeno del deperimento quercino e specie colpite in Italia

La sindrome colpisce, con incidenza variabile a seconda della stazione e dell'area geografica, la maggior parte delle specie quercine presenti nel nostro paese: farnia, farnetto, cerro, roverella, leccio e sughera.

Ogni specie manifesta un insieme distintivo di sintomi (Tabella 15), ma le principali differenze tra le specie non sono tanto nelle nei sintomi in sé quanto nei diversi tempi con cui essi manifestano nel processo di deperimento (Ragazzi et al., 2000).

Il quadro interpretativo più accettato in Italia come modello generale del deperimento quercino è quello proposto da Manion (1991), che suddivide i fattori in gioco in tre principali categorie:



Figura 20 - Province italiane in cui si è stato osservato il fenomeno del deperimento quercino (fonte: Ragazzi et al., 2000)

1. fattori predisponenti: fattori edafici e climatici;
2. fattori scatenanti: insetti defoliatori, siccità, salinità, basse temperature invernali, infezioni virali, aumento nella temperatura del suolo e cambiamenti nella microflora del suolo;
3. fattori concorrenti: includono la maggior parte dei fattori sopra menzionati e l'attività di insetti infestanti della corteccia e del legno, funghi patogeni e altri agenti d'infezione.

Il ruolo di questi fattori nelle diverse fasi di evoluzione della malattia è riportato nella Figura 21.

Di particolare interesse ai fini del presente studio sono le ipotesi relative al fattore siccità nello sviluppo e diffusione del deperimento quercino in Italia. Secondo Cellerino e Gennaro (2000) la siccità è un fattore predisponente decisivo nel deperimento. Lo stress idrico causa cambiamenti biochimici e biofisici nella pianta che viene indebolita fino a un livello irreversibile, comportando anche un abbassamento delle difese biologiche. In questo stato di stress gli attacchi di funghi specifici o insetti defoliatori e xilofagi agiscono da fattori concomitanti nello sviluppo della sindrome (Ragazzi et al., 2000).

Symptoms	<i>Q. cerris</i>	<i>Q. frainetto</i>	<i>Q. pubescens</i>	<i>Q. robur</i>
Delayed leafing				+
Leaf clorosis	+			
Leaf wilting from the margins inwards	+	+	+	
Microphyllia		+		
Bud cast			+	
Crown thinning	+	+	+	+
Epicormic shoots	++	++	+	++
Longitudinal bark cracks	+	+	+	+
Bleeding	++	++	+	++
Necrosis of cambium	+	+		+
Xylem necrosis	+	++		++
Dieback of branches	+	+	+	+
Crown dieback	++	++	+	++
Mortality	++	++	+	++

Tabella 15 - Sintomatologia del deperimento delle specie quercine in Italia

(fonte: Ragazzi et al., 2000)

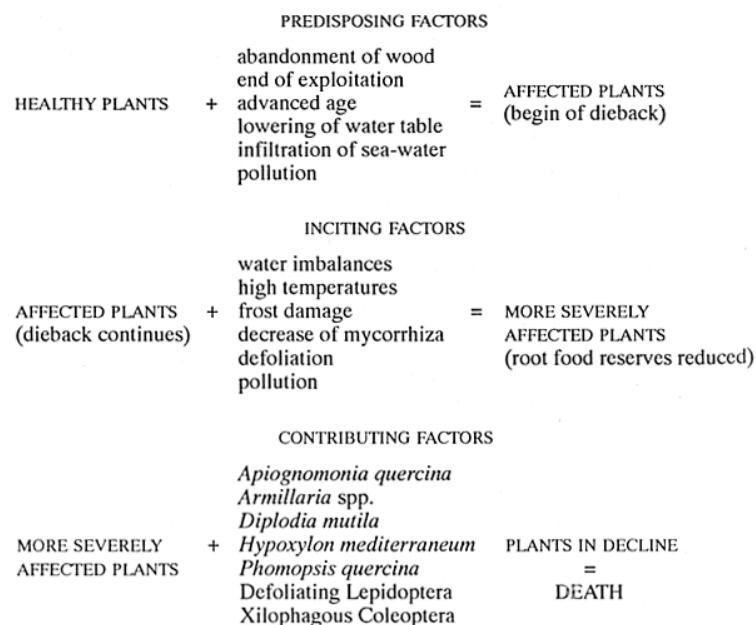


Figura 21 - Vari stadi del fenomeno del deperimento quercino

(fonte: Ragazzi et al., 2000)

Ovviamente, poiché ciascuna specie ha strategie di resistenza diverse allo stress idrico legate alle sue caratteristiche morfo-anatomiche e fisiologiche, la tolleranza alla siccità è diversa a seconda delle specie. Tra le specie tipiche degli ambienti mediterranei la roverella tollera meglio la siccità del cerro e del farnetto (Celerino et al., 1993; Vannini et al., 1993a).

Studi condotti in Italia meridionale hanno dimostrato che fattori edafici e colturali concorrono con la siccità allo sviluppo del fenomeno di deperimento (Luisi e Manicone, 1991; Sicoli et al., 1998). Cellerino e Gennaro (2000) riportano i risultati di uno studio condotto nell'arco di un prolungato periodo di osservazione ('80-'88) sul deperimento in cedui quercini montani (*Q. pubescens*, *Q. cerris*) in Campania. Oltre a rilevare una diffusione del fenomeno al ripetersi di annate siccitose, gli Autori hanno osservato che le forme più gravi si verificano in popolamenti densi o situati su suoli con caratteristiche peggiori (in termini di struttura, tessitura, esposizione, pendenza). Il cerro è risultata la specie più colpita. Anche periodi con bilancio idrico più favorevole non incidono su una regressione del deperimento nei popolamenti colpiti situati nelle condizioni edafiche e colturali più sfavorevoli. Regressione che si è verificata, viceversa, in popolamenti meno densi, a seguito di diradamenti. Sulle piante morienti sono stati inoltre osservati patogeni secondari come *H. mediterraneum* e *Armillaria* spp.

In conclusione, tutti questi risultati sembrerebbero indicare che una manifestazione climatica tipica delle aree a clima mediterraneo e, a maggior ragione, delle zone aride, quale la siccità, gioca un ruolo fondamentale nell'innescare di un fenomeno di degrado che colpisce proprio le specie forestali più comuni in questi ambienti, quali le querce. A ciò si aggiunge il fatto che i fattori che concorrono allo sviluppo di questa sindrome sono anche legate a condizioni stazionali relativamente diffuse in questi ambienti (es. cedui abbandonati su terreni marginali).

2.8.2. Degrado nei boschi di sughera

Nel corso del progetto MEDALUS II (Topic 3.01. - Intrusione di acque salate, sfruttamento eccessivo delle falde idriche, sito campione: Santa Lucia, Sardegna; Aru, 1997) è stata condotta una ricerca, attraverso rilievi di campagna, in diverse aree della Sardegna (Iglesiente, Gallura, Marghine e Planargia) e in parallelo nell'Alentejo in Portogallo, finalizzata a individuare i fattori responsabili dei processi di degrado delle foreste di quercia da sughero (*Q. suber*) nelle regioni mediterranee (Identificativo 14).

Come noto, le foreste di sughera svolgono in tutta l'area Mediterranea diverse funzioni produttive d'interesse per le attività umane: principalmente, produzione di sughero, ma anche di legna e ghiande per il pascolo. In alcuni casi, esse fanno parte di veri e propri sistemi integrati agro-silvo-pastorali, noti come *dehesas* (Spagna) o *montados* (Portogallo), dove alle produzioni già citate si aggiunge la coltivazione di cereali o foraggio.

Questa progressiva trasformazione delle foreste di sughera verso sistemi agricoli ha spesso comportato fenomeni di degrado nella struttura e nella funzionalità delle biocenosi e un declino della loro presenza a scala territoriale.

Secondo i risultati di questa ricerca, il processo di degrado è attribuibile all'azione di fattori concomitanti e consequenziali, che sono sostanzialmente simili nelle due regioni. Ovvero:

- Incendi: sebbene la sughera sia una specie resiliente all'azione distruttiva del fuoco (fattore ecologico chiave nelle dinamiche di rinnovazione dei boschi di sughera in condizioni naturali), incendi di elevata frequenza temporale comportano a lungo termine una mortalità diffusa, una maggiore vulnerabilità agli attacchi degli insetti e un eccesso di riproduzione agamica che esaurisce le ceppaie;
- Lavorazioni del terreno: questa pratica diventata molto comune negli ultimi dieci anni, anche su terreni con forti limitazioni fisiche (rocciosità affiorante, pietrosità superficiale), comporta diversi effetti sulla funzionalità delle biocenosi. Le lavorazioni profonde, specialmente su suoli sottili, distruggono l'apparato radicale riducendo la vitalità delle piante e rendendole più vulnerabili ad attacchi di parassiti fungini, provenienti dal suolo. Le lavorazioni rimuovono lo strato arbustivo che, oltre a contribuire alla formazione di humus, aumenta la capacità protettiva e la resistenza agli attacchi d'insetti (vedi punti successivi). Ne consegue una trasformazione dei sistemi forestali in pascoli arborati ove la presenza delle specie arboree tende a diminuire progressivamente;
- Insetti fitofagi: producono danni di notevole intensità soprattutto nei popolamenti soggetti a lavorazioni del terreno, ove lo strato arbustivo viene distrutto. Ciò perché quest'ultimo ospita comunità insetti predatori in grado di controllare la proliferazione dei fitofagi;
- Potature: aumentano la possibilità di attacco di parassiti, attraverso le ferite da taglio. Inoltre, la semplificazione della struttura che ne consegue può produrre squilibri all'interno delle comunità entomofaghe e ciò facilita la diffusione di attacchi epidemici degli insetti fitofagi;
- Pascolamento: il pascolo eccessivo e incontrollato deprime e tende a frammentare nello spazio la rinnovazione naturale, portando a uno sviluppo irregolare anche degli individui d'origine agamica e un indebolimento delle ceppaie.

La ricerca propone quindi come principali indicatori dei processi di degrado nelle foreste di quercia da sughero:

- presenza di una composizione floristica tipica delle aree coltivate;
- semplificazione strutturale dei popolamenti;
- frequenza e virulenza degli attacchi di insetti fitofagi;
- abbondanza degli attacchi di patogeni;
- presenza esclusiva di individui d'origine agamica.

2.8.3. Degrado e deperimento delle formazioni forestali d'ambiente costiero

Le coste sabbiose e le dune litoranee costituiscono ambienti tipicamente mediterranei distribuiti lungo tutta la penisola italiana, con maggiori concentrazioni sulle coste dell'Adriatico settentrionale, del Tirreno centrale e della Sardegna.



Figura 22 - Distribuzione geografica dei siti Natura 2000 caratterizzati dalla presenza di dune consolidate

(fonte: Progetto LIFE 99 nat/it/006279 “Verifica della Rete Natura 2000 in Italia e Modelli di Gestione”)

Questi territori possono ospitare ecosistemi di notevole interesse conservazionistico, come dimostra l’inserimento di ben 89 siti a dominanza di habitat delle dune consolidate inseriti nel sistema di tutela Natura 2000 (Figura 22).

I siti sono caratterizzati dalla presenza di una articolata successione di vegetazione psammofila e, nei settori dunali più interni, ospitano ginepreti e pinete costiere, habitat d’interesse prioritario ai sensi della direttiva Habitat: habitat *2250 Perticaia costiera di ginepri (*Juniperus* spp.); habitat *2270 Foreste dunari di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster*. Purtroppo, come hanno evidenziato le analisi condotte nell’ambito del progetto Life LIFE 99 nat/it/006279 “Verifica della Rete Natura 2000 in Italia e Modelli di Gestione” (identificativo 15) la sopravvivenza di questi ambienti così ricchi sotto il profilo naturalistico è minacciata da molteplici alterazioni ambientali e pressioni antropiche, che sono possono essere sinteticamente riassunte come di seguito.

1. I sistemi dunali sono localizzati in contesti territoriali caratterizzati da forti pressioni per lo sfruttamento turistico dei litorali con conseguenti fenomeni di urbanizzazione e cementificazione, costruzione di infrastrutture viarie, elevati carichi turistici stagionali;
2. I fattori naturali che controllano le dinamiche di erosione/ripascimento dei litorali costieri sono stati modificati in tempi recenti per l’effetto congiunto di perturbazioni a diversa scala: l’alterazione degli equilibri idrogeologici dei sistemi fluviali (v. trasporto solido eccezionale alla foce conseguente a eventi di piena e deposizione sulla fascia costiera); il dragaggio dei fondali costieri; progressivo aumento del livello del mare. L’erosione costiera, tuttavia, non può essere fronteggiata dall’arretramento del sistema dunale in quanto esso si trova spesso “assediato” nella fascia retrodunale dall’occupazione, peraltro spesso abusiva, dei terreni per scopi edilizi o agro-pastorali; l’incidenza percentuale di superficie occupata da aree artificiali (urbane, infrastrutturali e industriali) è pari in media al 4.2% della superficie complessiva dei singoli siti Natura 2000 afferenti a questa tipologia, con

valori massimi che arrivano al 37%. Ciò ha comportato e può comportare gravi contrazioni del sistema dunale;

3. L'assenza di un sistema di regolamentazione degli accessi al sistema dunale e litoraneo (esempi eclatanti in tal senso sono rappresentati dai 20 km di duna del Parco del Circeo tagliati dalla strada litoranea o dal sito Monte Russu, in provincia di Sassari, con accesso alla spiaggia con auto) comporta la distruzione della vegetazione dunale e accentua i fenomeni di erosione della duna (idrica, incanalata ed eolica), che è già in sé un substrato vulnerabile all'erosione per la natura poco coerente. Infatti, la creazione di tracciati (es. sentieri per consentire l'accesso dei bagnanti alle spiagge) che tagliano la duna perpendicolarmente favorisce sia l'azione erosiva del vento, che l'innescare di fenomeni di erosione delle dune per ruscellamento, per la compattazione delle sabbie da calpestio e per il passaggio dei mezzi motorizzati;
4. Alterazioni degli equilibri idrici: abbassamento della falda, ingressione in falda di acque marine, riduzione della falda dolce sospesa;
5. L'intensa frequentazione stagionale, il potenziale pirologico della vegetazione dunale e gli interessi speculativi concorrono a determinare uno scenario di rischio per la diffusione di incendi dolosi e colposi;
6. La vegetazione costiera e dunale è infine più o meno intensamente soggetta a fenomeni di deperimento attribuiti ad aerosol marino inquinato.

Questo ultimo fenomeno verrà brevemente descritto nella parte che segue, in base ai risultati degli studi condotti in materia e riportati nel lavoro monografico di Paoletti (2001), contrassegnato con l'identificativo 16.

In Italia, il deperimento della vegetazione costiera causato da aerosol marino è stato descritto o segnalato in diversi siti dei litorali liguri (con incisività superiore nella Riviera di Ponente, rispetto a quella di Levante) toscano (Tenuta di San Rossore, Cecina) laziale (litorale di Castel Porziano) e pugliese (su pinete litoranee P. di Aleppo). Attualmente il fenomeno non si presenta con episodi di moria clamorosi, ma si è andato comunque cronicizzando (Bussotti, 2000).

Responsabile del deperimento è appunto l'aerosol marino inquinato, ricco di sale e tensioattivi, trasportato sulle chiome della vegetazione costiera dalle brezze marine. Il carico di inquinanti è più intenso in prossimità delle foci di fiumi inquinati o di scarichi fognari e in concomitanza con forti venti di mare.

Il danno da aerosol marino si manifesta sulla vegetazione costiera con due modalità tipiche:

- direzionalità, il degrado della vegetazione diminuisce andando dalla linea di costa verso l'interno; generalmente i danni si osservano entro una fascia di 100 m dalla linea di costa e un qualsiasi riparo dai venti marini è in grado di impedire i danni; anche sulla chioma il danno manifesta una direzionalità con la parte esposta al mare più colpita;
- stagionalità, il degrado si manifesta prevalentemente in autunno-inverno il periodo in cui spirano i venti più forti.

Molto sensibili	Moderatamente sensibili	Poco sensibili
Ammophila litoralis	Acer negundo	Agave americana
Calystegia soldanella	Allium cepa	Aucuba japonica
Cistus monspeliensis	Apium graveolens	Buxus sempervirens
Eryngium maritimum	Convolvulus arvensis	Camphorosma monspeliaca
Eucalyptus globulus	Carpobrotus edulis	Chenopodium murale
Hedera helix	Cupularia viscosa	Crithmum maritimum
Helichrysum stoechas	Daucus carota	Cynodon dactylon
Jasminum officinale	Elaeagnus angustifolia	Erianthus ravennae
Juglans regia	Equisetum arvense	Malva sylvestris
Juniperus communis	Euphorbia pithyusa	Opuntia ficus-indica
Juniperus oxycedrus	Ficus carica	Pittosporum tobira
Lagerstroemia indica	Juniperus phoenicea	Plantago subulata
Laurus nobilis	Ligustrum vulgare	Smilax aspera
Ligustrum vulgare	Lonicera implexa	Spartium junceum
Lycopersicum esculentum	Magnolia grandiflora	Taraxacum officinale
Malus domestica	Medicago sativa	Thuya orientalis
Nerium oleander	Olea europaea	
Pancratium maritimum	Pelargonium zonale	
Parthenocissus quinquefolia	Pinus pinaster	
Phaseolus vulgaris	Rumex sp.	
Pinus pinea	Salix babylonica	
Platanus acerifolia	Senecio crassifolius	
Populus sp.	Sorbus domestica	
Prunus armeniaca	Sorghum halepense	
Prunus avium	Sorghum vulgare	
Prunus laurocerasus	Syringa vulgaris	
Prunus persica	Statice minuta	
Pyrus communis	Thymelaea hirsuta	
Quercus ilex	Wisteria sinensis	
Rhamnus alaternus	Zinnia elegans	
Robinia pseudacacia		
Rosa sp.		
Rubus sp.		
Senecio cineraria		
Smilax mauritanica		

Tabella 16 - Scala di sensibilità delle specie vegetali all'aerosol marino inquinato

(fonte: Paoletti et al., 2000)

La vegetazione colpita presenta danni macroscopici aspecifici, che interessano anche le specie più adattate all'ambiente marino. Sulla base delle rilevazioni condotte in situ, le specie possono essere ordinate in una scala di sensibilità all'aerosol marino inquinato (Tabella 16).

I sintomi del deperimento iniziano a presentarsi già 10-15 giorni dopo le tempeste di vento inquinato e si manifestano come ampie zone fogliari decolorate o ingiallite che successivamente si necrotizzano. Le foglie quindi cadono precocemente, i rametti si disseccano e la chioma si riduce a partire dalla parte esposta al vento, assumendo un aspetto asimmetrico. Se la causa del deperimento perdura anche i rami principali seccano e la pianta può morire in breve tempo.

Questo fenomeno rappresenta forse un caso emblematico di rapporto tra copertura forestale e desertificazione. Infatti, la funzione fondamentale svolta dalla vegetazione dunale nel consolidamento e conservazione del suolo negli ambienti in oggetto viene

inevitabilmente indebolita, con riflessi conseguenti sull'erosione idrica ed eolica nel sistema dunale.

A ciò si aggiungono gli effetti non trascurabili sotto il profilo sia conservazionistico (progressiva riduzione o frammentazione della superficie degli habitat a vegetazione dunale) che paesaggistico.

Per controllare questo specifico fenomeno di deperimento la soluzione è esclusivamente di natura politica e consiste nell'adeguamento della legislazione sui tensioattivi che limiti la commercializzazione dei detergenti ai soli prodotti contenenti tensioattivi biodegradabili al 100% (Paoletti et al., 2000).

2.9. Scenari di cambiamento climatico e potenziali effetti sui sistemi forestali

Il rapporto Europe's Environment: The Second Assessment (EEA, 1998) riporta alcuni dati e indicatori dei cambiamenti climatici previsti dagli studi dell'Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Vengono delineati, su tale base, probabili scenari futuri di cambiamento climatico a scala europea. Sulla base di tale fonte, vengono indicati di seguito gli effetti previsti del cambiamento climatico sul regime termopluviometrico dei paesi del bacino del Mediterraneo e le possibili conseguenze sugli ecosistemi forestali in essi presenti.

2.9.1. Temperatura

La temperatura media dell'aria di superficie è aumentata a livello mondiale dello 0,3-0,6 °C circa dalla fine del secolo XIX (IPCC, 1996). La tendenza generale per l'Europa è simile alla tendenza mondiale e il periodo più caldo corrisponde agli anni Novanta del nostro secolo. L'IPCC calcola che entro il 2100 la temperatura media a livello mondiale sarà di 2 °C più alta che nel 1990 (il margine di incertezza è di 1-3,5 °C), ma a livello regionale potrebbero esservi variazioni maggiori. Il margine di incertezza dipende anche dalla difficoltà di prevedere l'effettivo contributo dei gas a effetto serra sul riscaldamento globale, contributo che dipende dalla loro concentrazione nell'atmosfera, dal tempo di permanenza nell'atmosfera e dalla loro efficacia nel catturare le radiazioni. Per l'Europa, i modelli climatici indicano che gli aumenti medi della temperatura saranno simili a quelli stimati a livello mondiale, con un riscaldamento maggiore alle latitudini settentrionali rispetto a quelle meridionali.

2.9.2. Livello del mare

Il riscaldamento globale provoca un innalzamento della temperatura degli oceani, quindi la loro espansione e accelera lo scioglimento dei ghiacciai e del ghiaccio marino. I cambiamenti climatici possono pertanto influire sul livello del mare, che attualmente sta salendo: infatti, negli ultimi 100 anni esso è aumentato di 10-25 cm, gamma che rispecchia le differenze nelle varie parti del mondo. Non risulta che il tasso di innalzamento stia cambiando. Sebbene non si sappia quando abbia avuto inizio l'attuale

accelerazione, il tasso di incremento è significativamente più alto di quello registrato in media nelle ultime migliaia di anni (IPCC, 1996).

Le stime dei modelli dell'IPCC indicano che entro il 2100 il livello del mare potrebbe trovarsi a 50 cm (margine d'incertezza 15-95 cm) al di sopra dei livelli odierni (IPCC, 1996). Vi è ancora una notevole incertezza circa l'affidabilità dei risultati ottenuti con le simulazioni tramite modelli, in particolare per quanto riguarda l'incidenza e il comportamento delle calotte polari (IPCC, 1996).

L'innalzamento del livello del mare potrebbe avere numerose conseguenze, fra cui:

- inondazione e spostamento delle zone umide e delle terre basse;
- aumento della salinità degli estuari;
- danneggiamento degli acquiferi di acqua dolce.

Questo scenario rende probabile un aumento della salinizzazione dei suoli, altro processo tipico del degrado dei suoli, negli ambienti a rischio: i delta di marea, le pianure costiere, le spiagge di sabbia, le isole di barriera, le zone umide sulle coste e gli estuari. Tra le aree maggiormente a rischio in Europa vi sono alcuni delta del Mediterraneo (IPCC, 1997).

2.9.3. Precipitazioni

I tassi e la distribuzione delle precipitazioni in Europa si sono modificati nel corso del '900. L'ampia variabilità naturale rende tuttavia difficile individuare tendenze chiare. Le precipitazioni sono generalmente aumentate nella metà settentrionale dell'Europa e sono diminuite al sud. Le zone meridionali dell'Italia e della Grecia presentano decrementi di circa il 5% nell'ultimo secolo.

Tutti i modelli dei cambiamenti climatici indicano che vi sarà un aumento delle precipitazioni medie a livello mondiale, con incrementi in Europa inferiori alla media complessiva. Sebbene le precipitazioni abbiano un forte impatto diretto sulle piante, l'umidità del suolo è più determinante per la loro crescita e la loro sopravvivenza. Il riscaldamento globale incide sull'umidità del suolo aumentando l'evaporazione e provocando cambiamenti nel deflusso superficiale; la simulazione mediante modelli matematici di questi processi suggerisce che l'umidità del suolo in Europa potrebbe diminuire.

2.9.4. Effetti dei cambiamenti climatici sui sistemi forestali

È difficile prevedere come reagiscano gli ecosistemi ai cambiamenti di temperatura, di precipitazioni e umidità del suolo e alle variazioni dei tassi di CO₂ nell'atmosfera dovute all'emissione di gas serra. Non vi sono dati chiari che consentano di collegare le alterazioni del passato ai cambiamenti climatici attuali e qualunque stima può essere solo approssimativa e soggetta ad ampia incertezza.

La conseguenza principale che si prevede per le specie vegetali è una variazione della loro distribuzione geografica (Huntley, 1991).

Le specie forestali, in particolare, per crescere e riprodursi hanno bisogno di almeno 30-60 gg di durata del periodo vegetativo (temperatura media superiore a 10° C). Anche gli estremi termici sono importanti: bastano episodici abbassamenti di temperatura al di sotto dei valori critici (variabili a seconda delle specie forestali da +12°/-60°) per causare gravi danni o la morte delle piante.

Considerato che per alcune specie l'ampiezza dei valori termici necessari alla crescita e riproduzione è relativamente ristretta, sarebbe sufficiente un aumento di 1°C della temperatura media annuale per determinare spostamenti sensibili in senso latitudinale e/o altimetrico.

In Europa, un incremento di temperatura di 2°C in 50 anni causerebbe uno spostamento verso nord delle zone climatiche a un tasso più veloce della capacità di migrazione di molte specie vegetali. Inoltre, nelle zone montagnose, le piante verrebbero costrette a spostarsi verso l'alto, ma non è detto che vi sia spazio per accoglierle. In molte parti d'Europa le possibilità di migrazione sarebbero limitate dalla competizione con altre forme di uso del suolo (agricoltura, urbanizzazione ecc.).

Come osservano Scarascia Mugnozza et al. (1998), questi fenomeni comporteranno un "riassortimento" delle specie vegetali: le specie più plastiche e adattabili potrebbero ampliare il loro areale di distribuzione formando nuove comunità vegetali, a scala locale, e dando origine variegati mosaici di habitat forestali a scala territoriale. Nelle aree "riscaldate" potrebbe verificarsi una caduta di biodiversità dovuta alla degradazione o alla scomparsa delle foreste originariamente presenti.

Come già detto nel § 2.9.3 la disponibilità idrica è un altro parametro ambientale fondamentale per la produttività biologica delle specie forestali. Quando la richiesta evaporativa dell'atmosfera supera la capacità di assorbimento di acqua dal terreno si determina uno stress idrico che potrebbe riflettersi in un'intensificazione dei processi di degrado delle coperture forestali in cui l'aridità è un fattore predisponente: deperimento quercino (cfr. § 2.8.1), incendi boschivi (cfr. § 2.4.1). A tale riguardo, Borghetti e Magnani (1998) fanno osservare che l'intensificazione dell'aridità, modificando l'accumulo al suolo di combustibile organico, potrebbe condizionare l'intensità degli incendi boschivi. La quantità e le caratteristiche del combustibile organico che si accumula al suolo, dipendono dai processi di acclimatazione della pianta, che reagisce ai cambiamenti climatici modificando la ripartizione della biomassa tra i vari organi e i processi di caduta delle foglie. Alcuni modelli di allocazione della biomassa (Magnani et al., 1996) consentono di prevedere tali trasformazioni e un'interessante prospettiva di ricerca potrebbe derivare dall'utilizzo di tali dati nei modelli empirici di previsione del comportamento del fuoco nei popolamenti forestali, che appunto usano le caratteristiche del combustibile come una delle variabili d'ingresso (Rothermel, 1986).

Lo studio dell'effetto dell'aumento atteso delle concentrazioni di CO₂ sulla produttività biologica degli ecosistemi forestali rimane comunque uno dei punti ancora aperti della ricerca forestale, anche se notevoli sono gli sforzi di ricerca in questo settore da parte della comunità scientifica internazionale.

La conoscenza di quest'aspetto ha un'importanza decisiva anche a livello geo-politico, se si considera che nell'accordo raggiunto a Kyoto si è deciso di calcolare la riduzione delle emissioni di CO₂ come bilancio netto tra emissioni e capacità di assorbimento di CO₂ da parte di un dato Paese. Capacità di assorbimento che dipende soprattutto dall'estensione, dallo stato di efficienza e dalla fase di sviluppo biologico dei sistemi forestali.

Scarascia Mugnozza et al. (1998) nel riportare alcuni risultati degli esperimenti condotti in campo forestale sugli effetti dell'aumento di CO₂ evidenziano:

- aumento dell'attività fotosintetica pari in media a circa il 50% nelle diverse specie esaminate (Jarvis, 1998);
- conseguente aumento della produttività di biomassa, pari a circa il 30-40%, surplus distribuito soprattutto nel fusto e nelle radici;
- cambiamento dei ritmi fenologici con possibili conseguenze sulle gelate tardive o precoci;
- marcato aumento dell'efficienza nell'uso dell'acqua;
- variazione delle caratteristiche biochimiche delle foglie (es. aumento del rapporto C/N), che potrebbe influire sull'intensità di predazione da parte dei parassiti.

In uno studio specifico sugli effetti del cambiamento climatico sulle specie forestali della regione mediterranea (Sabatè et al., 2002) è stato osservato che l'aumento di temperatura può avere differenti conseguenze sulla produttività delle specie. In particolare, il leccio e i pini mediterranei allocherebbero più carbonio nel mantenimento e nella produzione di foglie per sostituire quelle perdute nell'aumentato turn-over conseguente all'aumento di temperatura.

Nel complesso, la maggior parte delle sperimentazioni interessano piante singole allevate in vaso o alberi giovani (cfr. alcune attività dei progetti MODMED, homepages.ed.ac.uk/modmed), mentre ancora scarse ed incerte sono le conoscenze a scala di sistema forestale.

A tale proposito si citano anche le attività di ricerca condotte nell'ambito del progetto VULCAN (www.vulcanproject.com), che interessano manipolazioni sperimentali, in campo aperto, delle condizioni di temperatura in siti occupati da formazioni arbustive mediterranee. L'obiettivo è simulare le condizioni di riscaldamento dell'aria e del suolo attese dal cambiamento climatico e valutarne gli effetti nel funzionamento degli ecosistemi (piante, suolo, fauna and umidità del suolo). Le attività sono ancora in corso e, all'attualità, non sono disponibili risultati definitivi inerenti il tema del presente rapporto.

Comunque, come fanno notare Scarascia Mugnozza et al. (1998), per poter prevedere realisticamente la risposta dei sistemi forestali ai cambiamenti ambientali andrebbero approfonditi le interazioni tra gli aumenti di CO₂ e di temperatura con i seguenti processi: bilancio idrologico, decomposizione della lettiera, ciclo di nutrienti dell'ecosistema, accumulo di carbonio nel terreno, fruttificazione e rinnovazione, variazione dei livelli di luminosità all'interno delle coperture forestali. E, non ultimo, il ruolo che in questo scenario può avere una gestione selvicolturale attenta al potenziamento della naturale capacità di accumulo del carbonio dei sistemi forestali.

3. QUADRO DI RIFERIMENTO CONCETTUALE PER LA SISTEMATIZZAZIONE DEI FENOMENI E DEI PROCESSI DI DEGRADO/RECUPERO DEI SISTEMI FORESTALI NELLE AREE MEDITERRANEE D'ITALIA

Obiettivo del presente capitolo è sviluppare un quadro di riferimento concettuale per “sistematizzare” le conoscenze sui fenomeni e i processi di degrado dei sistemi forestali, così come risultano dalla disamina condotta nell’ambito del § 2.

A tale scopo, viene proposto come strumento di rappresentazione integrata dei fenomeni indagati il modello logico generale noto come DPSIR (Driving Forces, Pressures, State, Impact, Responses). DPSIR è stato proposto dall’European Environment Agency (Gentile, 1998) quale sistema d’inquadramento della complessa rete di relazioni causali (feedback) che si generano quando attività economiche e comportamenti sociali sono in grado di interferire e modificare (driving forces, forze guida) lo stato di un sistema ambientale (state, stato), attraverso pressioni sulle risorse naturali (pressures, pressioni). Alla modifica dello stato conseguono cambiamenti (impact, impatto) nella funzionalità del sistema ambientale. Iniziative istituzionali come la Convezione sulla desertificazione (o sul Cambiamento Climatico o sulla Biodiversità) possono esser viste come retroazioni (response, risposte) per mitigare e invertire la progressione di cambiamenti considerati non più sostenibili. Le retroazioni possono andare ad agire su tutte le altre componenti del sistema di relazioni DPSIR.

Questo modello può essere utilmente applicato per la rappresentazione dei sistemi di cause e fattori che innescano e determinano sia il degrado che le possibilità di recupero della funzionalità dei sistemi forestali, che, come già detto nel § 2.1, si manifestano con il declino, o viceversa il ripristino, della produttività biologica, della capacità di conservazione del suolo e della biodiversità (Figura 23).

In relazione a quanto descritto nei capitoli precedenti è possibile individuare quali driving forces nei fenomeni di degrado o di recupero della funzionalità dei sistemi forestali nelle zone mediterranee dell’Italia peninsulare e insulare:

driving forces a prevalente azione di degrado:

- il ruolo trainante svolto dal settore zootecnico nell’economia di alcune zone (prevalentemente collinari e montuose) dei territori in oggetto; la sensibile crescita del patrimonio zootecnico a scala territoriale - connessa alla competitività del mercato di carne e latte e agli indirizzi della politica agricola e non sostenuta da una corretta pianificazione nell’uso delle risorse territoriali - ha comportato una progressiva “erosione” delle risorse forestali funzionalmente collegate alle aziende zootecniche;
- le cause dolose e colpose degli incendi forestali nelle aree mediterranee;
- alterazioni nelle dinamiche di erosione/ripascimento dei litorali congiunte a intensa urbanizzazione o sfruttamento agropastorale delle fasce costiere interne.

driving forces a prevalente azione di recupero:

- gli interventi di rimboschimento e di messa a coltura dei terreni con piantagioni da legno;
- la gestione sostenibile dei boschi e dei rimboschimenti.

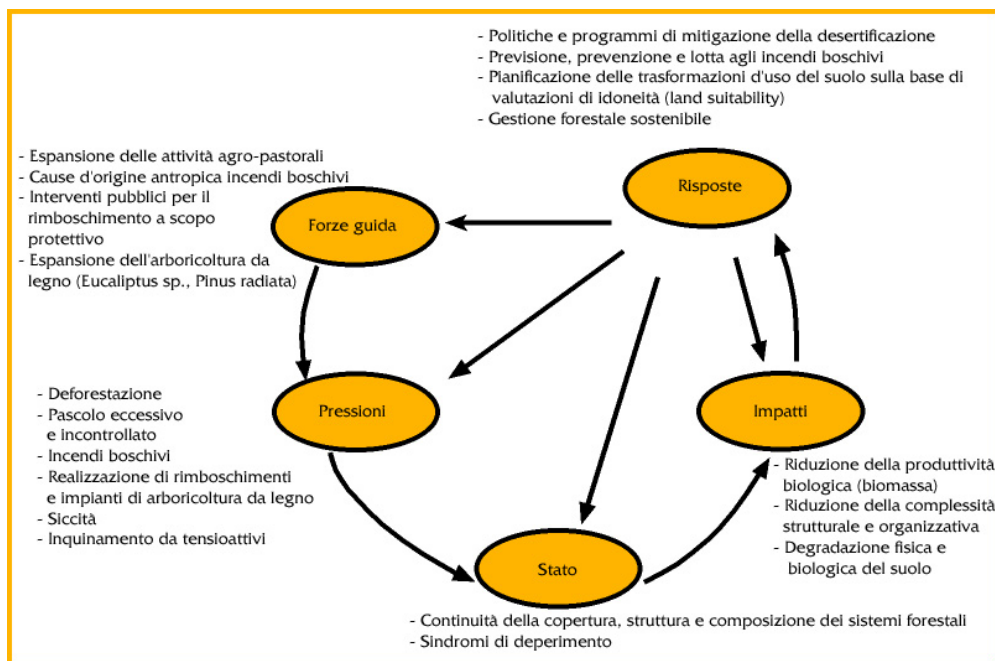


Figura 23 - Inquadramento dei processi di degrado/recupero della funzionalità dei sistemi forestali attraverso il modello DPSIR

Queste forze agiscono da volano nelle dinamiche di trasformazione di un determinato territorio agendo attraverso pressioni (ad azione di degrado o di recupero) sui sistemi forestali in esso presenti. Le pressioni possono essere anche definite come cause prossime di degrado (o recupero) della funzionalità dei sistemi forestali, mentre le driving forces come cause ultime.

Le pressioni possono essere individuate in:

- deforestazione per la creazione di nuovi pascoli, per urbanizzazione o per il progressivo smantellamento e frammentazione del sistema dunale costiero;
- pascolo eccessivo e incontrollato, soprattutto nei boschi di proprietà demaniale soggetti a usi civici;
- incendi boschivi;
- siccità;
- inquinamento da tensioattivi sulla vegetazione costiera;
- impianto di popolamenti di origine artificiale sia di specie autoctone che eterotone (v. *Eucaliptus* sp., *Pinus radiata*).

Le pressioni agiscono sia sullo stato che sulla funzionalità dei sistemi forestali.

Le principali modifiche dello stato dei sistemi forestali interessano:

- variazioni spazio-temporali della copertura forestale nel territorio;
- variazioni nella struttura e composizione dei sistemi forestali, con particolare riferimento all'alterazione del sistema suolo-acqua-vegetazione;
- fenomeni e sindromi di deperimento, localizzati o diffusi, a scala di popolamenti forestali (deperimento quercino, deperimento della vegetazione costiera da tensioattivi).

Le modifiche sullo stato determinano impatti sull'efficienza funzionale dei sistemi forestali in ordine a:

- produttività biologica (biomassa);
- processi di degradazione fisica e biologica del suolo (compattazione, erosione, perdita di sostanza organica, alterazione dei processi di umificazione);
- diversità biologica (alterazioni nella disponibilità, a scala territoriale, e struttura, a scala locale, dell'habitat forestale).

Ovviamente, anche tra gli impatti possono essere individuati rapporti di feedback: la degradazione fisica e biologica del suolo riduce la produttività biologica e può essere messa in relazione a processi degenerativi nella biocenosi forestale, in termini di semplificazione strutturale e compositiva.

Questa impostazione enfatizza il peso dei fattori antropici nella genesi dei processi di desertificazione. Ciò non è in contrasto con il modello proposto da López Bermudez et al. (1999), che vede interagire in un sistema di feedback fattori antropici e fisici di desertificazione (cfr. § 2.1, Figura 7). Da quanto descritto nel § 2 è evidente che determinate configurazioni di fattori fisici (aridità, siccità, erosività, morfologia e orografia, substrato geologico) ampliano gli effetti dei processi di degrado innescati dall'azione antropica. Anche nel caso in cui il principale fattore responsabile del degrado sia un fattore climatico, come nel caso del ruolo della siccità nel deperimento quercino (cfr. § 2.8.1), l'intensificazione (in termini di frequenza e diffusione) del fattore scatenante è sempre da mettere in relazione a trasformazioni ambientali d'origine antropica (vedi ancora § 2.1, Figura 7, climate change).

Il "posizionamento" dei fenomeni di degrado/ripristino della funzionalità dei sistemi forestali rispetto alla rete di relazioni causali sopra descritte favorisce, inoltre, la composizione di un quadro complessivo sugli aspetti in gioco nel tema in oggetto e, conseguentemente, sui "vuoti" più palesi nello stato attuale delle conoscenze in materia.

4. RAPPRESENTAZIONE SISTEMATICA DEI FENOMENI DI DEGRADO DEI SISTEMI FORESTALI NELLE AREE MEDITERRANEE D'ITALIA

4.1. Sistematizzazione delle conoscenze sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali

Il paradigma d'inquadramento dei processi di degrado/recupero della funzionalità dei sistemi forestali definito nel § 3 viene applicato in questa sezione per classificare i fenomeni descritti nel § 2 secondo tipologie riferibili a un medesimo sistema di cause, alle quali possono essere riferite una o più manifestazioni di degrado (ma anche di ripristino) della funzionalità dei sistemi forestali. Le tipologie sono:

1. degrado da espansione su scala territoriale delle attività pastorali;
2. degrado da incendi boschivi;
3. deperimento delle specie quercine;
4. degrado nei boschi di sughera;
5. degrado e deperimento della vegetazione costiera;
6. degrado/ripristino delle funzioni dei sistemi forestali conseguente alla realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschimenti.

Per ciascuna tipologia verranno indicati:

- il livello di diffusione del fenomeno o dei suoi fattori responsabili (nel caso di attività pastorali o incendi) a scala nazionale, per dare un'indicazione, di larga massima, delle aree ove la tipologia di degrado è rappresentata;
- gli effetti, attualmente noti, della causa di degrado sulla funzionalità dei sistemi forestali, con riferimento agli studi in cui sono stati descritti.

4.2. Principali tipologie di fenomeni di degrado dei sistemi forestali descritte in Italia

4.2.1. Degrado da espansione su scala territoriale delle attività pastorali

Diffusione: Il fenomeno è segnalato in tutte le regioni dell'Italia mediterranea peninsulare e insulare. Sardegna e Sicilia sono le regioni in cui esso si manifesta con maggiore evidenza e per le quali è dimostrato uno stretto rapporto di causalità tra attività pastorali e incendi boschivi. Studi sull'impatto degli incendi e del pascolo sulla dinamica della vegetazione forestale nelle due isole (cfr. § 2.5) dimostrano anche come la fisionomia reale della vegetazione forestale, semplificata rispetto ai livelli di complessità strutturale e compositiva potenzialmente raggiungibile in rapporto alle condizioni stazionali, possa essere assunta come indicatore sintetico dell'azione congiunta di questi due fattori di degrado a scala territoriale.

Effetti: L'espansione, non correttamente pianificata, delle attività pastorali produce, come illustrato nel § 2.3 impatti in termini di deforestazione e pascolo brado eccessivo e incontrollato nei territori forestali. Nel complesso le principali manifestazioni del degrado, finora descritte, conseguenti a tali impatti sono (Tabella 17):

- scala territoriale (comunale-regionale)
 - diminuzione dei territori forestali per l'apertura nuovi pascoli;
 - diffusione di superfici forestali con grado di copertura anche molto scarso (nelle forme più degradate anche inferiore al 15%) e di tipologie vegetazionali interpretabili come forme di degrado dei sistemi forestali (gariga, cespuglieti, macchie degradate); ciò anche per l'effetto congiunto di elevata pressione della ceduzione e degli incendi.
- scala locale
 - riduzione, della produttività biologica dei sistemi forestali;
 - prevalenza delle specie xerofile (es. gen. *Cistus*);
 - fenomeni di erosione di varia severità (laminare, incanalata), in corrispondenza delle aree ove si concentra maggiormente il carico pascolante;
 - diminuzione dello spessore degli orizzonti organici (nelle forme più gravi di degrado < 2 cm o addirittura assenti);
 - alterazione nella attività biologica del suolo e nella struttura della pedofauna.

Effetti non ancora studiati in modo specifico, ma verosimilmente collegati a quanto detto sono alterazioni a scala territoriale e locale nella disponibilità e diversità di habitat legati ai sistemi forestali e dunque riflessi sulla biodiversità locale nonché sul paesaggio.

	S		I		
	Riduzione della copertura forestale	Riduzione della complessità strutturale e compositiva	Riduzione della biomassa e della produttività biologica	Degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazioni nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Deforestazione per apertura di pascoli	1				
Pascolo eccessivo e incontrollato	2	1, 2, 3		2, 3	

Tabella 17 - Manifestazioni del degrado dei sistemi forestali derivanti dall'espansione incontrollata, delle attività pastorali su scala territoriale (campitura arancio).
I numeri riportati corrispondono all'indicativo degli studi analizzati nel rapporto che descrivono in modo specifico i fenomeni in oggetto. Effetti verosimili, ma non specificamente studiati, sono indicati con campitura gialla

4.2.2. Degrado da incendi boschivi

Diffusione: Come illustrato nel § 2.4.1 il fenomeno degli incendi boschivi è diffuso in tutte le regioni mediterranee dell'Italia peninsulare e insulare; le regioni in cui si registra la più alta incidenza degli incendi sulle superfici boscate regionali sono Puglia e Sicilia.

In Sardegna (SS, NU, OR) si verifica il maggior numero di incendi estivi di grande dimensione/intensità (8-18 incendi nel periodo giugno-ottobre superano i 100 ha di superficie percorsa).

Come già detto nel § 4.2.1, la fisionomia reale della vegetazione forestale “riflette” la distribuzione e la ricorrenza del disturbo da incendi a scala territoriale.

Effetti: Il degrado dei sistemi forestali che si verifica nelle aree percorse da incendio è riferibile a (Tabella 18):

- diminuzione della capacità di protezione del suolo, che si manifesta con un aumento del fenomeno erosivo nel post-incendio; il perdurare dell'effetto dipende dalla velocità di ricostituzione della copertura vegetale;
- modifiche immediate e temporanee nella comunità vegetale, che nelle fasi di ricostituzione post-incendio attraversa vari stadi con diverso grado di semplificazione strutturale e compositiva rispetto alla fase prima dell'incendio. Se gli incendi non hanno intensità o frequenze troppo elevate la comunità originaria si ricostituisce nell'arco di pochi anni. Altrimenti può prodursi una forte riduzione delle specie che costituivano la fitocenosi, con l'affermazione di specie pioniere più tolleranti, che a loro volta possono alterare il regime degli incendi aumentandone la frequenza. Ciò porta rapidamente alla sostituzione e alla degenerazione della comunità vegetale originaria. In questa situazione, sono verosimili anche modifiche nella struttura della zoocenosi su scala locale e territoriale.

	S		I		
	Riduzione della copertura forestale (temporanea /permanente)	Riduzione della complessità strutturale e compositiva (temporanea /permanente)	Riduzione della biomassa e della produttività biologica	Degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazioni nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Incendi boschivi		4, 6, 7		4, 5	

Tabella 18 - Manifestazioni del degrado dei sistemi forestali conseguenti agli incendi boschivi (campitura arancio). I numeri riportati corrispondono all'indicativo degli studi analizzati nel rapporto che descrivono in modo specifico i fenomeni in oggetto. Effetti verosimili, ma non specificamente studiati, sono indicati con una campitura gialla

4.2.3. Deperimento delle specie quercine

Diffusione: In tutte le regioni a clima mediterraneo del territorio nazionale (cfr. § 2.8.1, Figura 20) sono state segnalate stazioni forestali colpite dalla sindrome del deperimento quercino.

Effetti: Fenomeni di morte diffusa e relativamente rapida sia a scala locale (gruppi d'individui) che su comprensori forestali estesi, cui conseguono le manifestazioni di degrado riportate nella Tabella 19.

	S		I		
	Riduzione della copertura forestale	Riduzione della complessità strutturale e compositiva	Riduzione della biomassa e della produttività biologica	Degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazioni nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Deperimento delle specie quercine	13				

Tabella 19 - Manifestazioni del degrado dei sistemi forestali conseguenti al deperimento quercino (campitura arancio). I numeri riportati corrispondono all'indicativo degli studi analizzati nel rapporto che descrivono in modo specifico i fenomeni in oggetto. Effetti verosimili, ma non specificamente studiati sono indicati con una campitura gialla

4.2.4. Degrado nei boschi di sughera

Diffusione: Fenomeno osservato in diversi territori della Sardegna (Iglesiente, Gallura, Marghine e Planargia), ma verosimilmente presente a scala più vasta nelle sugherete soggette a intensa pressione antropica per scopi produttivi (Tabella 20).

Effetti:

- declino della presenza delle sugherete a scala territoriale;
- semplificazione strutturale dei popolamenti e presenza esclusiva di individui d'origine agamica;
- alterazione della composizione floristica verso forme tipiche delle aree coltivate e diminuzione della presenza delle specie arboree;
- diminuzione (verosimile) della produttività biologica conseguente alla frequenza e virulenza degli attacchi di insetti fitofagi e patogeni.

	S		I		
	Riduzione della copertura forestale	Riduzione della complessità strutturale e compositiva	Riduzione della biomassa e della produttività biologica	Degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazioni nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Degrado dei boschi di sughera	14	14			

Tabella 20 - Manifestazioni del degrado dei boschi di sughera (campitura arancio). I numeri riportati corrispondono all'indicativo degli studi analizzati nel rapporto che descrivono in modo specifico i fenomeni in oggetto. Effetti verosimili, ma non specificamente studiati sono indicati con una campitura gialla

4.2.5. Degrado e deperimento della vegetazione costiera

Diffusione: I fenomeni in oggetto sono, potenzialmente, osservabili lungo tutti i litorali costieri (coste sabbiose, dune litoranee) della penisola italiana. In particolare il fenomeno del deperimento della vegetazione costiera da aerosol marino inquinato ha una distribuzione puntiforme lungo i litorali liguri, toscano, laziale e pugliese.

Effetti: Le alterazioni ambientali e antropiche che gravano sul sistema dunale costiero comportano effetti sulla vegetazione forestale in esse presenti e sul suolo riferibili a (Tabella 21):

- declino e frammentazione della vegetazione forestale dunale a scala territoriale;
- diminuzione della capacità di conservazione del suolo per erosione della duna.

Il deperimento della vegetazione costiera dovuto ad aerosol marino comporta un progressivo disseccamento della chioma che, con il perdurare del contatto con l'agente inquinante, porta alla morte degli individui colpiti.

	S		I		
	Riduzione della copertura forestale	Riduzione della complessità strutturale e compositiva	Riduzione della biomassa e della produttività biologica	Degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazioni nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Degrado/Deperimento della veg. costiera	15, 16			15	

Tabella 21 - Manifestazioni del degrado e del deperimento della vegetazione costiera (campitura arancio). I numeri riportati corrispondono all'indicativo degli studi analizzati nel rapporto che descrivono in modo specifico i fenomeni in oggetto. Effetti verosimili, ma non specificamente studiati sono indicati con una campitura gialla

4.2.6. Degrado/ripristino delle funzioni dei sistemi forestali conseguente alla realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschimenti

Diffusione: Gli impianti di arboricoltura da legno realizzati con specie esotiche (*Eucalyptus* spp., *Pinus radiata*) o i rimboschimenti di conifere (pini mediterranei, cipressi) sono una realtà comune in tutte le regioni mediterranee e rivestono superfici consistenti soprattutto in Sicilia, Sardegna e Calabria.

Effetti: Nelle piantagioni di eucalitti sono stati osservati gli effetti di seguito riportati (Tabella 22).

	S		I		
	Ampliamento della copertura forestale	Riduzione/aumento della complessità strutturale e compositiva	Riduzione/aumento della biomassa e della produttività biologica	Riduzione/aumento della degradazione fisica e biologica del suolo	Alterazioni/conservazione nella disponibilità e struttura dell'habitat forestale
Piantagioni forestali		4, 10, 11	11, 12	4, 8, 9	4, 12

Tabella 22 - Manifestazioni del degrado/ripristino delle funzioni dei sistemi forestali conseguente alla realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschimenti (campitura arancio). I numeri riportati corrispondono all'indicativo degli studi analizzati nel rapporto che descrivono in modo specifico i fenomeni in oggetto

- Situazioni generalizzate di non sempre elevata efficienza produttiva rispetto alle potenzialità di sviluppo della specie, sebbene ciò non si possa considerare un effetto della piantagione in sé quanto di valutazioni errate nella scelta dei siti d'impianto. Per avere un'idea dell'aumento/perdita relativa della capacità produttiva dei terreni conseguente alle piantagioni di eucalitto bisognerebbe casomai valutare se la produttività delle piantagioni è inferiore a quella della vegetazione spontanea eventualmente rimossa per realizzazione dell'impianto;
- Effetti contrastanti nel miglioramento della capacità protettiva del suolo rispetto alle coperture vegetali naturali pre-esistenti all'impianto. A scala di microbacino (ordine di grandezza: un ettaro), la copertura di eucalitti, uniforme e continua, migliora la protezione del suolo rispetto alla copertura erbacea (tipica per es. dei pascoli). Viceversa, anche una quota minoritaria del microbacino priva di vegetazione (basta il 20-30%) determina un contributo in termini di trasporto solido che può vanificare tale effetto. Anche all'interno di un piccolo bacino, la variabilità delle condizioni microstazionali (esposizione) incide nella formazione dei deflussi sotto la copertura di eucalitto, attraverso il condizionamento sullo sviluppo dello strato erbaceo (nel periodo successivo alla ceduzione) e sulla produzione di lettiera, entrambi fattori di contenimento del trasporto solido. La ceduzione non comporta sostanziali alterazioni di questa capacità, se vengono adottati opportuni accorgimenti (rilascio dei residui di lavorazione sul terreno). La capacità di protezione non è tuttavia durevole, se non intervengono processi di rinaturalizzazione delle piantagioni;
- Effetti contrastanti sulla diversità locale; dove la vegetazione spontanea è stata mantenuta nella realizzazione dell'impianto, si sono conservati anche gli habitat e la diversità di specie animali ad essa legata. Viceversa, nelle aree ove l'impianto è stato realizzato previa eradicazione della vegetazione spontanea si hanno sensibili alterazioni floristiche e riduzione della diversità faunistica.

Negli impianti di *Pinus radiata* le osservazioni attualmente disponibili indicano:

- un miglioramento nella produttività biologica nei terreni rimboschiti, che presentano valori di biomassa superiori alla vegetazione spontanea preesistente il rimboschimento;
- più alti valori di diversità specifica, rispetto alla vegetazione spontanea e condizioni di copertura forestale che favoriscono l'ingresso di specie autoctone (leccio) e dunque probabili processi di rinaturalizzazione.

Riguardo agli effetti dei rimboschimenti di conifere è stato osservato:

- capacità di sviluppo sui terreni degradati delle conifere mediterranee su suoli argillosi in forte erosione, i cipressi mostrano migliore accrescimento;
- ove le tecniche d'impianto salvaguardano della vegetazione spontanea originaria (lavorazioni localizzate), si ha:
 - migliore accrescimento delle specie del rimboschimento;
 - miglioramento della capacità di protezione del suolo;
 - conservazione della diversità vegetale originaria.

5. PRINCIPALI LACUNE E CARENZE CONOSCITIVE NEI PROGRAMMI DI RICERCA SUL TEMA DEL DEGRADO DEI SISTEMI FORESTALI IN CONNESSIONE AI FENOMENI DI DESERTIFICAZIONE IN ITALIA

Dallo stato delle conoscenze raccolto in questo rapporto sui rapporti tra sistemi forestali e processi di desertificazione emerge con evidenza la necessità di coordinamento, integrazione e contestualizzazione delle attività di ricerca su questo tema in Italia. Quest'esigenza è stata espressa dallo stesso Comitato Nazionale per la Lotta alla Desertificazione (CNLD) nell'obiettivo di creare di una rete di "antenne di ricerca" per il monitoraggio della desertificazione (AAVV, 1999), che raccogliesse in modo sistematico e continuo, dati e informazioni scientifiche su vari temi tra cui lo stato di efficienza funzionale degli ecosistemi. Si cercherà di evidenziare in quanto segue considerazioni di carattere generale sulle principali criticità da affrontare per la realizzazione di tale obiettivo.

1. Gli studi finora realizzati hanno prodotto risultati difficilmente confrontabili tra loro. In prospettiva bisognerà cercare di definire, sulla base dei risultati acquisiti, metodologie d'indagine standardizzate che possano essere applicate a diverse scale d'interesse per lo studio e il monitoraggio dei diversi aspetti coinvolti nei processi di degrado dei sistemi forestali. Infatti, ad eccezione del progetto MEDALUS – tra le cui finalità vi è anche la definizione indicatori e modelli di valutazione dei processi di desertificazione - le altre ricerche sono nate con l'obiettivo di studiare i fenomeni degrado in quanto tali, senza porsi il problema di confrontare a scala territoriale i fenomeni in atto. Ciascuno studio prende in considerazione una delle cause del degrado (ripristino) della funzionalità dei sistemi forestali (forze guida, pressioni) fornendo elementi conoscitivi per la rappresentazione di alcuni dei loro effetti, ovvero delle manifestazioni del degrado rilevabili nelle modifiche dello stato dei sistemi forestali o nel declino (recupero) della loro funzionalità. Le diverse descrizioni prodotte sono tuttavia difficilmente comparabili e questo limita

fortemente la composizione di un quadro conoscitivo complessivo. Ciò per almeno due motivi:

- la diversità dei sistemi di osservazione adottati (scala, variabili e metodologie di raccolta ed elaborazione) influenza in modo determinante le possibilità di confronto tra i risultati ottenuti nelle diverse aree d'indagine. Anche laddove vengono adottati indicatori comuni di uno stesso processo di degrado (es. erosione post-incendio nelle aree percorse da incendio) non è possibile un confronto tra i diversi studi in quanto gli indicatori valutano processi che avvengono su scale diverse (es. misurazioni su microscala dei processi di erosione vs. stime con significato statistico di processi erosivi post incendio a scala territoriale). Nella fattispecie, nelle ricerche analizzate sono stati impiegati almeno quattro tipi di sistemi d'osservazione, riportati nel dettaglio nel Box 2, per fornire idea complessiva degli approcci metodologici finora seguiti per lo studio dei processi in oggetto. Nell'Allegato IV viene invece riportato l'elenco complessivo dei lavori considerati nel rapporto in termini di risultati prodotti dai rispettivi sistemi di osservazione;
 - le zone di studio non sono distribuite sulla base di una stratificazione che tenga conto della diffusione spaziale e della ricorrenza dei fattori responsabili dei processi di degrado analizzati. Non si conosce dunque la rappresentatività statistica delle situazioni descritte e non è quindi possibile inferire dai singoli casi analizzati, le proprietà generali dei fenomeni alla scala territoriale di riferimento.
2. La realtà forestale considerata negli studi analizzati non coincide, nella maggior parte dei casi, con quella prevalentemente presente nelle aree più sensibili alla desertificazione sul territorio nazionale. Confrontando la localizzazione geografica degli studi o delle osservazioni descritti nel rapporto rispetto alla distribuzione geografica delle aree mappate come sensibili alla desertificazione a scala nazionale (Figura 24, Figura 25, Figura 26) emerge che le aree d'indagine sono, nella maggior parte dei casi, localizzate al di fuori delle zone sensibili. Poiché proprio in queste aree particolari configurazioni di fattori naturali e antropici (condizioni di aridità dei suoli, pericolo di incendi, variazioni demografiche) predispongono i sistemi forestali a processi di degrado, è verosimile che in esse si possano trovare altre situazioni rappresentative, ma non ancora indagate, del degrado dei sistemi forestali nelle aree mediterranee. Non esiste, per es., alcuno studio specifico sul degrado delle pinete mediterranee nelle regioni ove esse rappresentano frazioni significative della superficie forestale presente nelle aree sensibili (87% in Calabria, 50% in Basilicata e Puglia e 14% in Sardegna e Sicilia). Analogamente, in Sardegna solo due studi interessano direttamente il degrado delle coperture a leccio o sughera che rappresentano, dopo la macchia bassa e le garighe, le coperture forestali più diffuse nelle aree a rischio. In Basilicata, ove tali coperture rappresentano quasi il 40% delle superfici forestali nel territorio sensibile non vi è alcuno studio. Viceversa sono ben rappresentati attraverso gli studi condotti in Sardegna e Calabria vari aspetti dei fenomeni di degrado delle piantagioni forestali con latifoglie (*Eucalyptus* sp.) e conifere (*Pinus radiata*) non native, sebbene queste coperture rappresentino una percentuale inferiore all'1% del territorio sensibile in Sardegna e in Sicilia.

3. Lo studio dei sistemi di relazioni funzionali che governano i processi di degrado in un determinato contesto territoriale non viene affrontato in modo integrato nell'ambito di una stessa ricerca. Un esempio è lo studio dei rapporti tra un fattore di pressione, come gli incendi boschivi e i loro effetti in termini di degrado delle coperture forestali, a scala locale. Le osservazioni relative agli effetti degli incendi (modifiche nella biocenosi e degrado del suolo) non sono collegate all'ambiente pirologico del territorio in esame (frequenza degli incendi, superfici medie percorse, incidenza degli incendi per tipi diversi di copertura forestale) e gli impatti sulle diverse dimensioni del degrado dei sistemi forestali (produttività biologica, capacità protettiva e biodiversità) non sempre vengono analizzati contestualmente all'interno delle aree di una stessa indagine.

La possibilità di inserire le attività di studio sui processi di degrado dei sistemi forestali all'interno di una rete permanente di monitoraggio è strettamente collegata a tutte queste considerazioni. Esse si possono sintetizzare nell'esigenza di rilevare gli indicatori su aree rappresentative scelte in base a disegni campionari appositamente configurati (intensità e tipologia dei fattori di degrado, tipologie boschive, tipologie di suoli ecc.).

Il sistema di monitoraggio dovrebbe prevedere inoltre uno schema analogo per il controllo dei risultati delle attività di mitigazione (efficacia dei rimboschimenti nel recupero delle funzioni soggette a degrado).

1. Aree sperimentali (ordine di grandezza 1-10 m²), ovvero punti d'osservazione permanenti ove vengono misurati per periodi di tempo relativamente lunghi (almeno superiori ai due anni) parametri relativi ai deflussi liquidi e solidi, in plot sperimentali posti in stazioni con diverse caratteristiche fisiche, di copertura e di uso del suolo. In alternativa, la presenza e l'intensità dei processi di degrado del suolo viene inferita indirettamente, dai caratteri di profili pedologici rappresentativi (presenza e sviluppo dell'orizzonte organico, profondità del suolo, tipo ed estensione dell'erosione superficiale, pietrosità superficiale). I caratteri delle coperture vegetazionali, che influenzano il comportamento idrologico a questa scala, vengono descritti puntualmente, attraverso rilievi floristici, dendrometrici e strutturali. In questo gruppo possono essere incluse anche tutte le osservazioni relative alla valutazione degli effetti dei rimboschimenti in zone aride in termini di miglioramento della produzione biologica (biomassa) e di incremento della diversità specifica.

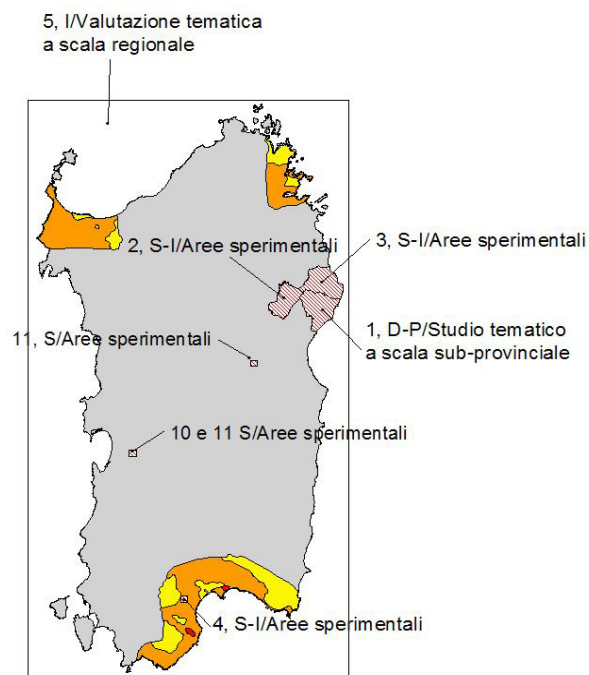
2. Micro-bacini strumentati (ordine di grandezza 1 ha), ove l'idrologia del bacino (monitorata attraverso misurazioni degli afflussi, deflussi, trasporto solido) viene usata per descrivere sinteticamente, le dinamiche idrologiche ed erosive di aree a diversa copertura vegetazionale.

3. Indagini di campagna per il riconoscimento di fenomeni di degrado specifici a scala territoriale: è così che vengono rilevati sui popolamenti forestali i fenomeni di deperimento descritti per le specie quercine o per la vegetazione costiera. In genere, si tratta di rilievi visivi speditivi finalizzati al riconoscimento dei sintomi caratteristici dei fenomeni in oggetto. In alcuni casi le zone vulnerabili ai fenomeni vengono battute in modo sistematico (es. rilievo dei danni alla vegetazione costiera in Liguria e Puglia).

4. Studi e valutazioni tematiche a scala territoriale (da regionale a sub-provinciale); in questa categoria possono essere compresi:

- analisi delle trasformazioni dell'uso del suolo in ambiti territoriali rappresentativi; le dinamiche di trasformazione dell'uso del suolo sono un indicatore sintetico delle interazioni tra il sistema socio-economico e quello biofisico e hanno stretta relazione con le pressioni sulle coperture forestali (es. deforestazione per la creazione di pascoli);
 - Indagini per la valutazione dei processi di erosione del suolo innescati dall'eliminazione temporanea della copertura forestale per gli incendi boschivi. In questo caso il sistema d'osservazione s'incentra sulle relazioni tra pressioni sulle coperture forestali (incendi) e suoi effetti sul degrado fisico del suolo.
-

Regione Sardegna
Localizzazione delle aree di indagine
rispetto al territorio sensibile
alla desertificazione



 Localizzazione dell'area d'indagine

Aree vulnerabili alla desertificazione

 aree poco sensibili
 aree mediamente sensibili
 aree molto sensibili

Figura 24 - Regione Sardegna: distribuzione degli studi sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali rispetto alle aree sensibili alla desertificazione censite a scala nazionale. I codici riportano l'identificativo dello studio, la posizione DPSIR e il tipo di sistema d'osservazione adottato

Regione Sicilia
Localizzazione delle aree di indagine
rispetto al territorio sensibile
alla desertificazione

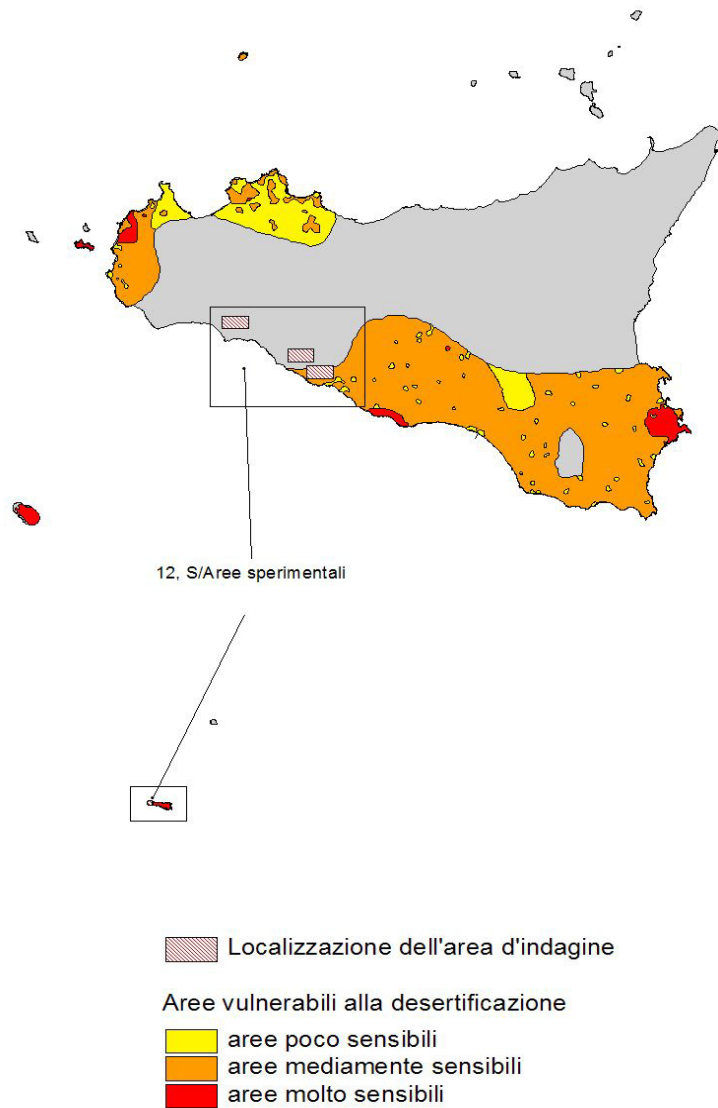


Figura 25 - Regione Sicilia: distribuzione degli studi sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali rispetto alle aree sensibili alla desertificazione censite a scala nazionale. I codici riportano l'identificativo dello studio, la posizione DPSIR e il tipo di sistema d'osservazione adottato

Regione Calabria, Basilicata e Puglia Localizzazione delle aree di studio
rispetto al territorio sensibile alla desertificazione

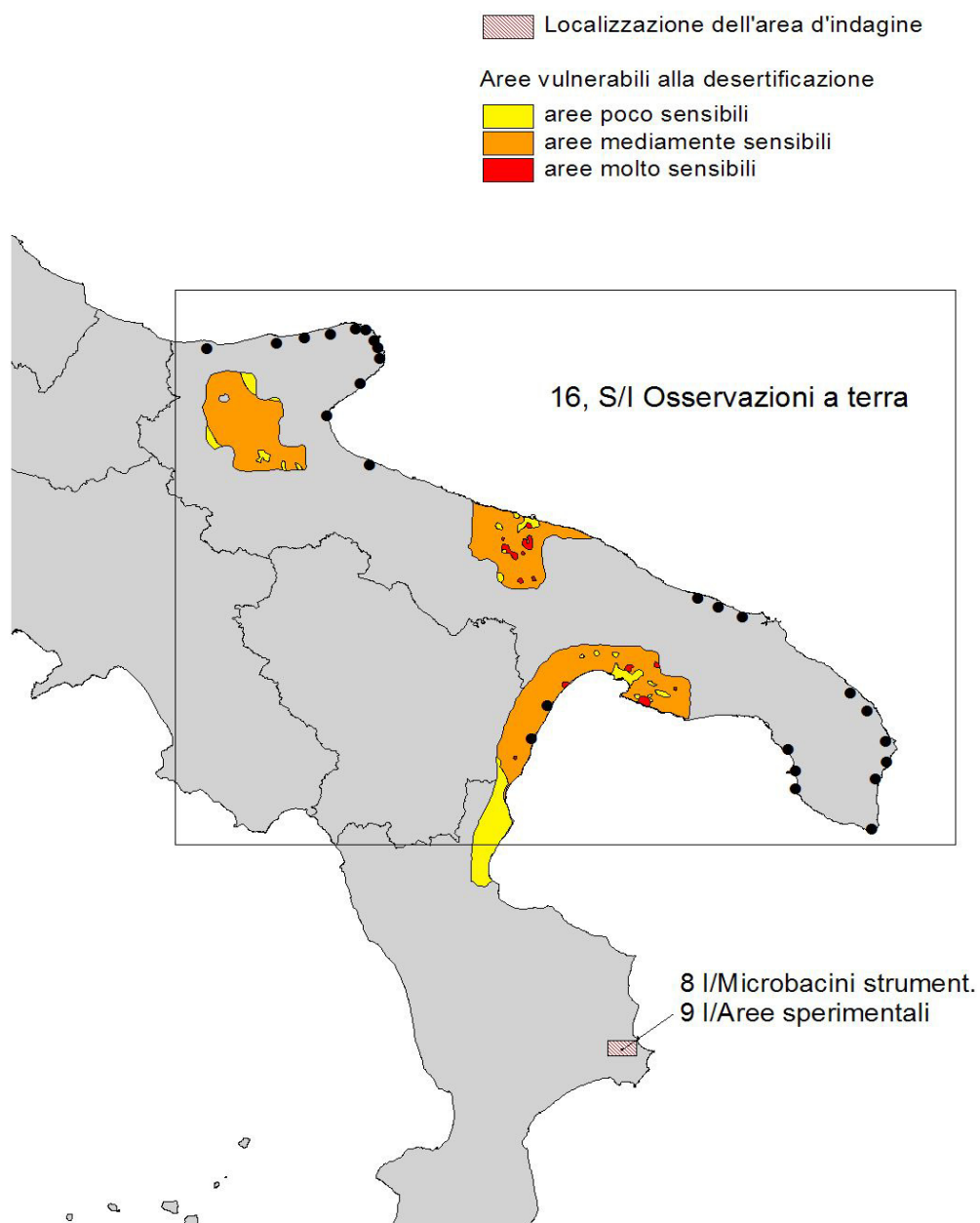


Figura 26 - Regione Calabria, Basilicata e Puglia: distribuzione degli studi sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali rispetto alle aree sensibili alla desertificazione censite a scala nazionale. I codici riportano l'identificativo dello studio, la posizione DPSIR e il tipo di sistema d'osservazione adottato

Allegato I - Richiami sulla mappatura a scala nazionale del fenomeno della desertificazione in Italia

La definizione di desertificazione adottata dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e/o desertificazione (UNCCD) "degrado delle terre nelle aree aride, semi-aride e sub-umide secche, attribuibile a varie cause, fra le quali variazioni climatiche ed attività umane" circoscrive il territorio suscettibile all'innescio del fenomeno desertificazione a specifiche configurazioni climatiche.

Segnatamente, secondo la definizione UNCCD la desertificazione è una forma di degrado delle terre che colpisce o minaccia quei territori ove il rapporto tra la precipitazione media annua e l'evapotraspirazione potenziale media annua (indice di aridità,) si situa nell'intervallo tra 0,05 a 0,65, ovvero a bilancio idrico negativo più o meno spinto.

In Italia, l'individuazione di tali porzioni di territorio è stata condotta dal Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali della Presidenza del Consiglio dei Ministri attraverso la predisposizione di una mappa nazionale dell'indice d'aridità (Ia), basata sui dati climatici relativi ai periodi 1921-50 e 1961-90 (AAVV, 1999). Il territorio italiano è stato così suddiviso nelle tre zone:

Valori di Ia	Zone climatiche
< 0,5	aride e semi-aride
0,5 ÷ 0,65	sub-umide secche
> 0,65	umide e iper-umide

Nella Figura 27 si riporta la distribuzione spaziale dell'indice d'aridità relativa al periodo 1961-1990. Come si può osservare, le zone potenzialmente vulnerabili all'innescio di fenomeni di degrado delle terre, per configurazione climatica, si distribuiscono nelle regioni dell'Italia meridionale e insulare (Puglia, Calabria, Basilicata, Sicilia e Sardegna).

A partire da tale carta è stato prodotto l'unico documento omogeneo e disponibile a scala nazionale per l'inquadramento del territorio sensibile alla desertificazione. È la "Carta delle aree sensibili alla desertificazione (scala 1:1.250.000, Figura 1) prodotta nell'ambito delle attività del Piano di Azione Nazionale per la Lotta alla Desertificazione. Essa è stata ottenuta incrociando la carta dell'indice di aridità con altri tre indici spaziali relativi a fattori fisici e socio-economici, classificati secondo tre diversi livelli di predisposizione a processi di desertificazione: non sensibile, sensibile, molto sensibile. Gli strati informativi utilizzati nell'elaborazione sono (Loguercio, 1999):

- indice pedoclimatico: la vulnerabilità è stata derivata dalle caratteristiche di regime idrico dei suoli (udico, xerico, xerico-torrico);
- indice di uso del suolo: derivato dalle classi d'uso e copertura del suolo database europeo Corine Land Cover (III livello). Il livello più alto di predisposizione corrisponde alle aree percorse da incendio o con vegetazione rada, il più basso è stato attribuito ai corpi idrici, centri abitati e zone industriali;

- indice di variazione demografica: ottenuto attraverso una carta della variazione demografica nel periodo 1981-1991 elaborata a scala comunale sulla base dei censimenti ISTAT. Le aree non sensibili corrispondono a variazioni demografiche <20%, le aree sensibili tra il 20%-40%, le aree molto sensibili >40%.

La superficie così stimata delle aree vulnerabili è pari a circa 16500 km², circa il 5,5% del territorio nazionale. Le aree vulnerabili ricadono nei bacini idrografici di competenza delle autorità dei bacini: regionali pugliesi, regionali lucani, interregionale del Bradano, interregionale del Sinni, regionali calabri, regionali siciliani e regionali sardi.

Tale lavoro dovrà essere in futuro completato secondo le norme del D.Lgs 152/1999. Segnatamente, è prevista l'integrazione delle seguenti basi dati: indice di siccità, indice di erodibilità, caratteristiche morfologiche dei versanti, capacità di ritenzione idrica del suolo, indice di vegetazione NDVI, aree incendiate, fattori economico-produttivi e socio-demografici, rapporto tra disponibilità e consumi di risorsa idrica.



Figura 27 - Indice di aridità in Italia, valutato sulla base dei dati climatici relativi al trentennio 1961-90

(fonte: AA.VV., 1999)

Sardegna, Sicilia, Basilicata e Puglia hanno prodotto a loro volta cartografie a scala regionale (1:250,000) delle aree vulnerabili alla desertificazione, sulla base di metodologie d'elaborazione basate su indicatori relativi al clima (aridità e siccità), copertura del suolo e caratteristiche pedologiche; gli indicatori di natura socio-economica non sono stati invece pienamente impiegati nei criteri di valutazione (UNCCD, 2002). Il territorio a rischio risulta più esteso di quello mappato a scala nazionale, ma poiché le classi di rischio, non essendo note le metodologie adottate, sono verosimilmente non comparabili, questi dati non sono stati utilizzati nel presente rapporto per l'inquadramento tipologico e geografico del territorio forestale presente nelle aree vulnerabili.

Per valutazioni a scala di bacino è stato definito uno specifico modello di mappatura delle aree sensibili alla desertificazione, applicato in Italia nell'area campione della Val d'Agri (Basilicata). Come già accennato nel § 1.2 il modello si basa sulla metodologia ESA (Environmental Sensitive Areas to Desertification-ESAs) sviluppata nell'ambito del progetto MEDALUS (www.medalus.demon.co.uk; Kosmas 1998, 1999; Basso et al., 1998; Basso et al. 2000).

La mappatura della vulnerabilità prende in considerazione quattro tipologie di fattori ambientali predisponenti: clima, suolo, uso e copertura del suolo; caratteri economico-sociali. Per ogni fattore sono stati elaborati su base spaziale livelli informativi relativi ad attributi specifici (suolo: tessitura, pietrosità superficiale, profondità del suolo, drenaggio, pendenza; clima: esposizione, piovosità, indice di aridità di Bagnouls-Gaussen; vegetazione: rischio d'incendio, protezione dall'erosione, resistenza alla siccità; fattori socio-economici: indice d'anzianità, indice di analfabetismo, indice d'occupazione, indice di pensionamento). Per ciascun attributo sono stati definiti classi e coefficienti, in base all'influenza che esso ha nella formazione dei profili di vulnerabilità (Tabella 23). Per ciascun fattore è stato quindi calcolato un "indice di qualità" (media geometrica dei diversi coefficienti di rischio), ovvero un valore assoluto che esprime il contributo complessivo di ciascun fattore nella formazione del profilo di vulnerabilità. L'indice complessivo di vulnerabilità è ottenuto attraverso la media geometrica degli indici di qualità.

Più recentemente è stato avviato un progetto per la realizzazione di un "Atlante Nazionale delle aree soggette a desertificazione" finanziato dalla Direzione per la Difesa del Territorio del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e dall'Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo.

L'obiettivo è mappare sia aree già desertificate (per processi di erosione idrica, urbanizzazione o salinizzazione) sia aree a rischio di desertificazione, per una combinazione di fattori predisponenti e scatenanti (scala di lavoro 1:250,000-1:100,000). La metodologia di lavoro prevede l'integrazione di database spaziali relativi a indici climatici e pedoclimatici (spazializzati con risoluzione maggiore di quella utilizzata nella realizzazione della Carta delle aree sensibili alla desertificazione) con altri archivi geografici da realizzare ad hoc a partire da banche dati esistenti su fattori di pressione (es. identificazione di aree: soggette a pascolo eccessivo, irrigue con problemi di approvvigionamento idrico, con forte pressione demografica, soggette ad incendi ecc.).

È inoltre prevista una fase di validazione delle stime ottenute in aree campione distribuite in Sicilia e Sardegna in macroambienti diversi. Nelle aree naturali e naturaliformi, in particolare, la validazione consisterà in un'indagine sulla risposta della vegetazione ai processi di desertificazione, per verificarne la corrispondenza con i fattori che hanno concorso alla formazione della classe di rischio.

In definitiva, il progetto per la predisposizione dell'Atlante Nazionale delle aree soggette alla desertificazione propone un'individuazione e mappatura del fenomeno desertificazione che segue una definizione più ampia di quella proposta in sede UNCCD e più ancorata, nella costruzione del modello di valutazione, alla descrizione di fattori e processi reali, piuttosto che di indici derivati o stime.

Come tale, l'Atlante potrà fornire in futuro una rappresentazione più realistica del fenomeno desertificazione in Italia.

Soil Quality <table> <tr><th colspan="2">Soil Texture</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>L, SCL, SL, LS, CL</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>SC, SiL, SiCL</td></tr> <tr><td>1.66</td><td>Si, C, SiC</td></tr> <tr><td>2</td><td>S</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Rock Fragments Cover</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>> 60 %</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>20 - 60 %</td></tr> <tr><td>2</td><td>< 20 %</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Soil Depth</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>> 75 cm</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>30 - 75 cm</td></tr> <tr><td>2</td><td>< 30 cm</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Drainage</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>well drained</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>imperfectly</td></tr> <tr><td>2</td><td>poor drained</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Slope</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>< 6 %</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>6 - 18 %</td></tr> <tr><td>1.66</td><td>18 - 35 %</td></tr> <tr><td>2</td><td>> 35 %</td></tr> </table>	Soil Texture		Scores	Classes	1	L, SCL, SL, LS, CL	1.33	SC, SiL, SiCL	1.66	Si, C, SiC	2	S	Rock Fragments Cover		Scores	Classes	1	> 60 %	1.5	20 - 60 %	2	< 20 %	Soil Depth		Scores	Classes	1	> 75 cm	1.5	30 - 75 cm	2	< 30 cm	Drainage		Scores	Classes	1	well drained	1.5	imperfectly	2	poor drained	Slope		Scores	Classes	1	< 6 %	1.33	6 - 18 %	1.66	18 - 35 %	2	> 35 %	Vegetation Quality <table> <tr><th colspan="2">Plant Cover</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>> 40 %</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>40 - 10 %</td></tr> <tr><td>2</td><td>< 10 %</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Fire Risk</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>-</td><td>Urban; Water.</td></tr> <tr><td>1</td><td>Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated); Permanent Agriculture (olive, vines, almonds, orchard); Crops (maize, tobacco, sunflower, rice).</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>Cereals; Grasslands; Deciduous (oak, mixed); Mixed Mediterranean macchia-Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>).</td></tr> <tr><td>1.66</td><td>Mediterranean macchia.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Conifer.</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Erosion Protection</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>-</td><td>Urban; Water.</td></tr> <tr><td>1</td><td>Mixed Mediterranean macchia-Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>).</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>Mediterranean Macchia; Conifer.</td></tr> <tr><td>1.4</td><td>Deciduous (oak, mixed); Permanent grasslands;</td></tr> <tr><td>1.6</td><td>Evergreen Permanent Agriculture</td></tr> <tr><td>1.8</td><td>Deciduous Permanent Agriculture (almonds, orchard).</td></tr> <tr><td>2</td><td>Crops (wheat, maize, rice, oats, barley, annual grasslands, ...); Vines; Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated).</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Drought Resistance</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>-</td><td>Urban; Water.</td></tr> <tr><td>1</td><td>Mixed Mediterranean macchia - Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>); Mediterranean macchia.</td></tr> <tr><td>1.25</td><td>Conifer, Deciduous, Olives.</td></tr> <tr><td>1.50</td><td>Permanent Agriculture (vines, almonds, orchard).</td></tr> <tr><td>1.75</td><td>Permanent grasslands.</td></tr> <tr><td>2</td><td>Crops (wheat, maize, rice, oats, barley, annual grasslands, ...); Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated).</td></tr> </table>	Plant Cover		Scores	Classes	1	> 40 %	1.5	40 - 10 %	2	< 10 %	Fire Risk		Scores	Classes	-	Urban; Water.	1	Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated); Permanent Agriculture (olive, vines, almonds, orchard); Crops (maize, tobacco, sunflower, rice).	1.33	Cereals; Grasslands; Deciduous (oak, mixed); Mixed Mediterranean macchia-Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>).	1.66	Mediterranean macchia.	2	Conifer.	Erosion Protection		Scores	Classes	-	Urban; Water.	1	Mixed Mediterranean macchia-Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>).	1.2	Mediterranean Macchia; Conifer.	1.4	Deciduous (oak, mixed); Permanent grasslands;	1.6	Evergreen Permanent Agriculture	1.8	Deciduous Permanent Agriculture (almonds, orchard).	2	Crops (wheat, maize, rice, oats, barley, annual grasslands, ...); Vines; Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated).	Drought Resistance		Scores	Classes	-	Urban; Water.	1	Mixed Mediterranean macchia - Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>); Mediterranean macchia.	1.25	Conifer, Deciduous, Olives.	1.50	Permanent Agriculture (vines, almonds, orchard).	1.75	Permanent grasslands.	2	Crops (wheat, maize, rice, oats, barley, annual grasslands, ...); Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated).
Soil Texture																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	L, SCL, SL, LS, CL																																																																																																																
1.33	SC, SiL, SiCL																																																																																																																
1.66	Si, C, SiC																																																																																																																
2	S																																																																																																																
Rock Fragments Cover																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	> 60 %																																																																																																																
1.5	20 - 60 %																																																																																																																
2	< 20 %																																																																																																																
Soil Depth																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	> 75 cm																																																																																																																
1.5	30 - 75 cm																																																																																																																
2	< 30 cm																																																																																																																
Drainage																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	well drained																																																																																																																
1.5	imperfectly																																																																																																																
2	poor drained																																																																																																																
Slope																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	< 6 %																																																																																																																
1.33	6 - 18 %																																																																																																																
1.66	18 - 35 %																																																																																																																
2	> 35 %																																																																																																																
Plant Cover																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	> 40 %																																																																																																																
1.5	40 - 10 %																																																																																																																
2	< 10 %																																																																																																																
Fire Risk																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
-	Urban; Water.																																																																																																																
1	Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated); Permanent Agriculture (olive, vines, almonds, orchard); Crops (maize, tobacco, sunflower, rice).																																																																																																																
1.33	Cereals; Grasslands; Deciduous (oak, mixed); Mixed Mediterranean macchia-Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>).																																																																																																																
1.66	Mediterranean macchia.																																																																																																																
2	Conifer.																																																																																																																
Erosion Protection																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
-	Urban; Water.																																																																																																																
1	Mixed Mediterranean macchia-Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>).																																																																																																																
1.2	Mediterranean Macchia; Conifer.																																																																																																																
1.4	Deciduous (oak, mixed); Permanent grasslands;																																																																																																																
1.6	Evergreen Permanent Agriculture																																																																																																																
1.8	Deciduous Permanent Agriculture (almonds, orchard).																																																																																																																
2	Crops (wheat, maize, rice, oats, barley, annual grasslands, ...); Vines; Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated).																																																																																																																
Drought Resistance																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
-	Urban; Water.																																																																																																																
1	Mixed Mediterranean macchia - Evergreen forests (with <i>Q. ilex</i>); Mediterranean macchia.																																																																																																																
1.25	Conifer, Deciduous, Olives.																																																																																																																
1.50	Permanent Agriculture (vines, almonds, orchard).																																																																																																																
1.75	Permanent grasslands.																																																																																																																
2	Crops (wheat, maize, rice, oats, barley, annual grasslands, ...); Barren (soils, exposed rocks, very low vegetated).																																																																																																																
Climate Quality <table> <tr><th colspan="2">Aspect</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>North</td></tr> <tr><td>2</td><td>South</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Rainfall</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>> 650 mm/yr</td></tr> <tr><td>1.5</td><td>280 - 650 mm/yr</td></tr> <tr><td>2</td><td>< 280 mm/yr</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Aridity Index (Bagnouls - Gaussen)</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>< 50</td></tr> <tr><td>1.2</td><td>50 - 75</td></tr> <tr><td>1.4</td><td>75 - 100</td></tr> <tr><td>1.6</td><td>100 - 125</td></tr> <tr><td>1.8</td><td>125 - 150</td></tr> <tr><td>2</td><td>> 150</td></tr> </table>	Aspect		Scores	Classes	1	North	2	South	Rainfall		Scores	Classes	1	> 650 mm/yr	1.5	280 - 650 mm/yr	2	< 280 mm/yr	Aridity Index (Bagnouls - Gaussen)		Scores	Classes	1	< 50	1.2	50 - 75	1.4	75 - 100	1.6	100 - 125	1.8	125 - 150	2	> 150	Management Quality <table> <tr><th colspan="2">Elderly index</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>< 200</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>200 - 400</td></tr> <tr><td>1.66</td><td>400 - 500</td></tr> <tr><td>2</td><td>> 500</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Employed index</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>> 40</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>30 - 40</td></tr> <tr><td>1.66</td><td>20 - 30</td></tr> <tr><td>2</td><td>< 20</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Illiteracy index</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>< 6</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>6 - 7</td></tr> <tr><td>1.66</td><td>7 - 10</td></tr> <tr><td>2</td><td>> 10</td></tr> </table> <table> <tr><th colspan="2">Retirement index</th></tr> <tr><th>Scores</th><th>Classes</th></tr> <tr><td>1</td><td>< 10</td></tr> <tr><td>1.33</td><td>10 - 20</td></tr> <tr><td>1.66</td><td>20 - 30</td></tr> <tr><td>2</td><td>> 30</td></tr> </table>	Elderly index		Scores	Classes	1	< 200	1.33	200 - 400	1.66	400 - 500	2	> 500	Employed index		Scores	Classes	1	> 40	1.33	30 - 40	1.66	20 - 30	2	< 20	Illiteracy index		Scores	Classes	1	< 6	1.33	6 - 7	1.66	7 - 10	2	> 10	Retirement index		Scores	Classes	1	< 10	1.33	10 - 20	1.66	20 - 30	2	> 30																														
Aspect																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	North																																																																																																																
2	South																																																																																																																
Rainfall																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	> 650 mm/yr																																																																																																																
1.5	280 - 650 mm/yr																																																																																																																
2	< 280 mm/yr																																																																																																																
Aridity Index (Bagnouls - Gaussen)																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	< 50																																																																																																																
1.2	50 - 75																																																																																																																
1.4	75 - 100																																																																																																																
1.6	100 - 125																																																																																																																
1.8	125 - 150																																																																																																																
2	> 150																																																																																																																
Elderly index																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	< 200																																																																																																																
1.33	200 - 400																																																																																																																
1.66	400 - 500																																																																																																																
2	> 500																																																																																																																
Employed index																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	> 40																																																																																																																
1.33	30 - 40																																																																																																																
1.66	20 - 30																																																																																																																
2	< 20																																																																																																																
Illiteracy index																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	< 6																																																																																																																
1.33	6 - 7																																																																																																																
1.66	7 - 10																																																																																																																
2	> 10																																																																																																																
Retirement index																																																																																																																	
Scores	Classes																																																																																																																
1	< 10																																																																																																																
1.33	10 - 20																																																																																																																
1.66	20 - 30																																																																																																																
2	> 30																																																																																																																

Fig. 2. Layers and classes with adopted scores.

Tabella 23 - Fattori ambientali, attributi e pesi utilizzati nella valutazione ESAs

(fonte: Basso et al., 2000)

Allegato II - Note sul ruolo delle coperture forestali nella conservazione del suolo

Coperture forestali e controllo dell'erosione

I territori forestali svolgono un ruolo fondamentale nel controllo dei fenomeni erosivi. Questo ruolo è particolarmente rilevante nelle regioni a clima mediterraneo, ove l'erosione idrica che è il principale processo responsabile del degrado del suolo (EEA, 1998).

I principali fattori naturali predisponenti l'insorgere dei fenomeni erosivi in tali aree geografiche sono (AA.VV., 1999; Yassoglou, 1999):

- erosività della pioggia, dovuta al verificarsi di eventi di forte intensità caratterizzati da forte contrasto stagionale. Le zone aride, semi-aride e sub-umide sono climaticamente esposte a precipitazioni brevi e intense che, invece di compensare la scarsità delle precipitazioni, innescano fenomeni erosivi su terreni privi di copertura vegetale o con copertura vegetale degradata;
- acclività dei versanti, dovuta alla particolare configurazione geomorfologica dei rilievi montuosi e collinari appenninici e insulari (in generale i rilievi derivanti dalle formazioni del Terziario e Pre-terziario dell'Europa meridionale);
- elevata diffusione di substrati litologici e suoli altamente erodibili derivanti da substrati calcarei e da formazioni sedimentarie argilloso-sabbiose.

In che modo la copertura forestale contiene l'erosione idrica?

Per comprendere tale azione bisogna conoscere i meccanismi che determinano l'erosione superficiale, che Chisci (1990) così identifica:

- energia battente della pioggia che raggiunge il suolo distaccando le particelle terrose, rendendole disponibili al trasporto;
- formazione ed entità del ruscellamento superficiale che al tempo stesso può operare, nel caso della concentrazione in rigagnoli, il distacco delle particelle dalla superficie del suolo, ed essere responsabile del trasporto a valle delle particelle stesse.

L'azione del bosco sul contenimento dell'erosione è da mettere in relazione agli stessi fattori che ostacolano o impediscono la formazione del deflusso superficiale:

1. potere d'intercettazione della copertura arborea e trattenimento delle particelle terrose da parte della copertura erbacea;
 2. infiltrazione dell'acqua nel suolo;
 3. porosità e coibenza della lettiera.
1. Potere d'intercettazione della copertura arborea e trattenimento delle particelle terrose da parte della copertura erbacea: L'intercettazione è il fenomeno per il quale all'inizio di una pioggia la maggior parte delle gocce d'acqua sono intercettate dalla vegetazione e si accumulano fino a quando le forze di tensione superficiale sono superate dalla forza di gravità. La frazione di pioggia non trattenuta dalla copertura forestale arriva al suolo direttamente o scorrendo lungo i rami e i fusti (stemflow). L'intercettazione dissipa, almeno in parte l'energia cinetica della pioggia e ciò anche se le chiome sono sature di acqua (Chisci, 1990). La dissipazione è tanto più elevata quanto più la copertura è stratificata in livelli diversi. L'energia cinetica residua è ulteriormente ridotta dalle specie arbustive ed erbacee del sottobosco. La frazione d'acqua intercettata per la quale, quindi, è abbattuta l'energia erosiva della pioggia, varia in funzione della composizione, età, densità, struttura del bosco nonché delle

caratteristiche delle piogge (quantità e intensità). Ricerche condotte in diversi paesi e in differenti tipi di bosco riportate in Ciano e Iovino (1995) e da Corona et al. (1996a) indicano che:

- i boschi di latifoglie, almeno quelle decidue, hanno rispetto a quelli di conifere una minore capacità d'intercettazione su base annua; inoltre essa è più variabile nel corso dell'anno;
- la capacità d'intercettazione aumenta con l'età dei soprassuoli, ma raggiunge un valore soglia oltre il quale si stabilizza o aumenta di poco;
- la riduzione della densità del bosco comporta una riduzione meno che proporzionale dell'intercettazione.

La quota d'acqua intercettata è anche funzione dell'altezza di pioggia e diminuisce rapidamente con la quantità d'acqua caduta; la curva secondo la quale l'intercettazione degli apparati fogliari diminuisce aumentando l'altezza della pioggia è di tipo iperbolico (Zinke, 1967).

A parità di altre condizioni, l'intercettazione è inferiore quando il regime pluviometrico è caratterizzato da eventi piovosi continui della durata di qualche ora, piuttosto che da precipitazioni intermittenti. In caso di piogge continue, infatti, la capacità d'accumulo della chioma si satura presto; mentre in caso di precipitazioni intermittenti essa può essere continuamente rigenerata dal processo evaporativo (Ausennac, 1969; Borghetti, 1992). Lo strato erbaceo esercita a sua volta una funzione d'aggrappamento delle particelle terrose contro l'azione battente delle gocce di pioggia e di distacco e trasporto da parte delle acque di ruscellamento (Chisci, 1990; Puddu et al., 1995).

2. Infiltrazione e trattenimento dell'acqua nel suolo: L'infiltrazione è un meccanismo centrale della capacità regimante e antierosiva del bosco. I suoli forestali, essendo generalmente caratterizzati da elevata porosità e stabilità di struttura, sono conseguentemente permeabili e capaci di trattenere grandi quantità d'acqua. Sebbene non siano stati raccolti molti dati sulla capacità d'infiltrazione dell'acqua nei suoli forestali italiani, è utile rifarsi ad alcune evidenze raccolte dalla letteratura italiana e straniera e riportate in Ciano e Iovino (1995) e da Corona et al. (1996a) per avere un'idea di tali capacità:

- Hover (1967, in De Philippis, 1970) cita l'esempio di un suolo forestale della Carolina del Sud capace di assorbire e trattenere, senza dar luogo a scorrimento, piogge anche superiori a 100 mm/h. A parità di condizioni, in aree nelle quali il bosco era stato eliminato e il suolo più o meno eroso, si verificava scorrimento già con piogge di 25 mm/h, nonostante la ricostituzione artificiale di una copertura arborea;
- Susmel (1968) indica una velocità di infiltrazione a deflusso costante da 3 a 20 mm/min in boschi efficienti e di 0,5-2 mm/min in boschi più o meno degradati. All'inizio della pioggia, con suolo ancora asciutto, tali valori salgono rispettivamente a 15-175 e 2-6 mm/min. Per i nostri boschi, in condizioni di efficienza biologica e colturale almeno discreta, lo stesso Autore sostiene che la capacità di ritenzione equivale ad una altezza di pioggia di 60-80 mm e quella di detenzione a un'altezza di 200-400 mm.

La capacità di trattenimento dell'acqua nel suolo è comunque condizionata dalla saturazione del suolo e dunque, in ultima analisi, dalla variabilità spaziale e temporale delle precipitazioni, nonché dalla distribuzione spaziale dei suoli, delle mutevoli situazioni di pendenza e dei boschi. ZOLI (1967), pur attribuendo ai suoli forestali elevata capacità di trattenimento di acqua, precisa che essi, in occasioni di piogge prolungate di diversi giorni, possono già trovarsi, e normalmente si trovano, notevolmente imbibiti.

3. Porosità e coibenza della lettiera: La lettiera, oltre a proteggere il suolo dall'azione battente delle gocce di pioggia, svolge un ruolo determinante nel rifornire il suolo di sostanza organica; ciò favorisce la stabilità della struttura del suolo e quindi la capacità d'infiltrazione dell'acqua e la conseguente riduzione dei fenomeni di dilavamento dei versanti. La parte delle precipitazioni che non viene restituita all'atmosfera per evapotraspirazione (vedi paragrafo successivo) e non penetra nel suolo, viene trasformata in deflusso superficiale all'interno del bacino.

Secondo Najera la copertura del suolo da parte della vegetazione limita la velocità del deflusso superficiale a circa un quarto di quella che si avrebbe sullo stesso versante denudato (1958, in Susmel, 1968). Ne deriva che poiché l'erosione varia col quadrato della velocità di deflusso, in un bosco efficiente l'energia erosiva si riduce teoricamente ad un sedicesimo di quella che, a parità di pioggia, può svilupparsi nei terreni nudi (Susmel, 1968).

Questo complesso di conoscenze ed evidenze sperimentali portano a concludere che la copertura forestale è un "efficace freno all'erosione", a condizione che non intervengano fattori che alterino quelle caratteristiche dei sistemi forestali (copertura, stratificazione della vegetazione, lettiera e struttura del suolo) che intervengono nel controllo dei deflussi e nella protezione del suolo dall'erosione idrica.

A tale proposito Susmel (1968), in base a dati acquisiti in numerose ricerche svolte da diversi Autori europei, evidenzia che:

- in presenza di boschi efficienti, ove le suddette caratteristiche sono stabili e ben conservate, il deflusso superficiale è generalmente assente o ridotto, anche in caso di piogge intense;
- in presenza di boschi degradati, il deflusso superficiale può comprendere una notevole frazione di pioggia giunta al suolo.

Coperture forestali e bilancio idrico al suolo

I sistemi forestali giocano un ruolo importante anche nel bilancio idrico del suolo. Infatti, mentre l'acqua infiltrata nel corso delle precipitazioni rappresenta l'entrata, le 'uscite' d'acqua dal sistema sono rappresentate da due componenti del processo di evapotraspirazione, ovvero:

- l'evaporazione dal suolo e dalla lettiera;
- la traspirazione delle piante.

L'evaporazione d'acqua dal suolo all'interno del bosco è generalmente trascurabile per la presenza di lettiera, per la ridotta ventosità e per la limitata o nulla disponibilità di radiazione solare diretta.

Kittredge (1948) calcola che l'evaporazione di un suolo forestale coperto da lettiera in bosco denso, può ridursi al 10% di quella di un terreno nudo.

Susmel et al. (1975) per una pineta di *Pinus radiata* in Sardegna hanno calcolato da giugno a settembre 1974 un'evaporazione del suolo di 190 mm.

I consumi per traspirazione rappresentano invece una quota rilevante delle precipitazioni e non variano molto in relazione al tipo di bosco. Borghetti (1992), sulla base di numerosi dati riportati in letteratura, ritiene infatti che la traspirazione dei soprassuoli forestali debba considerarsi un fenomeno conservativo.

Il principale fattore di controllo è rappresentato dalla dipendenza della conduttanza stomatica dal deficit di saturazione: questa fa sì che anche in presenza di crescenti richieste evaporative, la traspirazione non aumenti indefinitamente, presentando valori simili in differenti condizioni ambientali.

L'adattamento fisiologico alle richieste evaporative è più o meno efficiente tra le specie forestali mediterranee. Bernetti (1995) riporta che:

- il controllo stomatico del pino d'aleppo, nel passaggio ad un regime di siccità, è tale da ridurre la traspirazione fino a 1/10 di quella originale; analoghi reazioni sono osservate nel cipresso (Karschon, 1965; Oppenheimer, 1967);
- in condizioni di laboratorio il pino domestico risulterebbe resistente all'aridità quanto il pino d'aleppo; a stomi chiusi, però il domestico dimostra maggiori perdite per traspirazione cuticolare (Oppenheimer e Shomer-Ilan, 1964; Oppenheimer, 1967);
- il comportamento ecofisiologico del leccio, rispetto alla siccità estiva, è più idro stabile di quello della sughera; quest'ultima riduce meno le perdite di acqua perché ha due massimi di traspirazione durante il giorno mentre il leccio ha una curva di traspirazione su valori costantemente bassi dal mattino alla sera.

Allegato III - Schema sinottico delle principali caratteristiche stazionali delle aree di indagine degli studi sui fenomeni di degrado dei sistemi forestali in Italia

Gli studi sono contrassegnati con l'identificativo. Sono omesse le caratteristiche stazionali non riportate nei lavori originali.

Id.	Clima	Substrato geologico	Suoli	Coperture forestali
1	Mediterraneo, sub-umido secco (Thornthwaite-Mather, 1957)	- Graniti e rocce metamorfiche (Paleozoico) - Rocce calcaree (Mesozoico) - Basalti (Pleistocene) - Depositi alluvionali antichi e recenti	-	- Macchia mediterranea (copertura >40%) - Arbusteti (forme di degrado della macchia, copertura < 40%) - Ceduo di leccio - Piantagioni forestali
3	Mediterraneo, umido-subumido (Thornthwaite-Mather, 1957)	Rocce calcaree	Entisols e Alfisols (Soil Survey Staff, 1994)	- Macchia mediterranea a grado di copertura variabile (< 15%, 15-50%, 50-85%); - Ceduo e fustaia di leccio a grado di copertura variabile (50-85%; >85%)
4	Mediterraneo, sub-umido secco (Thornthwaite-Mather, 1957)	- Complessi metamorfici (Paleozoico) - Formazioni sedimentarie (Quaternario) - Glacis e sedimenti ghiaiosi (versanti) - Sedimenti di sabbia, limo e argille lungo fascia perilagunare (Laguna di Santa Gilla, foce Rio S. Lucia)	- Typic, Dystric e Lithic - Xerorthents - Typic Xerofluvents, Typic, Dystric e Lithic - Xerochrepts, Ultic, Aquic and Typic Palexeralfs - (Soil Survey Staff, 1992)	- Pascoli abbandonati colonizzati da <i>Cistus monspeliensis</i> e <i>C. incanus</i> - Macchia alta a <i>Ceratonia siliqua</i> , <i>Quercus ilex</i> , <i>Arbutus unedo</i> , <i>Phillyrea latifolia</i> e <i>Pistacia lentiscus</i> . - Piantagioni a <i>Eucalyptus globulus</i> e <i>E. camaldulensis</i>
8-9	Mediterraneo, indice di aridità 24,1 (De Martonne)	Rocce sedimentarie (Medio e Alto Pliocene)	Regosols	Ceduo di <i>Eucalyptus occidentalis</i> al primo e secondo ciclo agamico (periodo 1977-1997: copertura b_2 41-60%; copertura b_3 50-80%).
10	Mediterraneo	Substrati vulcanici	-	- Rimboschimento di <i>Pinus radiata</i> (popolamenti di 30 anni, densità da rada a densa) - Macchia alta di erica arborea e corbezzolo, macchia bassa a cisto e corbezzolo.
11	Mediterraneo, con aridità	-	Entisols e Inceptisols (Soil	e <u>Monte Arci</u> : Rimboschimento di

Id.	Clima	Substrato geologico	Suoli	Coperture forestali
	variabile nelle tre stazioni (Usinavà più arida di Montes e M. Arci)		Survey 1998)	Staff, pino marittimo (30 anni, grado medio di copertura 25-30%). · Macchia alta a corbezzolo, erica arborea e rovo. <u>Montes:</u> · Rimboschimento di pino nero (27 anni, grado medio di copertura 60-70%). · Macchia alta a erica arborea e ginestra di Corsica. <u>Usinavà:</u> · Rimboschimento di pino marittimo (15 anni, grado medio di copertura 60-70%). · Macchia alta a corbezzolo, erica arborea e ginestra di Corsica.
12	Mediterraneo, semi-arido e sub-umido secco.	· Calcareniti · Calcari e Calcari dolomitici · Argille	· Rock outcrop-Lithic · Xerorthens-Lithic · Rhodoxera (su Calcareniti) · Lithic · Xerorthens-Rock outcrop-Typic e/o Lithic · Xerocrepts (su Calcari e Calcari dolomitici) · Typic · Xerorthens-Typic e/o Vertic · Xerocrepts (su Argille) (Fierotti, 1988)	Rimboschimenti a prevalenza di Pinus halepensis, P. pinea, Cupressus macrocarpa, C. arizonica, C. sempervirens.

Allegato IV - Classificazione degli studi sui fenomeni di degrado dei sistemi forestale in Italia

<i>Id. studio</i>	<i>Progetto</i>	<i>Regione</i>	<i>Prov.</i>	<i>Comuni</i>	<i>Posiz. DPSIR</i>	<i>Area d'indagine</i>	<i>Sistema d'osservazione</i>	<i>Risultati /Prodotti</i>
1	Medalus III, Topic 1.11 – Degrado delle terre e pascolo in Sardegna.	Sardegna	NU	Irgoli, Onifai, Orosei	D-P	20900 ha	Studi e valutazioni tematiche a scala territoriale Analisi storica delle trasformazioni d'uso del suolo a scala sub-provinciale (Nu) nel periodo 1955-1996.	Valutazione quantitativa dell'entità dei processi di deforestazione e degrado delle coperture forestali indotte da pressioni antropiche legate all'espansione delle attività pastorali nel territorio di riferimento.
2	Medalus III, Topic 1.10 - Degrado delle terre e indicatori di desertificazione in Sardegna.	Sardegna	NU	Lula	S-I	4 rilievi pedologici (2 aree trasformate in pascolo artificiale+2 aree testimone).	Aree sperimentali. Inferenza dell'intensità dei processi erosivi per confronto delle caratteristiche di profili pedologici, in aree a diversa copertura forestale soggette all'impatto delle attività pastorali.	Identificazione di profili tipo rappresentativi di fenomeni erosivi di intensità diversa nel territorio di riferimento.
3	Medalus III, Topic 1.10 - Degrado delle terre e indicatori di desertificazione in Sardegna.	Sardegna	NU	Siniscola	S-I	8 aree campione (400-2500 m ²) distribuite in: Valle del Lanaitto, M. Corraisi, Icceta di Montes.	Aree sperimentali. Profili pedologici, rilievi floristici e dendrometrici in aree forestali soggette a pascolo eccessivo e incontrollato.	Individuazione di rapporti qualitativi tra la distribuzione spaziale di coperture forestali, variamente degradate per pressione antropica e tipologie di suoli. Individuazione di rapporti qualitativi e quantitativi tra coperture forestali (grado di copertura e area basimetrica) ed erosione del suolo (struttura e spessore dell'orizzonte organico). Indicatori di alterazione della funzionalità del sistema forestale, dovuti al pascolo

<i>Id. studio</i>	<i>Progetto</i>	<i>Regione</i>	<i>Prov.</i>	<i>Comuni</i>	<i>Posiz. DPSIR</i>	<i>Area d'indagine</i>	<i>Sistema d'osservazione</i>	<i>Risultati /Prodotti</i>
4, 6	Medalus III, Topic 1.2 - Rilievi a terra nel sito campione di Santa Lucia, Sardegna.	Sardegna	CG	Assemini	S-I	18 aree campione (10*2m) distribuite nel bacino idrografico di Rio S. Lucia.	Aree sperimentali (aree campione chiuse). Misurazione mensile del deflusso e della resa di sedimenti nel periodo 1992-1998 in aree con diverse coperture forestali: pascolo abbandonato invaso da cistus; macchia mediterranea in fase post-incendio; piantagioni di Eucalyptus. 2 Rilievi floristici nella macchia percorsa da incendio e impianto di Eucalyptus.	Comparazione su base quantitativa (deflussi liquidi e solidi) dell'efficacia protettiva delle tre coperture forestali, misurata a scala di plot sperimentale. Valutazione della capacità di resilienza della macchia nel post-incendio e sintesi delle fasi di ricostituzione nel post-incendio. Valutazione dei rapporti d'influenza della piantagione di specie esotiche sulla biodiversità locale.
5	Programma MIUR 2000 "Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo" - Unità di ricerca del Dipartimento di Agronomia, Selvicoltura e Gestione del Territorio	Sardegna			I	Superficie regionale	Studi e valutazioni tematiche a scala territoriale. Modello di stima per la valutazione quantitativa a scala regionale dell'erosione media annua conseguente ad incendi boschivi.	Stima dell'erosione media annua attribuibile al fenomeno complessivo degli incendi nel territorio comunale, caratterizzato dalla serie storica d'incendi e da valori medi d'erosione reale e potenziale.
7	Cullotta e Pasta (2003)	Sicilia			S	Indagini di campagna per il		Serie dinamiche di

<i>Id. studio</i>	<i>Progetto</i>	<i>Regione</i>	<i>Prov.</i>	<i>Comuni</i>	<i>Posiz. DPSIR</i>	<i>Area d'indagine</i>	<i>Sistema d'osservazione</i>	<i>Risultati /Prodotti</i>
							riconoscimento di fenomeni di degrado specifici a scala territoriale: rapporti tra incendi e dinamica della vegetazione a scala regionale	vegetazione legate al fenomeno incendi in Sicilia.
8	Progetto Finalizzato "Conservazione del suolo-Sottoprogetto Dinamica dei versanti" del CNR e successiva sperimentazione dell'Istituto di Ecologia e Idrologia Forestale del CNR (CS).	Calabria	Kr		I	3 microbacini (< 2 ha) su terreni argillosi in erosione della Calabria ionica.	Microbacini strumentati. Misurazioni delle dinamiche a scala annuale di deflusso e trasporto solido, in 2 microbacini coperti da piantagioni di Eucalyptus a fustaia e ceduo in varie fasi del ciclo di colturale e un microbacino (testimone) coperto da praterie xerofile degradate per pascolo eccessivo e incontrollato. Periodo d'osservazione 1978-1997.	Identificazione degli effetti sui deflussi e sul trasporto solido (a scala annuale e di microbacino) di: coperture vegetali di natura diversa (piantagione ad Eucalyptus vs prateria xerofila); piantagioni di Eucalyptus diverse per forma di governo e posizione nel ciclo colturale; condizioni contrastanti di copertura in Piantagioni di Eucalyptus.
9	Sperimentazione dell'Istituto di Ecologia e Idrologia Forestale del CNR (CS) in collaborazione con altri Enti di Ricerca Italiani e stranieri.	Calabria	Kr		I	6 (15-22 m²) distribuiti nel bacino con ceduo di Eucalyptus dello studio 6.	Aree sperimentali. 6 micro-plot strumentati anche con simulatori di pioggia, per la misura dei deflussi (liquido e solido) distribuiti nel bacino a ceduo di Eucalyptus dello studio 6, in microambienti diversi per condizioni	Individuazione dei determinanti primari nella formazione del deflusso (liquido e solido) a scala di microbacino.

<i>Id. studio</i>	<i>Progetto</i>	<i>Regione</i>	<i>Prov.</i>	<i>Comuni</i>	<i>Posiz. DPSIR</i>	<i>Area d'indagine</i>	<i>Sistema d'osservazione</i>	<i>Risultati /Prodotti</i>
							di esposizione e copertura vegetale. Obiettivo è l'osservazione dell'influenza della microvariabilità delle condizioni stazionali sulla risposta idrologica di un microbacino.	
10	Programma MIUR 2000 "Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo"- Unità di ricerca del Dipartimento di Scienze e Tecnologie Ambientali e Forestali.	Sardegna	OR		S-I	5 Aree di saggio (400-48 m ²) di cui 3 nel rimboschimento a P.radiata di M. Arci e 2 (testimoni) in aree limitrofe a macchia (1 m. alta e 1 m. bassa).	Aree sperimentali. Rilievi strutturali per ricostruire il profilo strutturale e l'indice di rinnovazione in popolamenti forestali con differente grado di copertura e in aree a vegetazione naturale.	Individuazione di rapporti tra grado di copertura dei popolamenti a Pinus radiata e processi di rinaturalizzazione in atto e confronto con le tendenze dinamiche di aree a vegetazione spontanea.
11	Programma MIUR 2000 "Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo"	Sardegna			S-I	6 aree di saggio distribuite in rimboschimenti e aree a macchia mediterranea di Usinavà (NU) Montes (NU), Monte Arci (OR).	Aree sperimentali. Rilievi dendrometrico strutturali, della biomassa, pedologici e infiltrometrici per lo studio dell'influenza del rimboschimento sulle dinamiche vegetazionali e sulle caratteristiche pedologiche.	Individuazione di rapporti tra: produttività biologica e coperture vegetazionali e tra rimboschimenti e processi di rinaturalizzazione in atto e confronto con le tendenze dinamiche di aree a vegetazione spontanea.
12	Programma MIUR 2000 "Studio dell'influenza e del ruolo di frangivento, alberature e rimboschimenti nella lotta alla desertificazione in ambiente mediterraneo"	Sicilia	AG		S	25 aree di saggio (20*40m) distribuite in 6 aree test a: Menfi, Sciacca, Bivona, Montalegno, Siculiana, Lampedusa.	Aree sperimentali. Rilievo dei caratteri dendrometrico-strutturali per lo studio della risposta, in termini di sviluppo biologico, di specie differenti in rimboschimenti realizzati con tecniche d'impianto diverse.	Indicazioni sulle specie e sulle tecniche più idonee alla realizzazione di rimboschimenti nell'ambiente della Sicilia meridionale.
13	Studi su deperimento quercino	-					Indagini di campagna per il riconoscimento della sindrome del	Individuazione e descrizione dei principali fattori coinvolti

<i>Id. studio</i>	<i>Progetto</i>	<i>Regione</i>	<i>Prov.</i>	<i>Comuni</i>	<i>Posiz. DPSIR</i>	<i>Area d'indagine</i>	<i>Sistema d'osservazione</i>	<i>Risultati /Prodotti</i>
14	Medalus II, Topic 3.01 - Intrusione di acque salata, sfruttamento eccessivo delle falde idriche, sito campione: Santa Lucia, Sardegna. LIFE 99 nat/it/006279	Sardegna			P-S-I	Iglesiente, Gallura, Marghine e Planargia	deperimento quercino Aree sperimentali. Osservazioni a carattere descrittivo per l'individuazione e la valutazione dei fattori responsabili dei processi di degrado dei boschi di sughera. Studi e valutazioni tematiche a scala territoriale Valutazione, attraverso descrittori ecologici e fisici, dei fattori di degrado agenti sugli habitat forestali presenti nella rete Natura 2000.	nel deperimento quercino in Italia e identificazione di un modello di sviluppo della sindrome. Individuazione e descrizione dei principali fattori di degrado dei boschi di sughera in Sardegna. Individuazione del sistema di cause ed effetti alla base dei processi di degrado delle dune costiere.
15					DPSI			
16	Paoletti, 2001						Indagini di campagna per il riconoscimento dei fenomeni di deperimento costiero da aerosol marino inquinato	Individuazione e descrizione dei principali fattori coinvolti nel deperimento e descrizione della sintomatologia dei danni.

Allegato V - Riferimenti bibliografici

AA.VV., (1998a). Land degradation and grazing in Sardinia. In: Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALUS), Core Project, Topic 1.11. Final Report covering the period January 1996-December 1998.

AA.VV., (1998b). Land degradation and desertification indicators in Sardinia. In: Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALUS), Core Project, Topic 1.10. Final Report covering the period January 1996-December 1998.

AA.VV., (1998c). Field investigations at the Santa Lucia field site, Sardinia, Italy. In: Mediterranean Desertification and Land Use (MEDALUS), Core Project, Topic 1.2. Final Report covering the period January 1996-December 1998.

AA.VV., (1999). Comunicazione Nazionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione. Ministero dell'Ambiente, Comitato Nazionale per la lotta alla desertificazione.

AISF-EC/JRC, (2002). Studio sulla relazione tra la vegetazione naturale e le proprietà del suolo. Relazione. Contratto n° 18952-2001-12 FIED ISP IT. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

D'Angelo M., Delogu G., Dettori S., (1999). La gestione delle risorse forestali in Sardegna: problemi e prospettive. In Ciancio O. (a cura di) "Nuove frontiere nella gestione forestale", Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.

D'Angelo M., Enne G., Madrau S., Percich L., Previtali F., Pulina G., Zucca C., (2000). Mitigation land degradation in mediterranean Agro-silvo-pastoral system: a gis based approach. CATENA 40. Pp. 37-49.

ARCHAIOMEDES, (1998a). (Summary by Van der Leeuw) - Norwest Epirus in the Palaeolithic. In: van der Leeuw S.E. (ed.): "Understanding the natural and anthropogenic causes of degradation and desertification in the Mediterranean Basin" European Communities, EUR 18181 EN, Luxembourg.

ARCHAIOMEDES, (1998b). (Summary by Van der Leeuw) - The environmental dynamics in the Vera Basin. In: McGlade J., van der Leeuw S.E. (eds.): "Understanding the natural and anthropogenic causes of degradation and desertification in the Mediterranean Basin. European Communities, EUR 18181 EN, Luxembourg.

ARCHAIOMEDES, (1998c). (Summary by Van der Leeuw) - Land use, settlement pattern and degradation in the Ancient Rhone Valley. In: van der Leeuw S.E. (ed.): "Understanding the natural and anthropogenic causes of degradation and desertification in the Mediterranean Basin". European Communities, EUR 18181 EN, Luxembourg.

Arcidiaco L., Ciancio O., Garfi V., Iovino F., Mendicino V., Menguzzato G., (2001). Eucalyptus trees on the ionic coast of Calabria: the Crotone district. In: Proceeding of the International Conference Eucalyptus in the Mediterranean basin: perspectives and new utilization. October 15-19, 2000 Taormina – Italy.

Arrigoni P.V., Di Tomaso P.L., Mele A., (1990). Caratteri fisionomici e fitosociologici delle leccete delle montagne calcaree della Sardegna centro-orientale. Boll. Soc. Sarda. Sc. Naturali. Vol.27, p.205-219.

Aru A., (1997). Il progetto Medalus in Sardegna. In: Azioni italiane a sostegno della Convenzione delle Nazioni Unite per combattere la desertificazione. Ipogea, Matera, pp. 97-114.

- Ausennac G., (1969). Influences du couvert forestier sur les precipitations. *Revue Forestière Francais* 21: 631-635.
- Avolio S., Ciancio O., (1975). Osservazioni sulla rinnovazione agamica di "E. x trabuti" e di "Eucalyptus occidentalis". *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, vol. 6, Arezzo, pp. 121-147.
- Avolio S., Ciancio O., Grinovero C., Iovino F., Mirabella A., Raglione M., Sfalanga M., Torri D., (1980). Effetti del tipo di bosco sull'entità dell'erosione in unità ideologiche della Calabria – modelli erosivi. *Annali Istituto Sperimentale di Selvicoltura* 11.
- Barbati A., Corona P., Garfi G., Marchetti M., Ronchieri I., (2002). La gestione forestale nei SIC/ZPS della rete Natura 2000: chiavi di interpretazione e orientamenti per l'applicazione della direttiva Habitat. *Monti e Boschi* 2: 4-13.
- Barbera G., La Mantia T., La Mela Veca D.S., Marchetti M., Scalzo G., (2000). Productivity of Eucalyptus spp. In different environmental condition and silvicultural systems in Sicily – an updating description. In: *Proceeding of the International Conference Eucalyptus in the Mediterranean basin: perspectives and new utilization*. October 15-19, 2000 Taormina – Italy, pp. 291-300.
- Barberis A., (1999). The impact of summer fires on vegetation in Sardinia. In: G. Enne, C. Zanolla, D. Peter (eds). "Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning", *Proceedings of the Advanced Study Course*, Alghero, 31 Maggio-10 Giugno. European Commission.
- Basso F., Bellotti A., Bove E., Faretta S., Ferrara A., Mancino G., Pisante M., Quaranta G., Taberner M., (1998). Degradation processes in the Agri Basin: evaluating environmental sensitivity to desertification at basin scale. In: Enne G., D'Angelo M., Zanolla C. "Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean", Porto Torres, Italy 18-20 September 1998. ANPA, Rome, pp. 131-145.
- Basso F., Bove E., Dumontet S., Ferrara A., Pisante M., Quaranta G., Taberner M., (2000). Evaluating environmental sensitivity at the basin scale through the use of geographic information systems and remotely sensed data: an example covering the Agri basin (Southern Italy). *Catena* 40:19-35.
- Bernetti G., (1995). *Selvicoltura speciale*. Utet, Torino.
- Bianchi L., Clamini G., Gregari E., Paci M., Pallanza S., Pierguidi A., Salbitano F., Tani A., Vedele S., (2002). Valutazione degli effetti del rimboschimento in zone aride della Sardegna: risultati preliminari sulla vegetazione. *L'Italia Forestale e Montana Anno LVII*, 4:353-368.
- Blanschke H., Jung T., Paoletti E., Bussotti F., (1995). First reports of Phytophthora on roots of declining Quercus ilex in Central Italy. *Giornale Botanico Italiano*, 129:132 (Abstr.).
- Borghetti M., (1992). *Relazioni idriche: dall'albero alla foresta*. Pubblicazioni dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Borghetti M., Magnani F., (1998). Risposta delle foreste a variazioni nella disponibilità idrica: recenti progressi e direzioni per la ricerca. In: *Atti del "Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani"*, Venezia, 24-27 giugno 1998. Vol. I, pp. 123-132.
- Bovio G., Camia A., Marzano R., (2002). Gli incendi boschivi nelle aree a rischio di desertificazione: analisi a scala regionale. *Italia Forestale e Montana* 3: 208-224.

Brullo S., Scelsi F., Siracusa G., Spampinato G., (1996). Caratteristiche bioclimatiche della Sicilia. *Giorn. Bot. Ital.* 130 (1): 177-185.

Bussotti F., (2001). Il deperimento della vegetazione costiera e l'inquinamento marino da tensioattivi. La situazione sul litorale tirrenico. In: Paoletti E. (a cura di), "Danni alla vegetazione costiera ed inquinamento da tensioattivi". III a Riunione del Gruppo di Lavoro SISEF "Effetti dell'inquinamento sugli ecosistemi forestali", Giardini Botanici Hambury, Ventimiglia (IM), 5 Ottobre 2000. *Linea Ecologica* 1: 32-34.

Callegari G., Cinnirella S., Iovino F., (1996). Erosione e trasporto solido in piccoli bacini interessati da piantagioni di eucalitti. *Quaderni di Idronomia Montana*, 15:139-150.

Callegari G., Iovino F., Mendicino V., Veltri A., (2000). Hydrological balance and soil erosion in *Eucalyptus coppices* (*Eucalyptus Occidentalis*, Endl.). In *Proceeding of the International Conference Eucalyptus in the Mediterranean basin: perspectives and new utilization*. October 15-19, 2000 Taormina – Italy.

Callicott J.B., (1997). Conservation Values and Ethics. In: *Principles of conservation biology*. G. K. Meffe and C. R. Carroll eds. Sinauer Associates, Inc.

Camia A., Corona P., Marchetti M., (2001). Mappatura delle componenti ambientali predisponenti il rischio di incendi boschivi in Italia. *L'Italia Forestale e Montana* 6: 455-476.

Cantore V., Iovino F., Veltri A., (1994). Influenza della forma di governo sui deflussi liquidi e solidi in piantagioni di eucalitti. *L'Italia Forestale e Montana* 5: 463-477.

Celerino G.P., Anselmi N., Esposito L., (1991). Deperimento delle querce in Campania: problematiche, agenti fungini connessi, tentativi di interventi selvicolturali. *Atti del Convegno "Aspetti fitopatologici delle Querce"*, Firenze 19-20 Novembre 1990: 63-77.

Cellerino G.P., Gennaro M., 2000 – Drought ad predisposing factor in oak decline. In: Ragazzi A., Dellavalle I. (eds.) "Decline of oak species in Italy: problems and perspectives", 157-175. *Accademia Italiana di Scienze Forestali*, Firenze.

Chisci G., (1990). Ecosistemi forestali ed erosione del suolo. In: *Ambientare lo sviluppo sviluppare l'ambiente*, Seminario internazionale. I problemi della difesa del suolo in Italia - Parte II: Il bosco e la conservazione del suolo. Ministero dell'Ambiente e Accademia Italiana di Scienze Forestali, Roma. pp.21-58

Ciancio O., Hermanin L., (1976). Gli eucalitti della Calabria. Tavole alsometriche dell'*Eucalyptus occidentalis* e dell'*E. x trabuti*. *Annali Istituto sperimentale per la Selvicoltura*, vol. 7, Arezzo, pp. 65-107.

Ciancio O., (1977). Sull'epoca di taglio e sulla produttività dei cedui di *Eucalyptus camaldulensis* ed *Eucalyptus globulus* di Piazza Armerina. *Annali dell'Istituto Sperimentale per la Selvicoltura*, Arezzo, Volume VIII (Anno 19): 43 - 96.

Ciancio O., Iovino F., (1995). I sistemi forestali e la conservazione del suolo. *I Georgofili-Settima Serie*.XLI:85-146.

Ciancio O., Mercurio R., Nocentini S., (1981). Le specie forestali esotiche nella selvicoltura italiana. *Ann. Ist. Sper. Selv.* Vol. XII e XIII, pp. 512-569.

Ciancio O., Corona P., Iovino F., Menguzzato G., Scotti R., (1999). Forest management on a natural basis: the fundamentals and case studies. *Journal of Sustainable Forestry* 1/2: 59-72.

- Ciancio O., Nocentini S., (2000). Eucaliptus in Italy: cultivation and management. In: Proceeding of the International Conference Eucalyptus in the Mediterranean basin: perspectives and new utilization. October 15-19, 2000 Taormina – Italy, pp. 75-79.
- Ciancio O., Corona P., Nocentini S., (2001). La sostenibilità nella gestione forestale. *Dendronatura* 2: 28-35.
- Corona P., Iovino F., Lucci S., (1996). La gestione dei sistemi forestali nella conservazione del suolo. *EM-Linea Ecologica* 3 (1996): 2-10.
- Corona P., Iovino F., Lucci S., (1996b). La gestione dei sistemi forestali nella conservazione del suolo. *EM-Linea Ecologica* 4 (1996): 4-15.
- Cullotta S., Pasta S., (2003). Approccio sindinamico e principali serie di vegetazione. Sicilia. In: “Prevenzione incendi e interventi di recupero nelle aree percorse dal fuoco: definizioni, metodologie e prospettive per linee guida alle Regioni”. Società Botanica Italiana (a cura di), per conto del Ministero dell’Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Conservazione della Natura. In corso di stampa.
- De Groot R.S., (1992). Functions of nature: evaluation of nature in environmental planning, management and decision making. Wolters-Noordhoff, Amsterdam, 315 pp.
- De Philippis A., (1970). La copertura forestale e la difesa del suolo. Istituto di Tecnica e Propaganda Agraria, Roma.
- EEA, (1998). Europe’s Environment: The Second Assessment. European Environment Agency. Elsevier, UK, 293 pp.
- Enne G., Pulina G., d’Angelo M., Previtali S., Madrau S., Caredda S., Francesconi A.H.D., (1999). Agropastoral activities and land degradation in Mediterranean areas: the case of study in Sardinia. In press on “Medalus book”, Elsevier.
- Enne G., Zucca C., (2000). Indicatori di desertificazione per il Mediterraneo Europeo: Stato dell’arte e proposte di metodo. ANPA, Università di Sassari, Ministero dell’Ambiente, UNCCD.
- FAO, (1962). Le pin de Monterey. Rome.
- Fierotti G., (1988). Carta dei suoli della Sicilia. Scala 1:250000. Regione Siciliana, Ass. Terr. e Amb., Palermo.
- Gemignani G., (2000). La coltivazione degli eucalitti in ambiente mediterraneo. In: Dettori S., Filigheddu M.R. (a cura di) “Arboricoltura da legno: quale futuro?”. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze; Università degli studi di Sassari, Dipartimento di economia e sistemi arborei: 62-75.
- Gentile A.R., (1998). From national monitoring to European reporting: the EEA framework for policy relevant environmental indicators. In: Enne G., d’Angelo M., Zanolli C., Proceedings of the International Seminar on Indicators for Assessing Desertification in the Mediterranean, Porto Torres (Italy) 18-20 September, pp. 16-26.
- Giaimi G., (1998). Conservazione e miglioramento dei boschi naturali ed artificiali della Sicilia. In: Atti del “Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani”, Venezia, 24-27 giugno 1998. Vol. II, pp. 241-272.
- Giovannini G., Lucchesi S., Ciompi S., (1998). Post fire vegetation dynamics and its effects on soil erosion processes. In Trabaud L. (ed): “Fire management and landscape ecology”, Fairfield, Washington, International Association of Wildland Fire: 69-76.

- Granata G., Agosto G. E., (1991). Funghi associati a deperimenti di piante del genere *Quercus* in Sicilia e in Calabria. Atti del Convegno "Aspetti fitopatologici delle Querce", Firenze 19-20 Novembre 1990: 95-98.
- Green R.N., Klinka K., Trowbridge R.L., (1993). Towards a taxonomic classification of humus forms. *Forest Science Monograph* 29.
- Grillo R., Tirrò A., (1993). A decline of holm oak (*Quercus ilex* L.) in Sicilia. *Proceedings of the International Congress on "Recent Advances on Oak Decline, Selva di Fasano, Brindisi, Italy, 13-18 September 1992: 269-275.*
- Huntley B., (1991). How plants respond to climate change: migration rates, individualism and the consequences for plant communities. In *Annals of Botany* Vol. 67 (Supplement 1), p. 15-22.
- Iovino F., Menguzzato G., (2002). Diboscamento e ripristino del manto boschivo nell'Appennino calabrese. In: *Diboscamento montano e politiche territoriali. Alpi e Appennini dal Settecento al Duemila. A cura di Antonio Lazzarini. FrancoAngeli Storia: 494-509.*
- Iovino F., Puglisi S., (1991). L'aménagement des reboisement de protection. Un cas d'étude. *Proceedings X World Forest Congress. Paris Vol.2:276.*
- IPCC, (1996). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change, Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Houghton J.T., Meira Filho L.G., Callander B.A., Harris N., Kattenberg A., Maskell K., (Eds). Cambridge, Cambridge University Press.
- IPCC, (1997). *The Regional Impacts of Climate Change, An Assessment of Vulnerability.* R.T. Watson, M.C. Zinyowera, R.H. Moss (eds). Cambridge, Cambridge University Press.
- Jarvis P., (1998). *European forests and global change.* Cambridge University Press, Cambridge: 380 pp.
- Karschon R., (1965). On the traspiration of *Cupressus sempervirens* and *Cupressus atlantica*. *La Yaaran*, 15(6):232-246.
- Kittredge J., (1948). *Forest influences.* Mc Graw Hill, New York, 394 pp.
- Kosmas C., (1998). Qualitative indicators of desertification. In: *Indicators for assessing desertification in the Mediterranean – Proceedings of the International Seminar held in Porto Torres, Italy; 18-20 September, 1998.* D'Angelo M., Zanolla C. e Enne G. (Ed.), Nucleo Ricerca Desertificazione Università di Sassari.
- Kosmas C., Kirkby M., Geeson N., (1999). The MEDALUS project. *Mediterranean Desertification and land use. Manual on key indicators of Desertification and mapping environmentally sensitive areas to desertification.* European Commission, Brussels.
- La Mantia T., La Mela Veca D.S., Marchetti M., Barbera G., (2002). Risultati preliminari delle tecniche di rimboschimento nella Sicilia meridionale. *Italia Forestale e Montana* 3:261-275.
- Le Lannou M., (1979). *Pastori e contadini della Sardegna.* Cagliari, Edizione La Torre.
- Loguercio C., (1999). *Il ruolo dell'Italia nella lotta alla desertificazione.* CUEN, Napoli.
- López-Bermúdez F., Barberá Gonzalo G., Belmonte-Serrato F., (1999). How to measure desertification and degradation processes. In: G. Enne, C. Zanolla, D. Peter (eds). "Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning", *Proceedings of the Advanced Study Course, Alghero, 31 Maggio-10 Giugno.* European Commission.

- Luisi N., Frisullo S., Ragazzi A., (1988). Il deperimento della quercia in Italia. Atti del Convegno "Prospettive di valorizzazione nelle cerrete dell'Italia centro-meridionale", Potenza 3-4 Ottobre 1988:205-219.
- Luisi N., Manicone R., (1991). Il deperimento delle querce in Italia meridionale: tentativi di contenimento. *L'Italia Forestale e Montana*, 46:341-356.
- MAF/ISAFA, (1988). I° Inventario Forestale Nazionale. Roma.
- Magini E., (1967). Ricerche sui fattori della rinnovazione naturale dell'abete bianco sull'Appennino. *Italia Forestale e Montana* 6: 261-270.
- Magnani F., Grace J., Borghetti M., (1996). Limitazioni all'allocazione del carbonio nelle conifere. *L'Italia Forestale e Montana* 5: 304-315.
- Manion P.D., (1991). *Tree disease concept*. Prentice Hall, New Jersey, 402 pp.
- Marchetti M., Lalle A., (1997). Il sistema informativo della Regione Liguria: risultati, metodi e tecnologie innovative per la pianificazione forestale. *Sherwood* 24(6): 21-28.
- Molina M.J., (1996). Impact of forest fires on desertification processes: a review in relation to soil erodibility. In J.L. Rubio and A. Calvo, (Eds) "Soil Degradation and Desertification in Mediterranean Environments", Geoforma Ediciones, Logrono, Spain.
- Moricca A., Ragazzi A., (1991). *Fusarium eumartii*: un nuovo reperto micologico su *Quercus robur*. Atti del Convegno "Aspetti fitopatologici delle Querce", Firenze 19-20 Novembre 1990: 122-127.
- Motta E., Belisario A., Biocca M., (1991). Quadri sintomatologici e micoflora associata su cerri deperienti. Atti del Convegno "Aspetti fitopatologici delle Querce", Firenze 19-20 Novembre 1990: 122-127.
- Ne'eman G., Meir I., Ne'eman R., (1993). The effect of ash on germination and early growth of *Pinus*, *Cistus* and annuals. *Seed Sci. Technol.*, 21: 339-349.
- Oppenheimer H.R., (1967). Mechanism of drought resistance in conifers of the Mediterranean zone and the West of USA, Part I: Physiological and anatomical investigations. Final Report of Project, n. A.10.FS.7.
- Oppenheimer H.R., Shomer-Ilan A., (1964). A contribution to the knowledge of drought resistance of mediterranean pine trees. *Mitteilungen Florist.-Soziol. Arbeitsgemeinschaft*, 10:42-55.
- Paoletti E., (a cura di), (2001). Danni alla vegetazione costiera ed inquinamento da tensioattivi. III a Riunione del Gruppo di Lavoro SISEF "Effetti dell'inquinamento sugli ecosistemi forestali", Giardini Botanici Hambury, Ventimiglia (IM), 5 Ottobre 2000. *Linea Ecologica*, Anno XXXIII, n. 1, 68 pp.
- Paoletti E., Nicolotti G., Bussotti F., (2001). L'inquinamento da tensioattivi ed effetti sulla vegetazione. In: Paoletti E. (a cura di), "Danni alla vegetazione costiera ed inquinamento da tensioattivi". III a Riunione del Gruppo di Lavoro SISEF "Effetti dell'inquinamento sugli ecosistemi forestali", Giardini Botanici Hambury, Ventimiglia (IM), 5 Ottobre 2000. *Linea Ecologica* 1: 21-27.
- Placanica A., (1985). I caratteri originali. In: Bevilacqua P., Placanica A. (a cura di), "Storia d'Italia. Le regioni dall'Unità a oggi. La Calabria", Torino, pp. 3-114.

- Puddu R., Tomasi D., Vacca A., (1995). Erosion in areas afforested with Eucalyptus: a case study in Southern Sardinia. In: Proceedings Conference on Erosion and Land Degradation in the Mediterranean. University of Aveiro, Portugal, pp. 289-299.
- Puddu S., Bianchi L., Maltoni A., Paci M., Tani A., (2002). Indagine preliminare sulla dinamica vegetazionale nei rimboschimenti di *Pinus radiata* D. Don della Sardegna Centrale. Italia Forestale e Montana 4: 339- 352.
- Pulina G., (1999). Methodologies to prevent and mitigate land degradation phenomena in Mediterranean agrosilvopastoral systems. In: Enne G., Zanolli C., Peter D. (eds). "Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning", Proceedings of the Advanced Study Course, Alghero, 31 Maggio-10 Giugno. European Commission.
- R.A.S., (1987). La lotta contro il fuoco: fattori naturali che influenzano gli incendi. La programmazione in Sardegna, 109-111:7-13.
- Ragazzi A., Della valle Fedi I., D'Onofrio G., (1986). Osservazioni preliminari su un deperimento di *Quercus robur* L., *Q. cerris* L., e *Q. frainetto* in Italia. Atti Giornate Fitopatologiche 1986, 2:241-252.
- Ragazzi A., Dellavalle Fedi I., (1990). Querce. Considerazioni sul «Deperimento del bosco», ecosistema bosco di quercia, con particolare riferimento al territorio della provincia di Ancona. I^a Parte – Il Deperimento del bosco: 11-20. II^a Parte – Problematiche fitosanitarie dei querceti italiani, con particolare riferimento al territorio della provincia di Ancona:23-36. Associazione per la Difesa della Natura e del Paesaggio, Senigallia (AN).
- Ragazzi A., Moricca S., Dellavalle I., Turco E., (2000). Italian expansion of oak decline. In: Ragazzi A., Dellavalle I. (eds.) "'Decline of oak species in Italy: problems and perspectives", 39-75. Accademia Italiana di Scienze Forestali, Firenze.
- Rivas-Martinez S., (1987). Bioclimatologia. In: Peinado Lorca M., Rivas-Martinez (eds.), La vegetación de España, Coll. Aula Abierta, Madrid, pp. 35-45.
- Rivas-Martínez S., (1987b). Introducción. Nociones sobre Fitosociología, Biogeografía y Bioclimatología. In: Peinado Lorca M., Rivas-Martínez S. (Eds.), La vegetación de España. Coll. Aula Abierta, Madrid.
- Rothermel R. C., (1986). How to predict the spread and intensity of forest and range fires. National Wildfire Coordinating Group, U.S.A.
- Santiago Sabate', Carlos A. Gracia, Anabel Sanchez, (2002). Likely effects of climate change on growth of *Quercus ilex*, *Pinus halepensis*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris* and *Fagus sylvatica* forests in the Mediterranean region. Forest Ecology and Management 162 (2002) 23–37.
- Sanfilippo E., (1988). I boschi. Una risorsa fondamentale oggetto di forti antagonismi. In: Boggio F., Pracchi R., Asole A. (ed.) "Atlante Economico della Sardegna". Ed. Universitarie Jaca, Banca Popolare di Sassari, Milano: 153-181.
- Saporito L., (1998). Stato attuale e problematiche selvicolturali dei rimboschimenti di eucalipto in Sicilia. Sherwood, n. 38, pp. 23-30.
- SBI, (2003). Prevenzione incendi e interventi di recupero nelle aree percorse dal fuoco: definizioni, metodologie e prospettive, per linee guida alle Regioni. Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Conservazione della Natura, Scoiata Botanica Italiana, Firenze (in corso di stampa).

- Scarascia-Mugnozza G., De Angelis P., Matteucci G., Valentini R., (1998). Foreste e cambiamenti climatici. In: Atti del "Secondo Congresso Nazionale di Selvicoltura per il miglioramento e la conservazione dei boschi italiani", Venezia, 24-27 giugno 1998. Vol. I, pp. 97-122.
- Schütt P., (1993). Oak decline in central and eastern Europe. A critical review of a little understood phenomenon. Proceedings of the International Congress on "Recent Advances on Oak Decline, Selva di Fasano, Brindisi, Italy, 13-18 September 1992:235-239.
- Sicoli G., De Gioia T., Luisi N., Lerario P., (1998). Multiple factors associated with oak decline in southern Italy. *Phytopatologia Mediterranea*, 37: 1-8.
- Soil Survey Staff, (1992). Keys to Soil Taxonomy (5th edition). SMSS Technical monograph N.° 19, Blacksburg Virginia, Pocahontas Press Inc., 556 pp.
- Soil Survey Staff, (1994). Keys to Soil Taxonomy (6th edition). SMSS Technical monograph N.° 19, Blacksburg Virginia, Pocahontas Press Inc., 556 pp.
- Soil Survey Staff, (1998). Keys to Soil Taxonomy (8th edition). USDA, Soil Conservation Service, Washington D.C.
- Sorriso Valvo M., Bryan R.B., Yair A., Iovino F., Antronico L., (1995). Impact of afforestation on hydrological response and sediment production in a small Calabria catchment. *Catena*, 25:89-104.
- Soto B., Basanta R., Benito E., Perez R., Diaz-Fierroz F., (1994). Runoff and erosion from burnt soils in Northwest Spain. In Sala M., Rubio J.L. (eds): "Soil erosion as a consequence of forest fires", Geoforma Ediciones-Logrono: 91-98.
- Susmel L., (1968). Sull'azione regimante ed antierosiva della foresta. Atti, Convegno 'Le scienze della natura di fronte agli eventi idrogeologici', Accademia dei Lincei, Roma, pp. 301-402.
- Susmel L., (1977). Ecologia dei sistemi e difesa dal fuoco nell'area del mediterraneo italiano. In: International Symposium on "Environmental Consequences of Fire and Fuel Management in Mediterranean-climate Ecosystems (Forest and Scrublands)" - Palo Alto, California, August 1977.
- Susmel L., Cappelli M., Viola F., Bassato G., (1975). Autoecologia del Pino radiato al Grighini (Sardegna centro-occidentale). *Annali del Centro di Economia Montana delle Venezie*, Vol. 9, CEDAM, Padova.
- Thornthwaite C.W., Mather J.R., (1957). Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and water balance. Centerton.
- Tino P., (1989). La montagna meridionale. Boschi, uomini, economie tra Otto e Novecento. In Bevilacqua P. (a cura di) "Storia dell'agricoltura italiana in età contemporanea", Vol.1 Spazi e paesaggi, Venezia, pp.677-754.
- Trabaud L., Lepart J., (1980). Diversity and stability in garrigue ecosystems after fire. *Vegetatio* 43: 49-57.
- UNCCD, (2002). Second reporting process on UNCCD implementation. Italy National Report. www.unccd.int.
- UNECE/FAO, (1990). Forest fire statistics 1985-1988. UNECE and FAO, United Nations, New York.

- Vacca A., Loddo S., Ollesch G., Puddu R., Serra G., Tomasi D., Aru A., (2000). Measurement of runoff and soil erosion in three areas under different land use. *CATENA* 40:69-92.
- Vallejo R., (1997). Post-fire restoration in Mediterranean ecosystems. In Eftichidis G., Balabanis P., Ghazi A. (eds) "Wildfires management", Proceedings of the advanced study course on wildfires management, Marathon, Athens, Greece.
- Van der Knijff J. M., Jones R.J., Montanarella L., (1999). Soil erosion risk assessment in Italy. Joint Research Center, Space Application Institute, European Soil Bureau, pp. 51.
- Vannini A., (1987). Osservazioni preliminari sul deperimento del cerro (*Q. cerris* L.) nell'Alto Lazio. *Informatore Fitopatologico* 40: 59-61.
- Wischmeier W.H., Smith D.D., (1978). Predicting rainfall-erosion losses - a guide for conservation planning. Agriculture handbook 537, United States Government Printing Office.
- WWF, (1992). Forests in trouble: a review of the status of temperate forests worldwide. Gland, Switzerland.
- Yassoglou N. J., (1999). History and development of desertification in the Mediterranean and its contemporary reality. In: G. Enne, C. Zanolla, D. Peter (eds). "Desertification in Europe: mitigation strategies, land use planning", Proceedings of the Advanced Study Course, Alghero, 31 Maggio-10 Giugno. European Commission.
- Zanchi C., (1991). Aspetti dell'erosione del suolo nei diversi ambienti del bacino del Mediterraneo, in montagna ed in collina. Atti della Conferenza "La difesa del suolo in ambiente mediterraneo", Edizioni ERSAT, pp. 57-69.
- Zinke P.J., (1967). Forest interception studies in the United States. In: Sopper W.E, Lull H.W. (eds.), *Forest Hydrology*, Pergamon Press, Oxford, pp. 137-161.
- Zoli L., (1967). Dissesto idrogeologico e alluvioni. Atti, XLIX Riunione S.I.P.S., Siena, pp. 603-616.



Università degli Studi di Cagliari
Dip. di Scienze della Terra



Università degli Studi di Sassari
Centro Interdipartimentale di
Ateneo

**CARATTERIZZAZIONE TIPOLOGICA DEI FENOMENI DI
DESERTIFICAZIONE SINORA OSSERVATI E STUDIATI IN ITALIA E
SVILUPPO DEL SISTEMA DI RIFERIMENTO PER LA RAPPRESENTAZIONE
SISTEMATICA DELLE TIPOLOGIE RISCONTRATE**

ARU A.*, VACCA A.*, MARRONE V.A.**

Indirizzi di posta elettronica degli autori:

arua@unica.it , avacca@unica.it , alessandro.marrone@libero.it

* Università degli Studi di Cagliari – Dipartimento di Scienze della Terra

** Università degli Studi di Sassari - Centro Interdipartimentale di Ateneo NRD-UNISS

Sintesi del rapporto

L'analisi e la rielaborazione dei risultati scientifici ottenuti negli studi sulla desertificazione e sulla *land degradation*, con riferimento alla tematica suolo, nelle regioni italiane comprese nell'obiettivo 1 dell'Unione Europea (Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna) ha prodotto gli elementi conoscitivi di seguito sintetizzati:

1. Censimento degli studi sulla desertificazione e sulla land degradation, con riferimento alla tematica suolo, effettuati nelle regioni Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna. Sono stati considerati sia programmi di ricerca specificatamente dedicati al tema della desertificazione e della degradazione del suolo, nazionali e comunitari, sia studi o lavori monografici realizzati con finalità differenti, ma attinenti alla problematica. Per alcune regioni, quali la Sicilia e la Sardegna, sono stati censiti numerosi studi. Per altre regioni, quali la Puglia e la Campania, gli studi censiti sono invece in numero alquanto ridotto. Si evince pertanto una notevole disomogeneità regionale nel livello di conoscenza delle problematiche;
2. Individuazione di un sistema di riferimento per la sistematizzazione tipologica dei fenomeni. Tale sistema, basato sul modello DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses), ha consentito di pervenire ad una caratterizzazione tipologica dei fenomeni osservati nelle regioni investigate. Il sistema ha il pregio di rappresentare, anche visivamente, l'insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano il sistema suolo, relazionandolo con le politiche avviate verso di esso. È pertanto di facile comprensione, anche per i non esperti;
3. Individuazione dei principali Land Degradation Systems e loro localizzazione geografica a scala regionale. Sono stati riconosciuti, descritti e localizzati, a livello regionale, i principali Land Degradation Systems. Per ogni Land Degradation System riconosciuto sono stati applicati gli indicatori del modello DPSIR. In particolare sono stati riconosciuti, descritti e localizzati i seguenti Land Degradation Systems:
 - Regione Campania:
 - erosione
 - inquinamento da attività industriale
 - consumo di suoli agricoli per urbanizzazione
 - Regione Puglia:
 - salinizzazione in aree costiere
 - erosione dovuta a lavorazioni non razionali
 - degradazione dovuta a variazioni di land use e lavorazioni non razionali
 - consumo di suoli agricoli per urbanizzazione
 - Regione Basilicata:
 - erosione in aree a predisposizione naturale
 - erosione per azioni antropiche
 - salinizzazione in aree costiere
 - aree percorse da incendi
 - Regione Calabria:
 - erosione

- erosione in aree con forestazione di eucalipto
 - salinizzazione in aree costiere
 - aree percorse da incendi
 - inquinamento in aree agricole
- Regione Sicilia:
 - Sciare
 - salinizzazione in aree costiere
 - erosione in aree a predisposizione naturale
 - erosione per azioni antropiche
 - inquinamento
 - consumo di suoli agricoli per urbanizzazione
 - aree percorse da incendi
 - Regione Sardegna:
 - erosione accelerata
 - degradazione in aree sughericole
 - erosione causata da forestazione produttiva
 - degradazione dei suoli per sovrappascolamento
 - inquinamento causato da uso eccessivo di fertilizzanti
 - inquinamento causato da attività mineraria
 - salinizzazione nelle aree costiere
 - aree percorse da incendi
 - consumo di suoli agricoli per apertura di cave
 - consumo di suoli per urbanizzazione
4. Inquadramento negli indicatori del modello DPSIR di tutti i lavori censiti. Tutti i lavori censiti sono stati inquadrati nel modello DPSIR, e pertanto per ciascuno di essi sono stati indicati Determinati, Pressioni, Stato, Impatto e Risposte;
5. Quadro delle conoscenze sui fattori ed i processi di degradazione del suolo nelle regioni italiane dell'obiettivo 1. L'analisi e la rielaborazione dei risultati scientifici ottenuti negli studi sulla desertificazione e sulla land degradation, con riferimento alla tematica suolo, in queste regioni ha inoltre posto in luce lo stato delle conoscenze in merito ai fattori ed ai processi di degradazione del suolo, evidenziandone pregi e difetti. In particolare sono emerse le seguenti criticità:
- assenza di un quadro di riferimento generale sulla situazione della degradazione del suolo basato su dati conoscitivi sperimentali;
 - carenza di un approccio integrato all'interno delle singole ricerche, che tenga in considerazione i diversi effetti determinati dai singoli processi;
 - carenza nell'indicare gli areali di rappresentatività dei casi studio, al fine di poter estendere i risultati delle ricerche ad areali più vasti.

Obiettivi e struttura del rapporto

Obiettivo principale del presente rapporto è l'analisi e la rielaborazione dei risultati scientifici ottenuti negli studi sulla desertificazione e sulla land degradation, con riferimento alla tematica suolo, nelle regioni italiane comprese nell'obiettivo 1 dell'Unione Europea (Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia, Sardegna).

Tale rielaborazione è a sua volta finalizzata alla sistematizzazione tipologica dei fenomeni osservati e studiati.

La struttura del lavoro, l'uso dei concetti relativi a DPSIR e land degradation system sono stati sviluppati e concordati in comune con NRD.

Il lavoro è così strutturato:

Capitolo 1: Viene inquadrata la problematica a livello mediterraneo, utilizzando prevalentemente la relazione dell'Agenzia Europea dell'Ambiente sulla degradazione del suolo e sullo sviluppo sostenibile in Europa, pubblicata nell'anno 2000. Inoltre, viene presentato il modello DPSIR (Driving forces, Pressures, State, Impacts, Responses) applicato al suolo, utilizzato come base di riferimento per la sistematizzazione tipologica dei fenomeni.

Capitolo 2: Vengono analizzati e rielaborati i risultati scientifici ottenuti negli studi sulla desertificazione e sulla land degradation, con riferimento alla tematica suolo, nelle regioni Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna. Per ciascuna regione, la trattazione è articolata secondo il seguente schema:

- Introduzione: inquadramento della problematica a livello regionale;
- Problematiche del territorio: analisi dei principali Land Degradation Systems riscontrati;
- Indicatori DPSIR: elenco, con riferimento bibliografico, degli indicatori riscontrati;
- Applicazione del modello DPSIR ai principali sistemi di degradazione del suolo riscontrati;
- Bibliografia generale;
- Bibliografia articolata per progetti specifici.

Capitolo 3: Vengono riassunti i principali fattori e processi di degradazione del suolo riscontrati nelle regioni esaminate.

1. INQUADRAMENTO DELLA PROBLEMATIC A LIVELLO MEDITERRANEO

1.1 Analisi dei fattori di degrado nel bacino del Mediterraneo

Secondo l'UNEP (1991, 1992) la desertificazione può essere definita come “... *il degrado delle terre in aree a clima arido, semiarido, e secco sub-umido derivante da diversi fattori, comprese le variazioni climatiche e l'impatto delle attività antropiche...*”. Questa definizione include aspetti climatici, pedo-geomorfici e fisici, nonché l'attività antropica, influenzati da fattori socioeconomici, incluse le decisioni politiche. Beltrán e Toepfer, nella loro prefazione alla relazione dell'Agenzia Europea dell'Ambiente sulla degradazione del suolo e sullo sviluppo sostenibile in Europa (UNEP-EEA, 2000), mettono in evidenza come anche in Europa si stiano attualmente testando i limiti di resilienza e di capacità multifunzionale del suolo. Complessivamente, nel mondo quasi 2 miliardi di ettari sono interessati da fenomeni di degradazione del suolo di origine antropica (UN, 2000). Il fabbisogno di cibo, dovuto all'aumento della popolazione, sta producendo in alcune aree del pianeta una intensificazione delle attività agricole, con conseguente abuso delle capacità del suolo di rilasciare ed assorbire nutrienti e sostanze chimiche. L'espansione dell'urbanizzazione, particolarmente nelle grandi aree urbane, sta impermeabilizzando il suolo e lo sta consumando. Ogni anno, 20 milioni di ettari di territorio agricolo diventano troppo degradati per poter produrre dei raccolti, o vengono persi a causa dell'espansione urbana. I suoli vengono degradati fisicamente e chimicamente in seguito ad erosione, perdita di nutrienti ed inquinamento. I diversi organismi che vivono nel suolo vengono ridotti nel numero e, conseguentemente, la capacità di filtro del suolo viene irrimediabilmente compromessa in molte aree. Allo stesso tempo, l'abuso di sostanza organica del suolo continua a compromettere la potenzialità del suolo di sequestrare il carbonio atmosferico.

È risaputo che la degradazione e la desertificazione nell'Europa mediterranea sono processi attribuiti alle attività antropiche ed esacerbati dal clima. L'importanza di questi fenomeni è chiaramente illustrata nell'Europa meridionale, dove la desertificazione è un rischio che interessa più del 60% del territorio includendo le regioni centrali e meridionali della Spagna, quelle meridionali del Portogallo, quelle centrali e meridionali dell'Italia (incluse la Sicilia e la Sardegna), nonché ampie aree della Grecia e Creta (UNEP, 1991; Middleton e Thomas, 1997).

Negli ultimi 40 anni, ecosistemi fragili nel bacino del Mediterraneo sono stati sottoposti a rapide e progressive intensificazioni delle pratiche agricole, dovute sia alla meccanizzazione che alla ricerca di maggiori produzioni e conseguenti guadagni (Guidoboni, 1998). Questa espansione agricola ha determinato l'aumento delle superfici occupate dai campi, con scarsa attenzione alle pratiche di conservazione ed uno sfruttamento agricolo eccessivo. Inoltre, sono aumentate le superfici monoculturali, con una conseguente riduzione dei pascoli e dell'input di sostanza organica nel suolo. A titolo di esempio, tra il 1965 ed il 1984, la superficie a pascolo dell'Europa mediterranea si è ridotta di circa 3 milioni di ettari, corrispondenti a circa il 7% del totale delle aree coltivate (Perez-Trejo, 1994).

Contemporaneamente, si è verificato un progressivo consumo dei territori agricoli più fertili in seguito all'espandersi dell'urbanizzazione, alla creazione di aree ricreative attrezzate e di infrastrutture, ed alla migrazione delle pratiche agricole nelle più fragili aree collinari (Rodolfi, 1988).

Le più importanti variazioni d'uso che hanno interessato i territori agricoli collinari nella regione sono:

- uso diffuso di fertilizzanti e di agro-chimici in generale;
- abbandono delle vecchie pratiche di conservazione (come terrazzamenti e drenaggi);
- aumento delle aree irrigate senza applicazione di specifiche misure di conservazione (per esempio drenaggi), particolarmente laddove l'acqua d'irrigazione utilizzata è di scarsa qualità;
- progressiva riduzione della disponibilità idrica, sia in termini quantitativi che qualitativi, in seguito alla competizione con usi non agricoli ed all'aumento dell'inquinamento (ad esempio aumento dei rifiuti urbani ed industriali ed accumulo di sali);
- progressivo aumento degli incendi, sia nel numero che nella frequenza.

In seguito a quanto finora esposto, i principali problemi collegati al suolo riscontrati nell'Europa mediterranea sono (UNEP-EEA, 2000):

- Impermeabilizzazione del suolo, intesa come occupazione fisica (Fig. 1.1). In particolare, per quanto concerne i Paesi mediterranei, l'urbanizzazione è stata estremamente rapida lungo le aree litorali della Spagna meridionale, nelle isole, nella Francia meridionale ed in Italia. Il processo è legato anche allo sviluppo turistico. Nel 1985 quasi il 90% dei territori urbanizzati era localizzato lungo le coste della Spagna, della Francia, dell'Italia, della Grecia e della ex Jugoslavia. Tali pressioni persisteranno o addirittura aumenteranno nei prossimi anni, così come previsto dal Blue Plan (EEA, 1999).
- Erosione (Fig. 1.2). L'erosione idrica ed eolica del suolo è un problema importante e ben conosciuto nell'Europa meridionale. Anche se l'erosione dei suoli è un processo naturale, l'attività antropica e l'evoluzione dei sistemi utilizzati in agricoltura, ha recentemente accelerato questo processo. Infatti, l'erosione idrica è dovuta alle intense precipitazioni stagionali, ma è spesso associata a sovrappascolamento o all'abbandono di sistemi agricoli tradizionali. L'impatto principale è la diminuzione della produttività del suolo come risultato della sua riduzione di spessore. L'UNEP (2000) calcola che nelle regioni mediterranee, per oltre un terzo della superficie le perdite annue di suolo per erosione superano le 15 tonnellate/ettaro. Questo dato è particolarmente significativo in quanto la stima del tempo necessario per rigenerare 1 cm di suolo nelle regioni mediterranee è di circa 12 anni in condizioni favorevoli, mentre è di 120-400 anni in determinati ambienti naturali (Giordani e Zanchi, 1995). Questi valori sono comunque estremamente variabili e possono essere difficilmente quantificati e generalizzati, perché dipendono da determinate interrelazioni tra clima, roccia madre, vegetazione e tecniche agronomiche.
- Stabilità dei versanti. Il suolo gioca un importante ruolo nel mantenere la stabilità dei versanti. In particolare, la degradazione del suolo, l'erosione del suolo e la sua occupazione fisica, possono essere cause dirette o indirette di eventi catastrofici. Recenti disastri sottolineano l'impatto di pratiche gestionali non appropriate o di uso improprio della risorsa suolo.

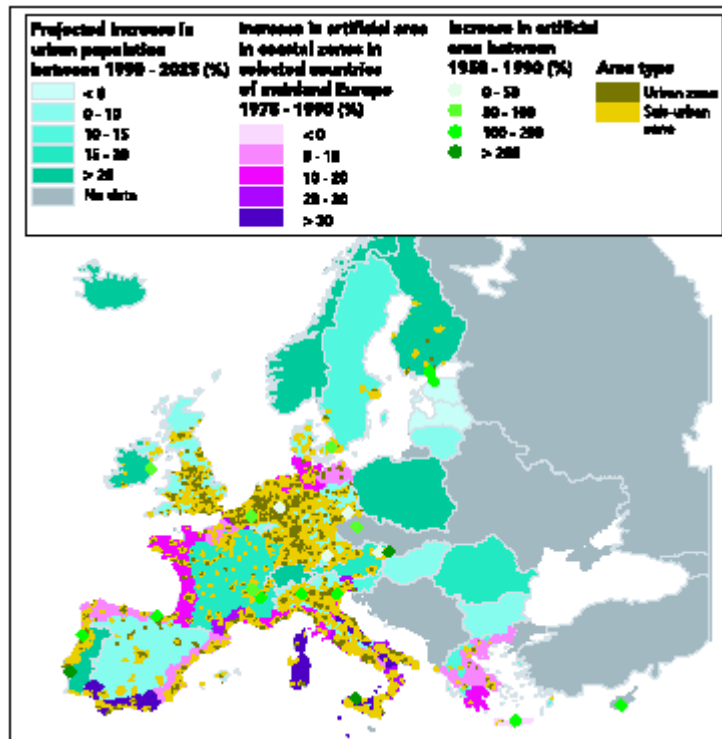


Figura 1.1 - Aree europee con problemi di impermeabilizzazione dei suoli
(fonte: UNEP-EEA, 2000)

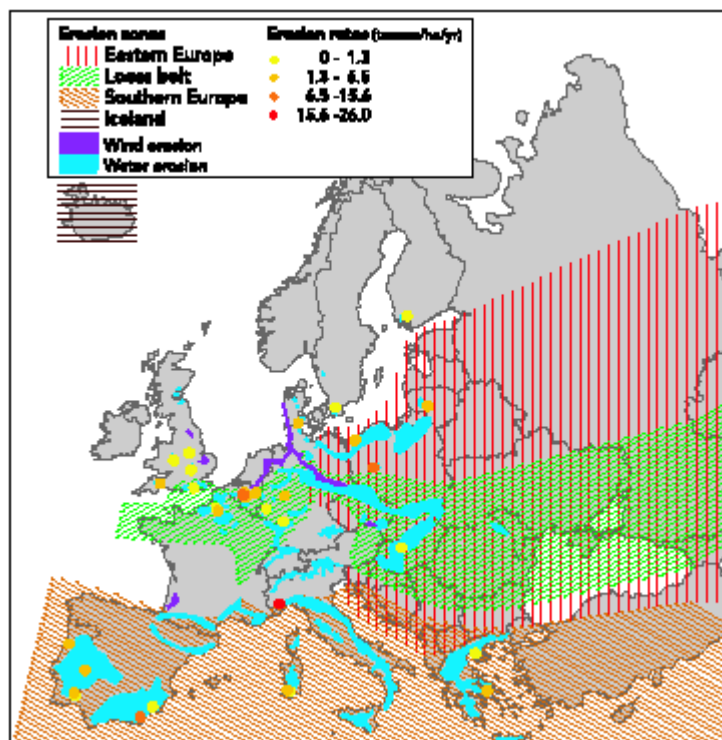


Figura 1.2 - Aree europee con problemi di erosione dei suoli
(fonte: UNEP-EEA, 2000)

Gli eventi naturali sono più frequenti in aree accidentate con elevate pendenze, precipitazioni intense e clima sfavorevole, come le regioni Mediterranee.

In Italia, per esempio, più del 50% del territorio è stato classificato a rischio idrogeologico elevato o molto elevato in aree che interessano il 60% della popolazione (34 milioni di abitanti).

Più del 15% del territorio e del 26% della popolazione sono soggetti a rischio molto elevato (Ministero dell'Ambiente, 1999). Inoltre, danni al suolo avvengono anche nelle basse pianure in seguito alle alluvioni.

- Contaminazione (Fig. 1.3 e 1.4). Nell'area mediterranea la contaminazione può essere elevata in zone limitate o in punti chiave (aree urbane ed industriali), dovuta sia a sorgenti puntuali che diffuse.

A questi problemi si possono aggiungere la perdita di sostanza organica e la salinizzazione. La prima, particolarmente legata agli incendi o a pratiche non corrette di uso del suolo, viene considerata come uno dei fattori più importanti di degradazione del suolo, in quanto influisce sulla permeabilità e sulla stabilità della struttura e quindi sull'erosione, oltre che sulla fertilità e sugli scambi gassosi con l'atmosfera.

Per l'European Soil Bureau (CCE, 2002) circa il 75% dei suoli dell'Europa meridionale presenta tenori di sostanza organica inferiori al 3,4% (basso) o addirittura all'1,7% (estremamente basso); questo ultimo dato viene generalmente considerato dagli agronomi come limite immediatamente precedente la "desertificazione".

Fonti UE (CCE, 2002) evidenziano che i suoli affetti da salinizzazione nell'Unione assommano a circa 1×10^6 ettari.

La maggior parte di questi si trovano nell'Europa mediterranea, laddove le condizioni aride in gran parte dei mesi dell'anno favoriscono l'accumulo di sali sulla superficie dei suoli.

Queste condizioni influenzano fortemente le comunità vegetali dominanti come pure i sistemi di coltivazione.

Rimangono comunque delle lacune conoscitive, dovute alla carenza di dati. Infatti, sulla base dei pochi dati disponibili, è possibile solo una stima generale delle condizioni del suolo in Europa.

Non sono solo presenti importanti carenze, ma anche l'accesso ai dati esistenti risulta difficile. Poiché il suolo ha molti utilizzatori, dati sul suolo sono stati raccolti da organismi diversi per scopi differenti.

Solo pochi dati possono essere utilizzati direttamente allo scopo di determinare delle politiche e la maggior parte di questi copre delle aree geografiche limitate.

Tali carenze sulle informazioni disponibili limitano la possibilità di produrre una stima più completa.

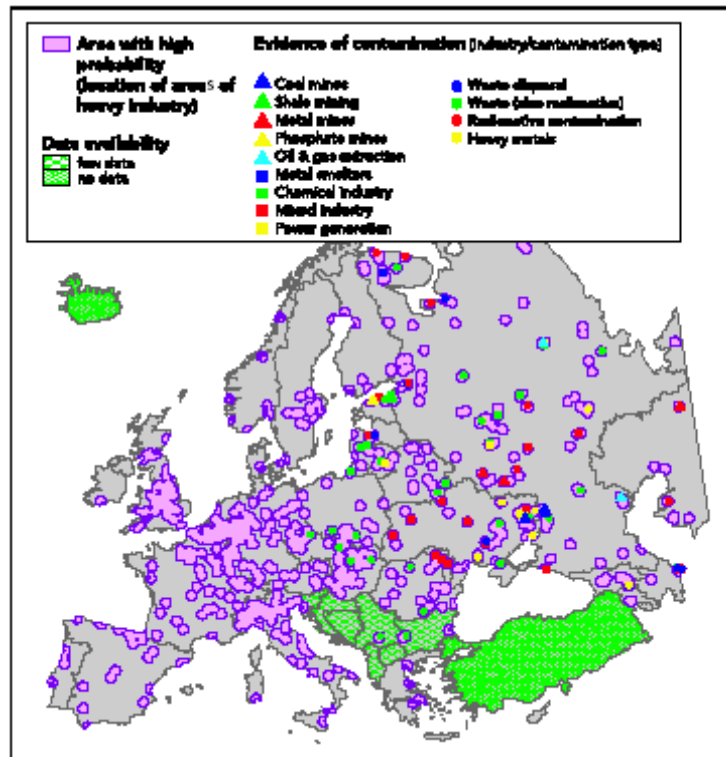


Figura 1.3 - Aree europee con problemi di contaminazione locale dei suoli
(fonte: UNEP-EEA, 2000)

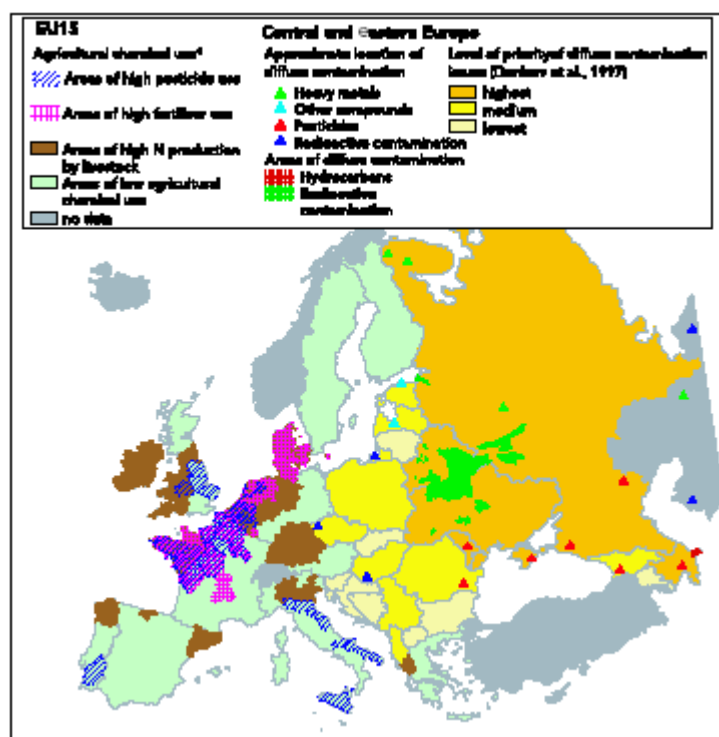


Figura 1.4 - Aree europee con problemi di contaminazione locale dei suoli
(fonte: UNEP-EEA, 2000)

1.2 Il modello DPSIR

Negli ultimi anni, l'Organizzazione della Cooperazione Economica e dello Sviluppo (OECD) ha sviluppato un sistema di riferimento al fine di inquadrare i legami agro-ambientali e l'uso sostenibile del territorio e dei suoli per mezzo della struttura Driving Force-State-Response (DSR) (OECD, 1998). In questa struttura di riferimento, vengono descritte le Forze determinanti (Driving Forces) di tipo ambientale, economico e sociale al fine di comprendere lo Stato del suolo e del territorio e di fornire una base per delle Risposte sul problema della degradazione del suolo attraverso il governo delle Forze determinanti (Blum, 2000).

In questo concetto, le Forze determinanti (di seguito indicate semplicemente come Determinanti) descrivono la causa delle variazioni delle condizioni ambientali relative al suolo ed al territorio, ad esempio come indicatori agro-ambientali per territori a vocazione agricola. Lo Stato descrive l'effetto sull'utilizzazione del suolo e le Risposte descrivono le possibili azioni da intraprendere, al fine di rispondere ai cambiamenti ambientali, nel senso di nuove politiche per il suolo, modificando e controllando le Determinanti.

Gli indicatori da utilizzare in questo contesto devono avere le seguenti caratteristiche:

- rilevanza per le politiche: ciò significa che i dati devono essere guidati più dalla domanda che dall'offerta e devono indicare importanti caratteristiche politiche;
- solidità analitica: gli indicatori devono avere basi scientifiche e devono mostrare una chiara relazione causa-risposta;
- facile interpretazione: gli indicatori devono essere di facile comprensione per tutti (agricoltori, cittadini, pianificatori, politici);
- misurabilità: gli indicatori devono avere caratteri di fattibilità ed economicità per quanto concerne la raccolta dei dati, la loro elaborazione e la loro divulgazione.

Recentemente, nell'ambito delle attività di protezione ambientale dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA) è stato sviluppato il quadro di riferimento DPSIR, che può anche essere applicato al suolo. Questo quadro di riferimento include le Determinanti (D), le Pressioni (P), gli Stati (S), gli Impatti (I) e le Risposte (R) ed ha il pregio di essere di facile utilizzazione da parte dei politici e dei pianificatori (EEA, 1999). Per esempio, nel contesto agricolo, una Determinante può essere la riduzione di prezzo dei prodotti agricoli sul mercato locale, che determina una riduzione del reddito degli agricoltori. La Pressione da ciò risultante è una riduzione dei nutrienti del suolo, in quanto l'agricoltore non avrà più i mezzi economici per poter rimpiazzare i nutrienti per mezzo di fertilizzanti. Ciò comporta una degradazione del suolo a causa della diminuzione dei nutrienti e, in casi estremi, anche l'erosione del suolo (Stato), nel caso in cui non possano essere prese delle misure atte a prevenire l'erosione lungo i versanti a causa della mancanza di denaro.

L'Impatto diretto è un cambiamento nella funzione del suolo, cioè una diminuzione della fertilità del suolo e quindi una riduzione della produzione di biomassa. Un Impatto indiretto possono essere le variazioni di numero e distribuzione nella popolazione rurale, dovute alla riduzione dei guadagni.

Le Risposte non dovrebbero essere rivolte al recupero della fertilità del suolo o ad attenuare la Pressione stessa, per esempio attraverso la distribuzione di fertilizzanti agli agricoltori, ma dovrebbero rivolgersi direttamente al miglioramento delle condizioni di mercato agricolo al fine di mantenere dei prezzi di mercato ragionevoli per i prodotti agricoli. In questo caso, la Risposta sarebbe una risposta economica e sociale e non una risposta tecnica.

In questo lavoro si è deciso di adottare il modello DPSIR applicato al suolo in quanto esso consente di rappresentare, anche visivamente, l'insieme degli elementi e delle relazioni che caratterizzano il sistema suolo, relazionandolo con le politiche avviate verso di esso.

Le componenti del modello sono (Fig. 1.5):

1. D - Determinanti o Forze determinanti - Driving forces: Attività e comportamenti umani derivanti da bisogni individuali, sociali, economici; stili di vita, processi economici, produttivi e di consumo da cui originano pressioni sul suolo;
2. P - Pressioni – Pressures: Pressioni esercitate sul suolo in funzione delle Determinanti, cioè delle attività e dei comportamenti umani;
3. S - Stati – States: Qualità e caratteri del suolo che possono essere messi in discussione dalle Pressioni, qualità considerate come valori (fisici, chimici, biologici, naturalistici, testimoniali, economici) che occorre tutelare e difendere;
4. I - Impatti – Impacts: Cambiamenti significativi dello stato del suolo che si manifestano come alterazioni negli ecosistemi, nella loro capacità di sostenere la vita, la salute umana, le performance sociali ed economiche;
5. R - Risposte – Responses: Azioni di governo attuate per fronteggiare gli Impatti, indirizzate nei confronti di una qualsiasi componente DPSIR; oggetto della risposta può essere una Determinante, una Pressione, uno Stato, un Impatto, ma anche una Risposta pregressa da correggere; le Risposte possono assumere la forma di obiettivi, di target, di programmi, di piani di finanziamento, di interventi, di priorità, di standard, di indicatori da adottare, di autorizzazioni, di verifiche, di controlli, ecc.

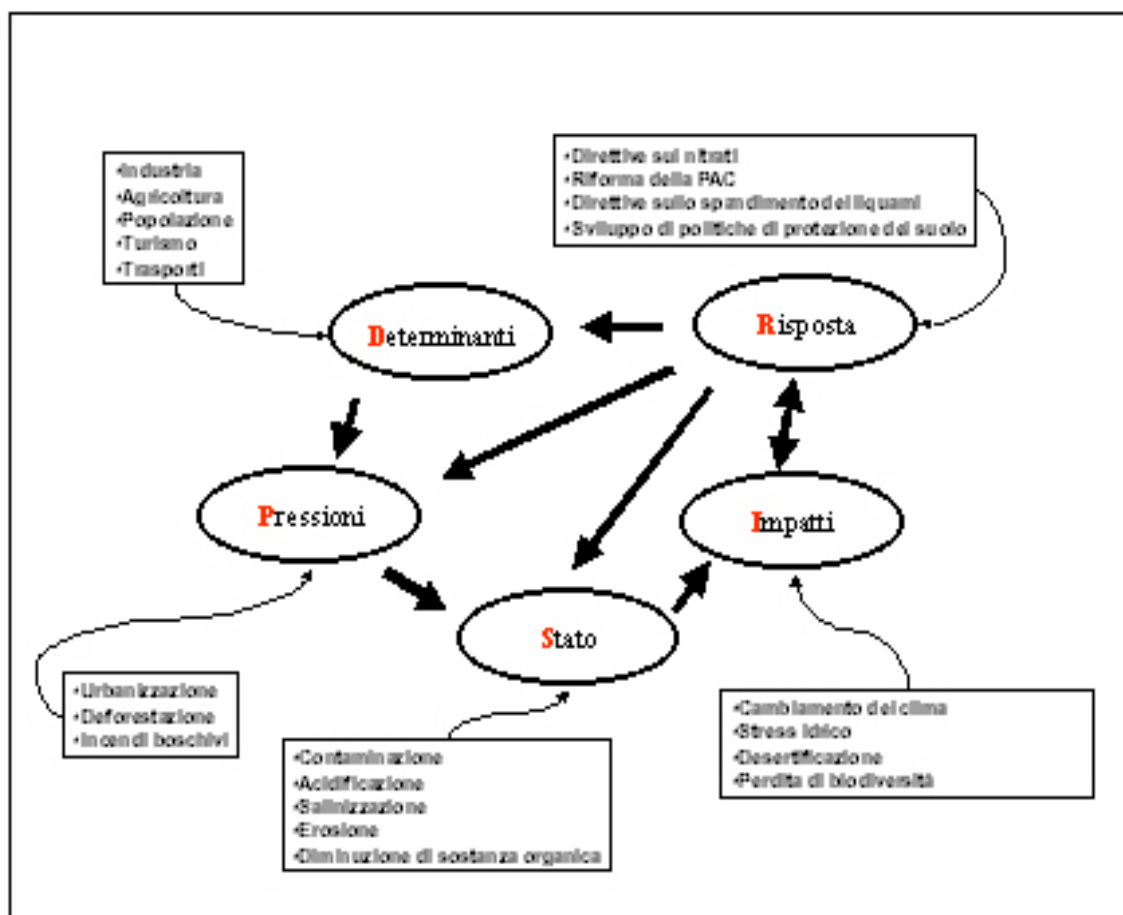


Figura 1.5 - Schema DPSIR applicato al tema "suolo"
(fonte: ARPA Piemonte, 2002)

1.3 Riferimenti bibliografici

- ARPA Piemonte, (2002). Rapporto sullo stato dell'ambiente.
- Blum, W.E.H., (2000). Definition of Agri-Environmental Indicators. Proceedings of the Symposium Agricultural Environment Protection, Vol. 1, 11-15, Editura Helicon, Timisoara, Rumania.
- CCE, (2002). Comunicazione della Commissione al Consiglio e al Parlamento Europeo. Verso una strategia tematica per la protezione del suolo del suolo. COM (2002) 179 del 16.4.2002, Bruxelles.
- EEA, (1999). Environment in the European Union at the turn of the century. Copenhagen, Denmark.
- EEA, (1999). State and pressures of the marine and coastal Mediterranean environment. European Environment Agency, Copenhagen, Denmark.
- Giordani C., Zanchi C., (1995). Elementi di Conservazione del Suolo. Ed. Patròn, Bologna.
- Guidoboni E., (1998). Ricostruzione storica dei fenomeni di desertificazione e di degrado del territorio in Italia. ENEA, Report SGA/RTP, 197/98, Bologna.
- Middleton N., Thomas D., (eds 1997). World Atlas of Desertification. 2nd edition. UNEP, Arnold Publication, London.
- Ministero dell'Ambiente, (1999). Classificazione dei Comuni Italiani in Base al Livello di Attenzione per il Rischio Idrogeologico. Ufficio del Consigliere Ministeriale per la Difesa del Suolo, Segreteria Tecnica per la Difesa del Suolo.
- OECD, (1998). Joint Working Party of the Committee for Agriculture and the Environment Policy Committee - Proposed Work on Trade, Agriculture and Environment. Document: COM/AGR/CA/ENV/EPOC (98) 142.
- Perez-Trejo F., (1994). Desertification and Land Degradation in the European Mediterranean. European Union Report 14850, VI, Bruxelles.
- Rodolfi G., (1988). Geomorphological mapping applied to land evaluation and soil conservation in agricultural planning: some examples from Tuscany (Italy). Z. Geomorph. N.F., Suppl. Bd. 68, 155-174.
- UN, (2000). UN Secretary General's report A/544/2000 Chapter C. "Defending the Soil".
- UNEP, (1991). Status of desertification and Implementation of United Nations Plan of Action to combat Desertification. UNEP, Nairobi.
- UNEP, (1992). World Atlas of Desertification. 1st edition. Edward Arnold Publication, London.
- UNEP, (2000). Guidelines for erosion and desertification control management.
- UNEP-EEA, (2000). Down to earth: Soil degradation and sustainable development in Europe. A challenge for the 21st century. Environmental issue series No. 16, Belgium, 32 p.

2 ANALISI E RIELABORAZIONE DEI RISULTATI SCIENTIFICI OTTENUTI NEGLI STUDI SULLA DESERTIFICAZIONE E SULLA LAND DEGRADATION

2.1 Introduzione

Vengono di seguito analizzati e rielaborati i risultati scientifici ottenuti negli studi sulla desertificazione e sulla *land degradation*, con riferimento alla tematica suolo, nelle regioni Campania, Puglia, Basilicata, Calabria, Sicilia e Sardegna. Per ciascuna regione, la trattazione è articolata secondo il seguente schema:

- Introduzione: inquadramento della problematica a livello regionale;
- Problematiche del territorio: analisi dei principali Land Degradation Systems riscontrati;
- Indicatori DPSIR: elenco, con riferimento bibliografico, degli indicatori riscontrati;
- Applicazione del modello DPSIR ai principali sistemi di degradazione del suolo riscontrati;
- Bibliografia generale;
- Bibliografia articolata per progetti specifici.

2.2 Campania

2.2.1 Introduzione

Il territorio della Campania presenta diverse problematiche, che si manifestano in modo marcato nell'area della provincia di Napoli.

Come riportato nella Relazione sullo stato dell'ambiente 2001 del Ministero dell'Ambiente, il sistema ambientale campano è certamente interessato da fenomeni degenerativi dei suoli. In particolare, risultano più sensibili ai processi di erosione i suoli evolutisi sulle ceneri vulcaniche che ricoprono i rilievi appenninici. In oltre 500.000 ha di territorio campano, il paesaggio dei versanti meridionali, con rada vegetazione xerofila associata a roccia affiorante e versanti settentrionali boscati, rappresenta la testimonianza di un processo di perdita irreversibile dei suoli avvenuto nel passato, ma ancora in atto anche con movimenti di massa, talvolta catastrofici. I suoli sono al massimo grado di vulnerabilità, in quanto destinati ad esaurire il substrato pedogenetico (a meno di eventi naturali che rinnovino la coltre piroclastica), e quindi devono essere gestiti con tutte le pratiche conservative utili al mantenimento dell'erosione a livelli naturali. L'urbanizzazione rappresenta una delle principali cause di degrado delle ampie pianure, prossime alla costa (circa 146.000 ha); qui il processo di trasformazione urbana ha consumato (e sprecato) suolo con intensità insopportabile generando vastissime aree impermeabilizzate.

Nella sola provincia di Napoli, l'urbanizzazione ha sottratto, dal 1961 al 1991, più della metà delle superfici agricole utilizzate. Non meno drammatiche appaiono le perdite di suoli agricoli nelle pianure del Volturno e del Sele, soprattutto lungo le fasce costiere con l'occupazione dei suoli delle fasce dunari e retrodunari, notoriamente appartenenti ad ambienti estremamente vulnerabili.

Allo stato odierno il consumo di suolo ha luogo principalmente per la realizzazione delle grandi infrastrutture (interporti, grandi centri commerciali, alta velocità), che necessitano di grandi superfici.

Tutto ciò non solo ingenera perdita irreversibile di suoli, ma provoca nelle aree perturbate, laddove gli ecosistemi urbani vengono a contatto con quelli agricoli, una serie di effetti perturbanti e, spesso, degenerativi come l'inquinamento dei suoli o l'abbandono di pratiche agricole conservative. Si assiste infine ad una generale ed intensiva attività agricola, i cui effetti si manifestano con una marcata riduzione dei contenuti di sostanza organica negli orizzonti coltivati, associata frequentemente ad una più preoccupante perdita di attività biologica ed all'accentuazione dell'incrostamento superficiale.

2.2.2 Problematiche del territorio

- Land Degradation System: erosione

In seguito ai movimenti franosi verificati nei territori di Sarno e Quindici, sono stati compiuti alcuni studi che riguardano le problematiche relative alla presenza, in queste regioni, di Andosuoli.

In particolare, Terribile et al. (1999) hanno messo in evidenza le caratteristiche di questi suoli, ed evidenziato come queste siano in grado di influenzare in maniera decisiva le dinamiche di innesco e di propagazione delle frane. Infatti, tralasciando le influenze di pluviometria, clivometria, presenza di scarpate, uso del suolo ed altro, risultano determinanti alcuni caratteri degli Andosuoli come il loro spessore e l'anisotropia laterale e verticale. Quest'ultima, localizzata al contatto tra orizzonti di suolo sepolto ed orizzonti pomicei presenti anche al di sotto dell'ordinaria profondità, determina la formazione di piani di minor resistenza all'interno della copertura pedologica. Di grande rilevanza è inoltre la suscettibilità degli Andosuoli all'erosione. Questi suoli sono infatti, in assenza di una copertura vegetale, estremamente vulnerabili nei confronti dell'erosione idrica accelerata, innescata dal ruscellamento concentrato proveniente da strade, aree con roccia nuda, ed altro. Infine, le caratteristiche di discontinuità della coltre pedologica li rendono ancora più suscettibili ai processi di slittamento. Infatti, in occasione di un'elevata imbibizione dei suoli in seguito ad importanti precipitazioni, con conseguente relativo appesantimento (che può raggiungere anche il 100% del proprio peso), laddove vi siano interruzioni della coltre per la presenza di strade e di scarpate vengono accentuate le situazioni di squilibrio nei corpi di suolo a monte dei tagli, aumentando la possibilità di slittamento verso il basso.

Attraverso la caratterizzazione di questi suoli si evince come sia necessario tutelare la continuità delle coperture pedologiche, in quanto ogni loro interruzione costituisce un fattore di instabilità e favorisce l'innescarsi di fenomeni franosi.

In un altro lavoro relativo alla stessa area, Terribile et al. (2000) hanno concentrato le loro analisi sugli aspetti pedogeografici (Fig. 2.1) in relazione ai fenomeni franosi verificatosi nel 1998, mettendo in risalto l'importanza di una corretta gestione del territorio e la differente vulnerabilità dei suoli in ambienti diversi. In particolare, hanno analizzato il sistema suolo di Roccamonfina, che pur avendo caratteristiche intrinseche molto vulnerabili, è caratterizzato da un paesaggio con pendenze moderate, poche discontinuità (scarpate e strade) e soprattutto da una gestione del territorio molto conservativa, incentrata sulla coltivazione del castagneto da frutto. Queste caratteristiche rendono tutto il sistema molto stabile. In contrapposizione, i suoli dei Campi Flegrei e dell'Isola d'Ischia hanno caratteristiche intrinseche poco vulnerabili, in seguito alla limitata profondità, bassa tixotropia e moderata ritenzione idrica.

Le recenti aperture di strade e la gestione del ceduo di castagno rendono comunque questi sistemi vulnerabili ai fenomeni di dissesto.

Il Vesuvio ha una bassa vulnerabilità ai fenomeni franosi, in quanto i suoli sono molto esili, hanno una ritenzione idrica alla saturazione molto bassa e mancano di proprietà tixotropiche. Il Monte Somma ha invece una maggiore vulnerabilità dovuta sia agli aspetti pedologici che ambientali. Il paesaggio è particolarmente degradato a causa dell'abbandono delle pratiche di gestione del bosco di castagno, dei frequenti incendi e delle aperture di strade. A conclusione di questo studio, gli Autori sottolineano come l'attività dell'uomo, così come nelle frane di Sarno e Quindici, ha avuto ed ha tutt'oggi un ruolo molto importante. Infatti, l'uso del suolo, sia esso agricolo o forestale, ha un impatto molto rilevante sulle coltri pedologiche e sulla loro funzionalità. Inoltre, gli Autori rilevano come sistemi di suolo, considerati oggi stabili, possono andare incontro a gravi rischi di instabilità se soggetti a pratiche di gestione non conservative.

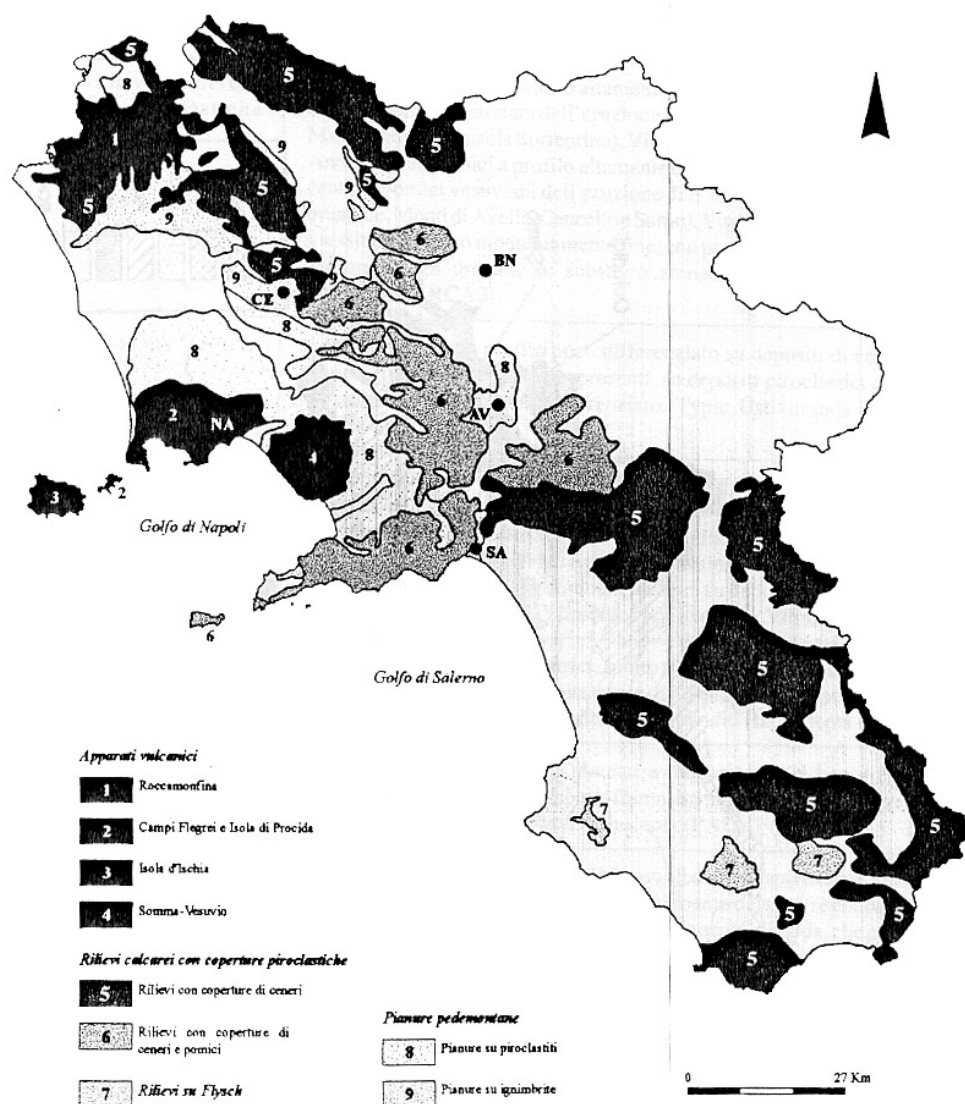


Figura 2.1 - Carta della distribuzione spaziale dei principali sistemi di suoli vulcanici in Campania (fonte: Terribile et al., 2002)

Determinanti:	morfologia, roccia madre, vegetazione, attività agro-forestali
Pressioni:	lavorazioni non razionali, deforestazione, apertura strade, incendi
Stato:	erosione, movimenti massa, variazione del ciclo idrologico del suolo, consumo di suoli agricoli
Impatti:	perdita della risorsa suolo, rischi per l'uomo, incidenza economica, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	vincoli ambientali

- Land Degradation System: inquinamento da attività industriale

Tra gli studi che riguardano le problematiche dei suoli delle aree industriali, Buondonno et al. (1998) riportano alcune analisi che riguardano l'area industriale dell'Ilva di Bagnoli, nei dintorni di Napoli (Fig. 2.2). In queste aree le modificazioni sono state sia superficiali, con l'occupazione fisica dei terreni ad opera delle industrie, che profonde, ad opera dell'inquinamento provocato dalla dispersione di componenti chimici nel suolo e nelle falde dell'area industriale.

Le modifiche hanno comportato anche la copertura di suoli preesistenti attraverso il deposito di materiali inquinanti, derivanti dalla lavorazione nel ciclo industriale. Inoltre, in queste aree, è possibile osservare terreni di origine antropica, formati attraverso il deposito di materiali non terrosi che, solo parzialmente, sono mischiati con le particelle terrose, tanto da non poter essere classificati in nessun modo nella tassonomia esistente. Altri studi relativi a quest'area sono stati condotti da Adamo et al. (2002).

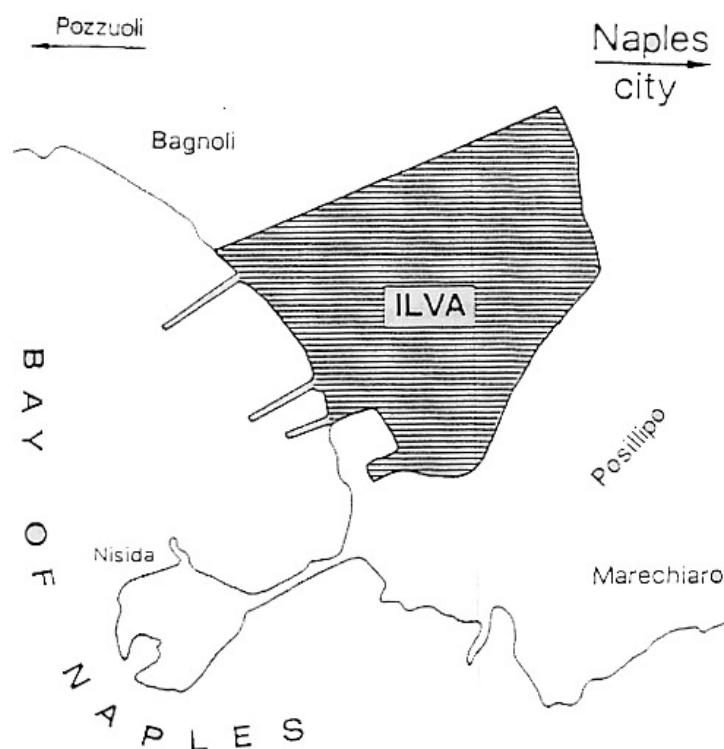


Figura 2.2 - Ubicazione dell'area studiata da Buondonno et al. (1998)

Questi Autori hanno riscontrato, con osservazioni sul campo e analisi chimiche, come i terreni siano caratterizzati da una morfologia complessa e da una grande variabilità nelle proprietà fisico-chimiche. Soprattutto queste ultime sono quelle che maggiormente influenzano la struttura dei suoli ed i processi di inquinamento a cui questi suoli sono stati soggetti nel corso dell'intera attività industriale. In particolare, hanno riscontrato un'alta percentuale di concentrazioni di Cu, Cr, Pb, Zn e Ni. Questi valori sono talmente elevati da costituire un rischio per qualsiasi uso, comprese le zone verdi di ricreazione pubblica, nonché gli usi privati e residenziali. Pertanto, secondo le normative vigenti, queste aree devono essere tenute sotto stretto controllo delle autorità pubbliche. In un altro lavoro che riguarda l'inquinamento dell'area urbana di Napoli, Imperato ed al. (2003) hanno osservato come quest'area sia stata sottoposta ad un notevole inquinamento nel corso degli anni, che ha portato una notevole concentrazione di metalli pesanti Cu, Cr, Pb, Zn (Fig. 2.3).

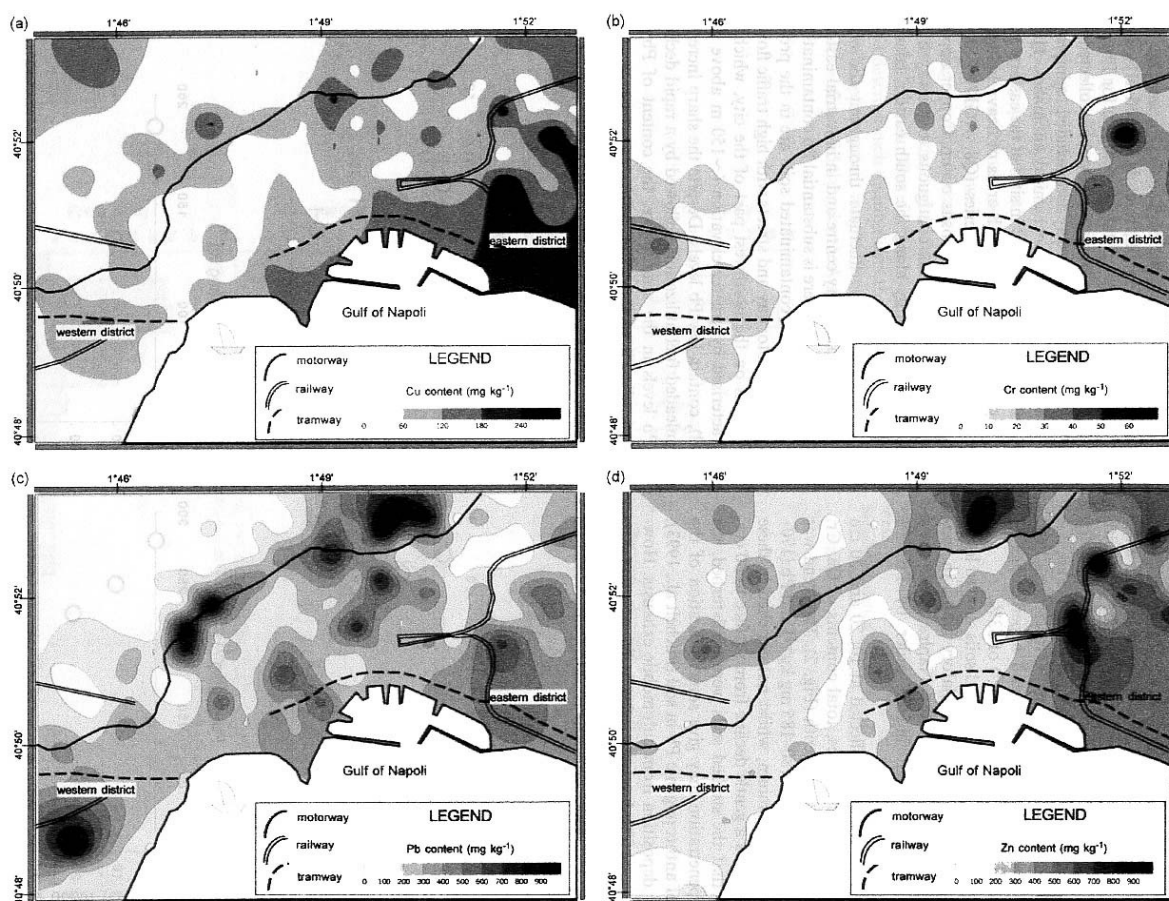


Figura 2.3 - Mappa della distribuzione dei contenuti di Cu, Cr, Pb, e Zn nei suoli dell'area urbana di Napoli
(fonte: Imperato et al., 2002)

Questi valori sono determinati sia dall'attività industriale, ma anche dal continuo aumento del traffico stradale. Valori particolarmente alti sono stati riscontrati nel distretto industriale orientale.

Determinanti: industria
Pressioni: discarica di materiali inquinanti
Stato: inquinamento
Impatti: perdita della risorsa suolo, rischi per l'uomo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte: nessuna indicazione

- Land Degradation System: consumo di suoli per urbanizzazione

Una stima degli effetti delle attività antropiche sul territorio campano è presente nel lavoro redatto dal Servizio Valutazione Impatto Ambientale (1997). Nella provincia di Napoli nel decennio 1981-1990 la perdita dei suoli fertili è stimata in circa 10.000 ha, ovvero il 14% della superficie agricola totale, contro il 3% del resto dell'Italia. Inoltre, negli anni '60, la superficie agricola rappresentava quasi l'80% della superficie territoriale provinciale, mentre nel 1990 questa incidenza si era ridotta al 49%. Da questi dati si capisce quanto, nella regione Campania, queste problematiche siano pericolosamente presenti. Inoltre, c'è anche da considerare che la perdita di questi suoli riguarda proprio i territori caratterizzati da una elevata capacità produttiva, nonché da un elevato valore naturalistico.

Determinanti: urbanizzazione
Pressioni: occupazione di aree agricole
Stato: consumo di suoli agricoli
Impatti: perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte: nessuna indicazione

- Ubicazione geografica degli studi analizzati

Di seguito (Fig. 2.4) è riportata l'ubicazione geografica dei più importanti studi riguardanti i processi di degradazione del suolo analizzati e discussi nelle pagine precedenti:

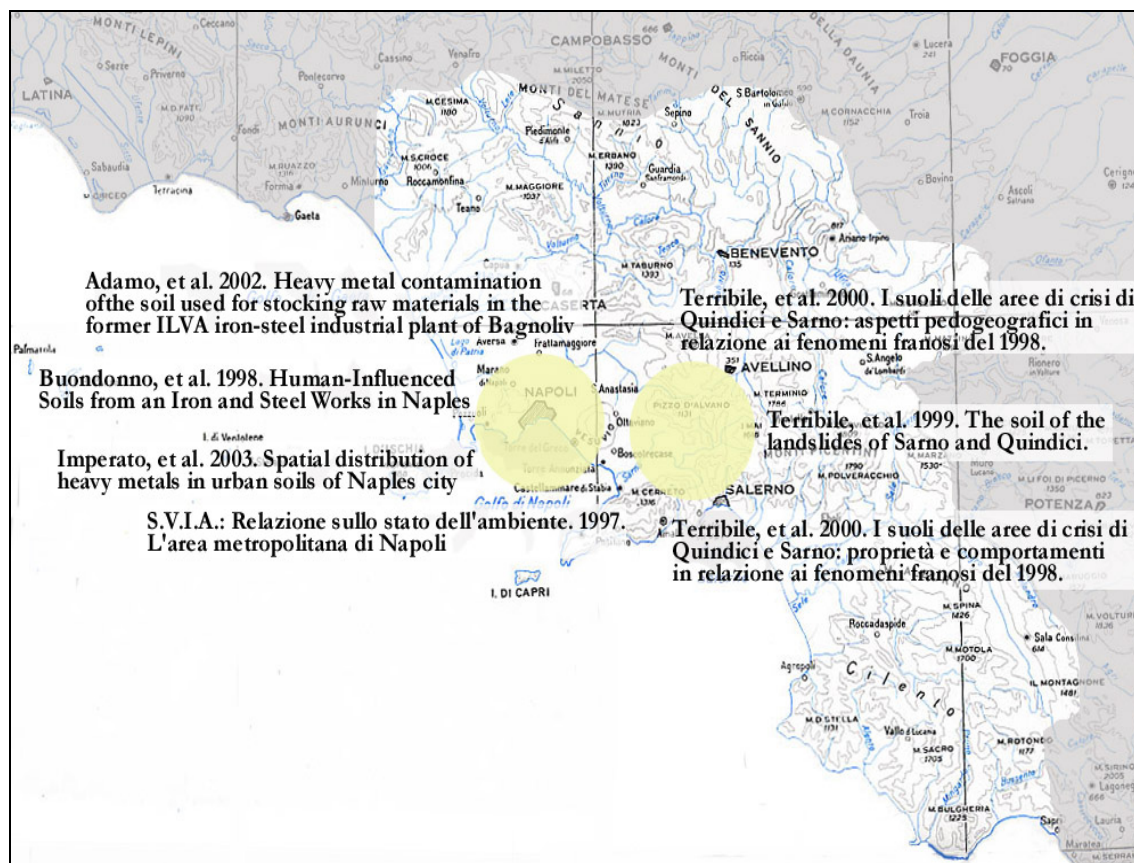


Figura 2.4 - Ubicazione geografica e fonte dei più importanti studi analizzati e discussi nelle pagine precedenti

2.2.3 Indicatori DPSIR

I numeri indicati in rosso tra parentesi quadre si riferiscono ai lavori riportati in bibliografia.

DETERMINANTI

- DI ORIGINE NATURALE
 1. clima (precipitazioni, evapotraspirazione, temperatura) [3]
 2. topografia (pendenza, lunghezza ed esposizione del pendio, densità di drenaggio) [1, 2, 3]
 3. roccia madre (composizione chimica, proprietà fisiche) [1, 2, 3]
 4. vegetazione (tipo, densità, vegetazione climax) [1, 2, 3]
- DI ORIGINE ANTROPOGENICA:
 1. agricoltura [1, 3]
 2. industria [4, 5]
 3. urbanizzazione [6, 7]
 4. variazioni di land use [1]

PRESSIONI

- ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI:
 1. deforestazione [1, 3]

- 2. apertura strade [1, 3]
- ATTIVITÀ INDUSTRIALI:
 - 1. discarica di materiali inquinanti [4, 5]
- URBANIZZAZIONE:
 - 1. occupazione di aree agricole [7]

STATO

- PROCESSI FISICI:
 - 1. erosione [1, 2, 3]
 - 2. variazione del ciclo idrologico del suolo
 - 3. consumo di suoli agricoli [1, 2, 3, 4, 7]
- PROCESSI CHIMICI:
 - 1. lisciviazione [4]
 - 2. acidificazione [6]
 - 3. inquinamento [4, 5, 6]
 - 4. impoverimento della fertilità [4, 5]
- PROCESSI BIOLOGICI:
 - 1. diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo [4, 5]

IMPATTI

- 1. perdita della risorsa suolo [1, 2, 3, 4, 5, 7]
- 2. rischi per l'uomo [1, 2, 3, 4, 5, 6]
- 3. incidenza economica [4, 5]
- 4. modificazione dei sistemi produttivi [4, 5]
- 5. cambiamenti nelle rese colturali [4, 5, 7]
- 6. cambiamenti nelle funzioni del suolo [1, 2, 3, 4, 5]
- 7. perdita di biodiversità [4, 5, 7]
- 8. modificazione della stabilità degli ecosistemi [1, 2, 3, 4, 5, 7]
- 9. alterazione della qualità del paesaggio [1, 2, 3, 4, 5, 7]
- 10. stress idrico [1, 2, 3, 7]

RISPOSTE

- 1. vincoli ambientali [1, 3]
- 2.
- 3.

2.2.4 Applicazione del modello DPSIR ai principali sistemi di degradazione del suolo riscontrati in Campania

Dall'analisi del numero limitato di lavori scientifici reperiti, risulta come nella regione siano presenti tre sistemi di degradazione del suolo: uno relativo alla degradazione per erosione nei territori di Sarno e Quindici, causato dall'azione di deforestazione, aperture strade, equilibrio instabile dei suoli stessi; un altro sistema di degradazione è relativo all'inquinamento dei suoli causato dall'attività industriale nel territorio napoletano; ed infine un ultimo sistema di degradazione riguarda il consumo di suoli agricoli per urbanizzazione (Fig. 2.5).

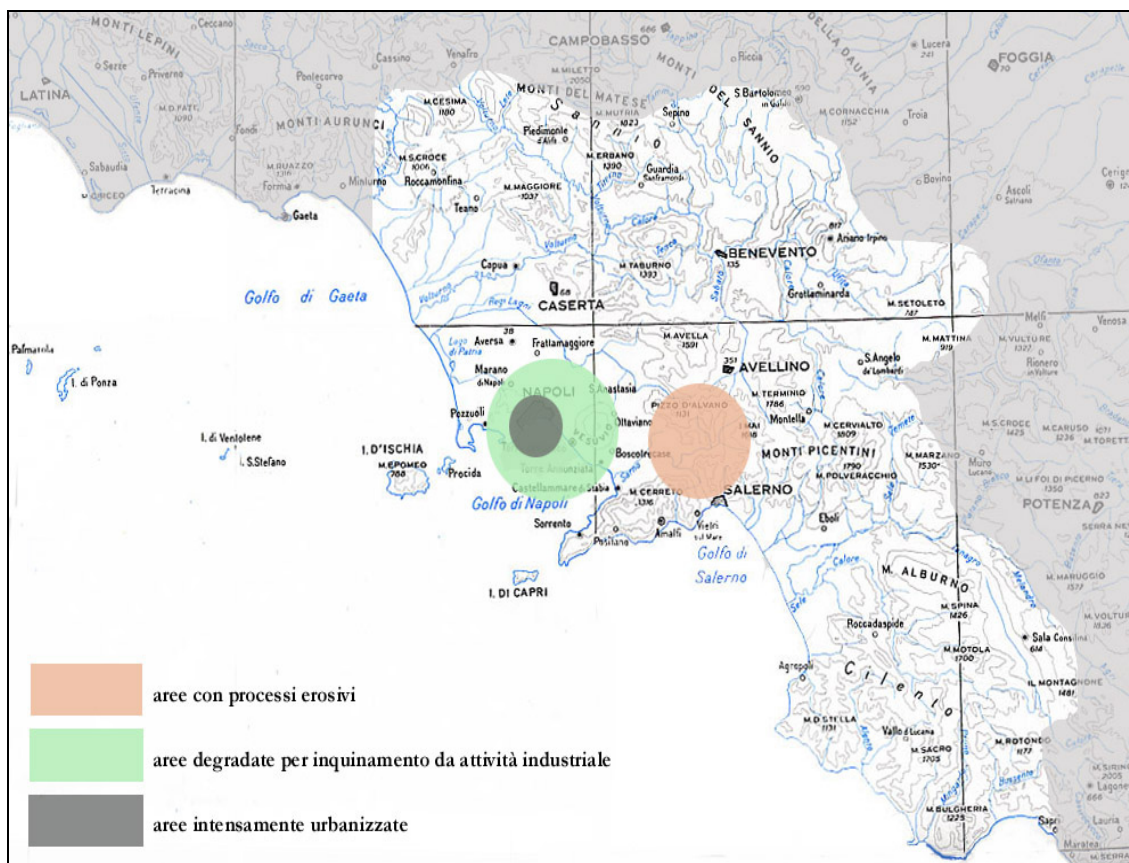


Figura 2.5 - Ubicazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo

Vengono di seguito riportati i modelli DPSIR applicati alla degradazione del suolo per erosione nei territori di Sarno e Quindici (Fig. 2.6), alla degradazione per l'inquinamento da attività industriale (Fig. 2.7) ed alla degradazione per l'occupazione di aree agricole causata dall'urbanizzazione (Fig. 2.8) in Campania.

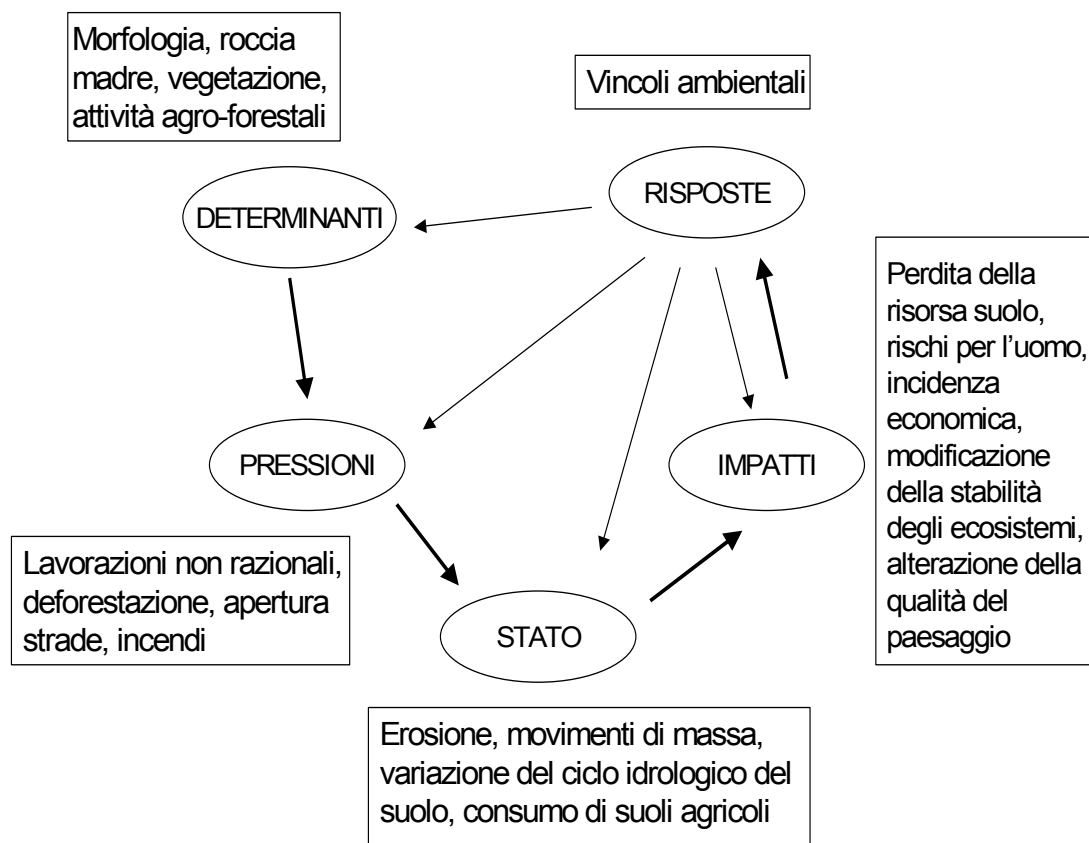


Figura 2.6 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo in Campania

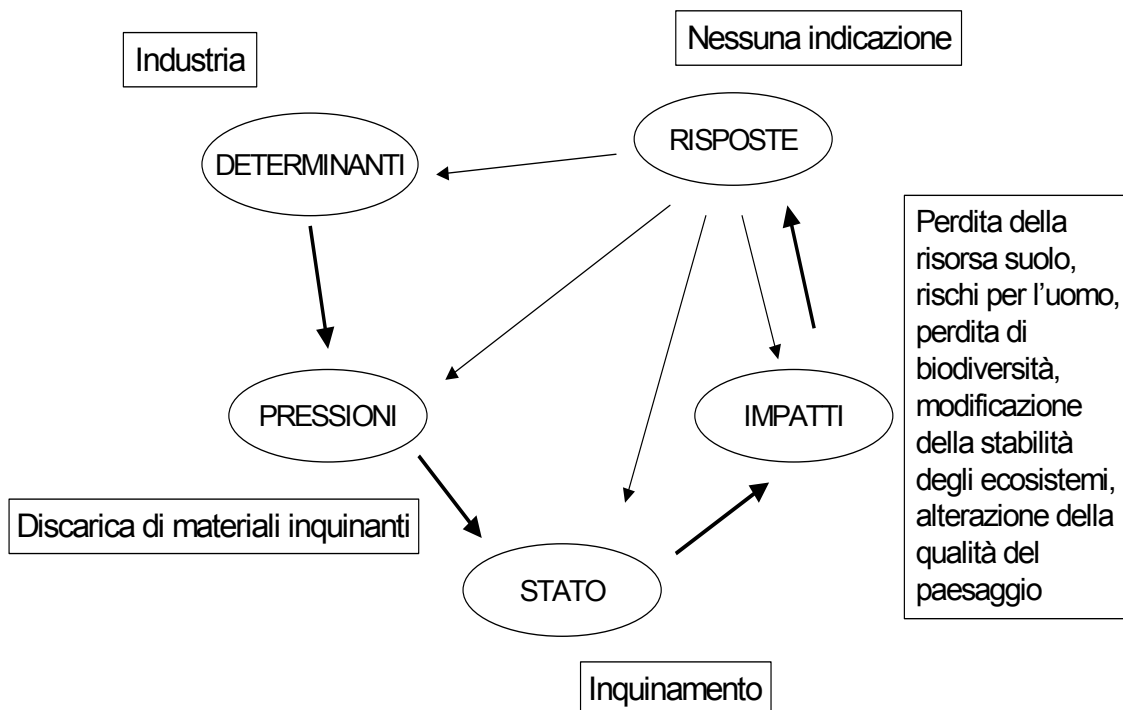


Figura 2.7 - Modello DPSIR applicato all'inquinamento del suolo da attività industriale in Campania

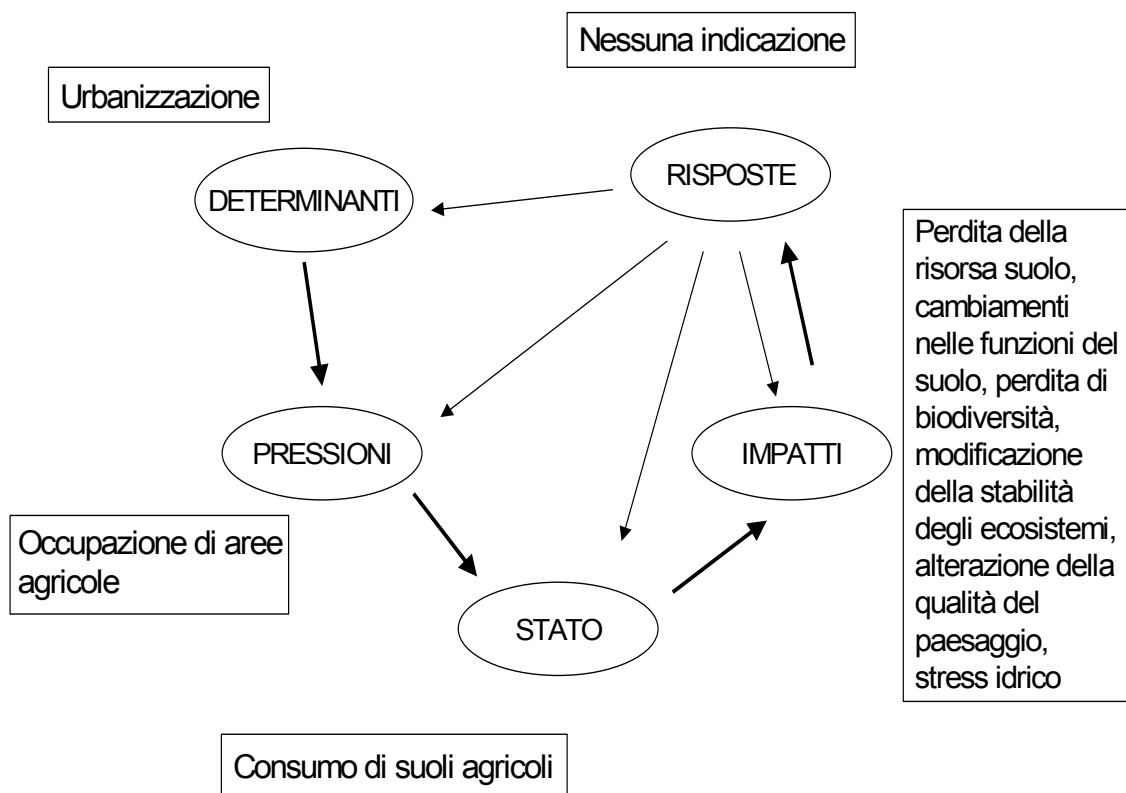


Figura 2.8 - Modello DPSIR applicato al consumo del suolo per l'urbanizzazione in Campania

2.2.5 Bibliografia generale

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ ANTROPICA

<i>Pressioni: deforestazione, apertura strade</i>	<i>Stato: erosione accelerata, movimenti di massa</i>

- [1] Terribile F., Basile A., Di Gennaro A., Aronne G., Buonanno M., De Mascellis R., Vingiani S. and Malucelli F., (1999). The soil of the landslides of Sarno and Quindici. In: F. Terribile and P. Adamo (Eds.), Scientific program and guide for the excursions, Joint Meeting of WG 3 and 4 Cost Action 622, Degradation Processes in Volcanic Soils - Heavy Metal Pollution-Land mismanagement, Napoli (Italy) 27-30 May 1999:48-64.
- [2] Terribile F., Basile A., De Mascellis R., Di Gennaro A., Mele G. e Vingiani S., (2000). I suoli delle aree di crisi di Quindici e Sarno: proprietà e comportamenti in relazione ai fenomeni franosi del 1998. In: Quaderni di Geologia Applicata, 7:60-79.
- [3] Terribile F., Di Gennaro A., Aronne G., Basile A., Buonanno M., Mele G. e Vingiani S., (2000). I suoli delle aree di crisi di Quindici e Sarno: aspetti pedogeografici in relazione ai fenomeni franosi del 1998. In: Quaderni di Geologia Applicata, 7:82-95.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI

<i>Pressioni: discarica di materiali inquinanti</i>	<i>Stato: inquinamento</i>

- [4] Adamo P., Arienzo M., M.R. Bianco, F. Terribile & P. Violante. 2002. Heavy metal contamination of the soil used for stocking raw materials in the former ILVA iron-steel industrial plant of Bagnoli (Southern Italy). In: the Scienze of the total Environment 295:17-34.
- [5] Buondonno, C., A. Ermice, A. Buondonno, M. Murolo and L. Pugliano. 1998. Human-Influenced Soils from an Iron and Steel Works in Naples, Italy. Soil Sci. Soc. Am. J. 62:694-700.
- [6] Imperato, M., P. Adamo, D. Naimo, M. Arienzo, D. Stanzione & P. Violante. 2003. Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). In: Environmental Pollution 124:247-256.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [7] Servizio valutazione impatto ambientale informazione ai cittadini e per la relazione sullo stato dell'ambiente. 1997. L'area metropolitana di Napoli. In: Relazione sullo stato dell'ambiente. Ministero dell'Ambiente, Roma:63-64.

2.2.6 Bibliografia articolata per progetti specifici

PROGETTO C.N.R. No. 96.05370.ST74. DiSSPA No. 0036 :

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI

<i>Pressioni: discarica di materiali inquinanti</i>	<i>Stato: inquinamento</i>

- [6] Imperato, M., P. Adamo, D. Naimo, M. Arienzo, D. Stanzione & P. Violante. 2003. Spatial distribution of heavy metals in urban soils of Naples city (Italy). In: Environmental Pollution 124:247-256.

LAVORI SCIENTIFICI CHE NON RICADONO IN PROGETTI SPECIFICI :

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ ANTROPICA

<i>Pressioni: deforestazione, apertura strade</i>	<i>Stato: erosione accelerata, movimenti di massa</i>

- [1] Terribile, F., A. Basile, A. Di Gennaro, G. Aronne, M. Buonanno, R. De Mascellis, S. Vingiani and F. Malucelli. 1999. The soil of the landslides of Sarno and Quindici. In: F. Terribile and P. Adamo (Eds.), Scientific program and guide for the excursions, Joint Meeting of WG 3 and 4 Cost Action 622, Degradation Processes in Volcanic Soils - Heavy Metal Pollution-Land mismanagement, Napoli (Italy) 27-30 May 1999:48-64.
- [2] Terribile, F., A. Basile, R. De Mascellis, A. Di Gennaro, G. Mele e S. Vingiani. 2000. I suoli delle aree di crisi di Quindici e Sarno: proprietà e comportamenti in relazione ai fenomeni franosi del 1998. In: Quaderni di Geologia Applicata, 7:60-79.
- [3] Terribile, F., A. Di Gennaro, G. Aronne, A. Basile, M. Buonanno, G. Mele e S. Vingiani. 2000. I suoli delle aree di crisi di Quindici e Sarno: aspetti pedogeografici in relazione ai fenomeni franosi del 1998. In: Quaderni di Geologia Applicata, 7:82-95.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI

<i>Pressioni: discarica di materiali inquinanti</i>	<i>Stato: inquinamento</i>

- [4] Adamo, P., M. Arienzo, M.R. Bianco, F. Terribile & P. Violante. 2002. Heavy metal contamination of the soil used for stocking raw materials in the former ILVA iron-steel industrial plant of Bagnoli (Southern Italy). In: the Scienze of the total Environment 295:17-34.
- [5] Buondonno, C., A. Ermice, A. Buondonno, M. Murolo and L. Pugliano. 1998. Human-Influenced Soils from an Iron and Steel Works in Naples, Italy. Soil Sci. Soc. Am. J. 62:694-700.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [7] Servizio valutazione impatto ambientale informazione ai cittadini e per la relazione sullo stato dell'ambiente. 1997. L'area metropolitana di Napoli. In: Relazione sullo stato dell'ambiente. Ministero dell'Ambiente, Roma:63-64.

2.3 Puglia

2.3.1 Introduzione

Il territorio è prevalentemente pianeggiante ad eccezione del promontorio del Gargano, dell'altopiano delle Murge e delle Serre Salentine, mentre il territorio montuoso occupa solo l'1% della regione ed è costituita dai monti della Daunia.

Nonostante la posizione geografica, con le variabili clima, morfologia, geologia, suoli, vegetazione, le conferisca un'insieme di problematiche territoriali tipiche delle regioni mediterranee, il materiale scientifico finora prodotto non permette di valutare in modo dettagliato i processi presenti nelle aree a maggior rischio di degradazione. Queste possono essere brevemente sintetizzate nelle carte di figura 2.9 e 2.10:

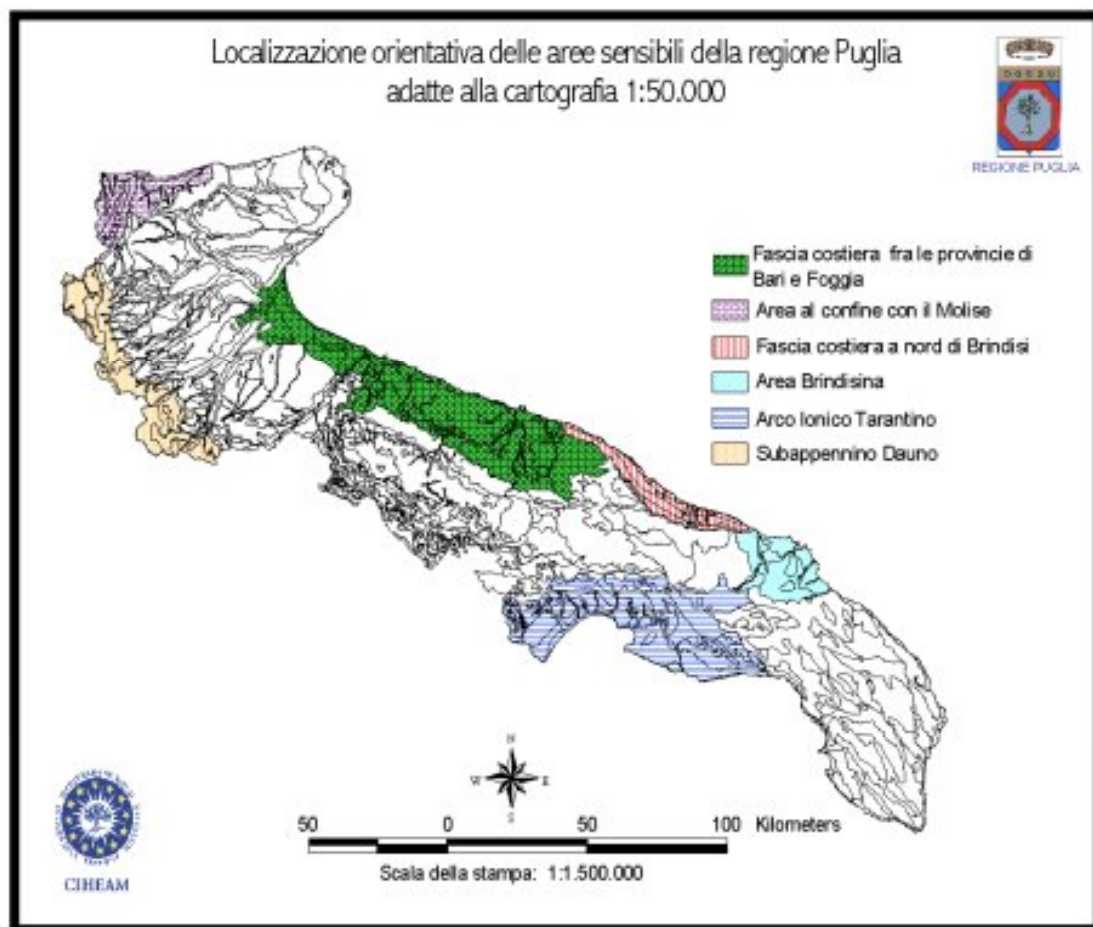


Figura 2.9 - Localizzazione orientativa delle aree sensibili ai processi di degrado
(fonte: sito ufficiale internet Regione Puglia)

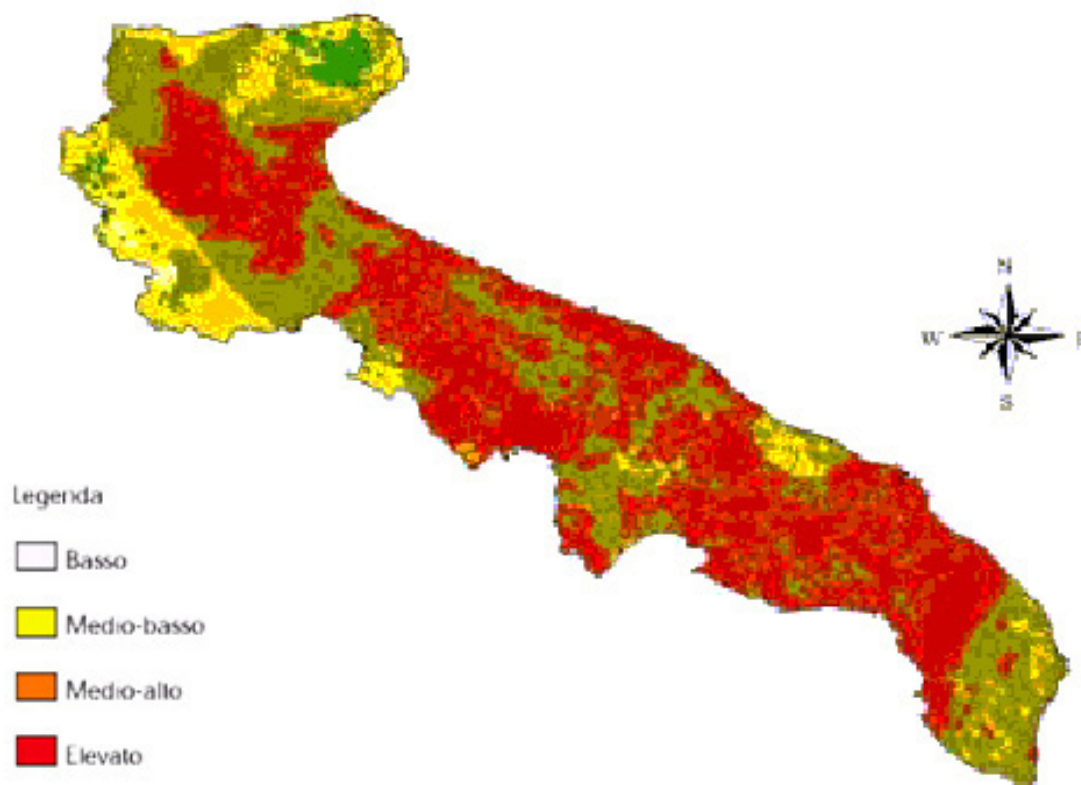


Figura 2.10 - Carta delle aree sensibili alla desertificazione

(fonte APAT, Annuario dei dati ambientali 2002, Condizioni ambientali Sezione b Geosfera)

Falocco e Lubello (2001) riportano le problematiche di degrado dei suoli che s'incentrano sostanzialmente nei processi di sodicizzazione e salinizzazione. Diversi fattori concorrono ad accentuare il fenomeno, come i forti valori degli emungimenti che determinano la salinizzazione delle falde, ma anche la deposizione salina sui suoli costieri ad opera dei venti, i lunghi periodi di siccità e l'estensione delle coste (circa 500 km). A risentire maggiormente dei fenomeni di salinizzazione sono i suoli della fascia costiera delle Murge baresi e salentine (circa 400.000 ha).

Il degrado dei suoli è evidente per il degrado della loro struttura a causa della deflocculazione delle argille. I suoli più sensibili sono quelli privi di carbonati e con tessitura argillosa o tendenzialmente argillosa, presenti sull'intero territorio delle Murge e comunemente denominati "Terre Rosse". Vengono inoltre segnalati seri problemi di inquinamento da metalli pesanti a seguito dell'applicazione della Legge 992/92 sullo smaltimento dei fanghi da depuratori urbani. In molti casi il mancato rispetto dei limiti quantitativi previsti dalla legge e l'invio nel depuratore di reflui extraurbani hanno contribuito ad aggravare ulteriormente la situazione (le superfici interessate dal problema non sono mai state quantificate, ma è presumibile il superamento dei 2.000 ha).

Infine, nelle aree dell'Alta Murgia barese, dove prevalgono le colture a grano e colza, tecniche di rimozione dei massi e di macinazione dei primi 10 cm del substrato predispongono il terreno a fenomeni erosivi assai gravi in quanto la superficie, a seguito della trasformazione, si presenta livellata e priva di asperità.

Il rischio di desertificazione di tali ambienti è dunque estremamente elevato, in considerazione della lenta pedogenesi che subiscono i substrati calcarei. È stato stimato che il fenomeno interessi una superficie di circa 100.000 ha.

2.3.2 Problematiche del territorio

- Land Degradation System: salinizzazione in aree costiere

La Puglia settentrionale è caratterizzata da avanzati processi di desertificazione presenti nella regione del Tavoliere. Nonostante questa presenti caratteristiche climatiche (Fig. 2.11) tendenti ad un regime arido (dall'esame dei dati termo-pluviometrici risulta una delle zone più calde e meno piovose d'Italia), l'agricoltura è di tipo intensivo con le coltivazioni che si estendono sino alla costa.

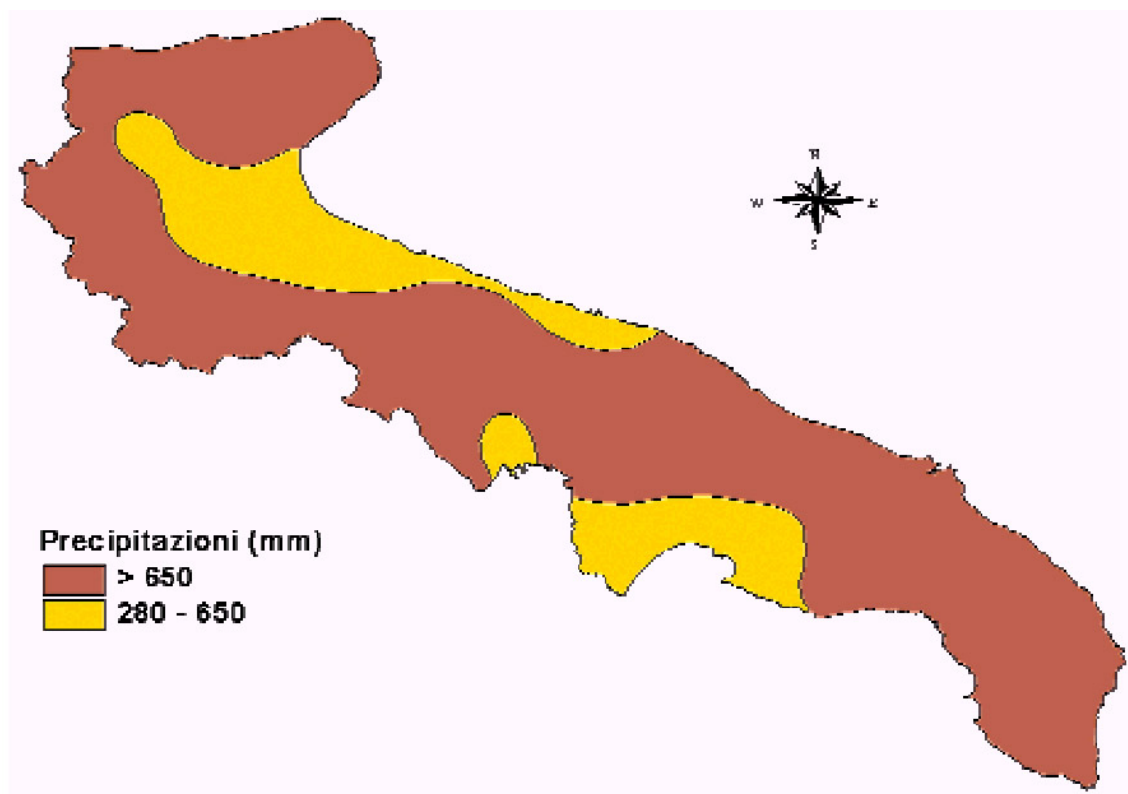


Figura 2.11 - Carta della distribuzione delle precipitazioni nella regione Puglia tenendo conto della classificazione pro-posta in MEDALUS
(fonte: Montanarella, 2001)

L'assenza di una rete irrigua, come riportato da Giasi et al. (2002), ha comportato il depauperamento delle falde superficiali ed il ricorso alle falde profonde. All'interno dello studio si osserva come in tutto il Tavoliere l'irrigazione è sostenuta da un numero notevole di pozzi che, inizialmente, attingevano alla falda superficiale ad una profondità di 10-30 metri e che successivamente si sono spinti fino alla falda intermedia (50-100 m), a causa dell'inaridimento dei livelli acquiferi più alti, dell'aumento di salinità delle acque e del crescente fabbisogno per uso agricolo.

Nonostante le acque contenute negli strati sabbiosi presenti nella formazione delle “argille azzurre” siano inadatte per l'utilizzo irriguo, in particolare in questi terreni a matrice argillosa, in quanto bicarbonatico-sodiche e contenenti boro con concentrazioni talvolta anche superiori ai 4 mg/l e pertanto tossiche secondo le indicazioni della FAO, vengono comunque utilizzate a tal fine. L'eccessivo sfruttamento delle falde è visibile dal numero di pozzi attualmente censiti nella provincia di Foggia che è di circa 25.284 unità, anche se si ritiene che il numero sia superiore a 100.000. Tali pozzi attingono anche dalle falde situate a 400-500 m di profondità. Un monitoraggio condotto da Tarantino et al. (1999) nei comuni di Manfredonia, Zapponeta, Margherita di Savoia, Trinitapoli e Cerignola ha consentito di rilevare, in agro di Zapponeta ad una distanza di soli cento metri dal mare, una profondità del livello statico di 133 m.

Nello studio effettuato da Giasi et al. (2002) nel comprensorio del Fortore (Fig. 2.12), sono state analizzate le acque prelevate da circa 300 pozzi. Il 97% delle acque analizzate presentano valori di conducibilità elettrica superiori a quelli consentiti dalle leggi vigenti per gli usi irrigui. È chiaro quindi che l'utilizzo di acque per fini irrigui comporta, per il 97% dei casi, effetti negativi sulla fertilità dei terreni e sulla produzione, in ordine sia alle rese che alla qualità. In particolare, per una percentuale del 25% del totale, si realizzano sicuramente rese molto più basse rispetto agli standard produttivi della zona, con effetti negativi anche sulla qualità oltre che sulla degradazione strutturale dello strato fertile del terreno.

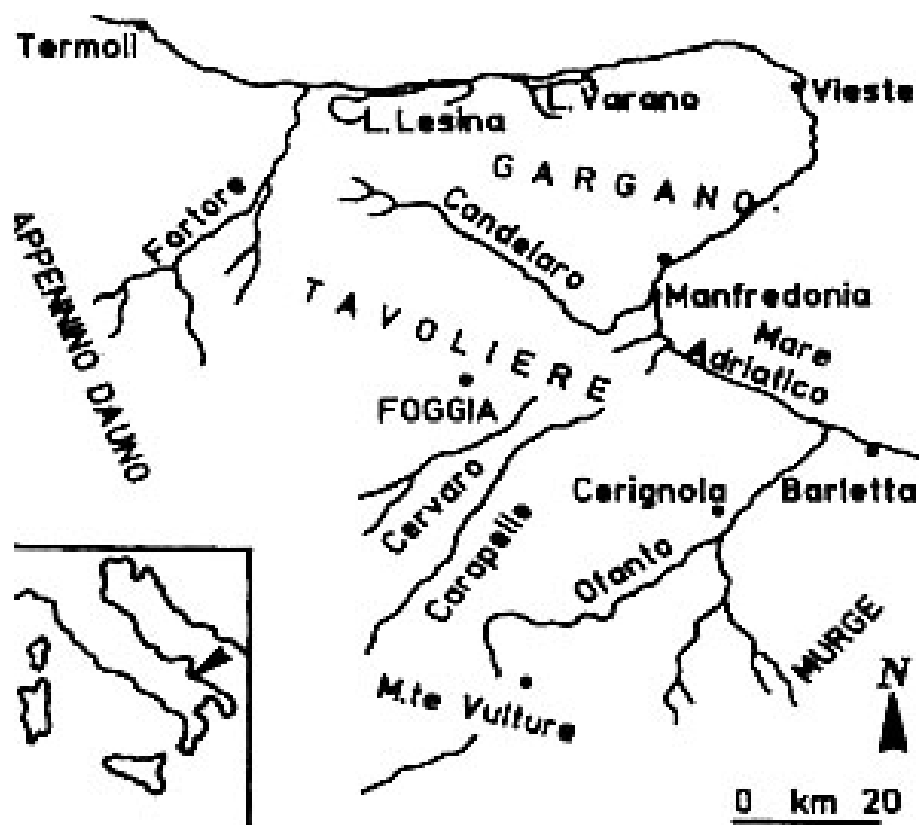


Figura 2.12 - Ubicazione dell'area studiata da Giasi et al., 2002

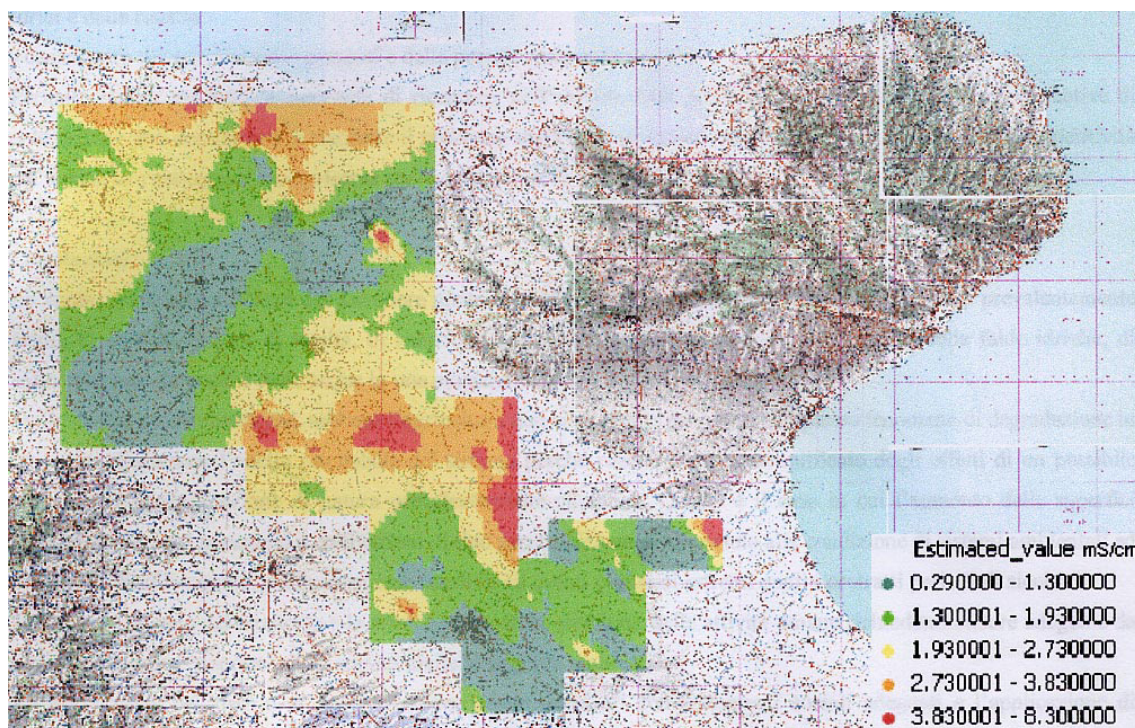


Figura 2.13 - Carta della distribuzione delle contaminazioni nella Regione del Tavoliere

(fonte: Giasi et al., 2002)

Nella figura 2.13 è riportata la distribuzione della contaminazione ottenuta mediante l'elaborazione geostatica dei valori della conducibilità elettrica (Ecw) espressa in $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Gli Autori, in conclusione, sottolineano come l'area del Tavoliere costituisca un ecosistema fragile e molto sensibile alla desertificazione, in quanto particolarmente predisposto a subire fenomeni di degrado in funzione delle sue caratteristiche intrinseche e del livello di sfruttamento antropico. Infine, gli stessi Autori evidenziano come le prospettive di uno sviluppo sostenibile possano attuarsi solo se lo sviluppo socio economico viene coniugato con una corretta gestione delle risorse naturali. Il conseguimento di tale obiettivo, continuano gli Autori, comporta l'individuazione di linee strategiche che coinvolgano: comportamenti economico-sociali adeguati, politiche ambientali di protezione, programmi specifici di recupero ambientale e programmi di incentivazione al recupero e ai comportamenti corretti.

I fenomeni di salinizzazione sono evidenziati anche nel rapporto dell'INEA sullo stato dell'irrigazione in Puglia, in cui l'eccessivo sfruttamento degli acquiferi costieri per scopi agricoli, industriali e civili, è esteso nei 400.000 Ha delle Murge baresi e Salentine, nell'Arco Jonico Tarantino e nel Litorale Adriatico, e proprio su tali aree gravano i maggiori rischi di degrado e di desertificazione. Sempre all'interno di questa ricerca è presente un monitoraggio idrometrico e qualitativo delle acque sotterranee avviato nel Salento, che ha evidenziato arretramenti della salinizzazione verso l'interno del territorio. Sul versante ionico, nei pozzi spia non si registrano valori di salinità superiori a 4 g/l, mentre sul litorale adriatico si arriva a valori intorno agli 8 g/l.

Inoltre, le acque di falda sono risultate contaminate da altri agenti inquinanti, come pesticidi e prodotti petroliferi, ma in particolare nitrati e cloro, derivanti da reflui fognari ed acque di vegetazione scaricate nel suolo e nel sottosuolo, a causa della mancanza di corpi superficiali di sversamento.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri
Stato:	salinizzazione
Impatti:	modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali
Risposte:	direttive sulle acque, direttive politiche agricole

- Land Degradation System: erosione dovuta a lavorazioni non razionali

Balocco et al. (2001) osservano come su tutto il territorio delle Murge i suoli siano caratterizzati da un degrado della struttura causato dalla deflocculazione delle argille. Per evitare ciò, gli agricoltori locali stanno introducendo tecniche per la correzione dei suoli attraverso apporti di sostanza organica e di zolfo, che facilitano il dilavamento del sodio, e scassi profondi per aumentarne la permeabilità.

Nei territori delle alte Murge baresi si sta attuando una tecnica di lavorazione dei suoli che, nel giro di pochi anni, porterà al depauperamento della risorsa suolo. Infatti, la tecnica di lavorazione consiste nella rimozione dei massi e nella macinazione dei primi 10 cm di substrato, livellando in questo modo la superficie per le coltivazioni, e predisponendo il terreno ai processi di erosione con l'asportazione del materiale superficiale. In questo modo, si stima che circa 100.000 ha di superficie saranno interessati dai processi di desertificazione.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	lavorazioni non razionali
Stato:	erosione
Impatti:	perdita della risorsa suolo, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali
Risposte:	direttive sulle acque, direttive politiche agricole

- Land Degradation System: degradazione dovuta a variazione di land use e lavorazioni non razionali

In uno studio di Colombo et al. (1996) si nota l'impatto provocato dal tipo di coltivazione effettuato su un tipo particolare di suoli, denominati Terre Rosse, particolarmente diffusi nelle regioni Mediterranee e nella Regione Puglia. Questi suoli hanno una rilevante importanza agricola e, per valutare il degrado generato dalle variazioni di land use, gli Autori hanno realizzato 14 profili in distinti areali e con differente uso del suolo. Gli esiti finali di questo studio mostrano come il pH sia notevolmente variabile, con valori più bassi relazionabili alla elevata lisciviazione di questi suoli, particolarmente sulle superfici geomorfologiche più antiche. La presenza di carbonati in alcuni suoli utilizzati a seminativo è causata dalle lavorazioni profonde che hanno portato in superficie elevate quantità di calcare riducendo il volume di suolo utilizzabile dalle radici delle piante. Variabile è anche la distribuzione del sodio.

Infatti, in alcuni suoli vi è un forte rischio di accumulo di Na con conseguente degradazione della struttura del suolo causata dall'uso di acque ricche in sali e poco idonee all'irrigazione. Il carbonio organico è notevolmente ridotto negli orizzonti superficiali a seguito delle lavorazioni e per la mancanza di fertilizzazione organica. Complessivamente i suoli coltivati ad oliveto sono apparsi meno alterati rispetto ai suoli a seminativo e tra gli ecosistemi naturali il pascolo è apparso particolarmente povero. In sintesi, concludono gli Autori, l'uso agricolo delle Terre Rosse ha mostrato di modificare sensibilmente molte proprietà chimiche, chimico-fisiche e strutturali di questi suoli. In particolare alcuni di essi sono risultati molto sensibili e degradati da un uso agricolo improprio e poco sostenibile. La soluzione che gli Autori consigliano è una oculata gestione di questi delicati pedoambienti, essenziale per il mantenimento della loro fertilità alle generazioni future.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	lavorazioni non razionali, variazioni di land use
Stato:	erosione, compattazione, riduzione della sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti nelle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	politiche di gestione del suolo

- Land Degradation System: consumo di suoli agricoli per urbanizzazione

Sempre all'interno del lavoro effettuato da Falocco e Lubello (2001) si rileva come i processi di urbanizzazione siano particolarmente intensi, provocando una sensibile diminuzione della superficie agricola. Nel ventennio 1970-90 sono stati sottratti alla coltivazione più di 100.000 ha di terre, in genere quelle di migliore qualità, pari a circa il 6% della superficie territoriale. Questo fenomeno è accentuato soprattutto nella provincia di Lecce, dove la pressione antropica è alta e la superficie agraria per abitante è di solo 2.150 m². Lo stesso rapporto è di 7.580 m² nel foggiano, 3.580 m² come media regionale e 2.630 m² come media nazionale.

Determinanti:	urbanizzazione
Pressioni:	occupazione di aree agricole
Stato:	consumo di suoli agricoli
Impatti:	perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte:	nessuna indicazione

- Ubicazione geografica degli studi analizzati

Di seguito (Fig. 2.14) è riportata l'ubicazione geografica dei più importanti studi riguardanti i processi di degradazione del suolo analizzati e discussi nelle pagine precedenti:

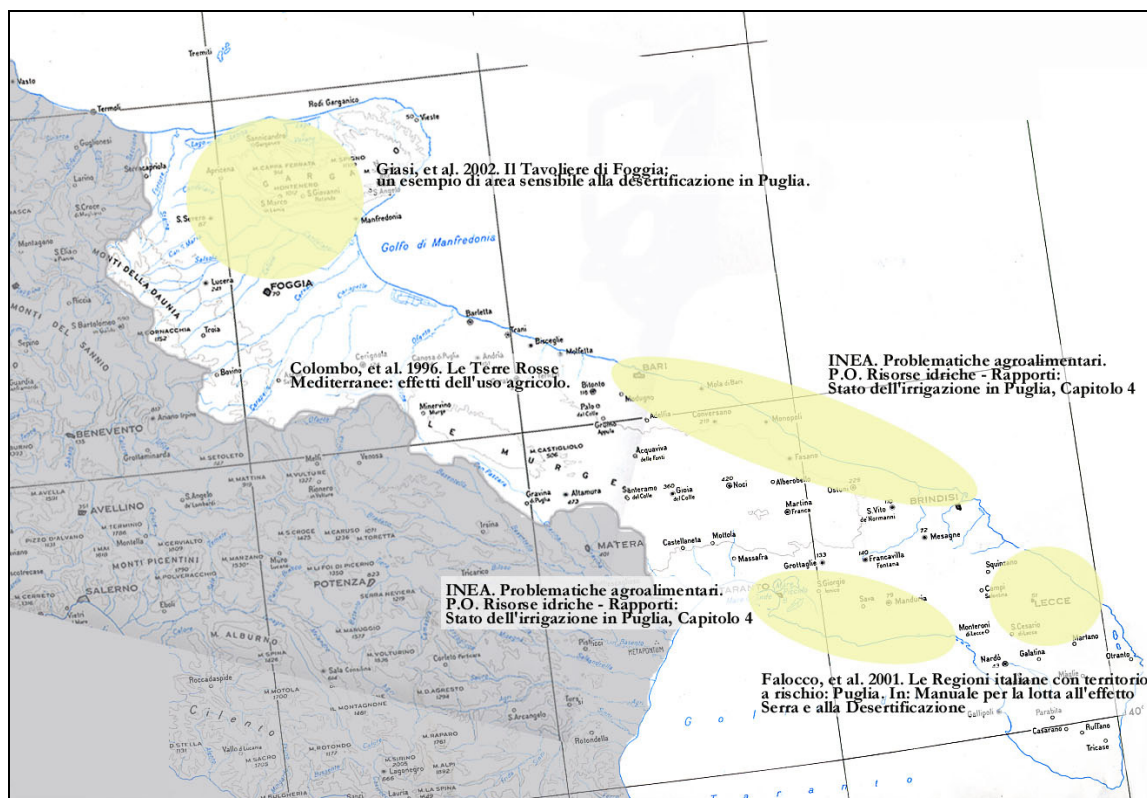


Figura 2.14 - Ubicazione geografica e fonte dei più importanti studi analizzati e discussi nelle pagine precedenti

2.3.3 Indicatori DPSIR

I numeri indicati in rosso tra parentesi quadre si riferiscono ai lavori riportati in bibliografia.

DETERMINANTI

- DI ORIGINE NATURALE
 1. clima (precipitazioni, evapotraspirazione, temperatura) [2, 3, 5, 6]
 2. idrologia (drenaggio, ruscellamento, falda, caratteristiche dell'acquifero) [3]
 3. topografia (pendenza, lunghezza ed esposizione del pendio, densità di drenaggio) [4]
 4. roccia madre (composizione chimica, proprietà fisiche) [2, 4]
 5. vegetazione (tipo, densità, vegetazione climax) [6]
- DI ORIGINE ANTROPOGENICA:
 1. agricoltura [1, 2, 3, 4, 5]
 2. urbanizzazione [5]
 3. variazioni di land use [1]

PRESSIONI

- ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI:
 1. lavorazioni non razionali [1, 5]
 2. uso eccessivo di fertilizzanti [1, 3, 5]
 3. irrigazione con acque salmastre [2, 3, 5]
 4. deforestazione [5]
- URBANIZZAZIONE:
 1. occupazione di aree agricole [5]
- SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI [2, 3, 5]
- INCENDI [6]

STATO

- PROCESSI FISICI:
 1. erosione [5]
 2. distruzione della struttura del suolo [1]
 3. variazione del ciclo idrologico del suolo [2, 3]
 4. consumo di suoli agricoli [2, 5]
- PROCESSI CHIMICI:
 1. salinizzazione [2, 3, 5]
 2. inquinamento [5]
 3. impoverimento della fertilità [1]
- PROCESSI BIOLOGICI:
 1. riduzione di sostanza organica [2]

IMPATTI

1. perdita della risorsa suolo [2, 5]
2. modificazione dei sistemi produttivi [1, 2, 3]

Il diagramma concettuale illustra le relazioni tra diversi fattori nel contesto dell'agricoltura e della gestione delle acque. I nodi sono organizzati in un ciclo con alcune connessioni dirette e feedback.

- AGRICOLTURA** (casella rettangolare in alto a sinistra) è collegata a **DETERMINANTI** (ovalino).
- DIRETTIVE SULLE ACQUE, DIRETTIVE POLITICHE AGRICOLE** (casella rettangolare in alto a destra) è collegata a **RISPOSTE** (ovalino).
- DETERMINANTI** (ovalino) ha una freccia che punta a **PRESSIONI** (ovalino).
- PRESSIONI** (ovalino) ha una freccia che punta a **STATO** (ovalino).
- STATO** (ovalino) ha una freccia che punta a **IMPATTI** (ovalino).
- IMPATTI** (ovalino) ha una freccia che punta a **RISPOSTE** (ovalino).
- RISPOSTE** (ovalino) ha una freccia che punta a **DETERMINANTI** (ovalino), completando il ciclo.
- Inoltre, **RISPOSTE** (ovalino) ha tre frecce che puntano direttamente a **DETERMINANTI**, **PRESSIONI** e **STATO**.
- IMPATTI** (ovalino) ha una freccia che punta a **RISPOSTE** (ovalino).

Le caselle rettangolari in basso contengono descrizioni di processi specifici:

- Irrigazione con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri** (casella rettangolare in basso a sinistra).
- Salinizzazione** (casella rettangolare in basso al centro).
- Modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali** (casella rettangolare in basso a destra).

Il diagramma concettuale illustra le relazioni tra diversi fattori nel contesto dell'agricoltura e della gestione delle acque. I nodi principali sono:

- AGRICOLTURA** (casella rettangolare in alto a sinistra)
- DIRETTIVE SULLE ACQUE, direttive politiche agricole** (casella rettangolare in alto a destra)
- DETERMINANTI** (ovalino al centro in alto a sinistra)
- RISPOSTE** (ovalino al centro in alto a destra)
- PRESSIONI** (ovalino al centro in basso a sinistra)
- STATO** (ovalino al centro in basso)
- IMPATTI** (ovalino al centro in basso a destra)

Le relazioni sono indicate da frecce:

- Da **AGRICOLTURA** a **DETERMINANTI** (freccia spessa).
- Da **DIRETTIVE SULLE ACQUE, direttive politiche agricole** a **DETERMINANTI** (freccia sottile).
- Da **DETERMINANTI** a **PRESSIONI** (freccia spessa).
- Da **PRESSIONI** a **STATO** (freccia spessa).
- Da **STATO** a **IMPATTI** (freccia spessa).
- Da **IMPATTI** a **RISPOSTE** (freccia spessa).
- Da **RISPOSTE** a **DETERMINANTI** (freccia sottile).
- Da **RISPOSTE** a **PRESSIONI** (freccia sottile).
- Da **RISPOSTE** a **STATO** (freccia sottile).
- Da **RISPOSTE** a **IMPATTI** (freccia sottile).

Un riquadro a destra del diagramma contiene il testo: "Perdita della risorsa suolo, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali", che descrive gli impatti negativi del processo.

320

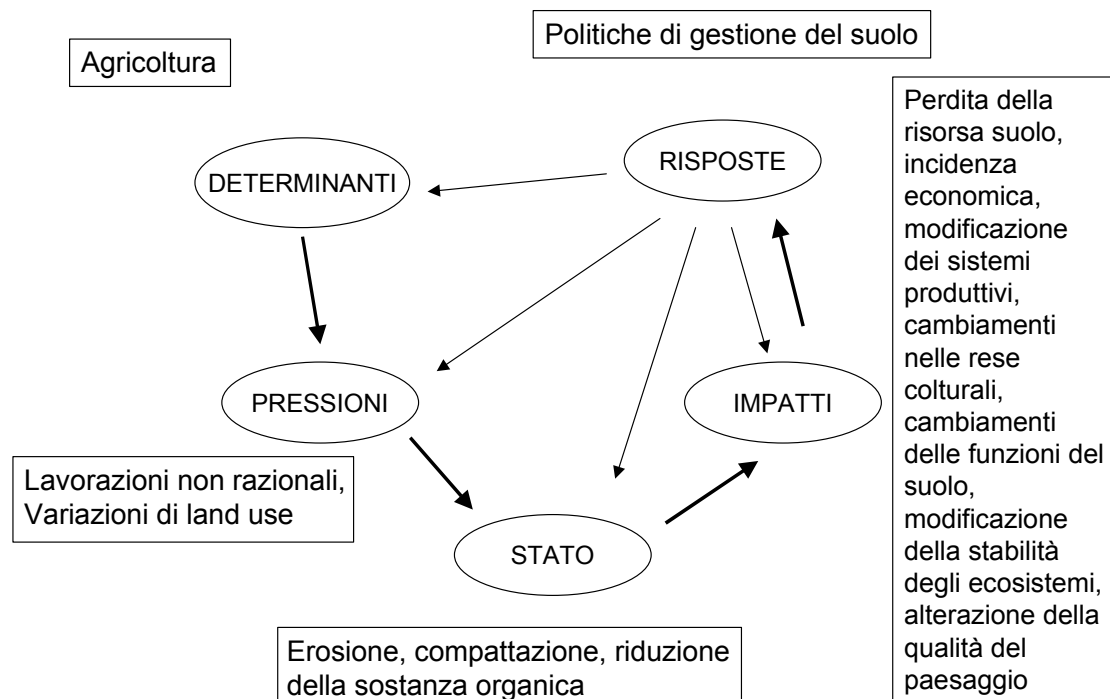


Figura 2.18 - Modello DPSIR applicato alla degradazione del suolo dovuta a variazioni di land use e a lavorazioni non razionali nelle aree occupate dalle Terre Rosse in Puglia

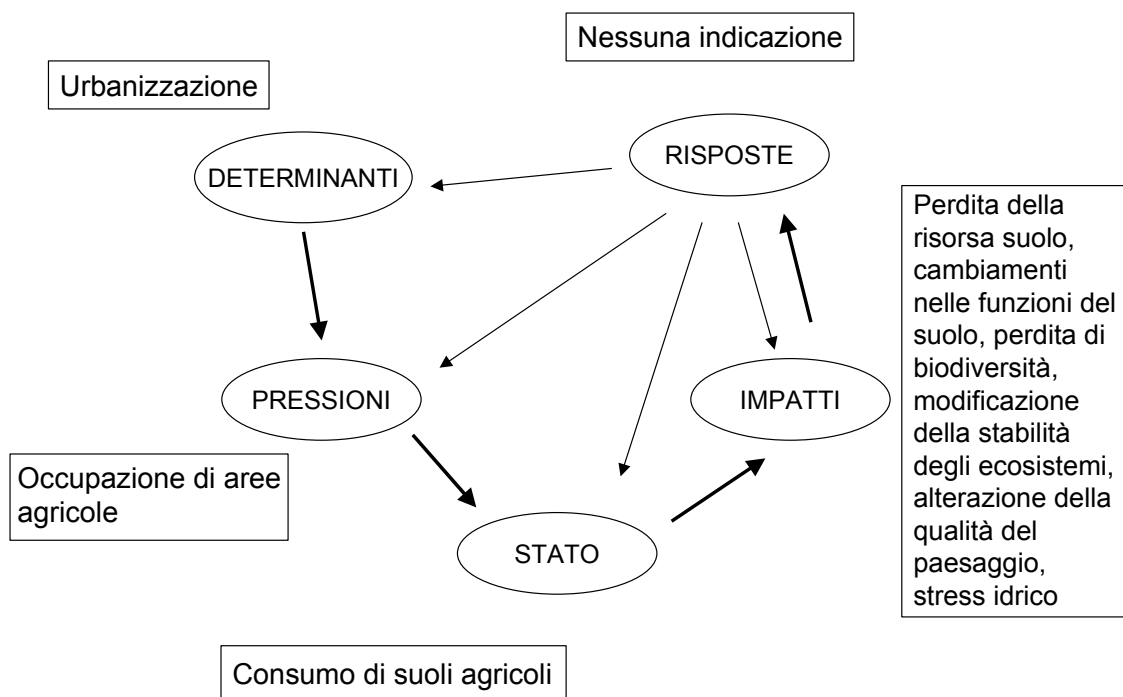


Figura 2.19 - Modello DPSIR applicato alla perdita del suolo per l'urbanizzazione in Puglia

2.3.5 Bibliografia generale

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [1] Colombo, C., F. Terribile, G.M. Monti e A. Violante. 1996. Le Terre Rosse Mediterranee: effetti dell'uso agricolo. In: Ecologia: atti del VII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia, Napoli 11-14 Settembre 1996, n° 17:229-233.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [2] Giasi, C.I., M. Del Prete e M. Pisante. 2002. Il Tavoliere di Foggia: un esempio di area sensibile alla desertificazione in Puglia. In press.
- [3] INEA. Problematiche agroalimentari. P.O. Risorse idriche – Rapporti: Stato dell'irrigazione in Puglia, Capitolo 4:25-35.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [4] Bellino, F. e N. Laricchia. Azioni integrate per un Piano Pedologico Regionale, aggiornamento e prospettive – nota esplicativa.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [5] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Puglia. In: Manuale per la lotta all'effetto Serra e alla Desertificazione:90-94.
- [3] Giasi, C.I., M. Del Prete e M. Pisante. 2002. Il Tavoliere di Foggia: un esempio di area sensibile alla desertificazione in Puglia. In press.
- [6] Montanarella, L. 2001. Indicazione delle aree vulnerabili alla desertificazione in Puglia. Tratto da "Documenti del territorio numero Speciale Monografico 2001" - il Sistema Informativo territoriale della Regione Puglia:35-41.

2.3.6 Bibliografia articolata per progetti specifici

LAVORI SCIENTIFICI CHE NON RICADONO IN PROGETTI SPECIFICI :

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [1] Colombo, C., F. Terribile, G.M. Monti e A. Violante. 1996. Le Terre Rosse Mediterranee: effetti dell'uso agricolo. In: Ecologia: atti del VII Congresso Nazionale della Società Italiana di Ecologia, Napoli 11-14 Settembre 1996, n° 17:229-233.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [2] Giasi, C.I., M. Del Prete e M. Pisante. 2002. Il Tavoliere di Foggia: un esempio di area sensibile alla desertificazione in Puglia. In press.
- [3] INEA. Problematiche agroalimentari. P.O. Risorse idriche – Rapporti: Stato dell'irrigazione in Puglia, Capitolo 4:25-35.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [4] Bellino, F. e N. Laricchia. Azioni integrate per un Piano Pedologico Regionale, aggiornamento e prospettive – nota esplicativa.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [5] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Puglia. In: Manuale per la lotta all'effetto Serra e alla Desertificazione:90-94.
- [3] Giasi, C.I., M. Del Prete e M. Pisante. 2002. Il Tavoliere di Foggia: un esempio di area sensibile alla desertificazione in Puglia. In press.
- [6] Montanarella, L.. 2001. Indicazione delle aree vulnerabili alla desertificazione in Puglia. Tratto da “Documenti del territorio numero Speciale Monografico 2001” - il Sistema Informativo territoriale della Regione Puglia:35-41.

2.4 Basilicata

2.4.1 Introduzione

Il territorio della Basilicata si estende per circa 10.000 km² di cui 7/10 sono in montagna, 2/10 in collina ed 1/10 in pianura.

Dal punto di vista geologico la regione è costituita da un'impalcatura di rocce calcareo-silicee, sulle quali si sono depositati le formazioni calcareo dolomitiche sormontate, a loro volta, da potenti flysch, che data la loro facile erodibilità, predispongono fenomeni di instabilità e di dissesto idrogeologico.

Dal punto di vista della vulnerabilità dei suoli le problematiche presenti si riferiscono alle caratteristiche geologiche, morfologiche, climatiche, nonché alle modalità di coltivazione ed alle politiche agricole svolte sul territorio.

Si distinguono due ambienti particolari: quello della pianura alluvionale ionica e quello delle argille plio-pleistoceniche.

- Il primo rappresenta l'area con maggiore sviluppo agricolo dell'intera regione. In esso sono comunque evidenti forti limitazioni d'uso alla maggior parte delle colture agrarie. Queste aree sono definite "*terra bruciata*" per l'alta concentrazione di sali di sodio, dovuta sia all'infiltrazione di acque marine che alla tessitura dei suoli che determina accumuli di sali lungo il profilo. Questo fenomeno si estende nell'entroterra per una fascia di circa 4.000 ha.
- Il secondo ambiente è quello delle argille plio-pleistoceniche, che occupano la parte sud-orientale della regione per circa 200.000 ha. È caratterizzato da evidenti processi erosivi di origine pluviale, che agiscono sui ripidi crinali dove la presenza di Entisuoli e le condizioni atmosferiche favoriscono l'asportazione di materiale. Nelle zone di pianura, in presenza di Inceptisuoli vertici, la superficie è prevalentemente destinata, in seguito a regolamenti comunitari, alla forestazione produttiva. Queste politiche, inoltre, stabiliscono il ritiro ventennale dei seminativi, in quanto economicamente conveniente agli imprenditori agricoli rispetto all'attuale utilizzo di questi terreni. Ciò ha generato l'attivazione di forti processi erosivi con evidenti perdite degli orizzonti superficiali dei suoli e la conseguente formazione dei calanchi.

A ciò si unisce il fenomeno avanzato dei processi di erosione costiera dell'area Metapontina.



Figura 2.20 - Val d'Agri

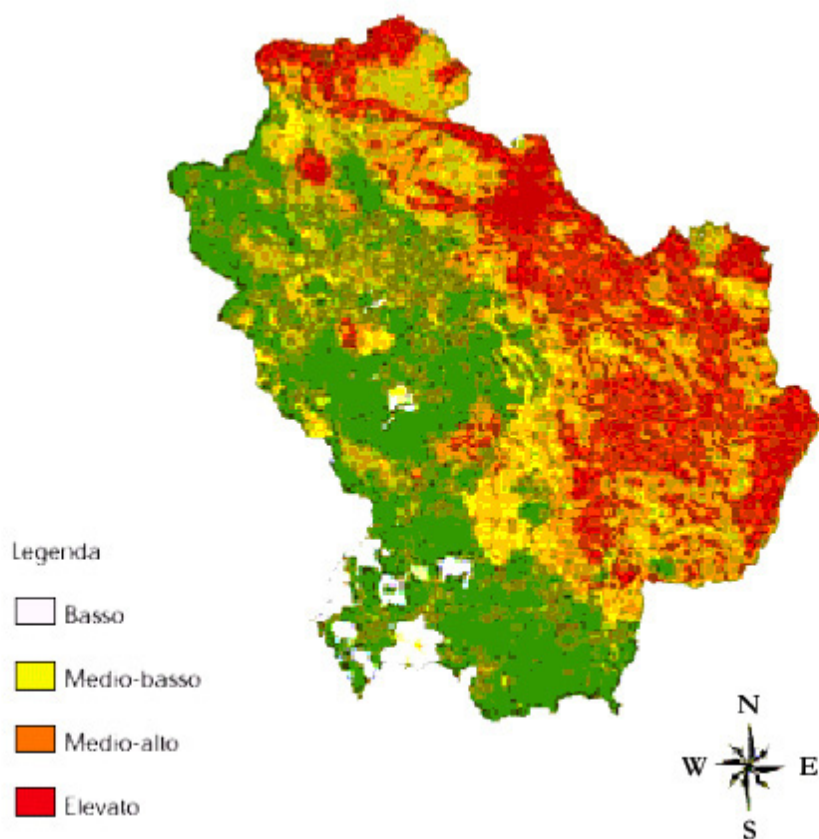


Figura 2.21 - Carta delle aree sensibili alla desertificazione

(fonte APAT, Annuario dei dati ambientali 2002, Condizioni ambientali Sezione b Geosfera)

2.4.2 Problematiche del territorio

- Land Degradation System: erosione in aree a predisposizione naturale

Attraverso il progetto MEDALUS sono stati messi in evidenza i processi di land degradation e desertificazione in atto nelle regioni della Valle dell'Agri (figura 2.20). Basso et al. (1999) hanno evidenziato le notevoli influenze delle condizioni climatiche presenti nella regione, in particolare i ridotti valori delle precipitazioni contrapposti alle alte temperature che originano condizioni atmosferiche prossime ad un clima semi-arido e, in aree argillose come quelle descritte in precedenza, originano fenomeni erosivi e di degradazione particolarmente intensi. Questi processi sono evidenti soprattutto nei pendii esposti ad alta insolazione, a sud e senza copertura erbacea ed arborea.

Inoltre gli Autori hanno identificato la Bassa Valle dell'Agri, con un clima tipicamente umido, la Media Valle, con un clima sub-umido, e l'Alta Valle dell'Agri, contraddistinta da un clima semi-arido. La suddivisione del territorio della Valle dell'Agri con l'ubicazione dei relativi Comuni è riportata nella carta seguente, ed è stata redatta da G. Reynell dell'Ufficio Cartografico del Dipartimento di Geografia del King's College di Londra e da E. Bove dell'Università della Basilicata.

Sempre all'interno del progetto MEDALUS Basso et al. (1999), per meglio valutare il grado di sensibilità alla desertificazione della Valle, hanno suddiviso i tre bacini Alto, Medio e Basso in nove sub-bacini (Fig. 2.22), ed in ciascuno di essi sono stati analizzati i seguenti fattori: geografia, caratteristiche dei suoli, vegetazione ed uso del suolo. Attraverso la comparazione delle loro analisi è stato ottenuto il grado di sensibilità di ciascuna area.

In particolare, l'area "A", che include il Comune di Marsiconuovo (loc. Piana Betina), presenta una vegetazione densa con un indice di copertura prossimo al 100%, garantendo la stabilità del territorio ed evitando un rischio di desertificazione immediato, favorito anche dalle particolari condizioni climatiche umide. Un forte rischio di erosione dei suoli può essere innescato solo dalla perdita della copertura forestale e da un deficit idrico nel periodo estivo. In definitiva, questa area non deve essere considerata a pericolo di desertificazione.

L'area "B" del Comune di Viggiano (loc. Serra di Altopiano) rappresenta una tipica zona in cui si manifestano i processi di erosione e di degrado del territorio, in seguito alla presenza di notevoli superfici nude e prive di vegetazione. I suoli manifestano un carattere sub-acido e presentano bassi contenuti di sostanza organica ed una granulometria franco argillosa.

L'area "C" del Comune di Montemurro (loc. Spetrizzone) non presenta rischi di desertificazione avendo indice di copertura della vegetazione di circa il 100%, bassi valori di conducibilità elettrica, pH sub-acido ed un sufficiente contenuto di sostanza organica.

L'area "D" del Comune Guardia Perticara (Mass. Del Paradiso) rappresenta un'altra area soggetta a fenomeni di degrado e di desertificazione, sia per i fattori geologici che per i dati riscontrati dalle analisi chimiche. In particolare, per i valori moderati della conducibilità, per il contenuto di sostanza organica e per il pH tendenzialmente alcalino.

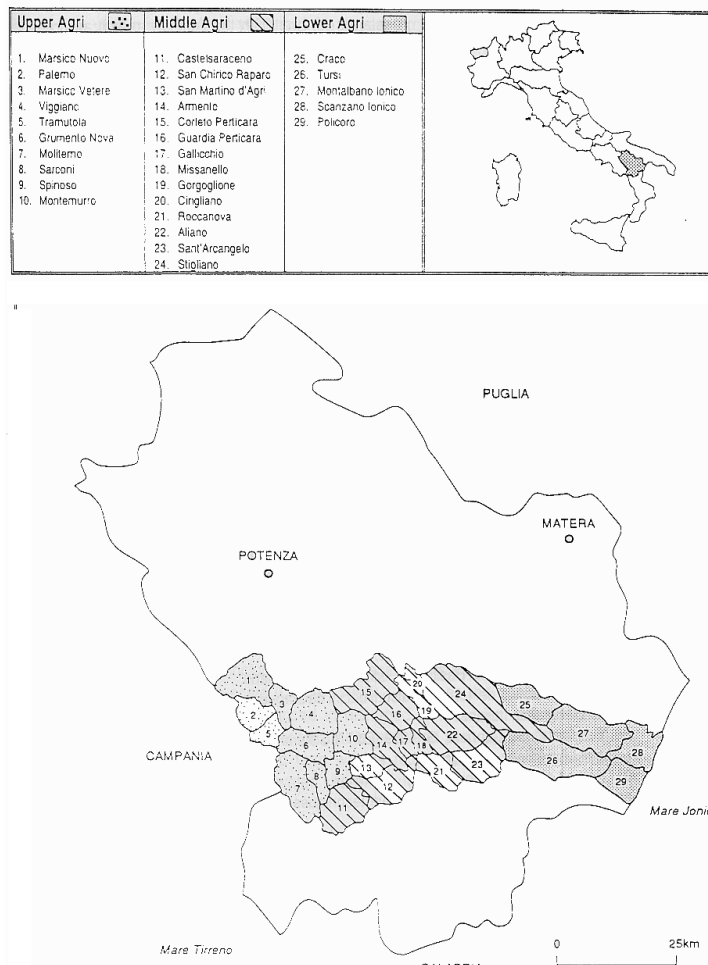


Figura 2.22 - Carta della suddivisione del territorio della Val D'Agri

(fonte: Reynell e Bove)

L'area "E" del Comune di Aliano (Cugno Zaccheo) è particolarmente sensibile ai processi di desertificazione. In particolare, sono presenti intensi processi di erosione sui depositi argillosi, soprattutto nei periodi siccitosi. È questa la zona dei Calanchi. I suoli presentano una tipica struttura argillosa, con conducibilità media, pH alcalino ed un sufficiente contenuto di sostanza organica.

L'area "F" del Comune di Armento (Mass. Ranoni) presenta un indice di copertura vegetale molto basso, circa il 20%, con evidenti processi di erosione (gully erosion) avanzati sui depositi calanchivi, ed evidenti problematiche legate alle sensibili condizioni geologiche ed idrogeologiche. Anche le analisi chimico-fisiche dei suoli hanno confermato il carattere particolare di questa parte del territorio. Infatti, il pH è prossimo a 9.0, la salinità è medio-alta ed il contenuto di sostanza organica molto basso. Le aree "G" ed "H" sono ubicate nel territorio comunale di Montalbano Jonico e considerate particolarmente fragili in funzione delle caratteristiche geologiche, climatiche e dei bassi valori degli indici di copertura vegetale, inferiori al 20%, con caratteristiche dei suoli simili a quelle dell'area precedente.

L'area "I" ubicata nel Comune di Scanzano Jonico è rappresentativa di un territorio sensibile al degrado della vegetazione a causa degli alti valori di salinità e dell'influenza del mare.

In questi territori, un'importanza rilevante è svolta dalle attività antropiche che giocano un ruolo chiave nel condizionamento dello sviluppo e dell'evoluzione dei terreni; in particolare, in queste zone i sistemi di coltivazione e le colture adottate (es. cereali) stanno mettendo a nudo la copertura naturale della vegetazione, originando fenomeni erosivi intensi e riducendo progressivamente la profondità dei suoli. Le aree in cui questi processi sono particolarmente avanzati sono ubicate nella zona marginale della Media e Bassa Valle d'Agri.

In altre ricerche scientifiche è stata messa in evidenza l'influenza della geologia e della morfologia sui processi erosivi. Infatti, Battista et al. (1982) hanno cartografato nella parte meridionale della Fiumara di Atella, nei pressi di Filiano, Castel Lagopesole e S. Fele, avanzati processi erosivi legati alla natura litologica (argille) del substrato ed alla pendenza dei versanti che assumono valori superiori al 45%. La presenza, invece, di rocce carbonatiche garantisce una sensibile diminuzione dei processi erosivi, in quanto si tratta di rocce con un basso grado di erodibilità che conferiscono un elevato grado di stabilità al territorio nei confronti dei processi di ruscellamento.

Di seguito è riportata la carta dell'erodibilità (Fig. 2.23), in cui all'interno di ciascun bacino sono state distinte le aree che possono contribuire al trasporto torbido potenziale con quantità inferiori, superiori o prossime al valore calcolato. Per fare questo, sono state ritenute suscettibili di aggressione erosiva le aree condizionate da litologie con alto grado di erodibilità ed elevata acclività, poco suscettibili quelle caratterizzate da litologie con basso grado di erodibilità ed acclività modeste, mediamente suscettibili quelle con condizioni intermedie.

In legenda sono riportati:

1. aree con contributo torbido inferiore al valore calcolato per il sottobacino;
2. aree con contributo torbido prossimo al valore calcolato per il sottobacino;
3. aree con contributo torbido superiore al valore calcolato per il sottobacino;
4. limite di sottobacino;
5. limite delle aree a diversa erodibilità.

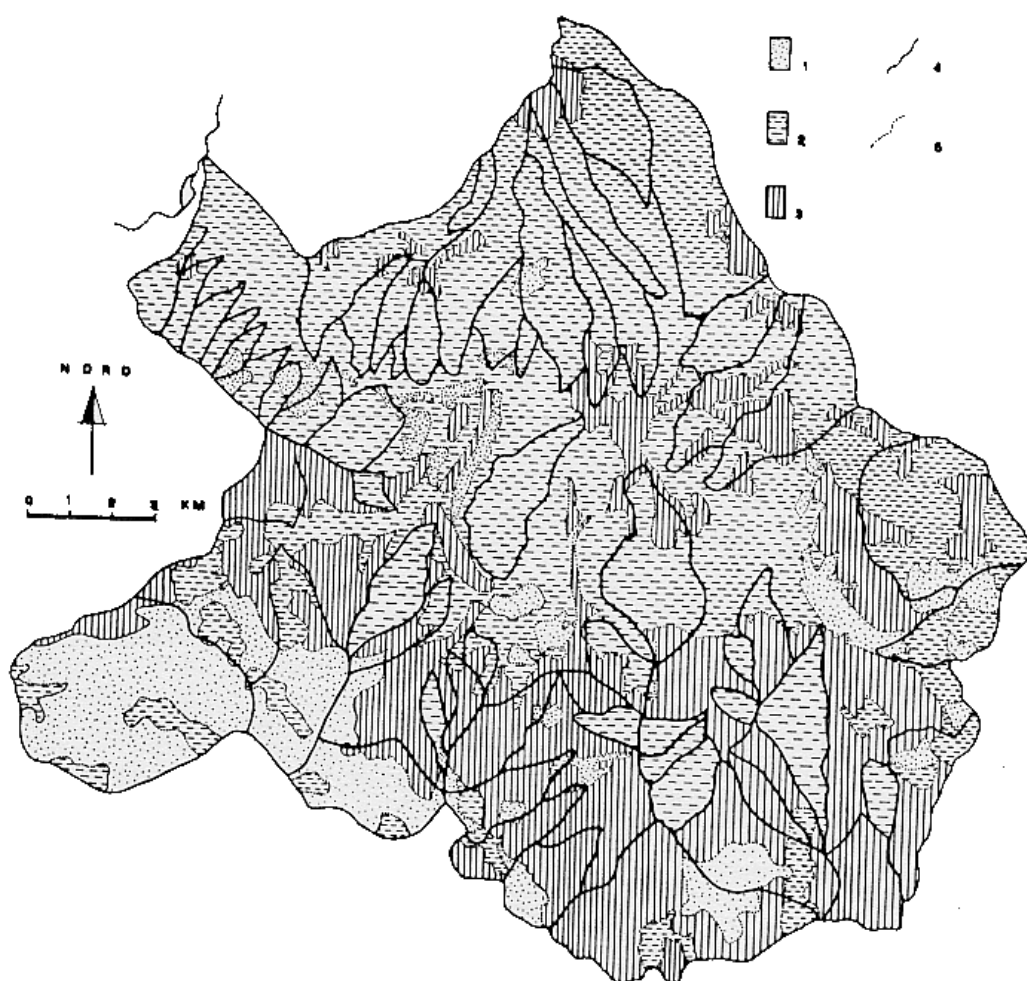


Figura 2.23 - Carta dell'erodibilità del bacino idrografico della Fiumara di Atella

(fonte: Battista et al. 1982)

In Povellato et al. (2001), è mostrato un quadro delle caratteristiche e delle relative problematiche del territorio della Basilicata. Anche al suo interno, come negli studi del Progetto MEDALUS, è riportata la divisione del bacino della Val d'Agri in tre piccole regioni (Alta, Media ed Bassa). Queste zone sono state identificate dalle loro caratteristiche fisico-ambientali così come le loro caratteristiche socio-economiche e demografiche. La parte superiore del bacino dell'Agri è caratterizzata da numerosi e ripidi pendii e dai terrazzi coltivati. Importante è la presenza di un'abbondante copertura vegetale che impedisce e riduce il rischio di erosione. Di conseguenza, i corpi instabili e soggetti a frane sono abbastanza limitati e localizzati (per esempio la città di Montemurro). La presenza delle badlands è particolarmente evidente nel bacino centrale dell'Agri, che è dominato da flysch e da arenaria. L'instabilità di questa parte del territorio, tuttavia, è dovuta non solo alla natura del terreno, che si compone di argilla e di marna, ma anche alla notevole operazione di disboscamento attuata nel secolo scorso. Questi fenomeni sono particolarmente evidenti durante i periodi estivi in cui si manifestano brevi manifestazioni temporalesche intervallate da lunghi periodi siccitosi.

Determinanti:	clima, topografia, roccia madre, vegetazione
Pressioni:	lavorazioni non razionali, deforestazione
Stato:	erosione, riduzione di sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	vincoli ambientali

- Land Degradation System: erosione per azioni antropiche

In alcuni studi sperimentali D'Egidio et al. (1981) hanno osservato come nell'Appennino Lucano, in cui la natura dei suoli e le particolari condizioni climatiche rendono il rischio di erosione particolarmente elevato, sia fondamentale la presenza di una cotica erbosa. Le prove sperimentali sono state condotte utilizzando un simulatore di pioggia, costituito da 4 unità indipendenti che consentono: un'uniformità di aspersione della pioggia simulata sulla parcella; l'esatta ripetizione degli eventi simulati; una riduzione dei tempi di non spruzzamento sull'area test; possibilità di variare l'intensità di pioggia durante la simulazione senza dover interrompere la prova; l'eliminazione della distorsione dovuta al vento e la possibilità di operare su parcelle di dimensioni differenti. Gli Autori hanno condotto la prova cercando di simulare le prove che si verificano in due condizioni climatiche distinte: e cioè le piogge autunnali di notevole intensità che seguono ad un periodo asciutto prolungato, e le piogge invernali e primaverili che bagnano il suolo quando si trova in uno stato di umidità elevata a causa delle precipitazioni precedenti.

I risultati che gli Autori hanno ottenuto confermano l'importanza della cotica erbosa che esercita una funzione protettiva sul suolo, particolarmente importante in questi ambienti dove sia la natura dei suoli stessi che l'elevata aggressività climatica rendono il rischio di erosione molto alto. Laddove l'intenso ed irrazionale pascolamento ha ridotto al minimo la presenza della copertura vegetale, si verificano intensi processi erosivi, rendendo improduttive queste aree. In altre, invece, la presenza di pascoli migliorati e naturali, ma utilizzati con politiche razionali, mette in evidenza la limitata presenza di fenomeni di ruscellamento superficiale e di erosione.

Questi studi costituiscono un contributo alle conoscenze scientifiche dell'ambiente regionale, ma difficilmente in essi è possibile trovare le soluzioni alle problematiche dei processi di degrado in atto.

Basso et al. (1983) hanno osservato, nella località di Guardia Perticara (Media Valle dell'Agri), le relazioni tra la pioggia, i raccolti, i metodi di lavorazione ed i processi erosivi del terreno. La prova è stata eseguita su due appezzamenti di 1.000 m² ciascuno, sistemati superficialmente a ritocchino, con pendenza media del 20% e sottoposti a due modalità di lavorazione differenti: minimum tillage (trattamento diserbante con Reglone e successiva erpicatura) e lavorazione tradizionale (aratura profonda 35 cm seguita da erpicatura). La litologia dell'area è costituita da scisti argillosi policromi, inglobanti strati gradati di calciruditi e calcareniti grigie, alternanti con marne argillose rosse, calcari e diaspro rossi e verdi. La parcella sperimentale è stata delimitata da lastre, in lamina metallica, larghe 60 cm e da un collettore per la misura del deflusso e per il prelievo dei campioni di torbida. La superficie utile della parcella è di 72 m².

Dalle prove di simulazione della pioggia ad alta intensità è stato messo in evidenza l'effetto erosivo provocato. Le perdite di suolo registrate nelle particelle sperimentali sono state di 6,1 t/ha per la tesi arata e di 7,9 t/ha per quella erpicata.

Le differenze registrate tra le due modalità di lavorazione del terreno confermano l'importanza del tipo di lavorazione per i fini conservativi.

Determinanti:	clima, vegetazione, agricoltura
Pressioni:	lavorazioni non razionali
Stato:	erosione, compattazione, riduzione della sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti delle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	nessuna indicazione

- Land Degradation System: salinizzazione in aree costiere

I fenomeni di salinizzazione dei suoli sono stati riscontrati da Povellato et al. (2001) nella zona costiera del Metapontino (che corrisponde alla Bassa Val d'Agri). Questa zona è caratterizzata da una morfologia piana, dove i processi di degradazione del terreno sono evidenti lungo i bordi dei corsi d'acqua. Inoltre, in questa parte della Basilicata, stanno diventando frequenti i fenomeni di salinizzazione dell'acqua freatica, poiché la continua carenza idrica costringe gli agricoltori ad attingere dalle falde freatiche profonde.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri
Stato:	salinizzazione
Impatti:	modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, stress idrico
Risposte:	nessuna indicazione

- Land Degradation System: aree percorse da incendi

Accanto alle problematiche precedentemente menzionate, non bisogna dimenticare il fenomeno dell'attività incendiaria che svolge un ruolo fondamentale nel processo di degrado del territorio. Viola ha raccolto, per conto della regione Basilicata, i dati sul numero degli incendi relativi all'ultimo decennio nel Parco del Pollino. Quest'ultimo, rappresenta il parco più grande a livello nazionale con circa 200.000 ha che si estendono nelle Regioni della Basilicata (circa 96.000 ha) e della Calabria, con un indice di boscosità medio pari a 0,31.

Dal 1989 al 1998 il numero degli incendi è stato di 318, per un totale di superficie bruciata pari a 4.013,42 ha, di cui 3.073,41 di superficie boscata e 940,00 di superficie non boscata. Un terzo di questa superficie, pari a 1.682,60 ha, è stata bruciata nel 1993.

Sulla base dei dati censiti è stata costruita la carta, riportata di seguito (Fig. 2.24), delle distribuzioni delle classi di incendio per Comune, ottenuta calcolando la percentuale di superficie comunale bruciata per anno. La superficie considerata è quella compresa nella perimetrazione del parco e non quella complessiva dei vari Comuni.

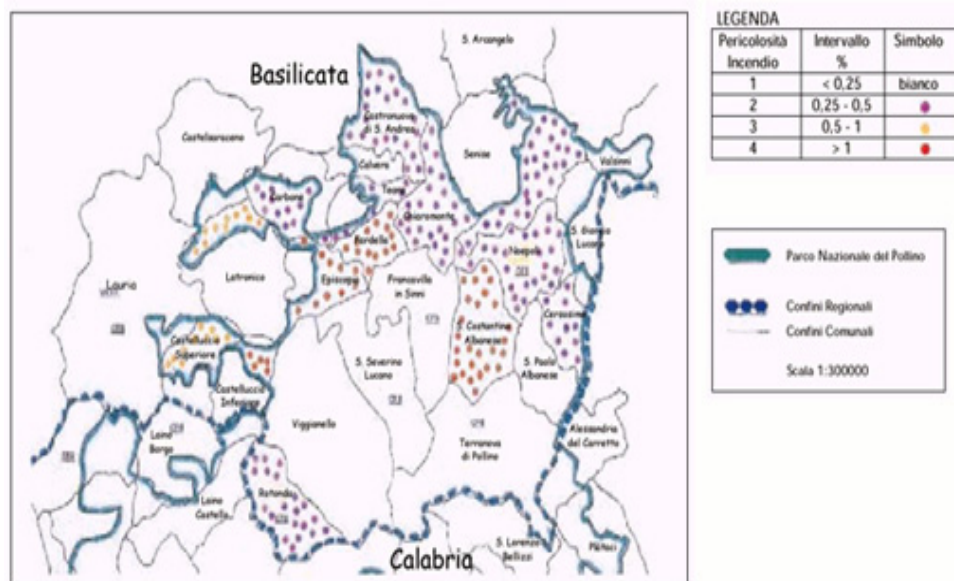


Figura 2.24 - Distribuzione delle classi d'incendio per Comune
(fonte: Viola)

Determinanti:	azione antropica
Pressioni:	incendi
Stato:	erosione, distruzione della struttura del suolo, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione della sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo
Impatti:	perdita della risorsa suolo, rischi per l'uomo, incidenza economica, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte:	nessuna indicazione

- Ubicazione geografica degli studi analizzati

Di seguito (Fig. 2.25) è riportata l'ubicazione geografica dei più importanti studi riguardanti i processi di degradazione del suolo analizzati e discussi nelle pagine precedenti:

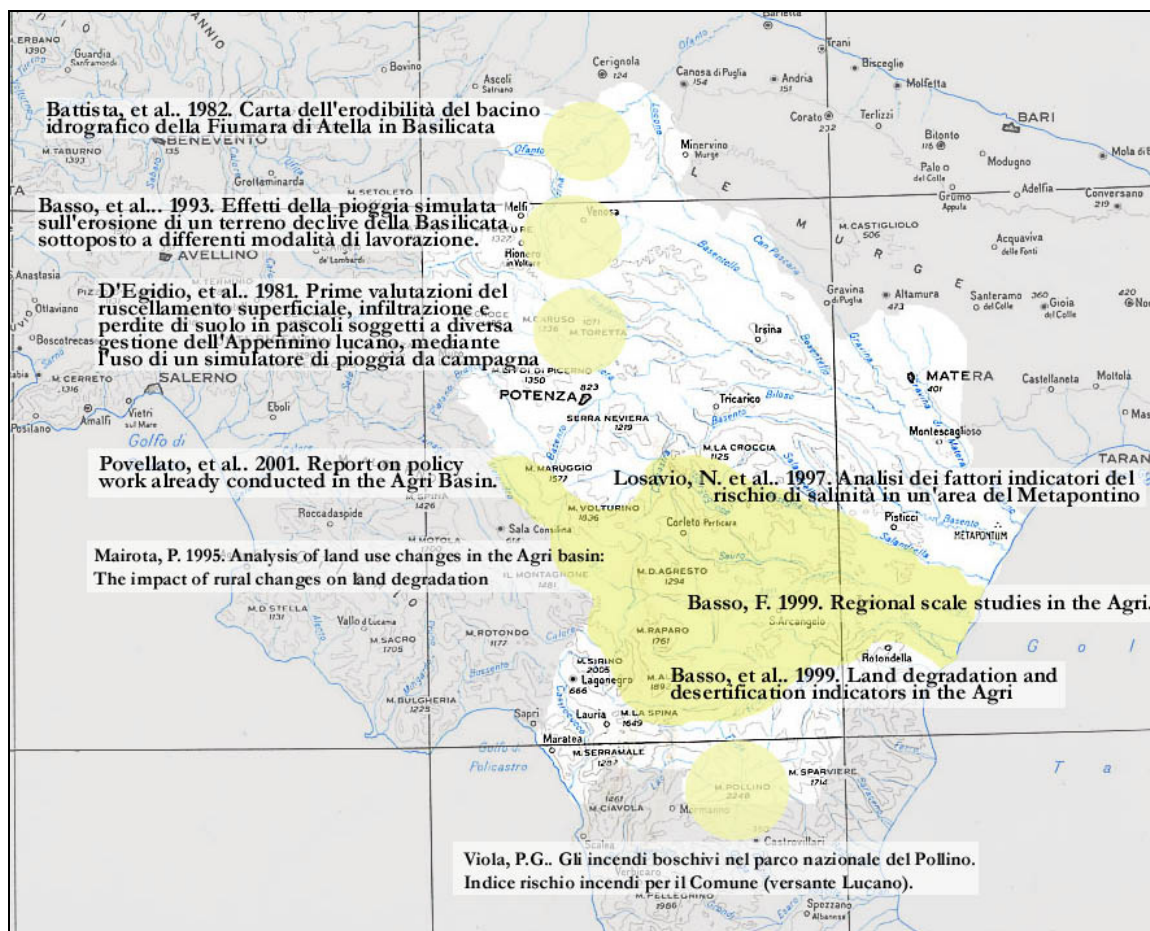


Figura 2.25 - Ubicazione geografica e fonte dei più importanti studi analizzati e discussi nelle pagine precedenti

2.4.3 Indicatori DPSIR

I numeri indicati in rosso tra parentesi quadre si riferiscono ai lavori riportati in bibliografia.

DETERMINANTI

- DI ORIGINE NATURALE
 1. clima (precipitazioni, evapotraspirazione, temperatura) [3, 4, 9, 12, 13, 15]
 2. topografia (pendenza, lunghezza ed esposizione del pendio, densità di drenaggio) [5, 8, 9, 11, 12, 13]
 3. roccia madre (composizione chimica, proprietà fisiche) [5, 8, 9, 12, 13, 15]
 4. vegetazione (tipo, densità, vegetazione climax) [4, 9, 12, 13, 15]
- DI ORIGINE ANTROPOGENICA:
 1. agricoltura [3, 4, 9, 10]
 2. variazioni di land use [2, 11, 15]

PRESSIONI

- ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI:
 1. lavorazioni non razionali [3, 4, 11, 12]
 2. instabilità del territorio [5]
 3. deforestazione [9, 13]
- SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI [10]
- INCENDI [6, 15]

STATO

- PROCESSI FISICI:
 1. erosione [1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 11, 12, 13, 15]
 2. variazione del ciclo idrologico del suolo [1, 2, 6]
 3. distruzione della struttura del suolo [6]
- PROCESSI CHIMICI:
 1. lisciviazione [6, 15]
 2. salinizzazione [9, 10]
 3. inquinamento [1, 2, 10]
 4. impoverimento della fertilità [1, 2, 6, 15]
- PROCESSI BIOLOGICI:
 1. riduzione di sostanza organica [1, 2, 6, 12, 13]
 2. diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo [6]

IMPATTI

1. perdita della risorsa suolo [1, 2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 13, 15]
2. rischi per l'uomo [5, 6]
3. incidenza economica [1, 2, 6, 11, 12]
4. modificazione dei sistemi produttivi [1, 2, 10, 11]
5. cambiamenti nelle rese colturali [1, 2, 10]
6. cambiamenti nelle funzioni del suolo [1, 2, 12, 15]
7. perdita di biodiversità [6, 9, 15]
8. modificazione della stabilità degli ecosistemi [5, 6, 8, 9]
9. alterazione della qualità del paesaggio [6, 8, 9, 12, 13, 15]
10. stress idrico [6, 9]

RISPOSTE

1. convenzioni per la lotta alla desertificazione [11]
2. vincoli ambientali [5, 8, 10]
3. protezione del suolo [11, 15]
4. direttive sulle acque [10]
5. direttive politiche agricole [1, 2, 11]

2.4.4 Applicazione del modello DPSIR ai principali sistemi di degradazione del suolo riscontrati in Basilicata

Dall'analisi svolta risulta come nella regione siano presenti diversi sistemi di degradazione del suolo: un sistema relativo all'erosione in aree a predisposizione naturale, che interessa prevalentemente l'area della Val d'Agri; un sistema di erosione per azioni antropiche riscontrato nell'Apennino Lucano; un sistema di degradazione relativo alla salinizzazione nelle aree costiere, che interessa principalmente l'area del Metapontino; ed infine un ultimo sistema di degradazione relativo alle aree incendiate, diffuso in tutta la Basilicata. La figura 2.26 riporta la localizzazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo riconosciuti in Basilicata.

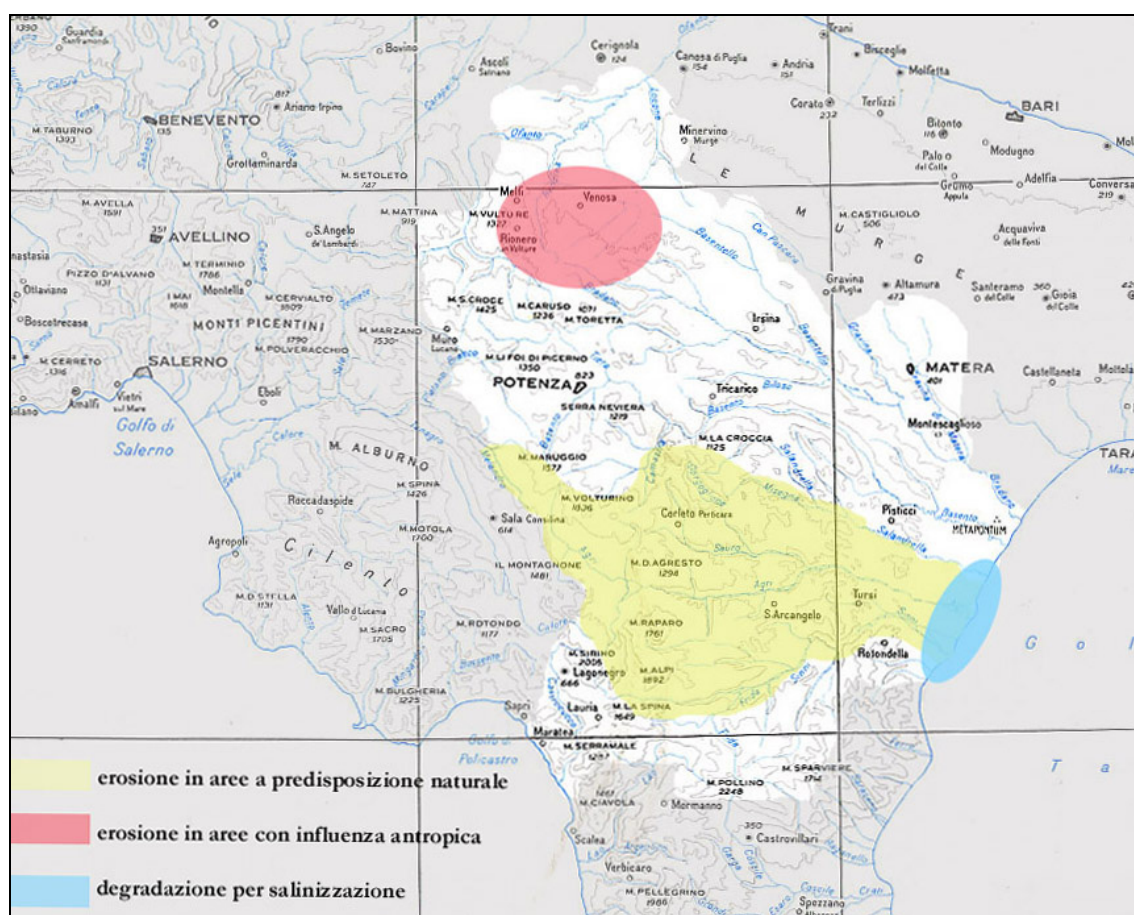


Figura 2.26 - Ubicazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo

Vengono di seguito riportati i modelli DPSIR applicati alla degradazione del territorio della Val d'Agri, con la differenziazione dei fattori dominanti tra quelli naturali e quelli antropici (Fig. 2.27 e 2.28), alla salinizzazione indotta dall'irrigazione con acque salmastre (Fig. 2.29), ed infine alla degradazione provocata dagli incendi (Fig. 2.30) in Basilicata.

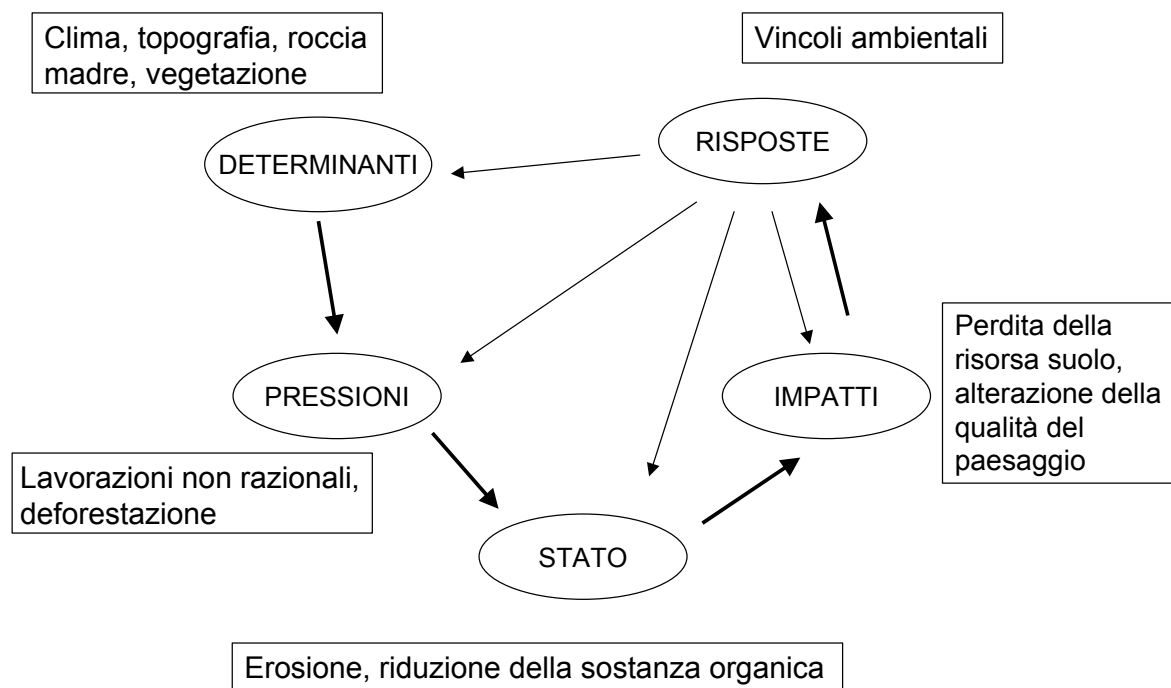


Figura 2.27 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo in aree a predisposizione naturale in Basilicata

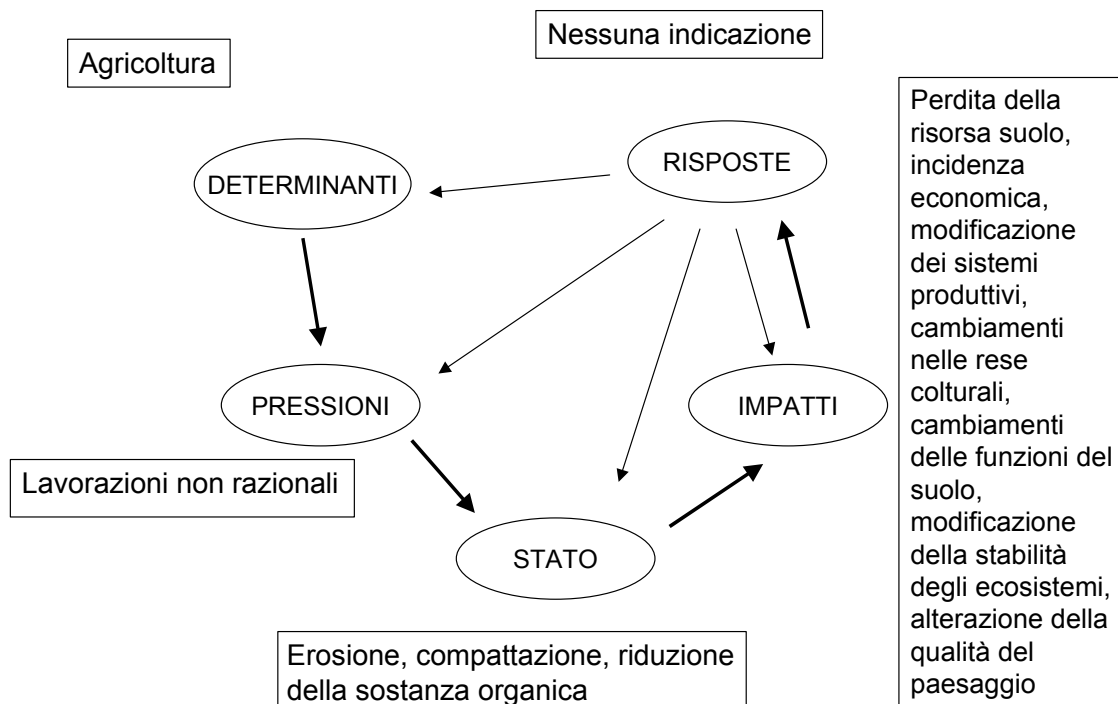


Figura 2.28 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo per azione antropica in Basilicata

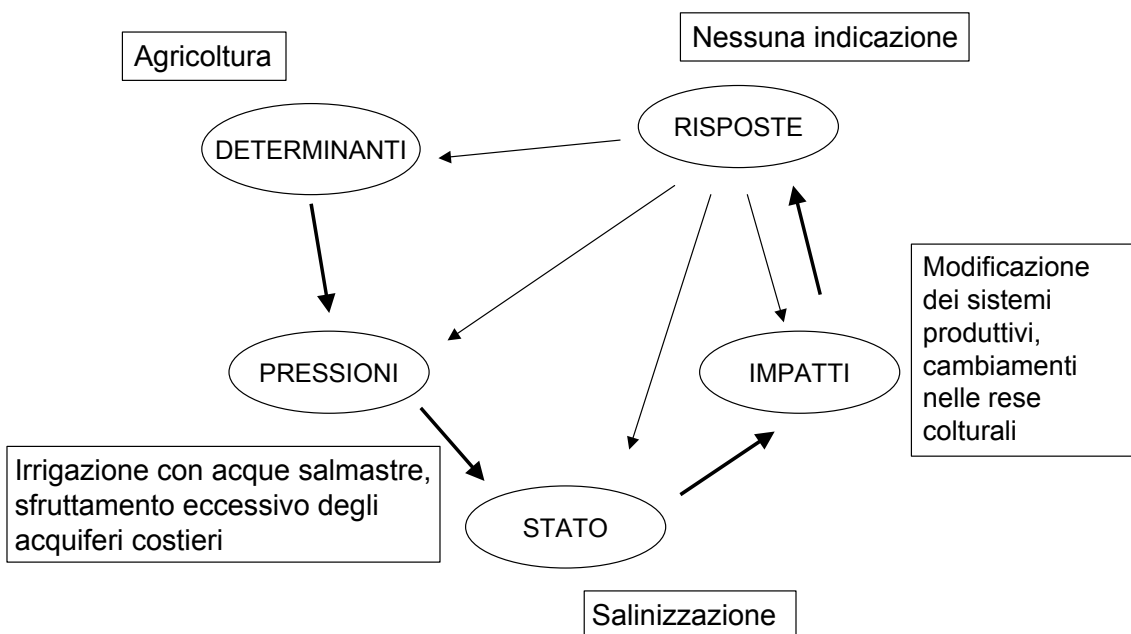


Figura 2.29 - Modello DPSIR applicato alla salinizzazione del suolo in Basilicata

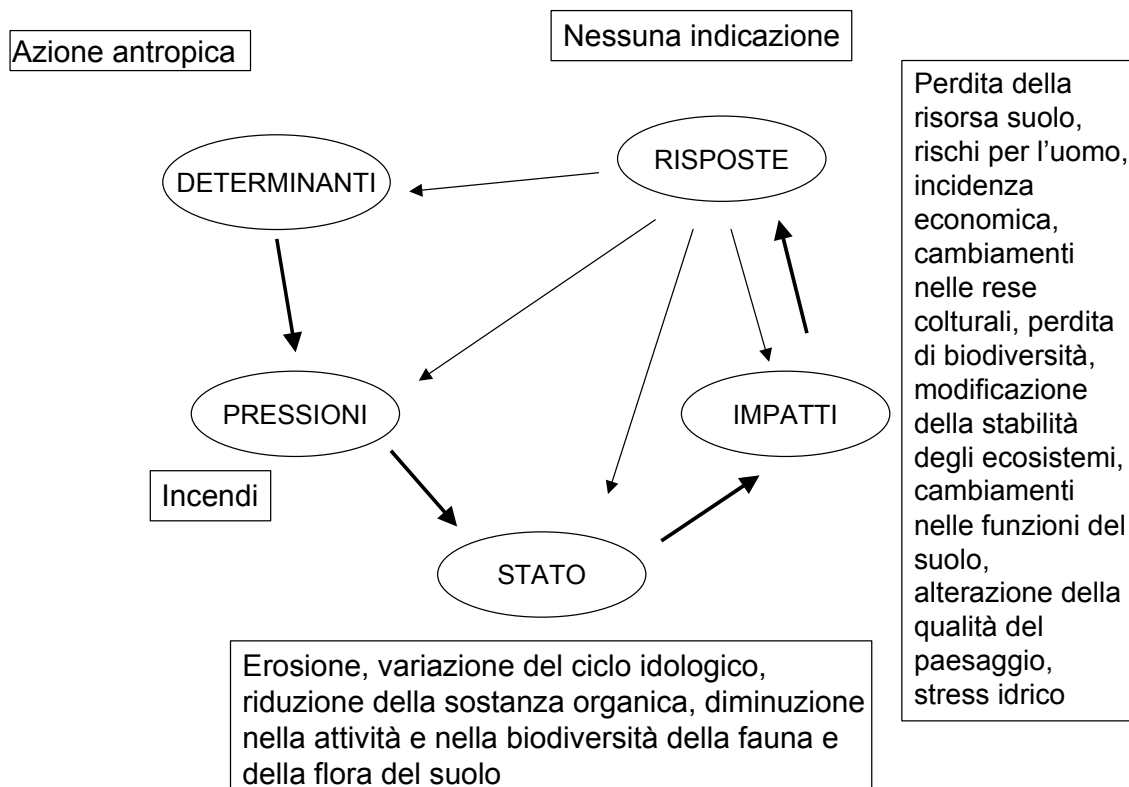


Figura 2.30 - Modello DPSIR applicato al degrado provocato dagli incendi in Basilicata

2.4.5 Bibliografia generale

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Determinanti: politiche agricole</i>	<i>Stato: erosione, variazione del ciclo idrologico del suolo, inquinamento, impoverimento della fertilità</i>

- [1] Bove, E. and G. Quaranta. 1996. EC agricultural policy impact on land use in Southern Italy: the case of clay hill areas in Basilicata Region. Abstracts of the International Conference on Land Degradation, University of Cukurova, Adana, Turkey, 10-14 June 1996:26.
- [2] Mairota, P. 1995. Analysis of land use changes in the Agri basin (Basilicata, Italy): The impact of rural changes on land degradation. Proceedings of the Conference on Erosion and Land Degradation in the Mediterranean, Aveiro 14-18 June 1995, University of Aveiro, Portugal:433-449.

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [3] Basso, F., A. Giordano e D. Linsalata. 1983. Effetti della pioggia simulata sull'erosione di un terreno declive della Basilicata sottoposto a differenti modalità di lavorazione. Quaderno n. 129 Problemi agronomici per la difesa dei fenomeni erosivi CNR 1993:208-223.
- [4] D'Egidio, G., P. Bazzoffi, L. Nistri e C. Zanchi. 1981. Prime valutazioni del ruscellamento superficiale, infiltrazione e perdite di suolo in pascoli soggetti a diversa gestione dell'Appennino lucano, mediante l'uso di un simulatore di pioggia da campagna. Annali Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo. Firenze. Vol XII:245-260.

<i>Pressioni: sovrappascolamento</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo</i>

- [4] D'Egidio, G., P. Bazzoffi, L. Nistri e C. Zanchi. 1981. Prime valutazioni del ruscellamento superficiale, infiltrazione e perdite di suolo in pascoli soggetti a diversa gestione dell'Appennino Lucano, mediante l'uso di un simulatore di pioggia da campagna. Annali dell'Istituto Sperimentale Studio e Difesa del Suolo, Firenze, Vol. XII:245-260.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia</i>	<i>Stato: erosione</i>

- [5] Battista, C., G. Palmentola, L. Pennetta e V. Sigillitto. 1982. Carta dell'erosibilità del bacino idrografico della Fiumara di Atella in Basilicata (Italia). Una ipotesi di lavoro. Atti del XVIII Convegno Nazionale Associazione Italiana Cartografia, Trieste (Italia) 23-25 settembre 1982:b101-b109.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [6] Viola, P.G. Gli incendi boschivi nel parco nazionale del Pollino. Indice rischio incendi per il Comune (versante Lucano). Basilicata Regione Notizie: 21-26.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [7] Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata. 2001. Relazione annuale 2001.
- [8] Baldassarre, G., B. Radina, P. Bazzoffi and S. Pellegrini. 1993. Evaluation studies of erosion in the Camastra basin (Southern Appennines, Italy). Geotechnical Engineering of Hard Soil-Soft Rocks, Anagnostopoulos et al. (eds).1993 Balkema, Rotterdam,ISBN 90 5410 344 2 .Proceedings of an Int. Symposium Athens-Greece 20-23 Sept.1993:1057-1063.
- [9] Povellato, A., M. Giura Longo, D. Ferraretto & C. Lamoglie. 2001. Report on policy work already conducted in the Agri Basin. In: Results of the MEDALUS III project analysing the impacts of the Common Agricultural Policy implementation on the agro-forestry sector. Module 2 – Deliverable 15.

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri:</i>	<i>Stato: inquinamento, salinizzazione</i>

- [10] Losavio, N. et al.. 1997. Analisi dei fattori indicatori del rischio di salinità in un'area del Metapontino, Agricoltura e Ricerca - n. 171, settembre/ottobre 1997.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [11] Basso, F., A. Ferrara & E. Bove. 1999. Regional scale studies in the Agri. In: MEDALUS III, Project 2, Target Areas, Final Report. Contract ENV4-CT95-0119:355-360.
- [12] Basso, F., E. Bove, A. Ferrara, M. Pisante and G. Quaranta. 1996. Land Degradation and desertification processes in Agri Basin: prevention and management methodologies through use of remote sensing, low environment impact techniques and socio-economic issues. Proceedings of "International Conference on Mediterranean Desertification – Research Results and Policy Implications", Crete-Hellas 29 October-1 November 1996.

- [13] Basso, F., G. Quaranta, M. Pisante, M. Costanza, D. Saccente, G. Ciarlata, G. Landi, S. Dumontet, A. Mazzatura, M. Del Prete, G. Pisante, M. Bentivenga and A. Mastroberti. 1999. Land degradation and desertification indicators in the Agri. In: MEDALUS III, Project 2, Target Areas, Final Report. Contract ENV4-CT95-0119:361-395.
- [14] Bove, E. and G. Quaranta. 1999. Socio-economic and political aspects of Agri basin desertification. In: MEDALUS III, Project 2, Target Areas, Final Report. Contract ENV4-CT95-0119:455-477.
- [15] Kosmas, C., St. Gerontidis, V. Detsis, M. Marathainou, A. Ferrara, A. Bellotti, S. Faretta, G. Mancino and M. Pisante. 1998. Comparative analysis of the physical environment of two Mediterranean areas threatened by Desertification. *Mediterraneo*, N°12-13:127-145.

2.4.6 Bibliografia articolata per progetti specifici

PROGETTI MEDALUS:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Determinanti: politiche agricole</i>	<i>Stato: erosione, variazione del ciclo idrologico del suolo, inquinamento, impoverimento della fertilità</i>

- [2] Mairota, P. 1995. Analysis of land use changes in the Agri basin (Basilicata, Italy): The impact of rural changes on land degradation. Proceedings of the Conference on Erosion and Land Degradation in the Mediterranean, Aveiro 14-18 June 1995, University of Aveiro, Portugal:433-449.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [9] Povellato, A., M. Giura Longo, D. Ferraretto & C. Lamoglie. 2001. Report on policy work already conducted in the Agri Basin. In: Results of the MEDALUS III project analysing the impacts of the Common Agricultural Policy implementation on the agro-forestry sector. Module 2 – Deliverable 15.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [11] Basso, F., A. Ferrara & E. Bove. 1999. Regional scale studies in the Agri. In: MEDALUS III, Project 2, Target Areas, Final Report. Contract ENV4-CT95-0119:355-360.
- [13] Basso, F., G. Quaranta, M. Pisante, M. Costanza, D. Saccente, G. Ciarlata, G. Landi, S. Dumontet, A. Mazzatura, M. Del Prete, G. Pisante, M. Bentivenga and A. Mastroberti. 1999. Land degradation and desertification indicators in the Agri. In: MEDALUS III, Project 2, Target Areas, Final Report. Contract ENV4-CT95-0119:361-395.

- [14] Bove, E. and G. Quaranta. 1999. Socio-economic and political aspects of Agri basin desertification. In: MEDALUS III, Project 2, Target Areas, Final Report. Contract ENV4-CT95-0119:455-477.
- [15] Kosmas, C., St. Gerontidis, V. Detsis, M. Marathainou, A. Ferrara, A. Bellotti, S. Faretta, G. Mancino and M. Pisante. 1998. Comparative analysis of the physical environment of two Mediterranean areas threatened by Desertification. Mediterraneo, N°12-13:127-145.

PROGETTO FINALIZZATO PER LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO – SOTTOPROGETTO: DINAMICA DEI VERSANTI : CNR:

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [3] Basso, F., A. Giordano e D. Linsalata. 1983. Effetti della pioggia simulata sull'erosione di un terreno declive della Basilicata sottoposto a differenti modalità di lavorazione. Quaderno n. 129 Problemi agronomici per la difesa dei fenomeni erosivi CNR 1993:208-223.

LAVORI SCIENTIFICI CHE NON RICADONO IN PROGETTI SPECIFICI :

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Determinanti: politiche agricole</i>	<i>Stato: erosione, variazione del ciclo idrologico del suolo, inquinamento, impoverimento della fertilità</i>

- [1] Bove, E. and G. Quaranta. 1996. EC agricultural policy impact on land use in Southern Italy: the case of clay hill areas in Basilicata Region. Abstracts of the International Conference on Land Degradation, University of Cukurova, Adana, Turkey, 10-14 June 1996:26.
- [4] D'Egidio, G., P.Bazzoffi, L. Nistri e C. Zanchi. 1981. Prime valutazioni del ruscellamento superficiale, infiltrazione e perdite di suolo in pascoli soggetti a diversa gestione dell'Appennino lucano, mediante l'uso di un simulatore di pioggia da campagna. Annali Istituto Sperimentale per lo Studio e la Difesa del Suolo. Firenze. Vol XII:245-260.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia</i>	<i>Stato: erosione</i>

- [5] Battista, C., G. Palmentola, L. Pennetta e V. Sigillitto. 1982. Carta dell'erodibilità del bacino idrografico della Fiumara di Atella in Basilicata (Italia). Una ipotesi di lavoro. Atti del XVIII Convegno Nazionale Associazione Italiana Cartografia, Trieste (Italia) 23-25 settembre 1982:b101-b109.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [6] Viola, P.G. Gli incendi boschivi nel parco nazionale del Pollino. Indice rischio incendi per il Comune (versante Lucano). Basilicata Regione Notizie: 21-26.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [7] Autorità Interregionale di Bacino della Basilicata. 2001. Relazione annuale 2001.
- [8] Baldassarre, G., B. Radina, P. Bazzoffi and S. Pellegrini. 1993. Evaluation studies of erosion in the Camastra basin (Southern Appennines, Italy). Geotechnical Engineering of Hard Soil-Soft Rocks, Anagnostopoulos et al. (eds).1993 Balkema, Rotterdam,ISBN 90 5410 344 2 .Proceedings of an Int. Symposium Athens-Greece 20-23 Sept.1993:1057-1063.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [12] Basso, F., E. Bove, A. Ferrara, M. Pisante and G. Quaranta. 1996. Land Degradation and desertification processes in Agri Basin: prevention and management methodologies through use of remote sensing, low environment impact techniques and socio-economic issues. Proceedings of “International Conference on Mediterranean Desertification – Research Results and Policy Implications”, Crete-Hellas 29 October-1 November 1996.

2.5 Regione Calabria

2.5.1 Introduzione

La regione Calabria si estende per circa 1.508.032 ha, di cui il 91% è compreso tra zone collinari e montuose e solo il 9% si sviluppa nelle zone di pianura di origine alluvionale. Nonostante l'assetto svantaggioso del territorio, l'economia della regione è basata prevalentemente sul settore agricolo.

In particolare, il 57% del territorio è destinato a coltivazioni di tipo intensivo; queste sono percentualmente inferiori a quelle boschive, per il fatto che il carattere della regione è prettamente collinare e montuoso.

Gli ettari di superficie boschiva in questi ultimi decenni sono notevolmente diminuiti, determinando un aumento della velocità di incisione dell'acqua dei fiumi ed un aumento dei processi di erosione in aree già suscettibili per il loro carattere geologico.

La variazione della natura dei suoli nell'area del Metaponto con un carattere sempre più marcato di aridità e di povertà, da una misura delle variazioni antropiche subite da questa regione.

Come riportato dal Ministero dell'Ambiente (Suolo e sottosuolo. Relazione sullo stato dell'Ambiente, 2001), agli inizi degli anni '60 le trasformazioni socio-economiche e le politiche di sostegno del reddito hanno incentivato il ricorso al modellamento delle pendici, alla meccanizzazione spinta e al cambiamento radicale di destinazione d'uso.

Si è passati dal pascolo alla cerealicoltura effettuata, peraltro, secondo criteri tradizionali di coltivazione che lasciano la superficie del suolo priva di copertura vegetale proprio nel periodo dell'anno in cui si verificano le precipitazioni massime.

In un clima marcatamente mediterraneo, e con tipologie pedologiche vulnerabili a processi produttivi non appropriati, sono stati innescati gravi fenomeni di dissesto con erosione idrica accelerata e soliflussione.

Indagini pedologiche mirate hanno evidenziato, tra l'altro, riduzioni di sostanza organica (con valori medi dello 0,7% nell'epipedon dei suoli più esposti ai fenomeni erosivi, condizione particolarmente grave se si considera che si tratta di suoli messi a coltura solo da pochi decenni, contro l'1,6% che invece si riscontra negli stessi ambienti in suoli più conservati). Tali differenze si riflettono in modo evidente sulle colture, con difformità vegetazionali diventate ormai tipiche del paesaggio.

Non sono rari i casi in cui suoli, ormai privi di capacità produttiva e interessati da gravi fenomeni di dissesto, vengono riabbandonati.

Suoli certamente poco produttivi (pascoli), ma fondamentali per l'equilibrio dell'agrosistema, in pochi anni di gestione non sostenibile, sono stati trasformati in aree irreversibilmente improduttive.

Ai danni diretti al settore agricolo devono essere aggiunte poi le conseguenze legate al degrado paesaggistico, ai danni alle infrastrutture e al consumo di suolo per urbanizzazione (Falocco e Lubello, 2001).

2.5.2 Problematiche del territorio

- Land Degradation System: erosione

Le aree maggiormente soggette a rischio di erosione dei suoli e, con processi più ampi, di desertificazione sono state oggetto di studio da parte di diversi Autori.

Valboa et al.(2002) localizzano, come riportato nella carta, il versante ionico calabrese e la Piana di Sibari come le aree a maggiore rischio di erosione.

Tutto il versante ionico è caratterizzato dalla presenza di suoli originati da substrati argillo-limosi pliocenici, in cui il clima mediterraneo esercita una forte influenza sui processi di erosione a causa della forte aggressività delle precipitazioni.



Fig. 2.31 - Area del versante ionico calabrese ad alto rischio di erosione

(fonte: Valboa et al., 2002)

A questi si affiancano le forti trasformazioni socio-economiche e politiche agrarie che hanno incentivato il ricorso al modellamento delle pendici, alla meccanizzazione spinta ed al cambiamento delle destinazioni d'uso, passando dal pascolo cespugliato alla cerealicoltura in monosuccessione. Le coltivazioni adottate in questa regione prevedono, inoltre, lavorazioni profonde lungo le linee di massima pendenza nonché l'assenza totale di sistemazioni idraulico-agrarie e la pratica, ancora diffusa, della bruciatura delle stoppie rendendo il territorio privo di protezione nei confronti dei processi di erosione idrica. In queste aree degradate sono state riscontrate perdita di fertilità associata all'incremento del livello di salinità negli orizzonti di superficie, diminuzione del contenuto di sostanza organica, nonché precarietà degli equilibri strutturali e idrici, compromettendo l'accrescimento e lo sviluppo delle colture.

Uno degli indicatori del grado di erosione dei suoli in ambiente acclive è rappresentato dal contenuto di sostanza organica. Quest'ultima, che secondo l'OCSE ha valori dell'1% prima della desertificazione, presenta valori molto bassi, indicati in circa 0,6-0,7% in aree interessate da erosione accelerata, ed in 1,4-1,8% in aree più conservate (Newbould, 1982; Landi et al., 2000; Dell'abate, 2000; Smith et al., 2000).

Sempre nel versante ionico, una delle immediate conseguenze dei processi erosivi nell'ambiente collinare è rappresentata dalla difformità vegetazionale. Infatti, gli Autori hanno osservato un'alternanza di aree conservate, con colore dei suoli tendenzialmente bruno-giallastro, con rilevante presenza di copertura vegetale, e di aree con evidenti processi in atto di erosione accelerata, con vegetazione più stentata e frequenti fallanze. Nelle aree intensamente degradate, la perdita di capacità produttiva è ormai irreversibile. All'interno del medesimo studio, riguardante l'area del Comune di Soveria Simeri, è stato dimostrato come l'aratura tradizionale su terreni declivi provochi notevoli perdite di quantità di suolo rispetto alle "lavorazioni minime" o alle "non lavorazioni", un maggior compattamento ed un aumento nel trasporto in superficie di materiale scarsamente dotato di sostanza organica. Inoltre, è evidenziato come sia ormai una necessità primaria l'introduzione di misure conservative di gestione, idonee al mantenimento dell'integrità strutturale e degli equilibri fisici, chimici e biologici del suolo.

Determinanti:	clima, roccia madre, vegetazione, agricoltura, variazione di land use
Pressioni:	lavorazioni non razionali, arature in aree forestali, incendi
Stato:	erosione, compattazione, diminuzione di sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	nessuna indicazione

Gli effetti dell'attività antropica sul territorio calabrese sono stati analizzati anche da Dimase et al. (1996), che hanno studiato un'area in prossimità del bordo settentrionale dell'altopiano della Sila, alla destra idrografica del Lago di Cecita, come indicato nella carta riportata di seguito.

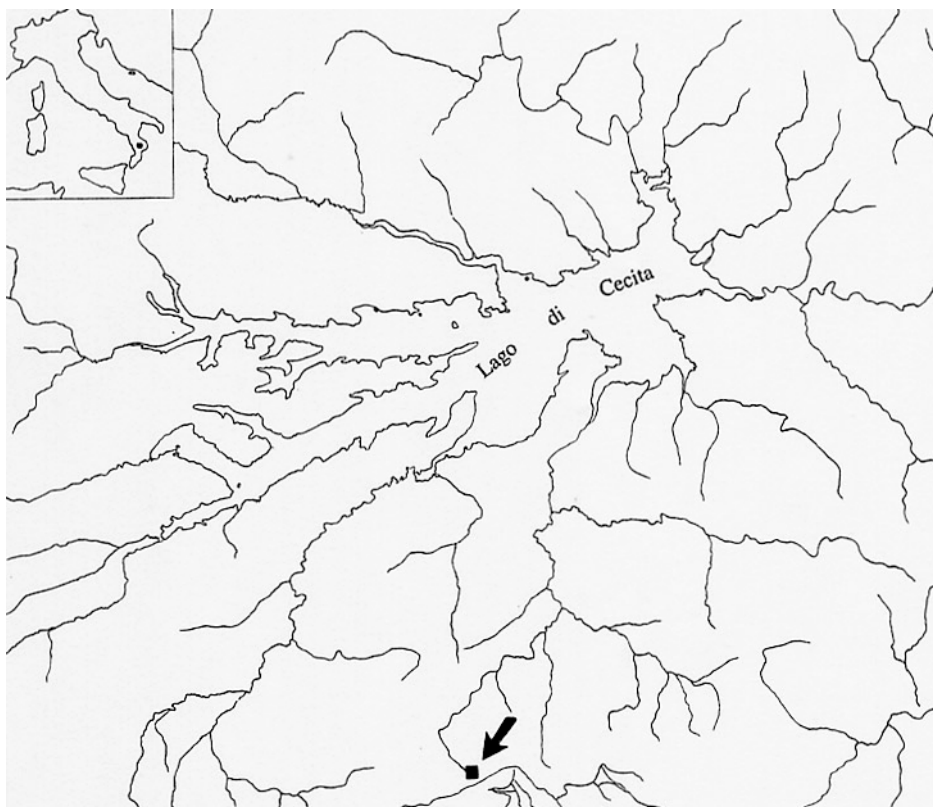


Fig. 2.32 - Ubicazione dell'area studiata da Dimase et al., 1996

L'influenza dell'attività antropica sui suoli dell'area è stata analizzata in tutti gli aspetti. Uno di questi è stato lo studio al microscopio di porzioni di particelle di suolo, al cui interno sono stati rinvenuti frammenti microscopici di carbone, che testimoniano come questi suoli in passato siano stati percorsi da vari incendi succedutisi in diverse epoche. I frammenti sono stati infatti rinvenuti in diverse formazioni sedimentarie attribuibili ad episodi di sedimentazione distinti.

Gli stessi Autori riportano che l'entità del fenomeno erosivo dei suoli è da ricondurre all'azione antropica, imputabile alla deforestazione e all'uso agricolo e pastorale del territorio, oltre che alla elevata erodibilità dei suoli stessi ed alla erosività delle piogge.

Determinanti:	clima, roccia madre, topografia, agricoltura
Pressioni:	lavorazioni non razionali, deforestazione, arature in aree forestali, sovrapascolamento, incendi
Stato:	erosione, consumo di suoli agricoli, lisciviazione, compattazione, impoverimento della fertilità, riduzione della sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del suolo, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	nessuna indicazione

In uno studio effettuato nella Calabria meridionale, e precisamente nel territorio comunale di Bianco, Sorriso-Valvo et al. (1992) hanno analizzato i processi erosivi in atto nelle badlands. Si tratta di un'area caratterizzata dalla presenza di sabbie, marne ed argille marnose del Pliocene inferiore, con versanti molto ripidi e con avanzati processi di degrado. Le cause che provocano l'avanzamento di questi processi sono da ricercare nelle condizioni geologiche e geomorfologiche dell'area, negli eventi climatici, nonché nelle attività antropiche che, attraverso politiche di forestazione produttiva, non molto consone per queste aree, hanno dato luogo alla diffusione dell'erosione e delle badlands. Queste ultime occupano, nell'area oggetto di studio, il 50,8% del territorio. Complessivamente, il 15% del territorio è soggetto a processi di erosione intensi, mentre il 35,8% è interessato da un moderato grado di erosione. All'interno di questo studio l'instabilità del pendio ed i processi erosivi sono considerati due dei più importanti fattori ambientali che contribuiscono all'impoverimento ambientale, economico e sociale della Calabria. Nel bacino Ionico analizzato, di 117 km², si è stimato che la quantità di materiale asportato dai processi di dilavamento è di circa 10 mm/annui. Questo dato da un'idea del danno arrecato a questa regione nei confronti dell'agricoltura e del paesaggio.

Nel Programma Regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione elaborato dall'Autorità di Bacino della Regione Calabria (2000), sono presenti alcuni studi finalizzati alla valorizzazione dell'importanza della vegetazione nei confronti dell'erosione, con esperimenti condotti su piccole parcelle attrezzate con simulatori di pioggia all'interno di piccoli bacini. Nei pressi di Crotone (CR), utilizzando tali dispositivi, sono stati effettuati, all'interno di un bacino impostato su argille, degli esperimenti di pioggia simulata con lo scopo di fornire dati puntuali sugli effetti del diverso tipo di copertura vegetale installata nei confronti dell'erosione al fine di limitare e controllare i fenomeni erosivi molto diffusi in tale zona (Sorriso-Valvo et al., 1995). È stato osservato che per una pioggia intensa (> di 25 mm/h) con una durata di 30-40 minuti si hanno differenti valori dell'erosione: nelle parcelle caratterizzate da una fitta copertura erbosa si sono ottenuti valori trascurabili, vicini allo 0, nelle parcelle con la presenza di alberi un valore di 0.05mm, infine nelle parcelle completamente prive di vegetazione un valore di 0.14 mm. I risultati su esposti mettono in evidenza la grande variabilità nell'entità dell'erosione che esiste anche all'interno di uno stesso bacino a causa dell'influenza del diverso tipo di copertura vegetale.

Sempre Sorriso-Valvo (1996) ha stimato che in alcune aree calabresi, considerando complessivamente i movimenti di massa e l'erosione superficiale, si perdano dai versanti circa 6 mm di suolo all'anno, di cui 0,4 mm raggiungono direttamente il mare sotto forma di trasporto in sospensione, mentre i restanti 5,6 mm si muovono come trasporto di fondo modificando la morfologia fluviale e giungendo solo in parte fino al mare.

Ciò evidenzia non solo l'importanza che assume il problema dell'erosione del suolo per la Calabria, che può portare in breve tempo e, con le condizioni climatiche tipiche del Mediterraneo, a perdite di ingenti quantitativi di suolo agrario, ma anche come tale problema dipenda da molteplici fattori di carattere climatico (pioggia), di carattere pedologico (caratteristiche fisiche e chimiche del suolo), di carattere morfologico (lunghezza e pendenza del versante), di carattere vegetazionale e di uso del suolo (copertura vegetale e tecniche colturali) e di carattere antropico (tecniche sistematorie).

Determinanti:	clima, roccia madre, topografia
Pressioni:	lavorazioni non razionali, forestazione produttiva
Stato:	erosione
Impatti:	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	nessuna indicazione

- Land Degradation System: erosione in aree con forestazione di eucalipto

Diverse sono le problematiche legate all'irrazionale politica di riforestazione attuata in alcune aree della Calabria. Infatti, Infusino (2002) mette in risalto l'inquinamento ambientale prodotto da specie vegetali alloctone quali gli Eucalitteti, che in Calabria occupano da 20.000 a 25.000 ha. Questi rimboschimenti risalgono a circa 35-40 anni fa, quando furono piantati a fini produttivi. La loro maggior estensione si trova nella provincia di Crotone. Il ruolo iniziale era finalizzato alla generazione di materia prima per la produzione della pasta da cellulosa, ma purtroppo oggi questa scelta si è rivelata un fallimento. All'interno della relazione di Infusino (2002) si sottolinea come sia urgente "...il restauro delle foreste mediterranee, sostituendo tutte le piantagioni di eucalipto con nuovi rimboschimenti di essenze autoctone in Calabria, verrebbe ad essere uno dei primi interventi al mondo di valenza ecologico-ambientale per il ritorno al paesaggio originario ed alle foreste di un tempo". Inoltre, l'inquinamento paesaggistico - ambientale dovuto all'inserimento di un'essenza forestale australiana - "l'eucalipto" - ha sconvolto il paesaggio costiero e collinare ed il beneficio ambientale, se paragonato a quello di un bosco di essenze mediterranee, è stato minimale sotto diversi aspetti.

Gli impianti sono risultati infatti del tutto improduttivi o poco interessanti dal punto di vista sia faunistico che di legname e biomassa, malgrado le premesse teoriche dell'intervento apparissero del tutto accettabili.

A conclusioni opposte sembrano giungere Avolio et al. (1980), che hanno verificato l'effetto del tipo di bosco sui processi erosivi, in particolare su superfici in cui sono impiantati eucalipteti, in quanto queste specie occupano quasi 20.000 ha nella costa ionica calabrese. L'esperimento, come riportato di seguito in figura 2.33, è stato fatto nel bacino idrografico del fiume Esaro di Crotone, in località Brasimato (Catanzaro) su 3 bacini. Un bacino è stato scelto come testimone, in quanto non interessato da piantagione di eucalipti, con vegetazione erbacea ed arbustiva spontanea, elevate pendenze e vere e proprie colate di fango. Il secondo bacino è caratterizzato dalla presenza di eucalipto ceduo ed il terzo bacino presenta eucalipti da alto fusto. Queste ultime due aree sono caratterizzate da intensi fenomeni franosi, con processi di erosione diffusa di tipo calanchivo, che ne hanno modificato le caratteristiche morfologiche e morfometriche.

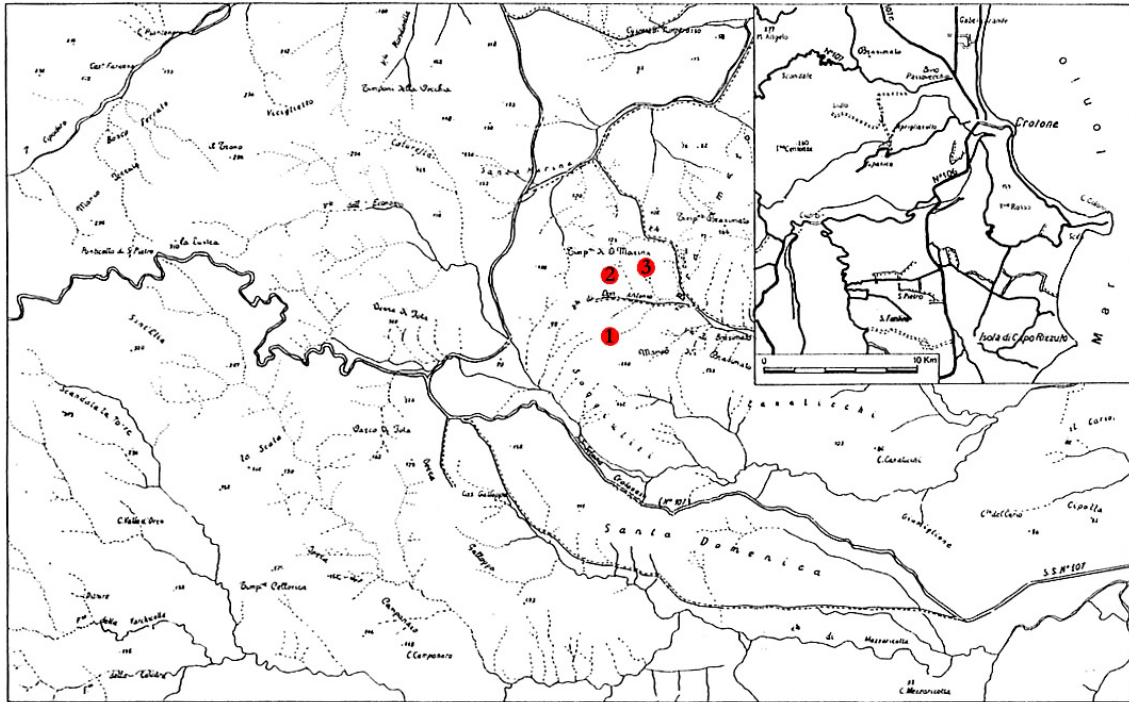


Figura 2.33 - Ubicazione delle aree studiate da Avolio et al., 1980

Come riportano gli Autori, i valori del coefficiente di deflusso sono maggiori nel bacino non boscato rispetto a quelli forestati. La differenza osservata potrebbe essere attribuita, tra l'altro, all'influenza che l'apparato radicale esercita sul sistema acqua-suolo ed alla presenza di inghiottitoi che modificano le modalità di deflusso. L'erosione, in termini di carica solida in sospensione, dipende dal tipo di vegetazione. Questa influisce sull'erosività del deflusso e quindi sull'erosività totale dell'evento, determinando una maggiore protezione rispetto alla copertura erbacea del primo bacino. La ceduzione, comportando l'eliminazione della parte epigea delle piante, determina un parziale incremento di erosione che; in considerazione della rapidità di accrescimento degli eucalipti, dovrebbe decrescere rapidamente.

Determinanti:	variazioni di land use
Pressioni:	forestazione produttiva
Stati:	inquinamento ambientale, erosione
Impatti:	alterazione della qualità del paesaggio, perdita della risorsa suolo
Risposte:	direttive politiche agricole

- Land Degradation System: salinizzazione nelle aree costiere

Nel Programma Regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione è possibile, inoltre, osservare i resoconti dei Consorzi di Bonifica Regionali in cui si evidenzia anche la graduale tendenza di allargamento dei cunei marini nelle falde acquifere in corrispondenza delle zone a più alto sfruttamento agricolo.

Le aree a più alto rischio sono localizzate sulla fascia costiera ionica, e precisamente presso Cariati, Crotone, Area dello Stretto, sulle pianure tirreniche di Gioia Tauro e S. Eufemia e sulla piana di Sibari.

In quest'ultima, i processi che si sono instaurati sono legati all'ingresso del cuneo salino, alla salinizzazione delle acque di falda superficiali, alla subsidenza dovuta all'emungimento d'acqua da falde profonde in pressione, all'incremento della frequenza di crisi di siccità, al degrado di suolo e acqua per inquinamento, ecc.

Un dato che può dare l'idea di come sia sfruttato il territorio è quello relativo al numero di pozzi, che è passato da 500-1000, agli inizi degli anni '70, ai 5000-6000 attuali.

Situazioni simili sono presenti anche nel basso Ionio, dove le zone a più alto rischio sono ubicate: nella fascia costiera di Cariatì-Crotone, nella Piana di Sant'Eufamia, nella Piana di Rosario (fascia costiera fra Nicotera e Porto di Gioia Tauro) e nell'area dello Stretto.

Determinati:	agricoltura
Pressioni:	irrigazione con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri
Stato:	salinizzazione
Impatti:	modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese culturali
Risposte:	nessuna indicazione

- Land Degradation System: aree percorse da incendio

La Calabria è una delle regioni italiane maggiormente colpite dalla calamità degli incendi. All'interno del Programma Regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione sono presenti i dati del CFS Servizio AIB Reggio Calabria in cui si rileva che:

- nel periodo 1975 - 1996 il numero degli incendi è stato di 25.214, con una superficie totale percorsa dal fuoco di 230.869 ettari, dei quali 126.961 boscati;
- nel 1997 gli ettari bruciati sono stati 16.512, con 1.397 incendi, di cui 10.305 ettari di superficie boscata;
- nel 1998 il numero degli incendi è stato di 949 per una superficie interessata dal fuoco di 43.248 ettari, di cui 16.838 boscati;
- nel 1999 la superficie percorsa dal fuoco è stata di 6.885 ettari, di cui 2.963 boscati, con 529 incendi.

Come si evince dai dati riportati, si capisce la gravità del fenomeno in una regione come la Calabria, che presenta il più alto indice di boscosità tra le regioni meridionali, con circa 600.000 ha di superficie boscata.

Infatti, l'indice di boscosità sull'intero territorio è vicino al 38%, rispetto ad un indice medio nazionale pari a circa il 30%.

Inoltre, dal 1957 al 1970 sono stati realizzati 120.000 ettari di rimboschimento (dati esposti nel Piano attuativo 2002 dell'Azienda Forestale della Regione Calabria).

Determinanti:	nessuna indicazione
Pressioni:	incendi Stato: erosione, lisciviazione, riduzione della sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo
Impatti:	perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte:	riforestazione, direttive politiche di gestione

- Land Degradation System: inquinamento in aree agricole

Nel Piano di sviluppo rurale 2000-2006 della Regione Calabria, elaborato dall'INEA, vengono evidenziate le aree dove maggiore potrebbe essere l'uso dei fitofarmaci e dei concimi, determinando un forte inquinamento sui suoli.

Queste aree, in aumento nel corso del ventennio 1970-1990, coincidono con quelle di pianura (Piana di Sibari, di Lamezia e di Gioia Tauro), peraltro abbastanza circoscritte, e con alcune aree costiere (l'area dell'Alto tirreno cosentino, l'area del Basso ionio reggino, l'alta Locride, l'area di Cirò nella provincia di Crotone, il Basso ionio catanzarese, la zona di Pizzo Calabro nel Vibonese).

In Calabria, in merito alla difesa del suolo e secondo le informazioni del Ministero dell'Ambiente, 164 Comuni su 409 (il 40%) presentano dei rischi definiti elevati o molto elevati. Anche in questo caso i Comuni a rischio sono localizzati nelle aree pianeggianti (Piana di Sibari, Valle del Crati, Piana di Lamezia, il Marchesato, la Piana di Gioia Tauro e l'area di Reggio Calabria).

Da evidenziare che le città capoluogo di provincia presentano dei valori di rischio molto elevato. L'uso di pesticidi e concimi rappresenta uno dei principali fattori di pressione dell'attività agricola sull'ambiente, determinando l'inquinamento delle acque, del suolo, e dell'aria.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	uso eccessivo di fertilizzanti
Stati:	inquinamento
Impatti:	rischi per l'uomo, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità,
Risposte:	vincoli ambientali, protezione del suolo, direttive sulle acque direttive, politiche agricole

- Ubicazione geografica degli studi analizzati

Di seguito (Fig. 2.34) è riportata l'ubicazione geografica dei più importanti studi riguardanti i processi di degradazione del suolo analizzati e discussi nelle pagine precedenti.

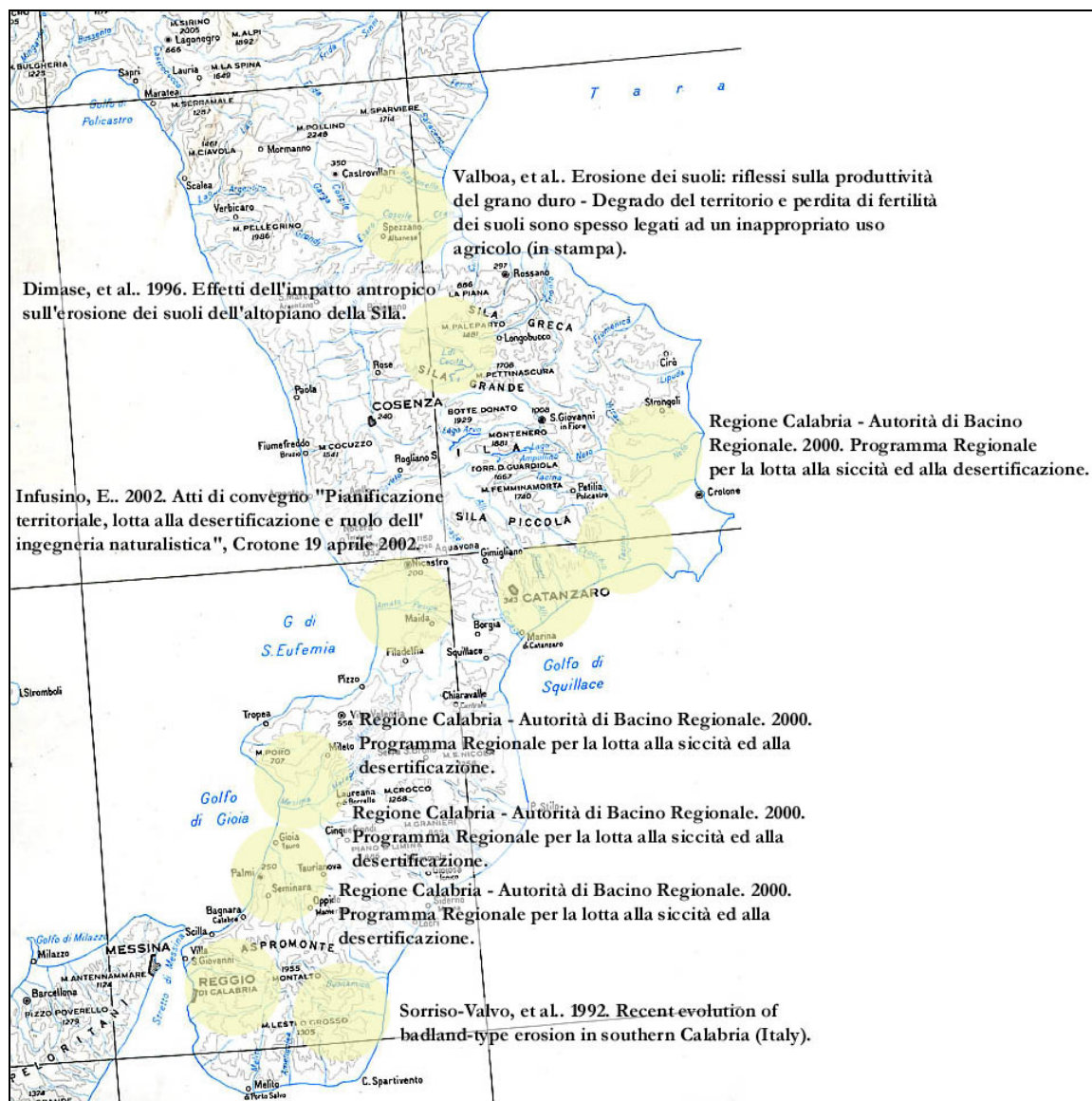


Figura 2.34 - Ubicazione geografica e fonte dei più importanti studi analizzati e discussi nelle pagine precedenti

2.5.3 Indicatori DPSIR

I numeri indicati in rosso tra parentesi quadre si riferiscono ai lavori riportati in bibliografia.

DETERMINANTI

- DI ORIGINE NATURALE
 1. clima (precipitazioni, evapotraspirazione, temperatura) [1, 2, 5, 8]
 2. topografia (pendenza, lunghezza ed esposizione del pendio, densità di drenaggio) [1, 5, 6]
 3. roccia madre (composizione chimica, proprietà fisiche) [1, 2, 5, 6, 8]
 4. vegetazione (tipo, densità, vegetazione climax) [1, 2, 5, 6, 8]
- DI ORIGINE ANTROPOGENICA:
 1. agricoltura [1, 2, 3, 5]
 2. variazioni di land use [2, 4, 5]

PRESSIONI

- ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI:
 1. lavorazioni non razionali [1, 2, 5, 8]
 2. uso eccessivo di fertilizzanti [3]
 3. arature in aree forestali [2, 5]
 4. sovrappascolamento [1]
 5. forestazione produttiva [4, 6, 8]
 6. deforestazione [1, 5]
- SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI [5]
- INCENDI [1, 2, 5]

STATO

- PROCESSI FISICI:
 1. erosione [1, 2, 5, 6, 8]
 2. compattazione [2]
 3. consumo di suoli agricoli [1, 5]
- PROCESSI CHIMICI:
 1. lisciviazione [1, 5]
 2. salinizzazione [5]
 3. inquinamento [3]
 4. impoverimento della fertilità [1]
- PROCESSI BIOLOGICI:
 1. riduzione di sostanza organica [1, 2, 5]
 2. inquinamento ambientale [4]

IMPATTI

1. perdita della risorsa suolo [1, 2, 5, 6, 8]
2. rischi per l'uomo [3]
3. incidenza economica [2, 8]
4. modificazione dei sistemi produttivi [2]

5. cambiamenti nelle rese colturali [2, 3, 5]
6. cambiamenti nelle funzioni del suolo [8]
7. perdita di biodiversità [2, 3, 5, 8]
8. modificazione della stabilità degli ecosistemi [5, 8]
9. alterazione della qualità del paesaggio [2, 4, 5, 8]
10. stress idrico [5]

RISPOSTE

1. vincoli ambientali [3, 4]
2. protezione del suolo [3]
3. direttive sulle acque [3]
4. direttive politiche agricole [3, 5]
5. riforestazione [5]

2.5.4 Applicazione del modello DPSIR ai principali sistemi di degradazione del suolo riscontrati in Calabria

Dall'analisi svolta risulta come nella regione siano presenti diversi sistemi di degradazione del suolo. In particolare, un sistema è relativo ai processi erosivi instauratisi nel versante ionico calabrese; un sistema di erosione in aree con forestazione ad eucalipto, che interessano prevalentemente la zona di Crotone; un sistema di degradazione relativo alla salinizzazione in aree costiere, che interessa principalmente la fascia costiera ionica e le pianure tirreniche di Gioia Tauro e S. Eufemia; un sistema di degradazione legato all'inquinamento in aree agricole, che riguarda le aree della Piana di Sibari, della Valle del Crati, la Piana di Lamezia, il Marchesato, la Piana di Gioia Tauro e l'area di Reggio Calabria; ed infine un sistema di degradazione relativo alle aree percorse da incendio, come riportato in figura 2.35.

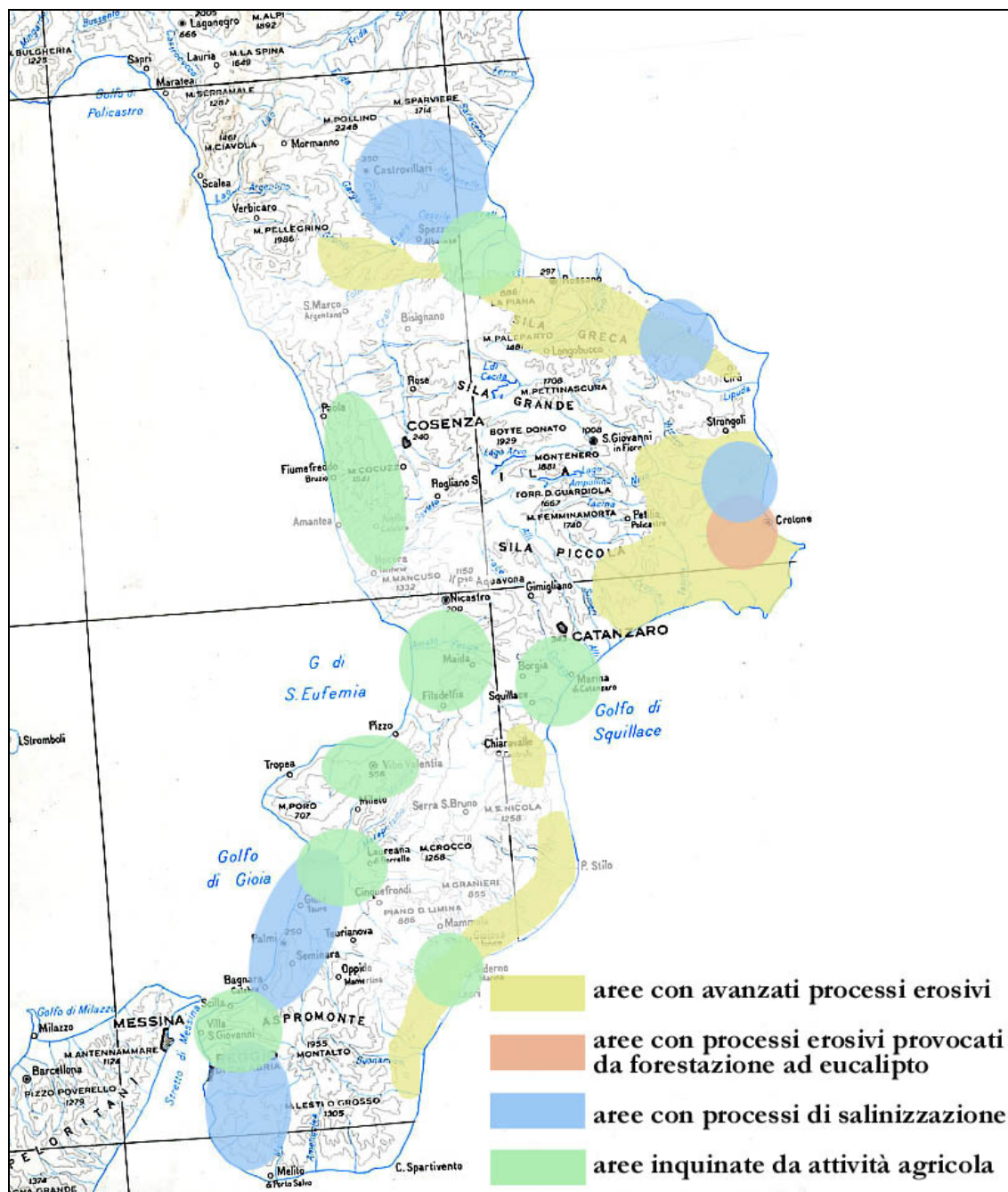


Figura 2.35 - Ubicazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo

Vengono di seguito riportati i modelli DPSIR applicati all'erosione del suolo (Fig. 2.36); all'erosione del suolo in aree con forestazione produttiva (Fig. 2.37); alla salinizzazione in aree costiere (Fig. 2.38); all'azione incendiaria (Fig. 2.39) ed all'inquinamento in aree agricole (Fig. 2.40) in Calabria.

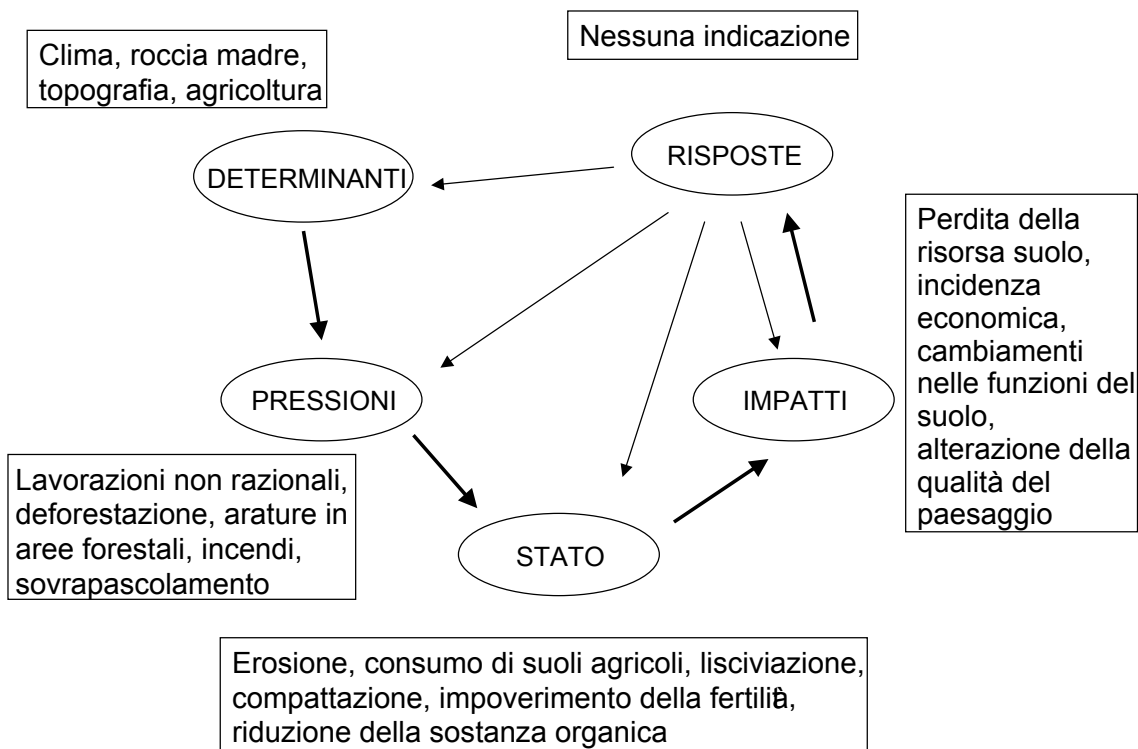


Figura 2.36 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo in Calabria

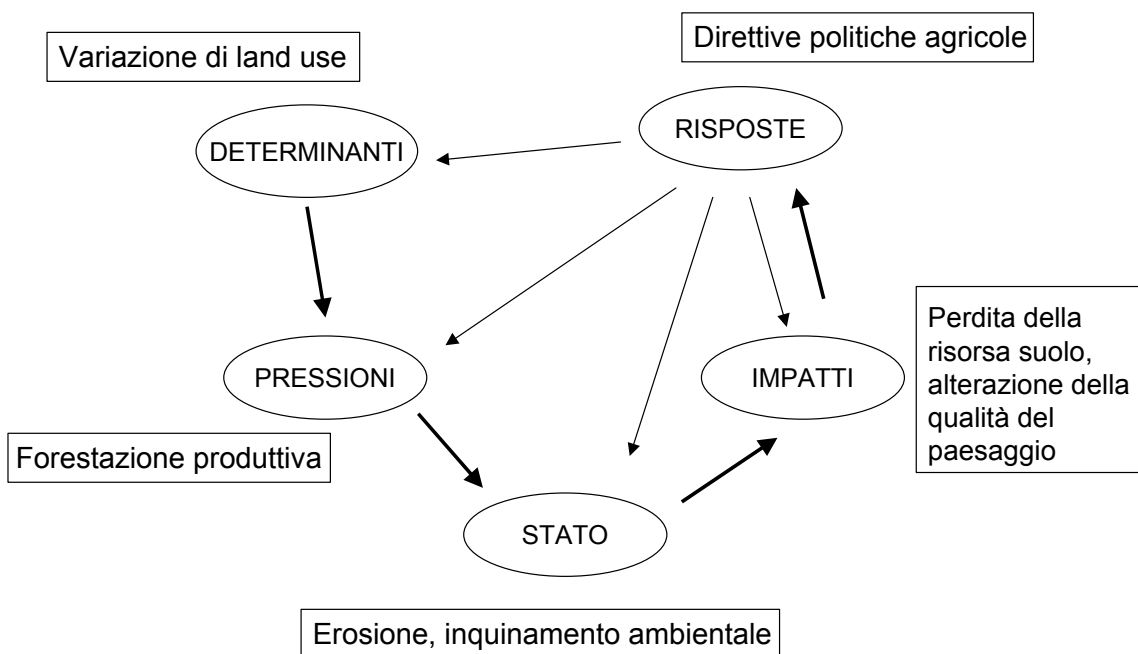


Figura 2.37 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo in aree con forestazione ad eucalipto in Calabria

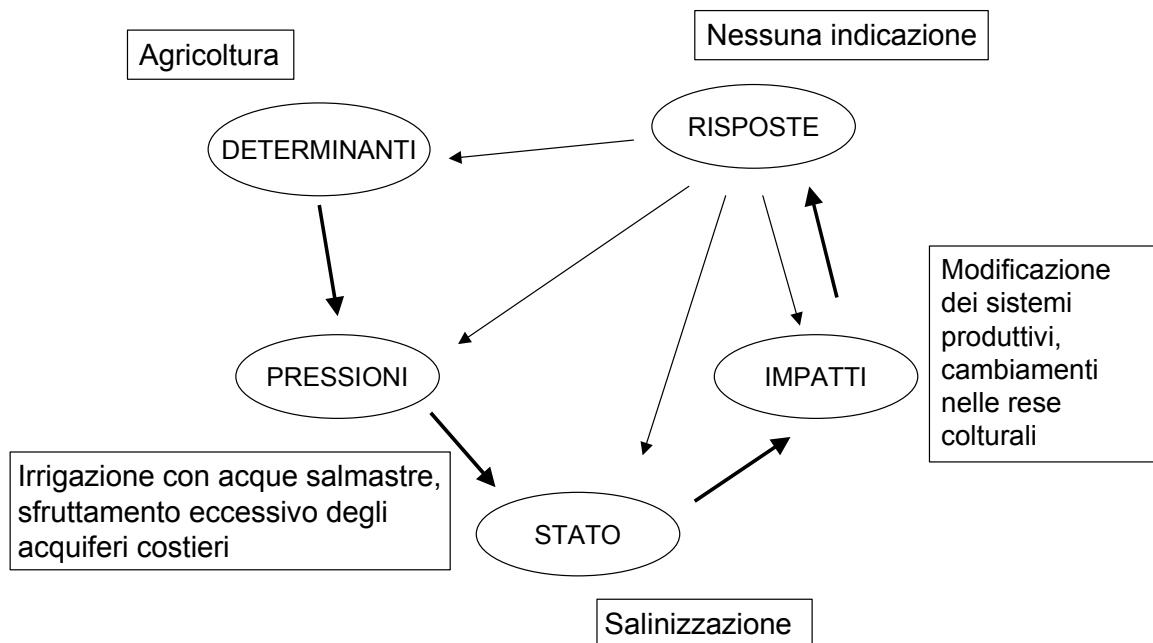


Figura 2.38 - Modello DPSIR applicato alla salinizzazione del suolo in aree costiere in Calabria

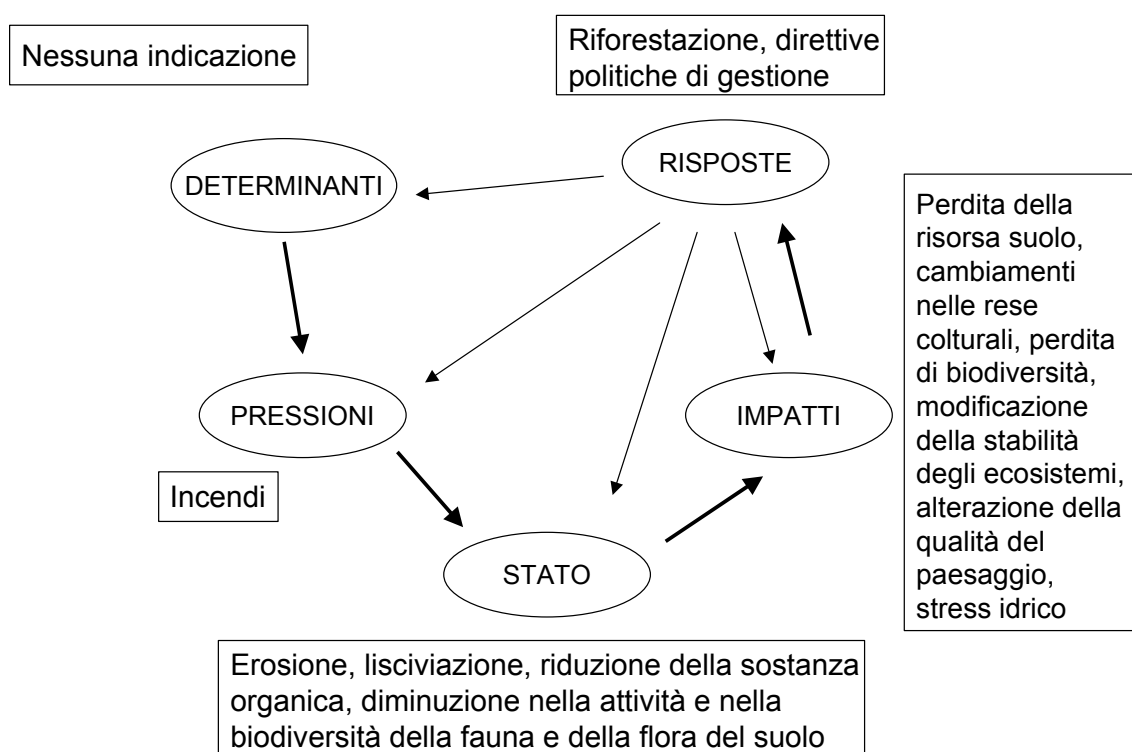


Figura 2.39 - Modello DPSIR applicato al degrado provocato dagli incendi in Calabria

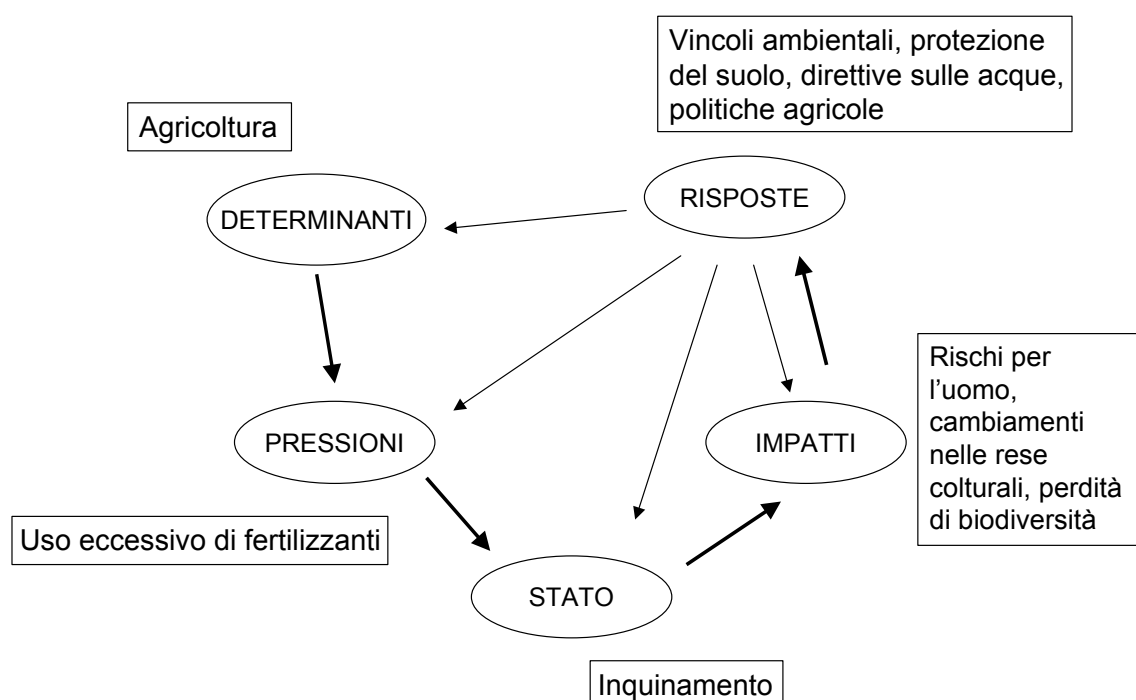


Figura 2.40 - Modello DPSIR applicato all'inquinamento del suolo in aree agricole in Calabria

2.5.5 Bibliografia generale

I lavori contrassegnati dal numero blu sono stati individuati in bibliografia, ma non sono stati acquisiti.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, aumento della salinità, variazione del ciclo idrologico del suolo</i>

- [1] Dimase, A.C., A. Bonazzi e F. Iovino. 1996. Effetti dell'impatto antropico sull'erosione dei suoli dell'altopiano della Sila. In: "Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali" Vol. XXXV.
- [2] Valboa, G., G. Aramini, C. Colloca, A.M. Corea, S. Molfese e R. Paone. Erosione dei suoli: riflessi sulla produttività del grano duro – Degradamento del territorio e perdita di fertilità dei suoli sono spesso legati ad un inappropriato uso agricolo (in stampa).

<i>Pressioni: uso eccessivo di fertilizzanti</i>	<i>Stato: inquinamento</i>

- [3] Istituto Nazionale di Economia Agraria, 2000. Piano di sviluppo rurale 2000-2006 Regione Calabria, Valutazione ex-ante.

<i>Pressioni: forestazione produttiva</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [1] Dimase, A.C., A. Bonazzi e F. Iovino. 1996. Effetti dell'impatto antropico sull'erosione dei suoli dell'altopiano della Sila. In: "Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali" Vol. XXXXV.
- [4] Infusino, E.. 2002. Atti di convegno "Pianificazione territoriale, lotta alla desertificazione e ruolo dell'ingegneria naturalistica", Crotone 19 aprile 2002.

<i>Pressioni: interventi di miglioramento pascolo</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, riduzione del contenuto in sostanza organica</i>

- [1] Dimase, A.C., A. Bonazzi e F. Iovino. 1996. Effetti dell'impatto antropico sull'erosione dei suoli dell'altopiano della Sila. In: "Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali" Vol. XXXXV.

<i>Pressioni: sovrappascolamento</i>	<i>Stato: erosione accelerata, compattamento, variazione del ciclo idrologico del suolo, riduzione del contenuto in sostanza organica</i>

- [1] Dimase, A.C., A. Bonazzi e F. Iovino. 1996. Effetti dell'impatto antropico sull'erosione dei suoli dell'altopiano della Sila. In: "Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali" Vol. XXXXV.

<i>Pressioni: forestazione produttiva</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [1] Dimase, A.C., A. Bonazzi e F. Iovino. 1996. Effetti dell'impatto antropico sull'erosione dei suoli dell'altopiano della Sila. In: "Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali" Vol. XXXXV.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DAGLI INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [1] Dimase, A.C., A. Bonazzi e F. Iovino. 1996. Effetti dell'impatto antropico sull'erosione dei suoli dell'altopiano della Sila. In: "Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali" Vol. XXXV.
- [5] Regione Calabria - Autorità di Bacino Regionale. 2000. Programma Regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia, vegetazione</i>	<i>Stato: erosione</i>

- [6] Avolio S., O. Ciano, C. Grinovero, F. Iovino, A. Mirabella, M. Raglione, M. Sfalanga e D. Torri. 1980. Effetti del tipo di bosco sull'entità dell'erosione in unità idrologiche della Calabria. - Modelli erosivi. Annali Ist. Sper. per la Selvicoltura, vol.XI:47-131.
- [7] Raglione, M., M. Sfalanga e D. Torri. 1980. Misura dell'erosione in un ambiente argilloso della Calabria. Annali Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XI:159-181.
- [5] Regione Calabria, Autorità di Bacino Regionale, 2000. Programma Regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione.
- [8] Sorriso-Valvo, M., L. Antropico and A. Borelli. 1992. Recent evolution of badland-type erosion in southern Calabria (Italy). In: O. Seuffert & M. Sorriso (Eds.), Geoöko plus: Mediterranean Erosion, Geoöko-Verlag, Darmstadt, Germany, 3:69-92.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [5] Regione Calabria, Autorità di Bacino Regionale, 2000. Programma Regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione.
- [12] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Sicilia. In: Manuale per la lotta all'effetto Serra e alla Desertificazione

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [9] Bertozzi, R., A. Buscaroli, N. Laruccia e G. Vinello. 1997. I suoli del bacino del Lago Cecita nella Sila Grande e la loro sensibilità, Agricoltura e Ricerca - n. 164-165-166, luglio/dicembre 1997.

- [10] Romagnoli, L. 1969. Osservazioni geologiche e geomorfologiche sull'Aspromonte (Calabria) - Considerazioni preliminari sull'erosione e la conservazione del suolo, In: Bollettino della Societa Geologica Italiana, Vol. 88, Issue 1:245-266.
- [11] Ugolini, F.C. e Certini G. L'inquinamento dei suoli forestali italiani, in "Linea Ecologica", n. 2, 1999:25-28.

2.5.6 Bibliografia articolata per progetti specifici

I lavori contrassegnati dal numero blu sono stati individuati in bibliografia, ma non sono stati acquisiti.

PROGETTO FINALIZZATO PER LA CONSERVAZIONE DEL SUOLO – SOTTOPROGETTO: DINAMICA DEI VERSANTI: CNR:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia, vegetazione</i>	<i>Stato: erosione</i>

- [6] Avolio S., O. Ciano, C. Grinovero, F. Iovino, A. Mirabella, M. Raglione, M. Sfalanga e D. Torri. 1980. Effetti del tipo di bosco sull'entità dell'erosione in unità idrologiche della Calabria. - Modelli erosivi. Annali Ist. Sper. per la Selvicoltura, vol.XI:47-131.

PROGETTO C.N.R. (PROGETTO STRATEGICO "AMBIENTE" CALABRIA):

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, aumento della salinità, variazione del ciclo idrologico del suolo</i>

- [1] Dimase, A.C., A. Bonazzi e F. Iovino. 1996. Effetti dell'impatto antropico sull'erosione dei suoli dell'altopiano della Sila. In: "Annali dell'Accademia Italiana di Scienze Forestali" Vol. XXXV.

LAVORI SCIENTIFICI CHE NON RICADONO IN PROGETTI SPECIFICI:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, aumento della salinità, variazione del ciclo idrologico del suolo</i>

- [2] Valboa, G., G. Aramini, C. Colloca, A.M. Corea, S. Molfese e R. Paone. Erosione dei suoli: riflessi sulla produttività del grano duro – Degradato del territorio e perdita di fertilità dei suoli sono spesso legati ad un inappropriato uso agricolo (in stampa).

<i>Pressioni: uso eccessivo di fertilizzanti</i>	<i>Stato: inquinamento</i>

- [3] Istituto Nazionale di Economia Agraria, 2000. Piano di sviluppo rurale 2000-2006 Regione Calabria, Valutazione ex-ante.

<i>Pressioni: forestazione produttiva</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [4] Infusino, E.. 2002. Atti di convegno “Pianificazione territoriale, lotta alla desertificazione e ruolo dell’ingegneria naturalistica”, Crotone 19 aprile 2002.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia, vegetazione</i>	<i>Stato: erosione</i>

- [8] Sorriso-Valvo, M., L. Antropico and A. Borelli. 1992. Recent evolution of badland-type erosion in southern Calabria (Italy). In: O. Seuffert & M. Sorriso (Eds.), Geoöko plus: Mediterranean Erosion, Geoöko-Verlag, Darmstadt, Germany, 3:69-92.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DAGLI INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [5] Regione Calabria - Autorità di Bacino Regionale. 2000. Programma Regionale per la lotta alla siccità ed alla desertificazione.
- [7] Raglione, M., M. Sfalanga e D. Torri. 1980. Misura dell'erosione in un ambiente argilloso della Calabria. Annali Ist. Sper. Studio e Difesa Suolo, vol. XI:159-181.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [12] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Sicilia. In: Manuale per la lotta all'effetto Serra e alla Desertificazione.

2.6 Regione Sicilia

2.6.1 Introduzione

La regione presenta una variabilità geologica e morfologica che influenza notevolmente l'aspetto pedologico.

Il territorio siciliano può essere suddiviso in tre ambienti. Le pianure alluvionali, con coltivazioni ortofrutticole che si estendono lungo la fascia costiera, nella parte centro meridionale (vallate fiumi Salso e Platani) e nella parte interna di Catania.

I terreni collinari, utilizzati da seminativi asciutti che occupano sia la parte centrale della Sicilia occidentale e sia quella mediana ed orientale, ed infine le aree montane, con boschi e pascoli che si estendono lungo la catena settentrionale, dai monti Sicani, Eblei ed Erei.

Secondo il Ministero dell'Ambiente (Suolo e sottosuolo. Relazione sullo stato dell'ambiente 2001), i processi di degradazione dei suoli siciliani sono tipici per l'area mediterranea; tra questi l'erosione idrica è il più importante.

Questo processo è diffuso in particolare nei paesaggi collinari delle argille mioceniche e plioceniche (circa 700.000 ha) nonché nei paesaggi della serie gessoso-solfifera (circa 150.000 ha). Come emerge in letteratura, in tali ambienti si manifestano forti perdite erosive, anche per lavorazioni del terreno realizzate secondo tecniche poco razionali e non finalizzate al contenimento dei fenomeni erosivi (generalmente a ritocchino). Anche il sistema ambientale di pianura, in particolare quello delle piane costiere, mostra preoccupanti segnali di degradazione dei suoli.

In questa regione le pianure occupano il 14% dell'intera superficie; in esse è concentrata l'agricoltura tecnicamente ed economicamente più avanzata.

Queste aree sono state studiate dall'Amministrazione regionale in collaborazione con l'Università di Palermo con l'obiettivo di monitorare i suoli salini, che occupano una superficie di circa 250.000 ha, e fornire una corretta gestione irrigua e agronomica delle acque anomale, in particolare quelle saline.

Nei paesaggi dei terrazzi calcarenitici tipici delle fasce costiere (circa 120.000 ha) sono stati osservati, su suoli di elevato valore agronomico e ambientale (Alfisuoli profondi, adatti a sostenere colture di pregio), in particolar modo lungo la fascia sud-occidentale, fenomeni di accentuata degradazione strutturale dello strato superficiale, che si manifestano con forti indurimenti durante la fase di disseccamento del suolo e collasso della struttura in condizioni di saturazione idrica (hard-setting).

La mancanza di una gestione del territorio e politiche agricole irrazionali hanno portato il territorio siciliano ad uno stato in cui è possibile osservare: seminativi e vigneti su tutti i suoli e su qualsiasi morfologia, pascoli cespugliati in forte pendio, grandi campi senza interruzione di continuità che finiscono nei valloni e fiumi, paesaggi collinari uniformi con tutti i terreni a seminativo senza una minima rotazione o avvicendamento, aree urbanizzate sui migliori suoli pianeggianti, risorse idriche depauperate senza una programmazione.

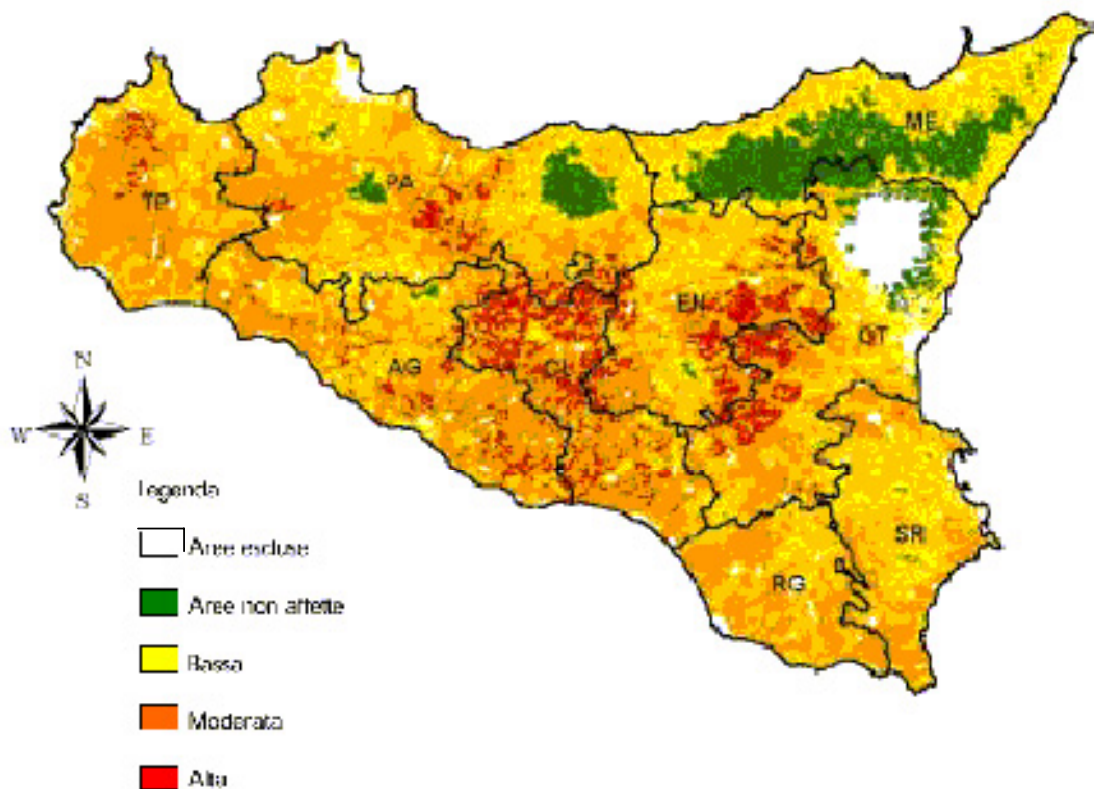


Figura 2.41 - Carta delle aree sensibili alla desertificazione
(fonte: APAT, Annuario dei dati ambientali 2002, Condizioni ambientali Sezione b Geosfera)

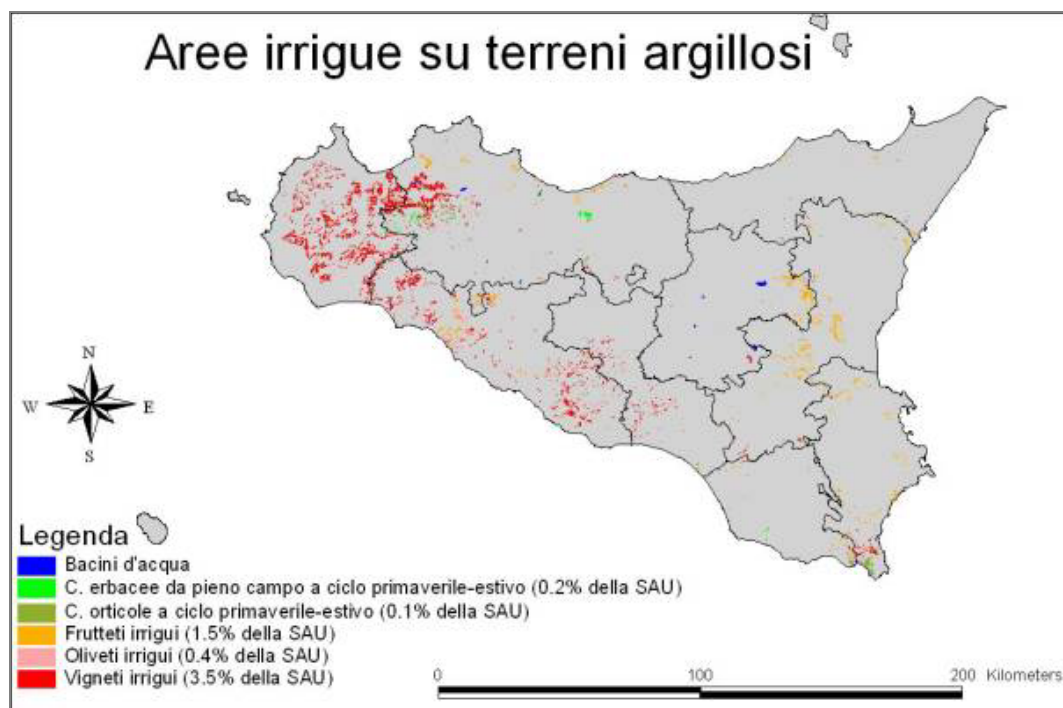


Figura 2.42 - Carta delle aree irrigue sulle argille
(fonte: Sciortino, 2002)

2.6.2 Problematiche del territorio

- Land Degradation System: sciare

Una cattiva gestione dell'ambiente è accentuata laddove le condizioni climatiche ed il substrato geologico influiscono in maniera determinante sui processi fisici e chimici in atto sul territorio.

La causa di molte problematiche dei suoli, soprattutto delle pianure alluvionali, è la presenza delle cosiddette *sciare*, termine che viene utilizzato per indicare i territori aridi in cui domina la roccia calcarenitica.

Sono molti gli studi che si sono concentrati sulle pianure alluvionali di Gela e Licata ed in altre pianure alluvionali costiere. In particolare, Raimondi (1998) ha riscontrato la presenza, nelle pianure costiere, di Vertisuoli che evolvono talvolta verso Aridosuoli, caratterizzati dalla presenza di sali di sodio che formano un crostone superficiale e rendono questi suoli improduttivi. Inoltre, ad influenzare negativamente queste aree, si affiancano le condizioni climatiche laddove le precipitazioni, analizzate da Raimondi (2001), non riescono più a risaturare le falde ed a ripristinare il livello di sicurezza negli invasi. In queste situazioni, l'evoluzione naturale è verso il degrado della qualità delle acque irrigue a causa della salinizzazione.

Nelle pianure alluvionali di Licata e di Gela le emergenze sono rappresentate dai fiumi di fango, più o meno salini, provenienti dalle colline attigue. Queste aree sono state oggetto di opere di bonifica che oggi si presentano vulnerabili e con evidenti segni di degrado a causa dei drenaggi non funzionali, per la costruzione di strade o anche per la cattiva manutenzione dei canali.

Questi dati sono confermati anche da Raimondi et al. (2001) che, studiando i suoli della piana di Gela, hanno riscontrato la presenza di cloruri, solfati e fosfati con concentrazioni elevate negli orizzonti superficiali. Questi valori sono in continuo aumento in quanto le opere di drenaggio, come riportato precedentemente, non garantiscono il deflusso delle acque ma le bloccano, favorendo i processi di accumulo dei sali provenienti dal ruscellamento delle acque sulle colline gessifere soprastanti. La superficie interessata da questi fenomeni è di circa 6.000 ha.

I processi di salinizzazione sono evidenti anche in altre parti del territorio, come riportato da Dazzi, et al. (1996) che hanno riscontrato, nelle province di Caltanissetta ed Agrigento, la presenza di depositi gessoso-solfiferi del Messiniano ricchi in sali solubili. Questi terreni, consigliano gli Autori, devono essere attentamente studiati ed analizzati in modo da definirne l'attitudine alla coltivazione, al pascolo, al bosco, ecc.

Laddove le concentrazioni di sali nei suoli non sono molto elevate i terreni possono essere utilizzati, ma con attenzione e con le pratiche di amministrazione appropriate, adottando i metodi specifici ed utilizzando le colture che tollerano determinate concentrazioni saline.

Sulle *sciare* di Marsala e Mazara del Vallo, Raimondi et al. (2001) hanno rilevato che in un'area di circa 9.445 ha il 45,6 % del territorio, pari a 4.308 ha, è stato trasformato ad uso agricolo, mentre il 39,9% (circa 3.675 ha) della superficie totale risulta ancora a *sciare*.

Determinanti:	roccia madre
Pressioni:	lavorazioni non razionali, apertura strade, forestazione produttiva
Stato:	erosione, variazione del ciclo idrologico del suolo, salinizzazione
Impatti:	perdita della risorsa suolo, rischi per l'uomo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, stress idrico
Risposte:	convenzioni per la lotta alla desertificazione, direttive politiche agricole

- Land Degradation System: salinizzazione in aree costiere

In Raimondi (2001), i problemi precedenti sono stati riscontrati anche nelle zone interne e su tutta la fascia costiera meridionale dell'isola. Qui gli operatori agricoli, per poter irrigare, ricorrono continuamente a consistenti emungimenti di acque di falda caratterizzate da una qualità sempre più scarsa determinando, come descritto precedentemente, un accumulo di sali solubili nel suolo e conseguenze negative sull'attività vegetativa delle piante coltivate. Inoltre, l'apporto di sali solubili con l'acqua d'irrigazione, sempre secondo l'Autore, determina una variazione dell'equilibrio ionico della soluzione circolante, modificando negativamente le condizioni d'abitabilità del suolo nei confronti delle piante e conseguentemente diminuendo la risposta produttiva delle colture.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri
Stato:	salinizzazione
Impatti:	modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, stress idrico
Risposte:	direttive politiche agricole

Di seguito è riportata la carta delle aree in cui si sono riscontrati fenomeni di salinizzazione dei suoli:

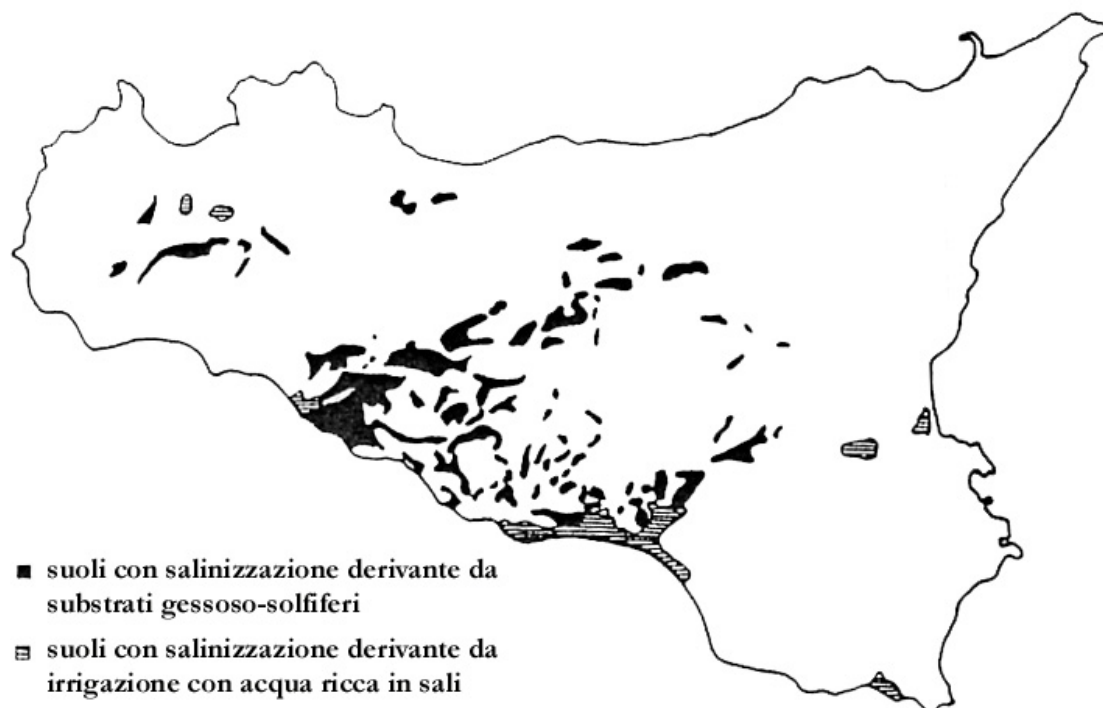


Figura 2.43 - Carta delle aree in cui si riscontrano fenomeni di salinizzazione

(fonte: Dazzi e Fierotti, 1996)

- Land Degradation System: erosione in aree a predisposizione naturale

Nell'analisi delle maggiori problematiche del territorio gli Autori hanno valutato, oltre ai suoli ubicati in corrispondenza di aree con un maggiore impatto antropico, anche quelli caratterizzati da una maggiore sensibilità all'erosione.

La determinazione dei valori del fattore di erodibilità, effettuata da Dazzi et al. (1997), ha permesso di elaborare la carta dell'erodibilità del bacino del fiume Platani (Fig. 2.44), da cui si evidenzia come il 74,82 % del territorio sia ad alto rischio erosivo, ed il 24,31 % sia a rischio tollerabile.

I suoli che presentano valori dell'indice di erodibilità più elevati ($\geq 12,6$) sono impostati sulle colline argillose, mentre l'area più ampia è presente nel settore sud-occidentale ove si riscontrano i suoli sugli affioramenti della serie gessoso-solfifera. In quest'area, Bagarello et al. (1992) hanno riscontrato la presenza di suoli caratterizzati da un gran contenuto di sali solubili che influiscono negativamente sullo stato strutturale e su quello della fertilità.

Numerose sono le aree siciliane studiate dal punto di vista dell'erosione dei suoli. In particolare, Fierotti et al. (1996) hanno analizzato la situazione di tre bacini della Sicilia meridionale: i bacini del Belice, di Verdura e di Platani.

Al loro interno gli studi compiuti hanno rivelato la presenza di suoli appartenenti a quasi tutti gli Ordini della Soil Taxonomy.

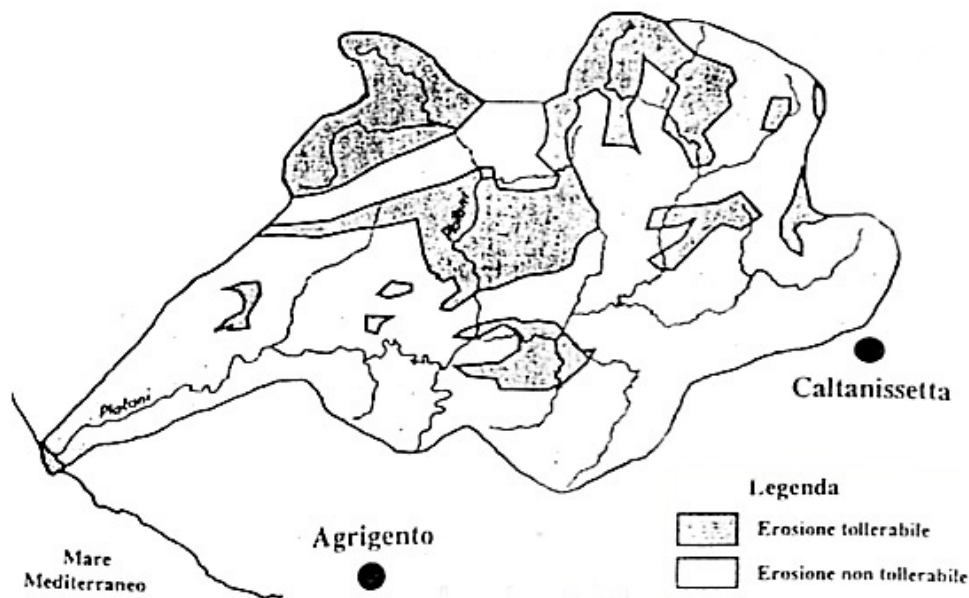


Figura 2.44 - Carta del Bacino del fiume Platani

(fonte: Dazzi et al., 1997)

È evidente, da questi studi, l'influenza della morfologia, oltre che del tipo di suolo, sui processi di degrado. Infatti, i valori più alti (15-30 t/ha) di perdita di suolo potenziale (RK) si ottengono nelle aree montane e collinari, ove prevalgono i Typic e i Lithic Xerorthents, nelle colline argillose centro-meridionali, ove prevalgono i Vertic Xerochrepts, e nelle aree vallive del Bacino del Belice ove sono presenti gli Arenis e gli Haploxeralfs. I valori minimi di perdita di suolo (5 t/ha) si rinvenivano nelle aree con morfologie dolci con presenza di Typic e Chromic Haploxererts.

Determinanti: roccia madre, topografia, clima
Pressioni: lavorazioni non razionali, arature in aree forestali
Stato: erosione
Impatti: perdita della risorsa suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del suolo, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte: nessuna indicazione

- Land Degradation System: erosione per azioni antropiche

Nelle regioni meridionali, in cui i processi di degrado e desertificazione sono avanzati, gli studi si sono concentrati non solo sull'analisi delle condizioni attuali del territorio, ma anche sulle possibili soluzioni per ridurre l'impatto di qualsiasi azione antropica e ridurre i processi erosivi. In alcuni studi svolti in Sicilia, Marchetti et al. (2002) hanno analizzato il continuo mutamento dei territori di Mefi e Ribera in seguito alla diffusione dell'irrigazione, che in queste aree ha interessato circa 9.000 ha di superficie coltivata.

L'introduzione dell'irrigazione ha determinato una radicale modificazione del paesaggio per quanto riguarda gli ordinamenti colturali, passando da seminativi e mandorleti ad agrumeti, vigneti e colture ortive. Queste trasformazioni causarono e causano grossi squilibri nel territorio siciliano, che sfociano in un aggravarsi della crisi ambientale ed in particolare nei processi di desertificazione in atto proprio in queste aree costiere.

Una soluzione adottata per evitare i continui fenomeni di degrado e di erosione dei suoli è la realizzazione di nuovi boschi accompagnata da una corretta gestione di quelli esistenti. La Mantia, et al.. (2002) avvalorano tale soluzione, e nel loro studio riportano che circa 25.000 sono gli ettari di rimboschimento effettuati nel decennio 1985-1996.

Determinati: agricoltura

Pressioni: lavorazioni non razionali, variazioni di land use

Stato: erosione

Impatti: perdita della risorsa suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del suolo, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico

Risposte: politiche di gestione dei boschi

- Land Degradation System: inquinamento

Raimondi et al. (2001) hanno riscontrato, nella zona di Marsala e Mazara del Vallo, sia problemi simili a quelli descritti in precedenza per le *sciare* di Gela e Licata, ma anche altre problematiche ambientali legate alla presenza di vecchie cave di tufo abbandonate, che oggi costituiscono delle discariche di rifiuti, che potrebbero rappresentare una potenziale fonte di inquinamento per le falde superficiali.

Determinati: cave

Pressioni: discarica di materiali inquinanti

Stato: inquinamento

Impatti: perdita della risorsa suolo, incidenza economica, modificazione della stabilità degli ecosistemi, rischi per l'uomo

Risposte: nessuna indicazione

- Land Degradation System: consumo di suoli agricoli per urbanizzazione

Numerosi studi hanno riguardato la problematica dell'occupazione di aree agricole in seguito all'espansione urbana. In particolare, Dazzi et al. (1997) hanno messo in evidenza i danni provocati dall'espansione edilizia residenziale stagionale nella Piana di Buonfornello, ad est di Palermo. In quest'area di 1.671,4 ha ben 685,4 ha, e cioè il 41% del territorio, sono stati sottratti all'uso agricolo interessando i suoli migliori. Infatti, circa la metà di questi suoli erano costituiti da Calcaric Fluvisols, ovvero suoli molto produttivi ed adatti ad un'agricoltura irrigua ed intensiva; il 22% era rappresentato da Verti-Calcaric Fluvisols, ovvero suoli che presentano leggere limitazioni che non ne compromettono la potenzialità agronomica e l'idoneità all'agricoltura irrigua di tipo intensivo, ed infine il 18% (circa 127 ha) erano suoli fortemente vocati per i seminativi e le ortive di pieno campo, in grado di sviluppare una notevole potenzialità agronomica. L'analisi di questi dati mostra come non sia stato fatto nessuno studio e nessuna programmazione delle zone da destinare all'espansione edilizia, con conseguente sottrazione di suoli fertili ed altamente produttivi.

Analogamente, Raimondi et al. (1995) hanno studiato il consumo dei suoli nella fascia costiera compresa tra Capo Zafferano e Capo Plaia, estesa circa 5.689 ha. In quest'area i processi di urbanizzazioni si sono evoluti negli ultimi decenni e si è passati dai 996 ha urbanizzati nel 1983, pari al 17,51% del territorio, ai 2.189,7 ha del 1994, pari al 38,49 % dell'area. Come riportato di seguito (Fig. 2.45), la maggior parte del territorio, 5124,3 ha pari al 90,1% dell'intera superficie costiera, rientra nella classe di urbanizzazione molto alta (>30%), 364,7 ha presentano una urbanizzazione alta (15-30%) e 181,7 ha una classe di urbanizzazione media (< 15%). Inoltre, questi processi di espansione hanno provocato anche una diminuzione della capacità produttiva dei suoli del comprensorio analizzato, considerato che dalla 2^a classe di Potenzialità Agronomica è passato alla 3^a classe.

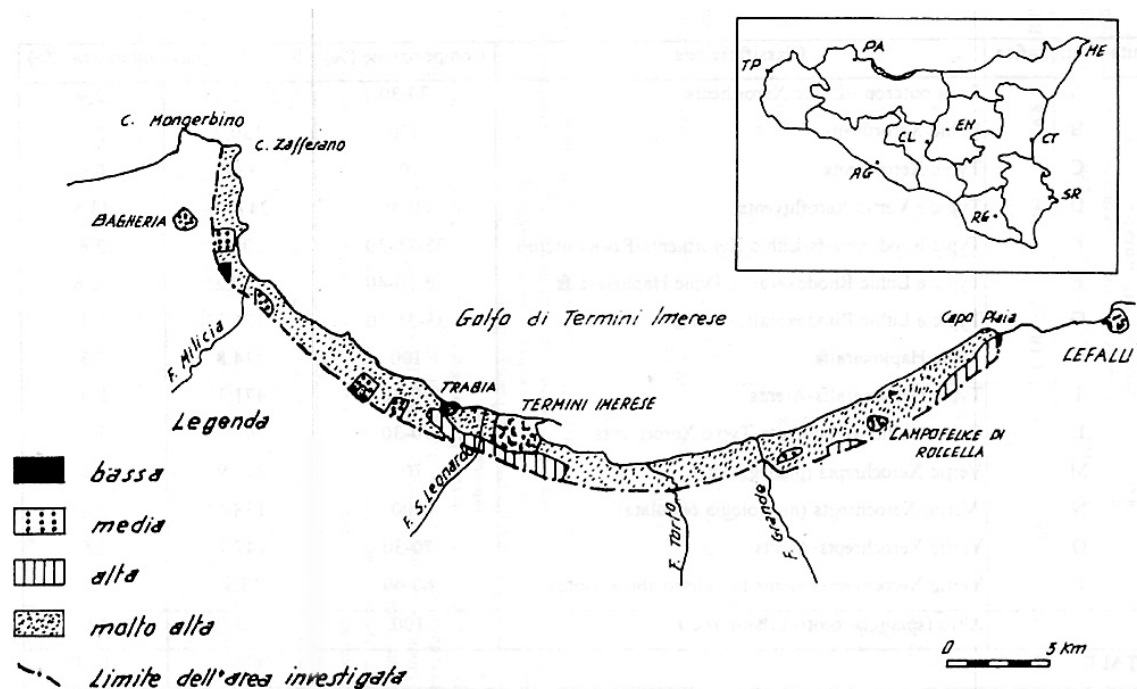


Figura 2.45 - Carta dell'intensità di urbanizzazione

(fonte: Raimondi et al., 1995)

Determinanti:	urbanizzazione
Pressioni:	occupazione di aree agricole
Stato:	consumo di suoli agricoli
Impatti:	perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte:	nessuna indicazione

- Land Degradation System: aree percorse da incendi

L'impatto dell'attività incendiaria sul territorio isolano determina uno stato ambientale particolarmente grave, in quanto contribuisce in modo determinante ad aggravare lo stato di degrado di molte aree siciliane.

I dati dell'attività incendiaria presenti in Tabella 2.1 sono tratti dal sito della Regione Sicilia e si riferiscono al 1998.

Tabella 2.1 - Dati dell'attività incendiaria in Sicilia nel 1998

(fonte: sito ufficiale Internet Regione Sicilia)

PROVINCIA	NUMERO INCENDI	HA BRUCIATI
Agrigento	37	1.360
Caltanissetta	78	2.480
Catania	249	2.760
Enna	57	1.980
Palermo	208	7.430
Ragusa	25	1.680
Siracusa	37	8.800
Trapani	31	1.480

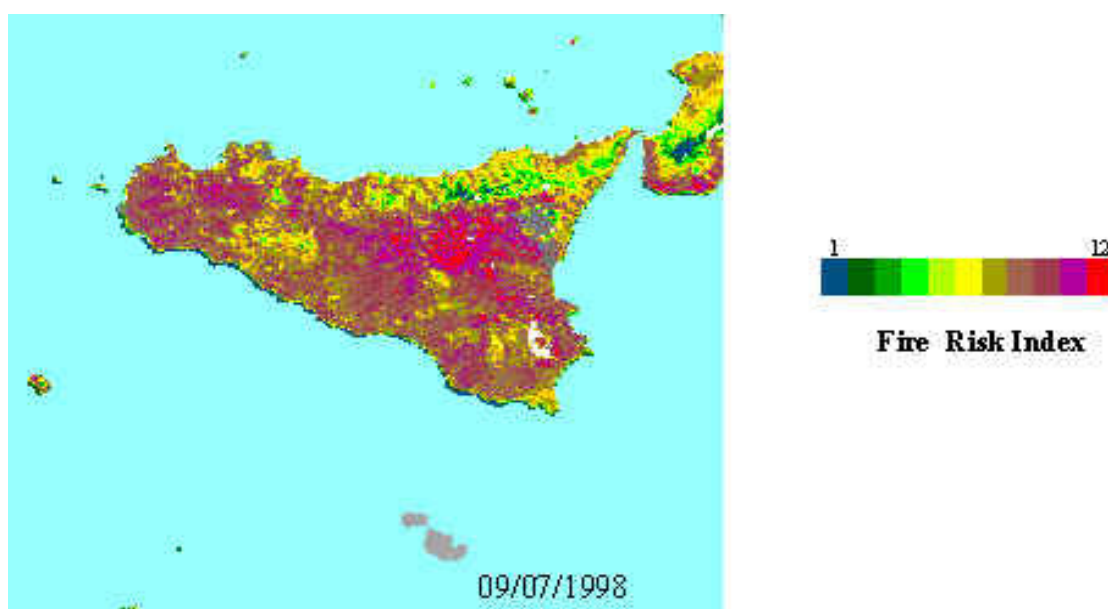


Figura 2.46 - Carta del rischio degli incendi

(fonte: sito ufficiale Internet Regione Sicilia)

Determinanti:	azione antropica
Pressioni:	incendi
Stato:	erosione, variazione del ciclo idrologico, riduzione della sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo
Impatti:	perdita della risorsa suolo, rischi per l'uomo, incidenza economica, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte:	nessuna indicazione

- Desertificazione

L'insieme dei fattori analizzati contribuisce a predisporre il territorio siciliano ai processi di desertificazione. La Regione Sicilia ha predisposto il Programma Regionale per la Lotta alla Siccità e alla Desertificazione (punto 2 della Delibera CIPE del 21/12/1999 n. 299) che rappresenta una prima proposta di individuazione, realizzata con un metodo speditivo, delle aree vulnerabili alla desertificazione e degli interventi di contrasto, ovvero di mitigazione del rischio.

All'interno del sito internet della Regione Sicilia sono state trovate le seguenti indicazioni, che ci permettono di completare le informazioni in nostro possesso riguardanti eventi di siccità, degrado del suolo, salinizzazione del suolo e delle falde, contaminazione del suolo e dei corpi idrici, eccessivo sfruttamento delle risorse idriche, riduzione o degrado della copertura vegetale, frequenza ed estensione degli incendi boschivi, urbanizzazione e fenomeni di abbandono.

La correlazione tra queste cause, semplificata nello schema mostrato in basso, ha permesso l'elaborazione del grafico delle aree vulnerabili riportata nella presente relazione (Fig. 2.47).

La maggiore vulnerabilità si riscontra nei territori delle province di Caltanissetta ed Agrigento (elevata) seguite da Enna, Palermo, Catania, Trapani e Messina (media); Ragusa e Siracusa rientrano nella classe bassa.



Cause della desertificazione in Sicilia

(fonte: sito ufficiale Internet Regione Sicilia)

GRAFICO DELLA SENSIBILITA' AI PRINCIPALI FATTORI DI DESERTIFICAZIONE PER PROVINCIA

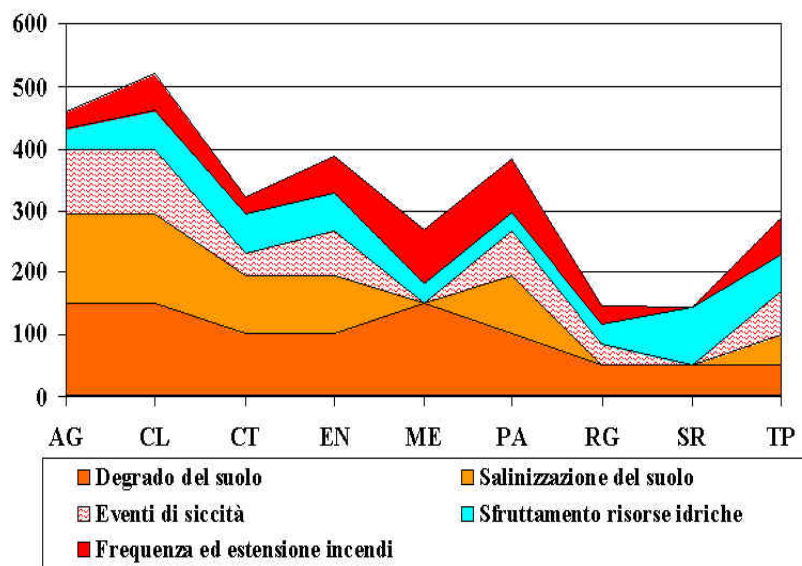


Figura 2.47 - Grafico della sensibilità ai principali fattori di desertificazione per provincia
(fonte: sito ufficiale Internet Regione Sicilia)

- Ubicazione geografica degli studi analizzati

In Fig. 2.48 è riportata l'ubicazione geografica dei più importanti studi riguardanti i processi di degradazione del suolo analizzati e discussi nelle pagine precedenti.

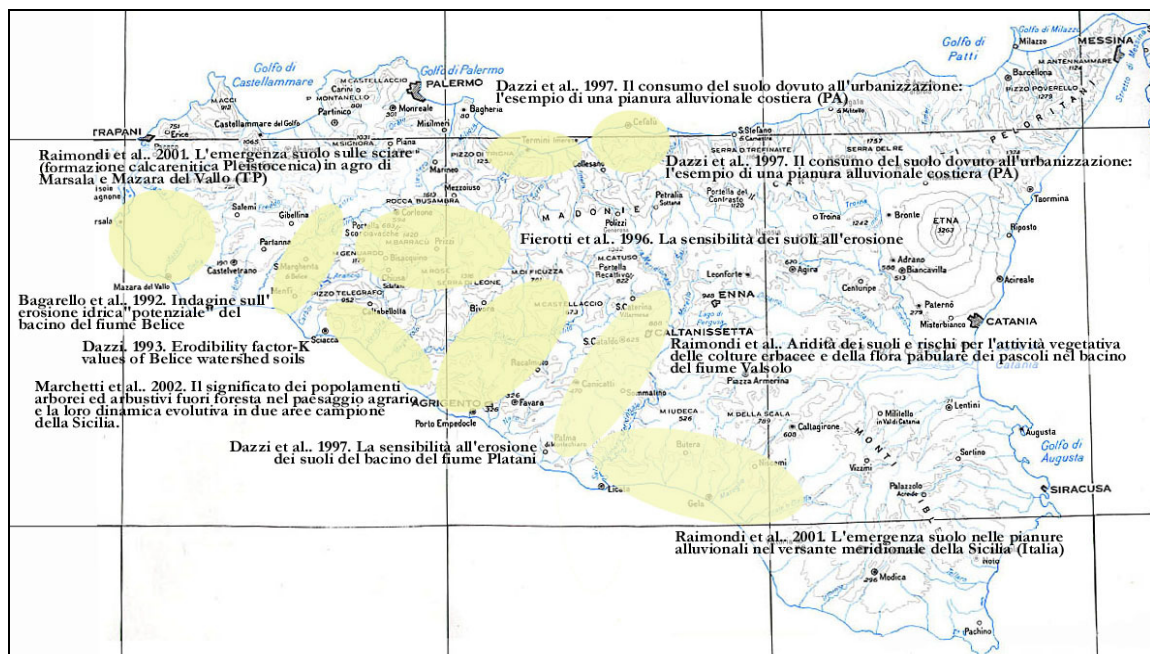


Figura 2.48 - Ubicazione geografica e fonte dei più importanti studi analizzati e discussi nelle pagine precedenti

2.6.3 Indicatori DPSIR

I numeri indicati in rosso tra parentesi quadre si riferiscono ai lavori riportati in bibliografia.

DETERMINANTI

- DI ORIGINE NATURALE
 1. clima (precipitazioni, evapotraspirazione, temperatura) [2, 21, 23, 24, 25, 26, 27]
 2. topografia (pendenza, lunghezza ed esposizione del pendio, densità di drenaggio) [12, 21, 26, 27]
 3. roccia madre (composizione chimica, proprietà fisiche) [4, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 24]
 4. vegetazione (tipo, densità, vegetazione climax) [2, 3, 4, 5, 7, 8, 25, 26, 27]
- DI ORIGINE ANTROPOGENICA:
 1. agricoltura [1, 3, 4, 5, 7, 8, 23, 24]
 2. urbanizzazione [9, 10, 11, 23, 24]
 3. variazioni di land use [2, 3]

PRESSIONI

- ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI:
 1. lavorazioni non razionali [1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 23, 24]
 2. irrigazione con acque salmastre [4, 23, 24]
 3. apertura strade [5, 7, 8]
 4. forestazione produttiva [23, 24]
- URBANIZZAZIONE:
 1. occupazione di aree agricole [9, 10, 11]
- SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI [4]
- INCENDI [3]

STATO

- PROCESSI FISICI:
 1. erosione [1, 2, 3, 12, 13, 14, 15, 16, 21, 24, 25]
 2. consumo di suoli agricoli [9, 10, 11]
 3. variazione del ciclo idrologico del suolo [24]
- PROCESSI CHIMICI:
 1. salinizzazione [4, 5, 7, 8, 9, 24, 26, 27]

IMPATTI

1. perdita della risorsa suolo [1, 2, 3, 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 23, 24]
2. rischi per l'uomo [23, 24, 25]
3. incidenza economica [7, 9, 10, 11, 24, 25]
4. modificazione dei sistemi produttivi [4, 5, 7, 8, 24, 25]
5. cambiamenti nelle rese colturali [4, 5, 7, 8, 24, 25]
6. cambiamenti nelle funzioni del suolo [9, 10, 11]

7. perdita di biodiversità [23]
8. modificazione della stabilità degli ecosistemi [4, 23]
9. alterazione della qualità del paesaggio [9, 10, 11, 25]
10. stress idrico [4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 24, 25]

RISPOSTE

1. convenzioni per la lotta alla desertificazione [23, 24, 26, 27]
2. vincoli ambientali [10, 11, 16]
3. protezione del suolo [17, 26, 27]
4. direttive politiche agricole [3, 4, 7, 8, 24, 26, 27]

3.6.4 Applicazione del modello DPSIR ai principali sistemi di degradazione del suolo riscontrati in Sicilia

Dall'analisi svolta risulta come nella regione siano presenti diversi sistemi di degradazione del suolo. In particolare: un sistema di degradazione dovuto al substrato geologico nelle pianure alluvionali di Gela e Licata e nelle aree di Caltanissetta, Agrigento, Marsala e Mazara del Vallo (*sciare*); un sistema di degradazione relativo alla salinizzazione nelle aree costiere, accertato principalmente nell'area sud-occidentale dell'Isola; un sistema di erosione in aree a predisposizione naturale individuato nei bacini del Belice, Verdura e Platani; un sistema di erosione per azioni antropiche individuato nelle aree di Melfi e Ribera; un sistema di degradazione legato all'inquinamento provocato dalla presenza di discariche di materiali inquinanti, derivanti da vecchie cave di tufo nelle aree di Marsala e Mazara del Vallo; un sistema di degradazione operato dall'urbanizzazione presente in prossimità della costa settentrionale; ed infine, un sistema di degradazione relativo alle aree incendiate, diffuso in tutta l'isola.

La figura 2.49 riporta la localizzazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo riconosciuti in Sicilia.

Vengono di seguito riportati i modelli DPSIR applicati alla salinizzazione del suolo per la presenza di un substrato geologico predisponente (*sciare*) (Fig. 2.50), alla salinizzazione indotta dall'irrigazione con acque salmastre nelle aree costiere (Fig. 2.51), all'erosione per predisposizione naturale (Fig. 2.52), all'erosione per azione antropica (Fig. 2.53), all'inquinamento legato alla presenza di discariche di cava (Fig. 2.54), al degrado provocato dall'urbanizzazione (Fig. 2.55) ed infine a quello provocato dagli incendi (Fig. 2.56).

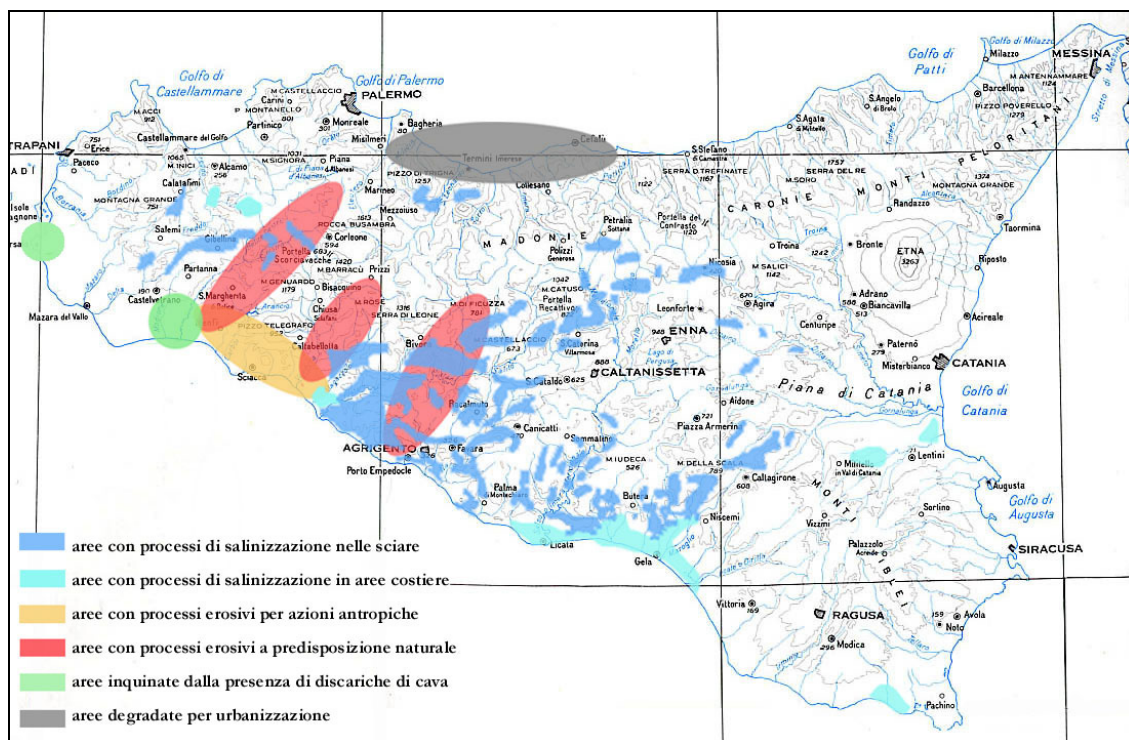


Figura 2.49 - Ubicazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo

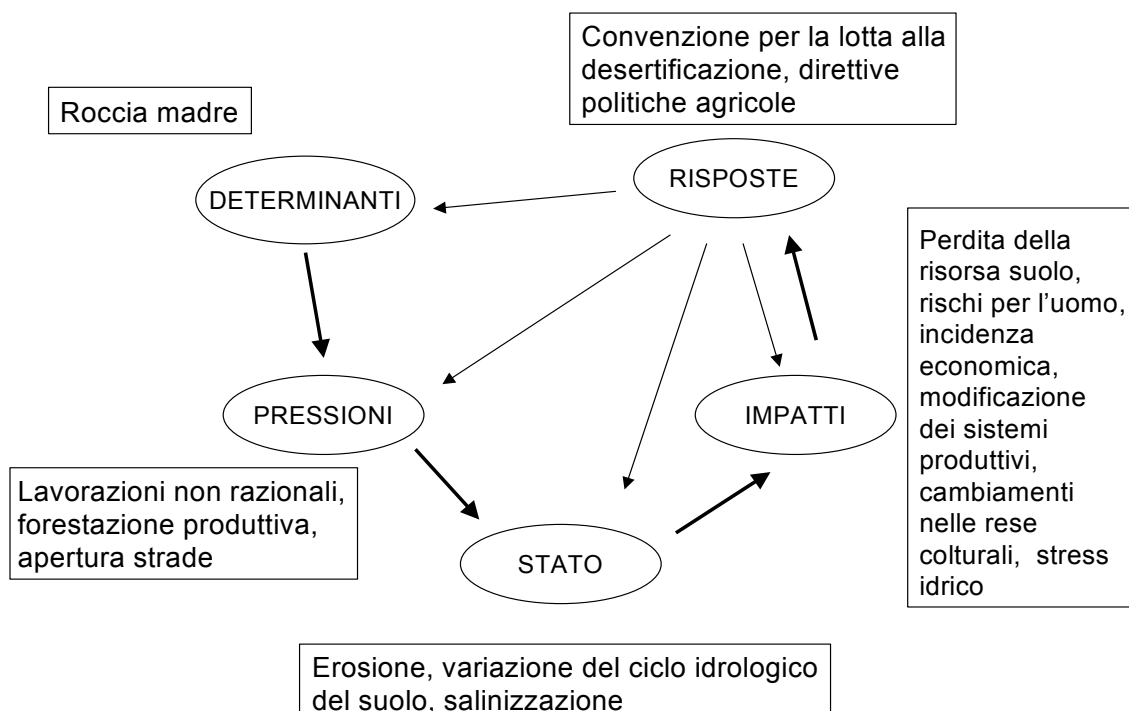


Figura 2.50 - Modello DPSIR applicato alla salinizzazione del suolo indotta da substrato geologico in Sicilia (sciare)

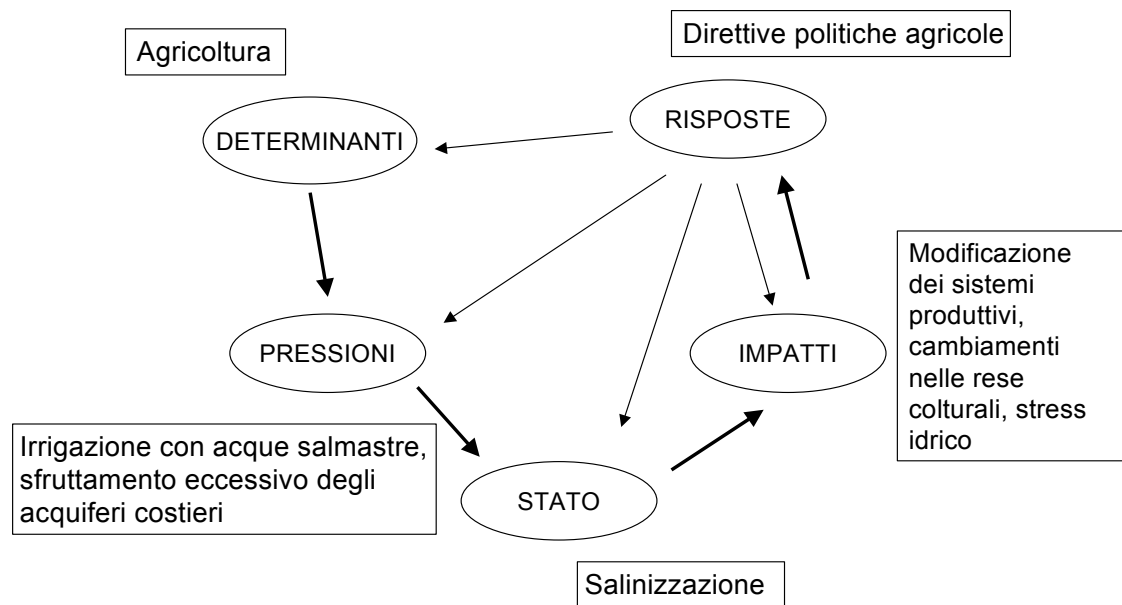


Figura 2.51 - Modello DPSIR applicato alla salinizzazione del suolo indotta dall'irrigazione nelle aree costiere in Sicilia

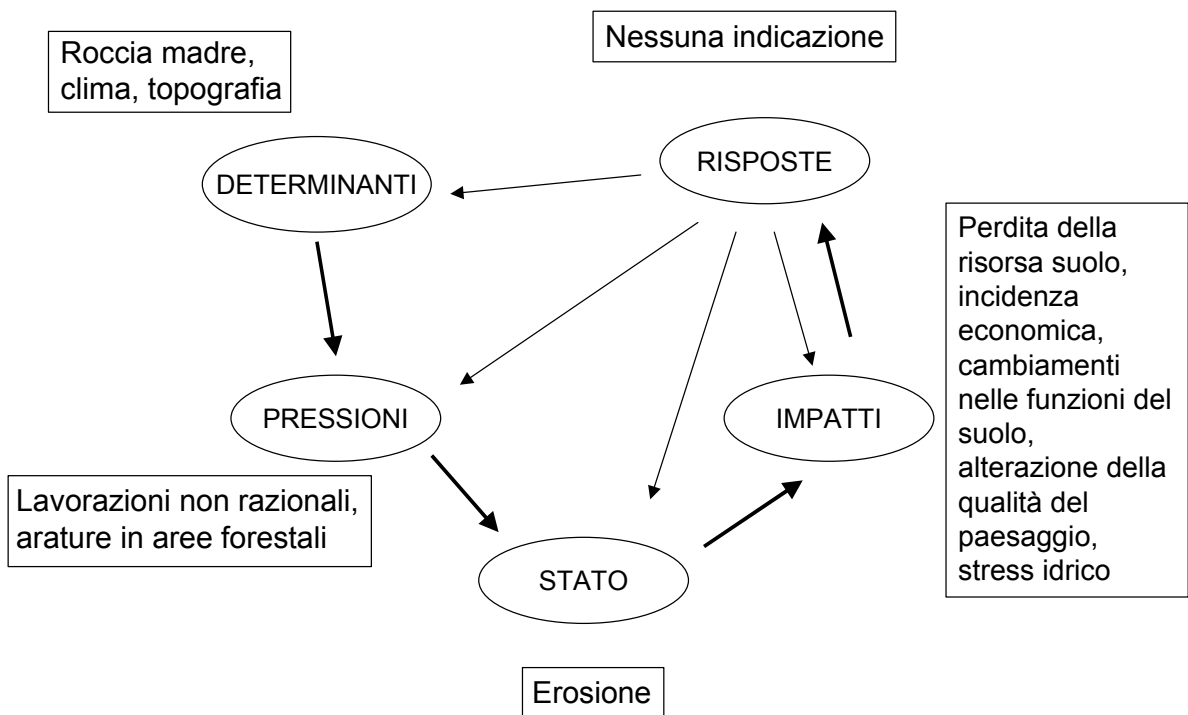


Figura 2.52 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo indotta da cause naturali in Sicilia

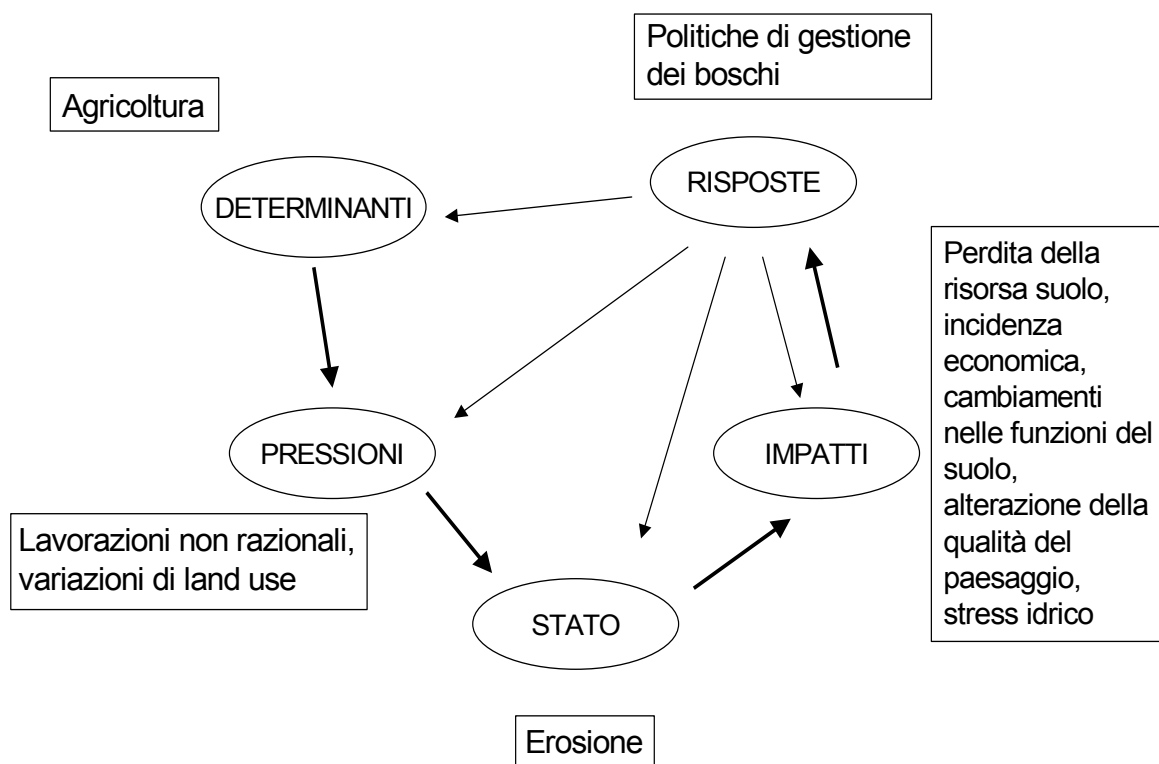


Figura 2.53 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo indotta dall'azione antropica in Sicilia

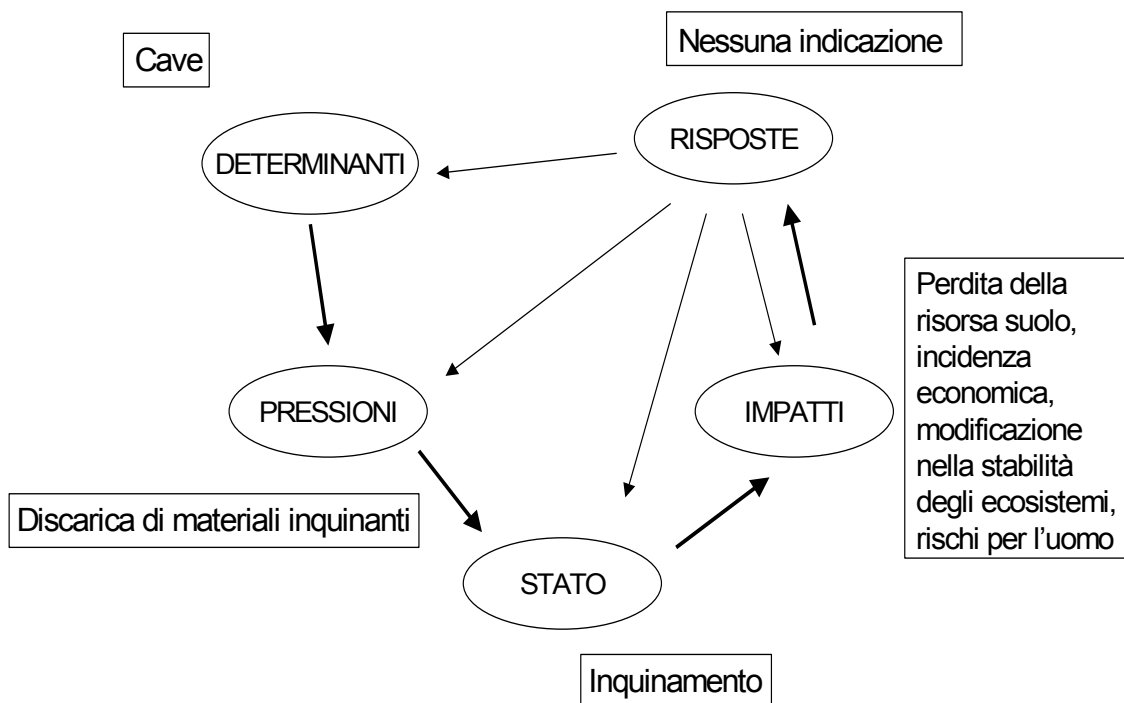


Figura 2.54 - Modello DPSIR applicato all'inquinamento del suolo per la presenza di discariche di cava in Sicilia

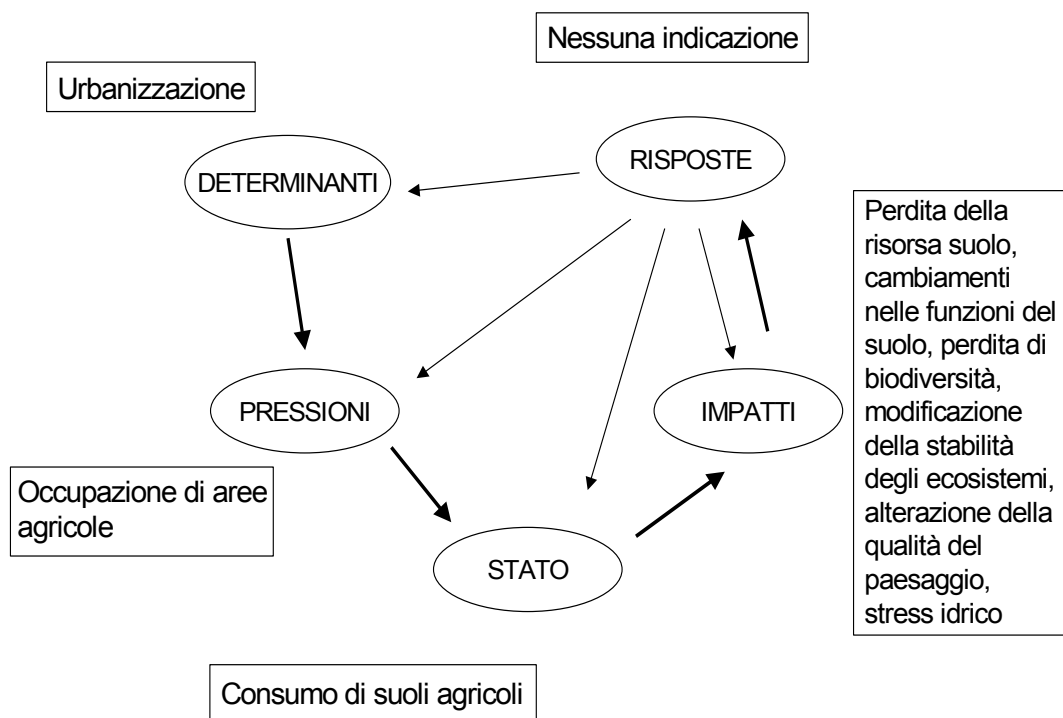


Figura 2.55 - Modello DPSIR applicato alla perdita del suolo per l'urbanizzazione in Sicilia

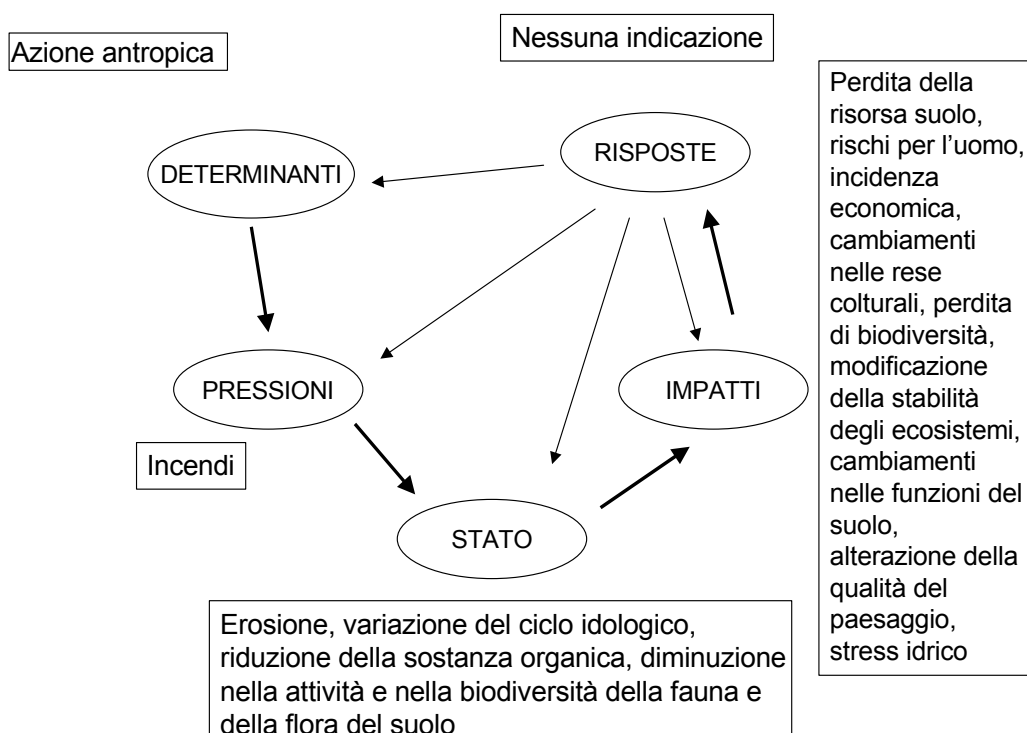


Figura 2.56 - Modello DPSIR applicato al degrado provocato dagli incendi in Sicilia

2.6.5 Bibliografia generale

I lavori contrassegnati dal numero blu sono stati individuati in bibliografia, ma non sono stati acquisiti.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [1] Dazzi, C. and S. Monteleone. 1999. Consequences of human activities on pedodiversity of soils: a case study in a vineyard area in South-East Sicily (Italy). Proceedings of the International Conference “Soil Conservation in Large-Scale Land Use”, Bratislava 12-15 May 1999, Slovak Republic:99-108.
- [2] La Mantia T., D. S. La Mela Veca, M. Marchetti e G. Barbera. 2002. Risultati preliminari sull’analisi delle tecniche di rimboschimento nella Sicilia Meridionale. In: “L’Italia forestale e montana” fascicolo n°3:261-275.
- [3] Marchetti, M., T. La Mantia, G. Messina e G. Barbera. 2002. Il significato dei popolamenti arborei ed arbustivi fuori foresta nel paesaggio agrario e la loro dinamica evolutiva in due aree campione della Sicilia. In: “L’Italia forestale e montana” fascicolo n°4:369-389.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA IRRIGAZIONE CON ACQUE SALMASTRE

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri, irrigazione con acque salmastre</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [4] Dazzi, C. e G. Fierotti. 1996. Problems and management of salt-affected soils in Sicily (Italy). In: N. Misopolinos and I. Szabolcs (Eds.), Soil Salinization and Alkalization in Europe, ESSC Special Publication, Thessaloniki (Greece) 1996:129-137.
- [5] Dazzi, C., G. Fierotti, V. Lombardo, S. Monteleone, S. Raimondi, R. Scalenghe, A. Bambina, K. Caniglia, F. Dolce, A. Indorante, V.A. Laudicina, G. Lo Papa, V. Paladino e D. Tusa. 2002. Suoli e salinità naturale e indotta – Il progetto POM OTRIS in Sicilia. Università degli Studi di Palermo, CD rom.
- [6] Fierotti, G., C. Dazzi, D. Tusa. Riflessi dell’irrigazione con acque saline sulla qualità dei suoli.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: roccia madre</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [4] Dazzi, C. e G. Fierotti. 1996. Problems and management of salt-affected soils in Sicily (Italy). In: N. Misopolinos and I. Szabolcs (Eds.), Soil Salinization and

Alkalization in Europe, ESSC Special Publication, Thessaloniki (Greece) 1996:129-137.

- [5] Dazzi, C., G. Fierotti, V. Lombardo, S. Monteleone, S. Raimondi, R. Scalenghe, A. Bambina, K. Caniglia, F. Dolce, A. Indorante, V.A. Laudicina, G. Lo Papa, V. Paladino e D. Tusa. 2002. Suoli e salinità naturale e indotta – Il progetto POM OTRIS in Sicilia. Università degli Studi di Palermo, CD rom.
- [7] Raimondi, S. e A. Indorante. 2001. L'emergenza suolo nelle pianure alluvionali del versante meridionale della Sicilia. Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 51:651-659..
- [8] Raimondi, S., A. Indorante e V. Paladino. 2001. L'emergenza suolo sulle sciare (Formazione calcarenitica pleistocenica) in agro di Marsala e Mazara del Vallo (TP). Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 51:661-671.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [9] Dazzi, C., S. Raimondi, M. Lupo e D. Tusa. 1997. Il consumo del suolo dovuto all'urbanizzazione: l'esempio di una pianura alluvionale costiera (PA). Atti della 1^a Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali, Parma 30 Settembre - 3 Ottobre 1997:348-357.
- [10] Raimondi, S., C. Dazzi e G. Fierotti. 1995. Consumo del suolo e modificazioni indotte dall'urbanizzazione nella fascia costiera orientale di Palermo. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:211-221.
- [11] Raimondi, S. 1995. L'espansione urbanistica nel Comune di Villabate (Palermo). Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:361-367.

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia</i>	<i>Stato: erosione, lisciviazione</i>

- [12] Bagarello, V., C. Dazzi, V. Ferro, G. Fierotti, G. Giordano and M. Santoro. 1992. Indagine sull'erosione idrica "potenziale" del bacino del fiume Belice. Bollettino dell' A.I.C., 86:105-110.
- [13] Dazzi, C. 1993. Erodibility factor-K values of Belice watershed soils. Proceedings of the Workshop on Soil Erosion in Semi-Arid Mediterranean Areas, Taormina (ITALY) 28-30 October 1993:81-90.
- [14] Dazzi, C. 1999. Erosion phenomena in Sicily due to recent rainstorms. European Society for Soil Conservation, Newsletter 1/1992:9-11.
- [15] Dazzi, C., G. Fierotti and S. Raimondi. 1998. Rate of erosion and nutrient losses in three benchmark soils on the hilly landscape of Sicily. In: A. Rodriguez Rodriguez, C.C. Jiménez Mendoza & M.L. Tejedor Salguero (Eds), The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures, Departamento de Edafologia Y Geologia Universidad de La Laguna, Geoforma Ediciones, Logrono, 1998:49-60.

- [16] Dazzi, C., S. Raimondi e F. Tripi. 1997. La sensibilità all'erosione dei suoli del bacino del fiume Platani (PA). Atti della 1° Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali, Parma 30 Settembre-3 Ottobre 1997:342-347.
- [17] Fierotti, G., C. Dazzi e V. Lombardo. 1996. Sensibilità dei suoli all'erosione. Progetto finalizzato Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente (PANDA) - sottoprogetto 1, Serie 1, Pubblicazione n°10. Agricoltura Ricerca 164-165-166:25-32.
- [18] Maugeri, G., E. Poli e G. Ronsisvalle. 1979. Indagini preliminari sulle aree "degradate" della Sicilia. Atti del Convegno "Le problematiche delle aree marginali", Vol. III, Cosenza 26 Novembre 1979, CNR AQ/4/87-106:203-206.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [19] Raimondi, S., I. Poma e A.S. Frenda. 1996. Il pedoclima come fattore di sensibilità ambientale: esempio di metodologia applicata all'Agro Spartacia-Cammarata (AG). Atti Convegno SIA, Perugia.
- [20] Regione Sicilia – Assessorato difesa e territorio. 2002. Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Sicilia 2002 - Capitolo 12: suolo e sottosuolo:1-76.
- [2] La Mantia T., D.S.La Mela Veca, M. Marchetti e G. Barbera. 2002. risultati preliminari sull'analisi delle tecniche di rimboschimento nella Sicilia meridionale. Estr. da "L'Italia forestale e montana", anno LVII-fasc. n.4: 261-275.
- [3] Marchetti, M., T. La Mantia, G. Messina e G. Barbera. 2002. Il significato dei popolamenti arborei ed arbustivi fuori foresta nel paesaggio agrario e la loro dinamica evolutiva in due aree campione della Sicilia. Estr. da "L'Italia forestale e montana", anno LVII-fasc. n.4: 369-389.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [21] Carnemolla, S., A. Drago, M. Perciabosco e F. Spinnato. Metodologia per la redazione di una carta in scala 1:25000 sulle aree vulnerabili al rischio di desertificazione in Sicilia.
- [22] Ortolani, F.. 1995. Evidenze geoarcheologiche di desertificazione ciclica nella zona di Selinunte (Sicilia sud-occidentale) in relazione alle variazioni climatiche dell'area mediterranea, In: Geologia Applicata e Idrogeologia, Vol. 30.
- [23] Raimondi, S. 2000. Desertification and agricultural activity in the inner parts of the plan of Catania (Sicily-Italy). Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 49:331-338.
- [24] Raimondi, S. 2001. I suoli siciliani di fronte al processo di desertificazione. Atti del Convegno "Desertificazione, la nuova emergenza del bacino del Mediterraneo", Università degli Studi di Palermo, Stazione Consorziale Sperimentale di Granicoltura per la Sicilia, Palermo 2001, in stampa.
- [8] Raimondi, S. e A. Indorante. 2002. L'emergenza suolo nelle pianure alluvionali del versante meridionale della Sicilia (Italia). Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 51:651-659.
- [9] Raimondi, S., A. Indorante e V. Paladino. 2002. L'emergenza suolo sulle Sciare (Formazione calcarenitica Pleistocenica) in agro di Marsala e Mazara del Vallo (TP). Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 51:661-671.

- [25] Raimondi, S., A. Indorante e D. Tusa. Aridità dei suoli e rischi per l'attività vegetativa delle colture erbacee e della flora tabulare dei pascoli nel bacino del fiume Valsolo (sicilica centro-meridionale).
- [26] Sciortino, M. e F. Giordano. La vulnerabilità della Sicilia alla desertificazione. Atti del congresso regionale "Sicilia a Rischio", Agrigento 13/16 settembre 2001.
- [27] Sciortino, M.. 2002. La sensibilità alla desertificazione della Regione Sicilia. Tratto da "La risposta al cambiamento climatico in Italia - Vulnerabilità climatica valutazioni socio-economiche delle strategie di adattamento, misure di mitigazione forestale". Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio Edt.:33-42.
- [28] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Sicilia. In: Manuale per la lotta all'effetto Serra e alla Desertificazione

2.6.6 Bibliografia articolata per progetti specifici

I lavori contrassegnati dal numero blu sono stati individuati in bibliografia, ma non sono stati acquisiti.

PROGETTO PANDA – SOTTOPROGETTO 2 SERIE 1:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA IRRIGAZIONE CON ACQUE SALMASTRE

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri, irrigazione con acque salmastre</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [4] Dazzi, C. e G. Fierotti. 1996. Problems and management of salt-affected soils in Sicily (Italy). In: N. Misopolinos and I. Szabolcs (Eds.), Soil Salinization and Alkalization in Europe, ESSC Special Publication, Thessaloniki (Greece) 1996:129-137.

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia</i>	<i>Stato: erosione, lisciviazione</i>

- [16] Dazzi, C., S. Raimondi e F. Tripi. 1997. La sensibilità all'erosione dei suoli del bacino del fiume Platani (PA). Atti della 1° Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali, Parma 30 Settembre-3 Ottobre 1997:342-347.
- [17] Fierotti, G., C. Dazzi e V. Lombardo. 1996. Sensibilità dei suoli all'erosione. Progetto finalizzato Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente (PANDA) - sottoprogetto 1, Serie 1, Pubblicazione n°10. Agricoltura Ricerca 164-165-166:25-32.
- [18] Maugeri, G., E. Poli e G. Ronsisvalle. 1979. Indagini preliminari sulle aree "degradate" della Sicilia. Atti del Convegno "Le problematiche delle aree marginali", Vol. III, Cosenza 26 Novembre 1979, CNR AQ/4/87-106:203-206.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [19] Raimondi, S., I. Poma e A.S. Frenda. 1996. Il pedoclima come fattore di sensibilità ambientale: esempio di metodologia applicata all'Agro Spartacia-Cammarata (AG). Atti Convegno SIA, Perugia.
- [20] Regione Sicilia – Assessorato difesa e territorio. 2002. Relazione sullo Stato dell'Ambiente della Sicilia 2002 - Capitolo 12: suolo e sottosuolo:1-76.

PROGETTO POM OTRIS:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA IRRIGAZIONE CON ACQUE SALMASTRE

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri, irrigazione con acque salmastre</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [5] Dazzi, C., G. Fierotti, V. Lombardo, S. Monteleone, S. Raimondi, R. Scalenghe, A. Bambina, K. Caniglia, F. Dolce, A. Indorante, V.A. Laudicina, G. Lo Papa, V. Paladino e D. Tusa. 2002. Suoli e salinità naturale e indotta – Il progetto POM OTRIS in Sicilia. Università degli Studi di Palermo, CD rom.

PROGETTO MIUR COFIN 2000:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [2] La Mantia T., D. S. La Mela Veca, M. Marchetti e G. Barbera. 2002. Risultati preliminari sull'analisi delle tecniche di rimboschimento nella Sicilia Meridionale. In: "L'Italia forestale e montana" fascicolo n°3:261-275.
- [3] Marchetti, M., T. La Mantia, G. Messana e G. Barbera. 2002. Il significato dei popolamenti arborei ed arbustivi fuori foresta nel paesaggio agrario e la loro dinamica evolutiva in due aree campione della Sicilia. In: "L'Italia forestale e montana" fascicolo n°4:369-389.

PROGETTO INTERREG II C:

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [21] Carnemolla, S., A. Drago, M. Perciabosco e F. Spinnato. Metodologia per la redazione di una carta in scala 1:25000 sulle aree vulnerabili al rischio di desertificazione in Sicilia.

LAVORI SCIENTIFICI CHE NON RICADONO IN PROGETTI SPECIFICI :

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [1] Dazzi, C. and S. Monteleone. 1999. Consequences of human activities on pedodiversity of soils: a case study in a vineyard area in South-East Sicily (Italy). Proceedings of the International Conference “Soil Conservation in Large-Scale Land Use”, Bratislava 12-15 May 1999, Slovak Republic:99-108.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA IRRIGAZIONE CON ACQUE SALMASTRE

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri, irrigazione con acque salmastre</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [6] Fierotti, G., C. Dazzi, D. Tusa. Riflessi dell’irrigazione con acque saline sulla qualità dei suoli.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: roccia madre</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [7] Raimondi, S. e A. Indorante. 2001. L’emergenza suolo nelle pianure alluvionali del versante meridionale della Sicilia. Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 51:651-659..
- [8] Raimondi, S, A. Indorante e V. Paladino. 2001. L’emergenza suolo sulle sciare (Formazione calcarenitica pleistocenica) in agro di Marsala e Mazara del Vallo (TP). Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 51:661-671.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [9] Dazzi, C., S. Raimondi, M. Lupo e D. Tusa. 1997. Il consumo del suolo dovuto all’urbanizzazione: l’esempio di una pianura alluvionale costiera (PA). Atti della 1^a Conferenza Nazionale delle Associazioni Scientifiche per le Informazioni Territoriali e Ambientali, Parma 30 Settembre - 3 Ottobre 1997:348-357.
- [10] Raimondi, S., C. Dazzi e G. Fierotti. 1995. Consumo del suolo e modificazioni indotte dall’urbanizzazione nella fascia costiera orientale di Palermo. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. “Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio”, Cagliari, 6-10 giugno 1995:211-221.
- [11] Raimondi, S. 1995. L’espansione urbanistica nel Comune di Villabate (Palermo). Atti del Convegno annuale S.I.S.S. “Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio”, Cagliari, 6-10 giugno 1995:361-367.

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia</i>	<i>Stato: erosione, lisciviazione</i>

- [12] Bagarello, V., C. Dazzi, V. Ferro, G. Fierotti, G. Giordano and M. Santoro. 1992. Indagine sull'erosione idrica "potenziale" del bacino del fiume Belice. Bollettino dell' A.I.C., 86:105-110.
- [13] Dazzi, C. 1993. Erodibility factor-K values of Belice watershed soils. Proceedings of the Workshop on Soil Erosion in Semi-Arid Mediterranean Areas, Taormina (ITALY) 28-30 October 1993:81-90.
- [14] Dazzi, C. 1999. Erosion phenomena in Sicily due to recent rainstorms. European Society for Soil Conservation, Newsletter 1/1992:9-11.
- [15] Dazzi, C., G. Fierotti and S. Raimondi. 1998. Rate of erosion and nutrient losses in three benchmark soils on the hilly landscape of Sicily. In: A. Rodriguez Rodriguez, C.C. Jiménez Mendoza & M.L. Tejedor Salguero (Eds), The soil as a strategic resource: degradation processes and conservation measures, Departamento de Edafologia Y Geologia Universidad de La Laguna, Geoforma Ediciones, Logrono, 1998:49-60.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [22] Ortolani, F.. 1995. Evidenze geoarcheologiche di desertificazione ciclica nella zona di Selinunte (Sicilia sud-occidentale) in relazione alle variazioni climatiche dell'area mediterranea, In: Geologia Applicata e Idrogeologia, Vol. 30.
- [23] Raimondi, S. 2000. Desertification and agricultural activity in the inner parts of the plan of Catania (Sicily-Italy). Bollettino della Società Italiana Scienza del Suolo 49:331-338.
- [24] Raimondi, S. 2001. I suoli siciliani di fronte al processo di desertificazione. Atti del Convegno "Desertificazione, la nuova emergenza del bacino del Mediterraneo", Università degli Studi di Palermo, Stazione Consorziale Sperimentale di Granicoltura per la Sicilia, Palermo 2001, in stampa.
- [25] Raimondi, S., A. Indorante e D. Tusa. Aridità dei suoli e rischi per l'attività vegetativa delle colture erbacee e della flora tabulare dei pascoli nel bacino del fiume Valsolo (sicilica centro-meridionale).
- [26] Sciortino, M. e F. Giordano. La vulnerabilità della Sicilia alla desertificazione. Atti del congresso regionale "Sicilia a Rischio", Agrigento 13/16 settembre 2001.
- [27] Sciortino, M.. 2002. La sensibilità alla desertificazione della Regione Sicilia. Tratto da "La risposta al cambiamento climatico in Italia - Vulnerabilità climatica valutazioni socio-economiche delle strategie di adattamento, misure di mitigazione forestale". Ministero dell'Ambiente e della tutela del territorio Edt.:33-42.
- [28] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Sicilia. In: Manuale per la lotta all'effetto Serra e alla Desertificazione.

2.7 Regione Sardegna

2.7.1 Introduzione

Il territorio dell'Isola presenta caratteristiche geografiche, climatiche, e morfologiche che condizionano il suo ecosistema. Il 67,9% del suo territorio è costituito da colline, il 18,5% da montagne ed il 13,6% da pianure.

Le informazioni desunte da Falocco e Lubello (2001), riportano che il pascolo ha rappresentato la destinazione d'uso prevalente per tutte quelle aree che la morfologia, il clima, la copertura vegetale ed il suolo rendevano inadatte all'uso agricolo intensivo. Ciò ha determinato, nei decenni successivi agli anni '60, migrazioni sia verso il continente sia soprattutto interne, verso le aree costiere metropolitane ed industriali. Tali flussi migratori hanno portato all'abbandono di vaste superfici agricole.

Dal 1961 al 1991 si è registrata infatti una progressiva diminuzione della superficie occupata dai pascoli, passati da 1.482.629 ha del 1961 a 789.499 del 1991, pari rispettivamente al 61,5% e al 32,8% della superficie regionale.

Nel contempo, la creazione e l'estensione della proprietà diretta delle terre ha favorito il crescere del livello tecnologico del settore agropastorale, determinando un incremento del 28% del carico animale gravante sui pascoli, passato dai 3.059.301 di capi del 1961 ai 3.923.080 del 1991.

Questo aumento ha condotto alla costante necessità di foraggi freschi per gran parte dell'anno, particolarmente di erbe da pascolo, costringendo l'allevatore a mantenere inerbato il pascolo e ad estenderne la superficie interessata attraverso le classiche pratiche dell'aratura e dell'incendio.

Quest'ultima, in particolare, ha ingenerato nelle aree a pascolo la maggior incidenza di superficie percorsa dal fuoco.

Dunque il sovrapascolamento, l'erosione, gli incendi e l'uso improprio di aree inadatte all'agropastorizia di tipo intensivo hanno degradato oltre il 50% della superficie a pascolo, soprattutto sui substrati più difficilmente alterabili (quarziti, graniti, dolomie) che non permettono la ricostituzione, se non in tempi lunghissimi, dei suoli erosi in parte o totalmente.

Altro aspetto importante è rappresentato dalla modifica dei caratteri e proprietà dei suoli in seguito all'esercizio prolungato dell'irrigazione; ciò concerne non solo i problemi di salinizzazione di alcuni suoli nelle zone costiere (Cagliaritano, Muravera), ma anche di idromorfia nonché di formazione di orizzonti calcici in aree originate da substrati carbonatici. Inoltre, le discontinuità areali delle precipitazioni ed il manifestarsi di queste in periodi sempre più brevi, in una regione con un'economia prevalentemente agro-pastorale, hanno accentuato questi problemi.

Ciò ha contribuito anche a modificare le politiche regionali, con finanziamenti straordinari, mirati all'incremento dello stoccaggio di acque in bacini esistenti o attraverso la nuova realizzazione di invasi, al miglioramento della rete di distribuzione, all'incentivo per l'impiego di risorse idriche non convenzionali ed alla creazione di nuovi Enti di monitoraggio degli eventi climatici (S.A.R.), come riportato nel Manuale per la lotta all'effetto Serra ed alla Desertificazione (Falocco e Lubello, 2001).

I principali fattori che in Sardegna predispongono i processi di degrado dei suoli sono essenzialmente antropici e si manifestano attraverso le attività agro-silvo-pastorali, le attività industriali e l'urbanizzazione.

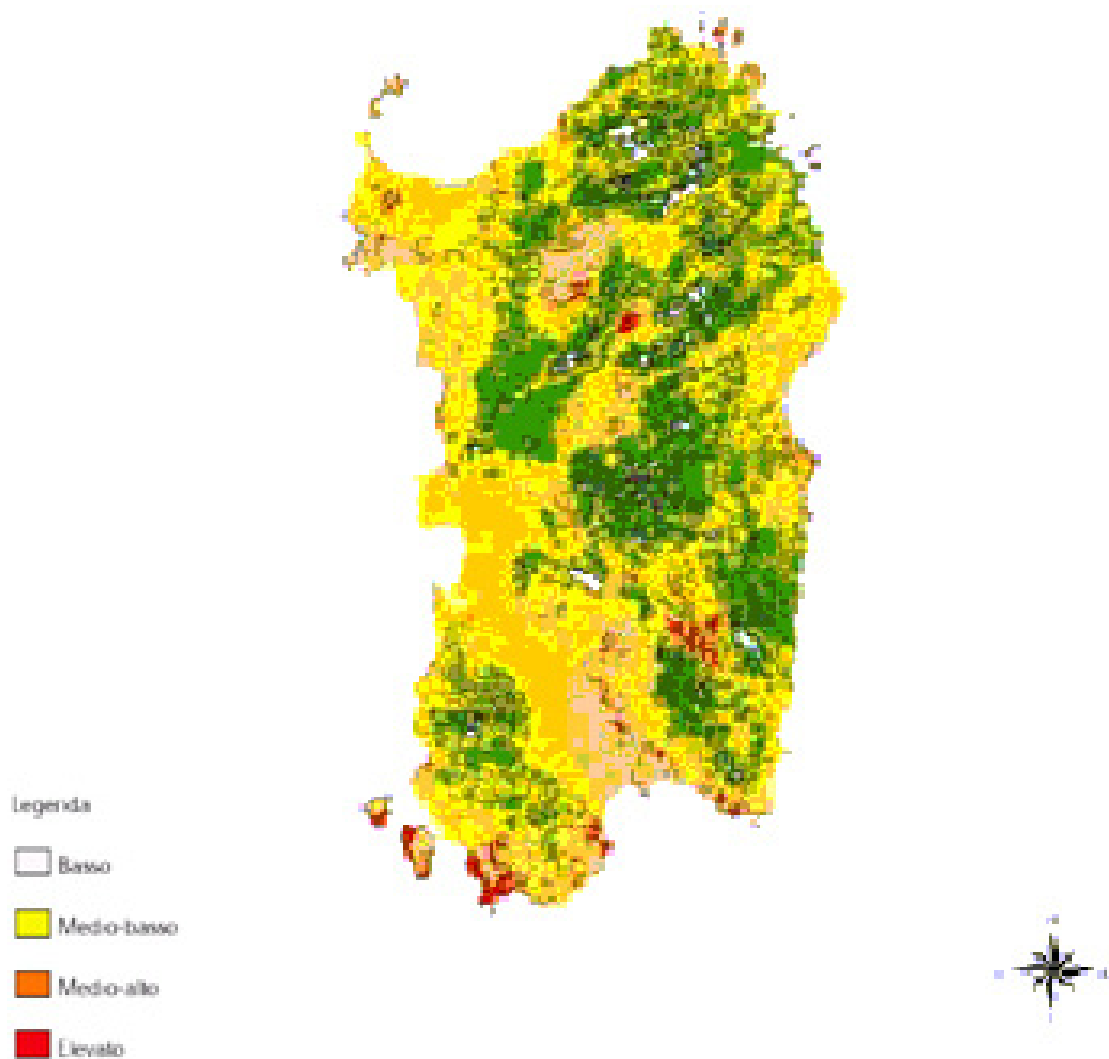


Figura 2.57 - Carta delle aree sensibili alla desertificazione

(fonte: APAT, Annuario dei dati ambientali 2002, Condizioni ambientali Sezione b Geosfera)

2.7.2 Problematiche del territorio

- Land Degradation System: erosione accelerata

I processi di erosione in atto nell'isola sono determinati sia da cause naturali che antropiche. Aru (1974) ha analizzato l'influenza, sui suoli della Sardegna centrale, dei seguenti fattori: roccia madre, morfologia, esposizione, e attività antropiche. In particolare, sui graniti dell'Ogliastra e della Baronia, in presenza di suoli molto evoluti, l'equilibrio dei processi pedologici viene a mancare quando vengono alterati i rapporti tra suolo e vegetazione. Infatti, solo quando quest'ultima, spesso per l'azione dell'uomo (tagli, incendi, arature, sovrappascolamento), non garantisce più il riparo dagli agenti esogeni, iniziano ad instaurarsi fenomeni erosivi che spesso provocano l'asportazione totale del suolo.

La situazione, come riporta l'Autore, sulle aree granitiche è veramente grave. I suoli sono quasi tutti troncati per fenomeni erosivi, tanto che spesso affiora in superficie l'orizzonte B o addirittura l'orizzonte C. Ciò è visibile nei territori di Onifai, Irgoli e Lula, dove l'intervento antropico ha provocato fenomeni di erosione talmente elevati da precludere, o quasi, il ripristino della vegetazione naturale.

Non migliori sono le condizioni dei suoli sulle rocce metamorfiche del Gennargentu, della Barbagia di Belvì-Seulo sino a Bitti, Lula, Orgosolo a nord e Sarcidano a sud. Se si eccettuano i detriti di versante, dove i suoli sono più evoluti e maggiormente ricoperti di vegetazione, nelle restanti aree i processi erosivi appaiono in atto, anche se le condizioni morfologiche non rendono questi processi drammaticamente irrimediabili come sui graniti o come accade sui suoli formati sui calcari e sulle dolomie mesozoiche. Infatti, le aree del Supramonte, del Monte Arbu e di Baunei sono caratterizzate da evidenti processi erosivi, che agiscono in tempi molto brevi, mentre al contrario assai lenta è la pedogenesi. Inoltre, l'utilizzazione è talmente intensa che la degradazione procede celermente e viene praticamente impedita la rinnovazione naturale della vegetazione.

Le formazioni vulcaniche sono diffuse nella parte centro-occidentale dell'isola e caratterizzate da superfici in gran parte pianeggianti. I suoli di queste aree presentano talvolta caratteri andici e sono contraddistinti da un'elevata fertilità, tanto da essere considerati tra i suoli più fertili dell'isola. In queste aree sono purtroppo diffuse tutte le forme di degradazione, tanto che solo in rari casi si riscontrano suoli ben conservati. L'asportazione della vegetazione forestale, con tagli, incendi e sovrappascolamento, ha purtroppo messo a nudo il suolo, favorendo i processi erosivi sia di tipo idrico che eolico. Anche in questo caso, mancando la funzione protettiva della vegetazione erbacea ed arborea, la degradazione è molto intensa, anche su superfici pianeggianti.

Nella Sardegna centrale, i suoli derivati dalle alluvioni antiche occupano le poche pianure della media ed alta valle del Tirso, Marreri-Isalle, basso Cedrino, Siniscola, Orosei, Toroli, Tertenia e qualche piccola altra superficie lungo i corsi d'acqua minori. Il carattere di questi suoli è strettamente influenzato dai tipi litologici presenti nel bacino idrografico. I processi di degradazione e di erosione sono particolarmente evidenti nelle aree in cui i materiali alluvionali sono prevalentemente d'origine granitica. La notevole friabilità e l'elevata instabilità della struttura favoriscono una erosione selettiva spesso intensa, lasciando in superficie una pietrosità elevata.

Come abbiamo visto, non è difficile individuare le aree con processi di erosione in atto, mentre appare più complicato quantificare il fenomeno dell'erosione dei suoli, anche per le difficoltà sperimentali nell'utilizzo di simulatori di pioggia (Seuffert, 1993).

Zanchi et al. (1995) hanno riportato i risultati di misure di erosione effettuate in tre sub-bacini idrografici nella Sardegna meridionale (Su Bremini, di 8,6 km², Uvini, di 4,7 km², e Mulargia, di 161,3 km²) compresi nel bacino idrografico del Flumendosa. I tre sub-bacini sono stati equipaggiati con campionatori idrometrografici automatici che hanno misurato, nel periodo 1989-1993, asporti totali di 2,77 t ha⁻¹ a Su Bremini, 0,74 t ha⁻¹ a Uvini, e 2,23 t ha⁻¹ a Mulargia. Per quanto concerne il land use, il 60% del bacino del rio Su Bremini è ad utilizzazione agricola (seminativi, frutteti e vigneti), mentre per la morfologia il 43% del bacino ha pendenze inferiori al 10% ed il 32% del bacino ha pendenze comprese tra 10 e 20%. Nel bacino del Rio Mulargia, solo il 36% del territorio viene coltivato. In questo caso il 42% del bacino ha pendenze inferiori al 10% mentre il 33% del bacino ha pendenze comprese tra 10 e 20%.

Nonostante l'erosione media annua per l'intera area non sia molto elevata, è da rimarcare che per alcuni tipi di utilizzazione (seminativo, vigneto, colture arboree e pascolo nudo), in particolari condizioni morfologiche, l'erosione risulta elevata e superiore, in alcuni casi anche notevolmente, a quella che può essere considerata la massima ammissibile. In particolare, nel caso dei seminativi e dei vigneti su pendenze comprese tra il 10 ed il 20% l'erosione è già rilevante e diventa particolarmente accentuata oltre il 20% di pendenza. Anche il pascolo nudo determina un'erosione generalmente non trascurabile se effettuato su pendenze superiori al 20%. Tra le pratiche agricole utilizzate nella zona, quella della bruciatura del maggese è senza dubbio rischiosa dal punto di vista erosivo, e quindi da sconsigliare.

Lo studio realizzato da Baldacchini et al. (2002) nell'ambito del Progetto MEDALUS II, ha permesso la caratterizzazione e l'attitudine dei suoli del bacino del rio d'Astimini-Fiume Santo (Sardegna nord-occidentale). Gli autori hanno riscontrato come i suoli, in modo particolare quelli impostati nelle aree collinari ed in quelle accidentate, siano poco evoluti. La causa è da ricondurre sia a fattori naturali, come ad esempio la presenza di substrati poco alterabili e condizioni climatiche sfavorevoli, e sia da fattori antropici legati all'attività agro-pastorale, particolarmente intensa in tutta l'area. La concomitanza di tutti questi fattori ha innescato evidenti processi di degrado, in modo particolare di erosione dei suoli. Attraverso questo studio è stato messo in evidenza l'attitudine: al miglioramento dei pascoli dell'intera area, all'irrigazione al rimboschimento meccanizzato ed alle colture legnose.

Le limitazioni sono rappresentate dalle limitate profondità dei suoli, dalle elevate pendenze e dalla elevata copertura arborea ed arbustiva. In modo particolare, i suoli che hanno mostrato una migliore attitudine al miglioramento dei pascoli sono quelli impostati sulle vulcaniti basiche, rappresentate dai basalti, ed in misura minore quelli sulle metamorfici e sulle formazioni sedimentarie; mentre, sono assolutamente inadatti i suoli impostati sui graniti. L'attitudine dei suoli all'irrigazione, ha messo in evidenza come circa il 76% dell'area studiata appartenga alla sesta classe, ovvero suoli che non hanno i presupposti minimi richiesti. Le limitazioni sono determinate da elevate pendenze, processi erosivi in atto, ridotta profondità dei suoli, drenaggio limitato, ed altri. Dalla valutazione dell'attitudine dei suoli all'irrigazione emerge come questi ambienti costituiscano un ecosistema fragile, che dev'essere attentamente studiato prima di intraprendere attività produttive che comportino nel corso di pochi anni al degrado del territorio.

Determinanti:	clima, roccia madre, topografia, vegetazione, attività agro-pastorali
Pressioni:	arature in aree forestali, interventi di miglioramento pascolo, sovrapascolamento, deforestazione, incendi, lavorazioni non razionali
Stato:	erosione, compattazione, riduzione della sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti nelle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	tutela dei territori, miglioramento delle pratiche agricole

- Land Degradation System: degradazione in aree sughericole

I processi di degrado instaurati attraverso le attività agro-silvo-pastorali si manifestano con differenti pressioni, e gli studi finora realizzati si sono concentrati sulle diverse problematiche, di seguito analizzate.

Una delle numerose pressioni esercitate dall'attività agro-silvo-pastorale riguarda i processi erosivi che si instaurano sulle superfici coperte da sughere. Trastu et al.(1995), hanno osservato come queste aree siano spesso oggetto di trasformazioni, ad esempio in erbai, che provocano una modifica degli ecosistemi da forestali ad agricoli, con conseguenze enormi sul territorio, quali erosione, compattazione del suolo, diminuzione della permeabilità, mancato apporto di sostanza organica e riduzione della fertilità, tanto da pregiudicare il rinnovo naturale dei boschi da sughera.

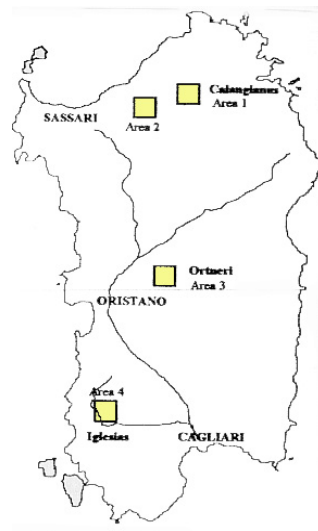


Figura 2.58 - Ubicazione delle 4 aree campione studiate da Trastu et al., 1995

Sono state analizzate quattro aree campione (indicate in Fig. 2.58). In ciascuna di esse si sono riscontrate notevoli problematiche, come nel caso dell'area di Calangianus (SS), dove gli incendi hanno eliminato la copertura vegetale, originando una veloce erosione e la diminuzione dello spessore dei suoli e del contenuto di sostanza organica. Nell'area di Oschiri lo spessore dei suoli è minore rispetto a quello riscontrato nell'area di Calangianus. In questo caso, la causa maggiore è stata individuata nelle lavorazioni intensive che influiscono negativamente anche sullo sviluppo e sulla rigenerazione delle sughere, a causa della perdita di fertilità. Le restanti aree campione (Ortueri e Fluminimaggiore) presentano problematiche inferiori e legate solo all'attività del pascolamento.

Gli Autori, inoltre, mettono in risalto le conseguenze dell'azione antropica, che si esplica attraverso le azioni incendiarie che provocano conseguenze negative sulla ritenzione idrica, sulla porosità e sulla velocità d'infiltrazione.

Le arature provocano una sensibile diminuzione delle superfici sughericole con perdita di sostanza organica superiore al 90%, influenzando anche sul deflusso idrico e sui tempi di corrivazione. Il pascolamento, invece, determina il compattamento degli orizzonti superficiali con conseguente diminuzione della capacità d'infiltrazione dell'acqua, scorrimento ed erosione più o meno intensa.

Vacca (2000), in uno studio realizzato in Gallura (Sardegna nord-orientale) confrontando due sugherete a diversa utilizzazione, ha riscontrato come l'utilizzazione per l'estrazione del sughero, anche in presenza di un limitato carico pascolante, abbia determinato la formazione di orizzonti organici ben sviluppati e di suoli moderatamente profondi, favorendo un elevato accumulo di sostanza organica nel *forest floor* e di nutrienti nel suolo minerale, creando in definitiva condizioni favorevoli per l'ecosistema forestale. D'altro canto, l'eccessivo carico pascolante, insieme alle arature, all'incendio ed al decespugliamento, ha determinato la formazione di strati organici poco sviluppati e di suoli sottili, limitando l'accumulo di sostanza organica nel *forest floor*, ma non quello di nutrienti nel suolo minerale, creando comunque in definitiva condizioni negative per l'ecosistema forestale. L'Autore pertanto conclude considerando che l'utilizzazione delle sugherete per prevalente estrazione del sughero, compatibile con la conservazione dell'ambiente, dovrebbe essere prioritaria rispetto ad usi alternativi.

L'importanza di questi fenomeni per la Sardegna è determinata dal fatto che nell'Isola sono presenti circa 90.000 ha coperti da boschi di sughera, pari a circa il 90% dell'intera superficie sughericola nazionale e pari al 4% di quella mediterranea. Attraverso questo studio sono state evidenziate non solo le cause del degrado delle superfici sughericole, ma sono anche state individuate le uniche risposte attuabili per evitare il progressivo degrado. Tali risposte sono sempre legate alla tutela dei territori ed al miglioramento delle pratiche agricole. Sempre secondo gli Autori, sarebbe necessario cercare di conoscere i possibili interventi per la costituzione naturale e produttiva delle sugherete.

Determinanti:	attività agro-pastorali
Pressioni:	lavorazioni non razionali, arature in aree forestali, interventi di miglioramento pascolo, sovrapascolamento, deforestazione, incendi
Stato:	erosione, compattazione, riduzione della sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti nelle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	tutela dei territori, miglioramento delle pratiche agricole, interventi per la ricostituzione

- Land Degradation System: erosione causata da forestazione produttiva

Altri studi hanno riguardato l'effetto della forestazione produttiva ad eucalipto che si è particolarmente diffusa in vaste superfici della Sardegna, anche in seguito a politiche agricole comunitarie. In particolare, Puddu et al. (1998) e Vacca et al. (2000) hanno riscontrato, nella località di Is Olias (Sardegna sud-occidentale), con studi sperimentali in parcelle d'erosione, valori di trasporto solido circa doppi nelle aree con vegetazione ad eucalipto rispetto a quelli registrati nelle aree attigue ricoperte da vegetazione naturale arbustiva ed erbacea.

I valori di erosione sono ben visibili nel grafico riportato di seguito (Fig. 2.59), dove è ben visibile come l'erosione sia sempre maggiore nell'area con l'impianto di eucalipto. Ciò rende l'idea di come l'eucalipto abbia notevolmente compromesso le aree in cui è stato impiantato. Inoltre, ai valori di erosione si accompagna anche una diminuzione della diversità biologica ed una riduzione del contenuto della sostanza organica negli orizzonti superficiali.

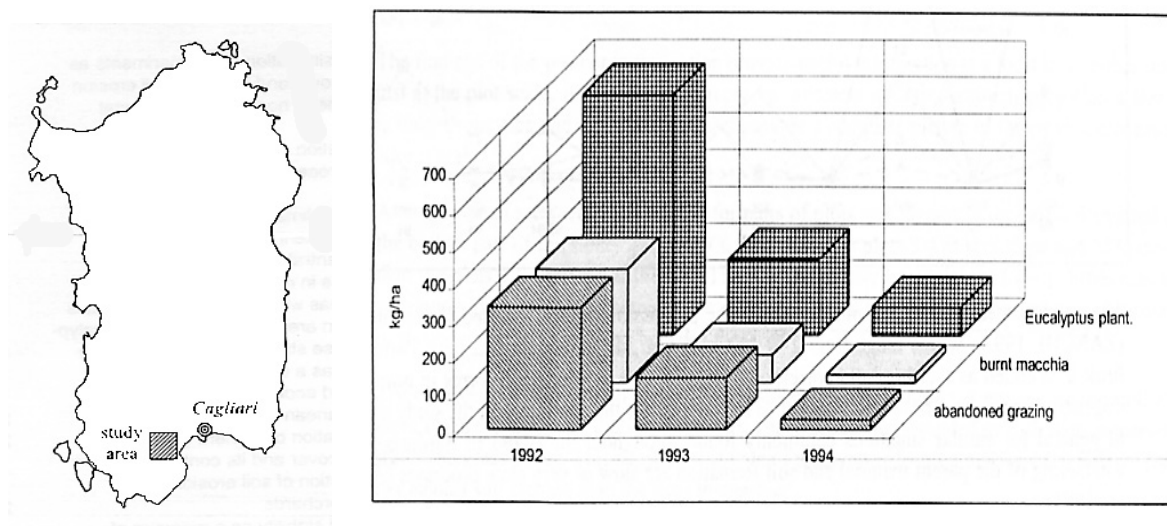


Figura 2.59 - Grafico valori di erosione

(fonte Puddu et al., 1998)

Questi studi hanno confermato l'inadeguatezza, nei confronti dell'ambiente analizzato, delle specie di eucalipto impiantate, che hanno causato un evidente degrado dei suoli, con conseguente danno economico, rendendo gli investimenti comunitari del tutto improduttivi. Inoltre, ciò ha confermato che l'utilizzo più razionale delle terre deve essere preceduto dalla pianificazione territoriale. Gli Autori hanno individuato nella pianificazione territoriale lo strumento per il corretto indirizzo delle politiche agricole verso uno sviluppo sostenibile.

Determinanti:	politiche forestali
Pressioni:	forestazione produttiva
Stato:	erosione, riduzione di sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo, inquinamento ambientale
Impatti:	perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	direttive politiche forestali

- Land Degradation System: degradazione dei suoli per sovrappascolamento

La presenza di un numero eccessivo di capi di bestiame pone delle problematiche legate alla pressione causata dal sovrappascolamento. Secondo Pulina et al. (1995), il sovrappascolamento, nelle attuali condizioni climatiche, è tra le cause predisponenti i

processi di desertificazione. Il sovrapascolamento determina infatti un compattamento dei suoli, una diminuzione della copertura vegetale, un impoverimento nel contenuto di sostanza organica, nonché avanzati processi di erosione dei suoli. Queste condizioni sono state osservate in numerose zone dell'isola: Sassarese, Baronia, Marmilla, Sarcidano, Marghine, Goceano ed altre ancora.

Negli studi finora in nostro possesso non vi è alcuna valutazione quantitativa dei danni arrecati dal sovrapascolamento, ma visto che l'attività pastorale è quella che, in numerose zone dell'isola, rappresenta ancora l'attività principale, si può pensare che i danni arrecati al territorio siano consistenti.

Determinanti:	pastorizia
Pressioni:	sovrapascolamento
Stato:	erosione, compattazione, diminuzione del contenuto di sostanza organica
Impatti:	perdita della risorsa suolo, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti nelle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi,
Risposte:	nessuna indicazione

- Land Degradation System: inquinamento causato da uso eccessivo di fertilizzanti

Le attività agro-pastorali sono svolte, in Sardegna, nella maggioranza dei casi da singoli operatori e soltanto in alcuni casi sono di tipo intensivo. Uno di questi casi è quello della zona di Arborea (Sardegna centro-occidentale), in cui vi è un'alta concentrazione di allevamenti di bovini con annesse industrie lattiero-casearie. Aru e Tomasi. (2003) hanno osservato che le problematiche di quest'area sono legate al forte inquinamento delle falde idriche che presentano alte concentrazioni di nitrati (NO_3^-) nell'80% dei campioni prelevati dalle falde superficiali ed in circa il 20% nei campioni prelevati dalle falde profonde. Queste alte concentrazioni sono presenti anche negli orizzonti superficiali dei suoli. Le fonti d'inquinamento sono da ricollegare ai concimi utilizzati per migliorare la fertilità dei terreni e solo in misura minore allo smaltimento dei liquami, che vengono preventivamente convogliati in opportune vasche di raccolta. Questi liquami costituiscono un serio pericolo per l'ambiente solo qualora tali vasche non siano impermeabili, consentendo la percolazione in profondità di eventuali perdite. Inoltre, la circolazione dei liquami avviene anche nei canali di irrigazione inutilizzati, così come è stato osservato in alcune aziende agricole della zona.

Per cercare di ridurre al minimo gli impatti è necessario regolarizzare l'uso dei fertilizzanti, razionalizzare l'acqua di irrigazione e valutare l'effettiva stabilità dei vasconi usati per la raccolta dei reflui aziendali. Questo consentirebbe di evitare un inquinamento del territorio sia a scala locale che a scala provinciale.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	uso eccessivo di fertilizzanti
Stato:	inquinamento
Impatti:	rischi per l'uomo, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità
Risposte:	direttive politiche, protezione del suolo

- Land Degradation System: inquinamento causato da attività mineraria

La presenza di siti che ospitano attività estrattive (Fig. 2.60) comporta, oltre al consumo dei suoli per l'instaurarsi delle attività industriali, anche una serie di conseguenze visibili nel corso dei decenni successivi alla dismissione dell'attività stessa. Queste conseguenze sono legate all'inquinamento dei suoli con minerali pesanti che vengono trasportati dalle acque di ruscellamento e successivamente sedimentati.

Gli studi effettuati da Aru (1993) e da Aru et al. (1995) hanno posto in evidenza come effetti particolarmente gravi siano evidenti nelle zone dell'Iglesiente (Sardegna sud-occidentale) e del Sarrabus Gerrei (Sardegna sud-orientale), laddove elevata era la concentrazione di siti minerari che riguardavano l'estrazione di piombo, zinco, rame, argento, ferro.

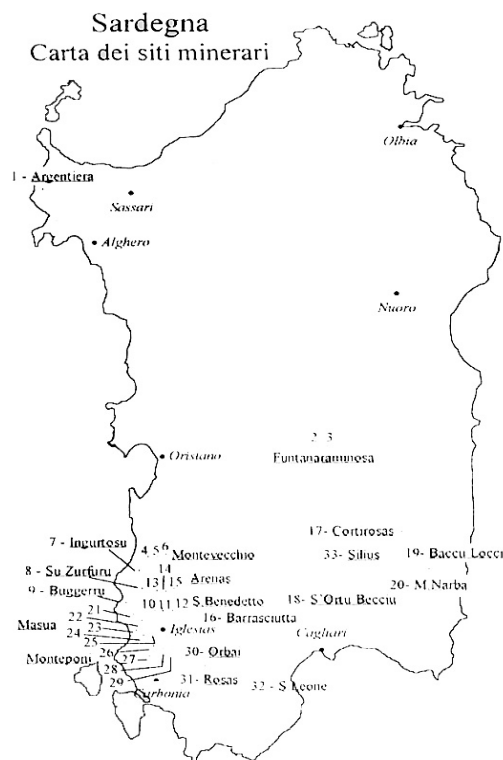


Figura 2.60 - Ubicazione dei siti minerari

(fonte Aru, 1993)

Gli inquinanti presenti nei suoli e nelle acque, riscontrati dalle analisi chimiche, riguardano concentrazioni elevate di cromo, cadmio, alluminio, arsenico ed altri elementi, tanto da proibire la produzione e la vendita dei prodotti di alcune aziende agricole provenienti da queste zone. In particolare il fluoro ha effetti devastanti sulla vegetazione. Un altro effetto particolarmente grave è l'inquinamento su aree fluviali e lagunari, laddove confluiscono gli inquinanti presenti nelle discariche a monte delle aste fluviali.

Determinanti:	attività mineraria
Pressioni:	discarica di materiali inquinanti
Stato:	inquinamento
Impatti:	perdita della risorsa suolo, rischi per l'uomo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	nessuna indicazione

• Land Degradation System: salinizzazione nelle aree costiere

Alle attività agro-silvo-pastorali sono legati anche gli eccessivi sfruttamenti delle falde, che comportano l'intrusione del cuneo salino anche in aree interne e distanti parecchi chilometri dalla costa, con conseguente salinizzazione delle falde superficiali. Le aree analizzate riguardano i territori di Muravera, Villaputzu (Sardegna sud-orientale) e Santa Lucia (Sardegna meridionale). Le prime due, studiate da Puddu et al. (2002), interessano un'area di circa 1.250 ha, che in passato sono stati oggetto di un elevato sfruttamento con colture agrumicole ed ortive. In questi ultimi decenni si è assistito ad un graduale peggioramento qualitativo dei suoli e delle falde idriche sotterranee, che ha compromesso la produzione dei suoli stessi ed il conseguente abbandono delle superfici agricole. Secondo gli Autori, proprio l'abbandono delle terre ha portato ad un progressivo processo di aridizzazione di tutte quelle aree in cui l'irrigazione costituiva comunque un pur debole contrasto all'avanzare dei processi di salinizzazione. Le analisi sui suoli hanno dimostrato come esista una salinizzazione diffusa anche in zone lontane dalla linea di costa, visibile dalla carta delle iso-sodicità (Fig. 2.61), dove minore è l'influenza della falda salina superficiale. Nelle aree agricole interne la presenza di alti contenuti in sali è da ricondurre all'irrigazione con acque scarsamente idonee provenienti da pozzi, per il 90%, e dalla rete idrica consortile, per il restante 10%. Infatti, le analisi eseguite su di un agrumeto irrigato con acque consortili hanno permesso di evidenziare gli effetti della lisciviazione delle acque sui sali a 140 cm di profondità, confermando la presenza di sali apportati dalle acque di irrigazione consortili.

Determinanti:	agricoltura
Pressioni:	irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri
Stato:	salinizzazione
Impatti:	modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali
Risposte:	nessuna indicazione

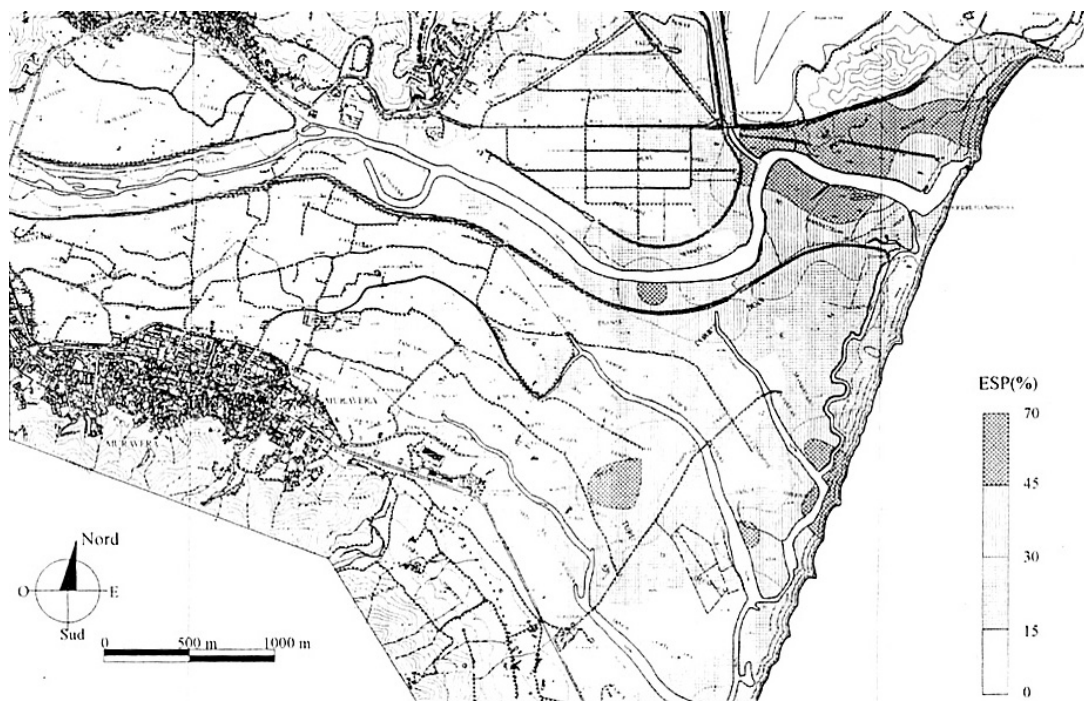


Figura 2. 6.1 - Carta delle iso-sodicità

(fonte: Puddu et al., 2002)

- Land Degradation System: aree percorse da incendi

Un'altra causa che riguarda il dissesto del territorio isolano riguarda le pressioni che su di esso vengono esercitate attraverso l'azione incendiaria. Gli impatti che si instaurano sull'ambiente sono notevoli ed ampiamente conosciuti e sono purtroppo, in un ambiente come quello Mediterraneo, predisponenti i processi di desertificazione. La distruzione della vegetazione rappresenta il primo passo per l'instaurazione dei processi di erosione. Infatti, Hudson (1971) ha dimostrato che in seguito ad un incendio, in un periodo di tre anni, la perdita di suolo da particelle di superficie nuda è stata di $4,63 \text{ kg m}^{-2}$, a confronto con $0,004 \text{ kg m}^{-2}$ delle particelle con densa copertura di digitaria. I danni derivanti dall'azione incendiaria sono stati studiati in Sardegna anche attraverso ricerche sperimentali, come quelle riportate in uno studio dell'Assessorato della Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio della Sardegna. In tale studio si è operato un confronto parcellare tra la copertura erbacea, presente dopo il passaggio del fuoco nella zona di Pattada, e la cotica erbosa di un appezzamento contiguo sottoposto a miglioramento mediante decespugliamento. Si è potuto rilevare che la copertura erbacea sul cisteto decespugliato risultava di oltre 80% già dopo il 1° anno, per raggiungere il 95% al 2° anno, mentre nella parcella bruciata si è avuta una diversa distribuzione della cotica erbacea in funzione della precedente densità del cisto.

Dove gli indici di copertura a cisto erano bassi non si notavano differenze tra la copertura erbacea della zona sottoposta ad incendio e quella decespugliata, salvo un certo aumento delle crocifere. Nelle zone a cisto fitto il ricoprimento non ha superato il 45% al 1° anno e il 60% al 2° anno, con una forte incidenza delle plantule di cisto.

L'indice di ricoprimento al 1° anno non ha raggiunto il 10% nel terreno bruciato, mentre è stato del 100% nelle parcelle decespugliate.

Il fatto che molti di questi incendi vengano utilizzati per migliorare e pulire il pascolo rende il problema ancora più vasto. Gli Autori hanno inoltre suggerito i mezzi agronomici alternativi all'incendio, che possono validamente ed economicamente essere impiegati per il miglioramento dei pascoli, quali il decespugliamento meccanico o chimico, e l'infittimento naturale o artificiale delle cotiche erbose. Diverso è l'impatto dell'incendio in aree boschive e ricoperte da macchia mediterranea. In queste aree l'impatto è devastante, in quanto modifica la struttura e la composizione floristica originale delle formazioni forestali e predispone il territorio ai processi di erosione e di degrado generalizzato. Purtroppo non si sono trovati dei dati recenti sull'azione incendiaria nel territorio isolano.

Come riportato in Aru (1972), il danno più grave sui suoli si verifica in autunno, e cioè quando il suolo è privo della copertura vegetale protettiva. La gravità del fenomeno aumenta notevolmente con il tipo e la lunghezza delle pendici e con l'esposizione. Se immediatamente dopo l'incendio non si elimina per numerosi anni il pascolamento, il passaggio da Terra bruna a Litosuolo, sino all'affioramento della roccia, è immediato. Esempi del genere sono osservabili in tutta l'isola, ed in modo particolare nel Sarrabus, nell'Ogliastra ed in Gallura. Al contrario, laddove da qualche decennio è stata eliminata qualsiasi forma di utilizzazione, si nota macroscopicamente non soltanto la ricostituzione del bosco ma anche un'evoluzione pedogenetica abbastanza intensa e maggiormente accentuata nelle morfologie più dolci e sulle esposizioni più favorevoli.

Determinanti:	azione antropica
Pressioni:	incendi
Stato:	erosione, lisciviazione, riduzione della sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo
Impatti:	perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte:	nessuna indicazione

- Land Degradation System: consumo di suoli agricoli per apertura di cave

I processi di degrado del suolo non riguardano solo le pressioni esercitate dalle attività agro-silvo-pastorali. Notevoli problemi ha comportato, e comporterà nei prossimi anni, il consumo di suoli agricoli a fini industriali ed urbani. In particolare, nel primo caso Puddu e Lai (1994) hanno analizzato la situazione dell'area del bacino di S. Lucia (Sardegna meridionale), dove prevalgono i depositi alluvionali con un'alta vocazione agricola, e nonostante la presenza di questi suoli ad alta capacità produttiva sono state aperte numerose cave che, attraverso una politica irrazionale di sfruttamento del territorio, hanno consumato suoli appartenenti alle prime quattro classi di capacità d'uso. Attraverso questo studio, gli Autori hanno anche valutato il grado elevato di comprissione presente nelle aree di cava, tanto da far supporre che una ricostituzione dell'ambiente sia non solo molto onerosa ma, in alcuni casi, impossibile.

Una situazione analoga è presente anche in molte altre parti dell'isola. In particolare, Lai (1987) ha concentrato l'attenzione nelle cave di materiale sabbioso dell'hinterland cagliaritano che occupano una superficie di 170,69 ha.

Anche in questa zona i suoli presenti erano utilizzati per coltivazioni erbacee, soprattutto grano ed altri cereali, frutteti e colture orticole, vigneti e vigneti arborati nonché mandorleti, oliveti e colture protette. Si tratta di un processo in continua evoluzione e riassumibile attraverso i seguenti dati: nel 1968 le aree consumate erano di 83,04 ha (pari all'1,88% del totale); nel 1977 si è passati a 320,31 ha (pari al 7,25%, con un consumo medio annuo di 26,36 ha); nel 1985 questa superficie raggiunge i 953,77 ha (pari al 21,59%, con un consumo medio annuo di 79,18 ha). È chiaro che i danni sul territorio non sono quantificabili, in quanto oltre alla perdita di suoli ad alto potenziale produttivo e spesso serviti dalla rete di distribuzione idrica finalizzata all'irrigazione, si hanno anche importanti modificazioni morfologiche, idrogeologiche ed ambientali.

Determinanti:	apertura di cave
Pressioni:	occupazione di aree agricole
Stato:	consumo di suoli agricoli
Impatti:	perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, alterazione della qualità del paesaggio
Risposte:	vincoli ambientali

- Land Degradation System: consumo di suoli per urbanizzazione

Il consumo di suoli agricoli riguarda anche l'espansione dei centri urbani. Infatti, la mancanza di piani di espansione e di razionali politiche di gestione ha reso questa pressione particolarmente grave, con effetti evidenti sul territorio. In particolare, oltre al già citato consumo di suoli ad elevata vocazione agricola, l'espansione urbana determina anche una mancata trasformazione dell'agricoltura, elevati costi del mercato fondiario, alterazione dell'assetto idrografico, inquinamento dei suoli per mancanza di servizi, costi elevati per il risanamento delle aree compromesse, ecc. In un lavoro sul territorio di Cagliari, Aru et al. (1983) hanno messo in evidenza come l'espansione urbana spontanea abbia interessato suoli appartenenti alla I e III classe della Land Capability ed alla 1° e 2° classe di irrigabilità. La spiegazione è da ricondurre ai minori costi di urbanizzazione e soprattutto di costruzione, nonché alla disponibilità d'acqua per la presenza della rete consortile di distribuzione idrica.

Il Comune di Quartu S.Elena rappresenta (Aru, 2001) uno degli esempi più eclatanti di urbanizzazione spontanea, senza alcun strumento di pianificazione. L'edificazione si è sviluppata su morfologie pianeggianti e su suoli ad elevata fertilità (Chromic Luvisols ed Eutric e Vertic Fluvisols) che rappresentano, da tempo immemorabile, una fonte di reddito con prodotti di alta qualità. In passato, queste aree erano caratterizzate da una florida orticoltura ed arboricoltura (agrumeti), nonché da un'agricoltura intensiva con una viticoltura di altro pregio, per vini rossi e bianchi da tavola e vini da dessert, mandorlicoltura (oggi totalmente scomparsa), olivicoltura e coltivazioni di cereali, leguminose da granula, pomodori, patate.

Aru (2001) ha anche analizzato l'espansione urbana della città di Olbia, avvenuta in modo caotico occupando l'area del comprensorio irriguo del Liscia. Ciò ha determinato una mancata trasformazione dell'agricoltura, elevati costi del mercato fondiario, alterazione dell'assetto idrografico, per cui ad ogni pioggia fuori dalla norma una parte

di Olbia viene sommersa, ed inquinamento dei suoli per mancanza di servizi. Conseguentemente, i costi per il risanamento delle aree compromesse sono elevati. L'espansione del territorio comunale di Olbia è riportata in figura 2.6.2.

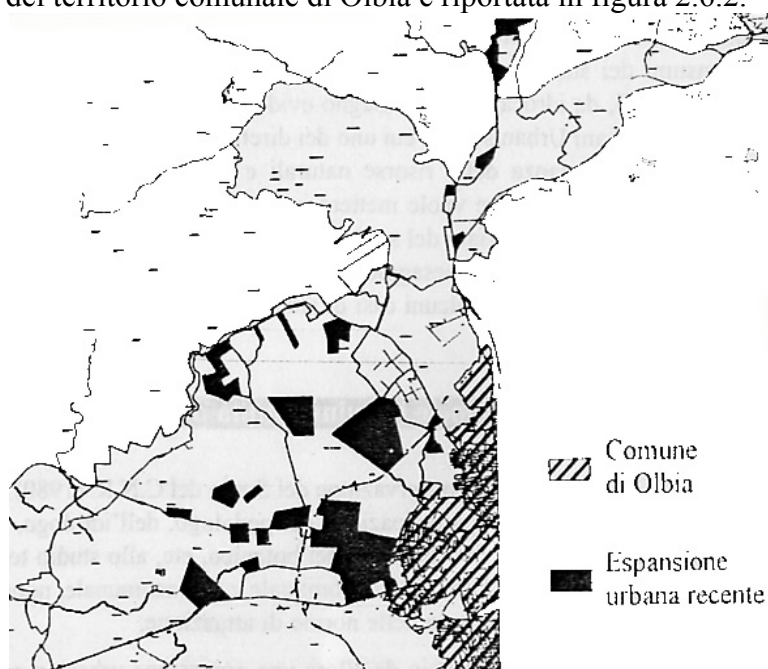


Figura 2.62 - Espansione del territorio comunale di Olbia

(fonte: Aru, 2001)

Le aree urbane della Sardegna settentrionale si sono sviluppate, analogamente a quelle precedentemente menzionate, in modo caotico e senza alcuna programmazione. Infatti, Madrau et al. (2002) hanno evidenziato come il consumo di suoli nel Comune di Sassari, durante l'ultimo decennio, sia stato di 907,13 ha. Negli ultimi 40 anni tale consumo è stato complessivamente di 4114,40 ha, di cui il 65% ricade nella classe S3, o inferiore, di attitudine all'uso agricolo ed il 68% nelle classi 4 e 6 di suscettività all'irrigazione. Inoltre, il 64,47% del consumo ha interessato aree la cui destinazione d'uso prevalente sono l'olivo e le colture ortive irrigue. Nel Comune di Stintino il consumo negli ultimi 40 anni è stato di 337,81 ha, di cui il 70% dovuto alla realizzazione di insediamenti turistici in aree ad elevata valenza paesaggistica e caratterizzate dalla presenza di una macchia in condizioni climatiche o quasi climatiche, ricca di specie di interesse nazionale ed internazionale.

Determinanti:	urbanizzazione
Pressioni:	occupazione di aree agricole
Stato:	consumo di suoli agricoli
Impatti:	perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico
Risposte:	vincoli ambientali, politiche di gestione del territorio

- Ubicazione geografica degli studi analizzati

Di seguito (Fig. 2.63) è riportata l'ubicazione geografica dei più importanti studi riguardanti i processi di degradazione del suolo analizzati e discussi nelle pagine precedenti.

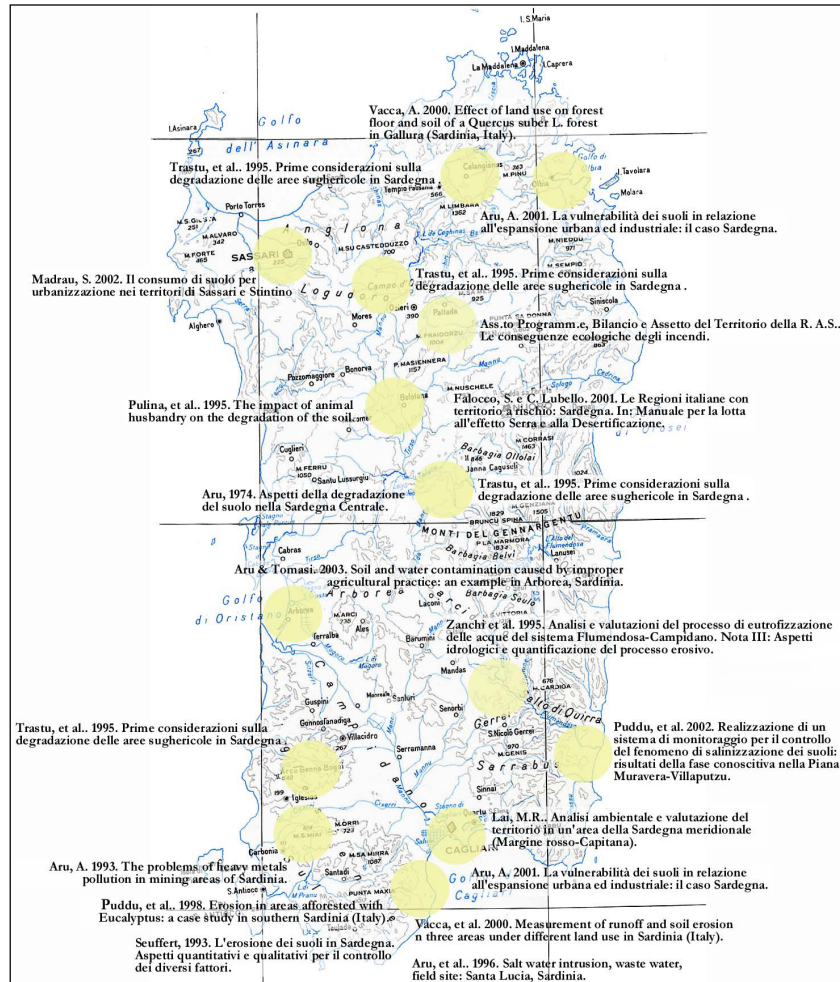


Figura 2.63 - Ubicazione geografica e fonte dei più importanti studi analizzati e discussi nelle pagine precedenti

2.7.3 Indicatori DPSIR

I numeri indicati in rosso tra parentesi quadre si riferiscono ai lavori riportati in bibliografia.

DETERMINANTI

- DI ORIGINE NATURALE

1. clima (precipitazioni, evapotraspirazione, temperatura) [1, 2, 5, 7, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62]
2. topografia (pendenza, lunghezza ed esposizione del pendio, densità di drenaggio) [2, 5, 6, 14, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62]

3. roccia madre (composizione chimica, proprietà fisiche) [1, 2, 5, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 62]
- DI ORIGINE ANTROPOGENICA:
 1. agricoltura [1, 2, 4, 5, 6, 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 34, 49, 50, 51, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64]
 2. industria [4, 5, 55, 56, 64]
 3. miniere [5, 6, 37, 38, 40, 41, 42, 49, 55, 56, 63, 64]
 4. cave [2, 38, 39, 42, 55, 56, 61, 63, 64]
 5. urbanizzazione [1, 2, 4, 5, 6, 42, 43, 44, 47, 48, 55, 56, 58, 63, 64]
 6. variazioni di land use [1, 14, 63]

PRESSIONI

- ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI:
 1. lavorazioni non razionali [5, 12, 13, 56, 58, 59, 60, 61, 64]
 2. uso eccessivo di fertilizzanti [11, 56]
 3. irrigazione con acque salmastre [2, 5, 6, 50]
 4. arature in aree forestali [2, 5, 12, 14, 56]
 5. interventi di miglioramento pascolo [5, 6, 12, 13, 14, 15, 16, 63]
 6. sovrapascolamento [2, 5, 6, 12, 17, 18, 19, 22, 52, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64]
 7. forestazione produttiva [2, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 49, 56, 59, 63]
 8. deforestazione [14]
- ATTIVITÀ INDUSTRIALI:
 1. escavazione in aree agricole [37, 39, 42, 49, 55, 56, 61]
 2. discarica di materiali inquinanti [2, 5, 6, 24, 40, 41, 49, 55, 56, 64]
 3. occupazione di aree agricole [4, 38, 39, 42, 55, 56, 60]
- URBANIZZAZIONE:
 1. occupazione di aree agricole [1, 2, 5, 6, 42, 43, 44, 47, 48, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64]
- SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI [5, 6, 49, 50, 51, 56, 63, 64]
- INCENDI [1, 2, 5, 6, 12, 15, 24, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 58, 59, 60, 63]

STATO

- PROCESSI FISICI:
 1. erosione [1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16, 22, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64]
 2. compattazione [4, 5, 12, 22, 59, 58]
 3. variazione del ciclo idrologico del suolo [33, 34, 35, 36, 42, 61]
 4. consumo di suoli agricoli [2, 5, 37, 38, 39, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 55, 56, 58, 60, 61, 64]
- PROCESSI CHIMICI:
 1. lisciviazione [16, 34, 50]
 2. salinizzazione [2, 4, 5, 50, 51, 63, 64]

3. inquinamento [2, 4, 5, 11, 24, 37, 38, 39, 40, 41, 49, 56, 63, 64]
- PROCESSI BIOLOGICI:
 1. riduzione di sostanza organica [4, 6, 12, 22, 27, 28, 33, 34, 36, 37, 59]
 2. diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo [25, 28, 33, 34, 36, 59]

IMPATTI

1. perdita della risorsa suolo [1, 2, 4, 5, 6, 12, 13, 15, 17, 18, 19, 22, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 47, 48, 49, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64]
2. rischi per l'uomo [7, 11, 33, 34, 35, 36, 40, 41, 56, 63]
3. incidenza economica [5, 12, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 52, 56, 58]
4. modificazione dei sistemi produttivi [5, 8, 12, 14, 24, 25, 37, 41, 42, 49, 56]
5. cambiamenti nelle rese colturali [8, 12, 17, 18, 19, 34, 41, 49, 50, 51, 52, 56, 60]
6. cambiamenti nelle funzioni del suolo [12, 17, 18, 19, 24, 25, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 47, 48, 56, 63]
7. perdita di biodiversità [4, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 40, 41, 42, 47, 48]
8. modificazione della stabilità degli ecosistemi [12, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 42, 48, 49, 59, 63]
9. alterazione della qualità del paesaggio [5, 12, 14, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 47, 48, 56, 58, 63]
10. stress idrico [5, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 49, 50, 61]

RISPOSTE

1. convenzioni per la lotta alla desertificazione [49, 55, 56, 58, 60, 61, 64]
2. vincoli ambientali [4, 38, 61]
3. protezione del suolo [4, 11, 16, 42, 61]
4. direttive sulle acque [61]
5. direttive politiche agricole [2, 4, 11, 13, 14, 15, 20, 24, 25, 28, 30, 37, 42, 52, 55, 56, 60, 61, 64]

3.7.4 Applicazione del modello DPSIR ai principali sistemi di degradazione del suolo riscontrati in Sardegna

Dall'analisi svolta risulta come nella regione siano presenti diversi sistemi di degradazione del suolo. In particolare: un sistema di degradazione è relativo all'erosione accelerata; un sistema di degradazione per cause antropiche nelle aree sughericole di Calangianus, Oschiri, Ortueri, Fluminimaggiore e Is Olias; un sistema di degradazione causato dalla forestazione produttiva ad eucalipto; un sistema di degradazione per sovrappascolamento particolarmente intenso nelle regioni del Sassarese, Baronìa, Marmilla, Sarcidano, Marghine, Goceano; un sistema di degradazione determinato dall'inquinamento provocato dall'uso eccessivo di fertilizzanti identificato nell'area di

Arborea; un sistema relativo all'inquinamento determinato dall'attività mineraria (Sardegna meridionale); un sistema relativo alla salinizzazione dei suoli nelle aree costiere, che interessa principalmente la costa sud-orientale dell'Isola; un sistema di degradazione relativo alle aree incendiate, diffuso in tutta l'Isola; un sistema di degradazione operato dal consumo di suoli agricoli per l'apertura di cave e miniere; un sistema di degradazione dovuto all'urbanizzazione, presente in prossimità dei grandi centri abitati (Cagliari, Quartu S.Elena, Sassari, Olbia).

La figura 2.64 riporta la localizzazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo riconosciuti in Sardegna.

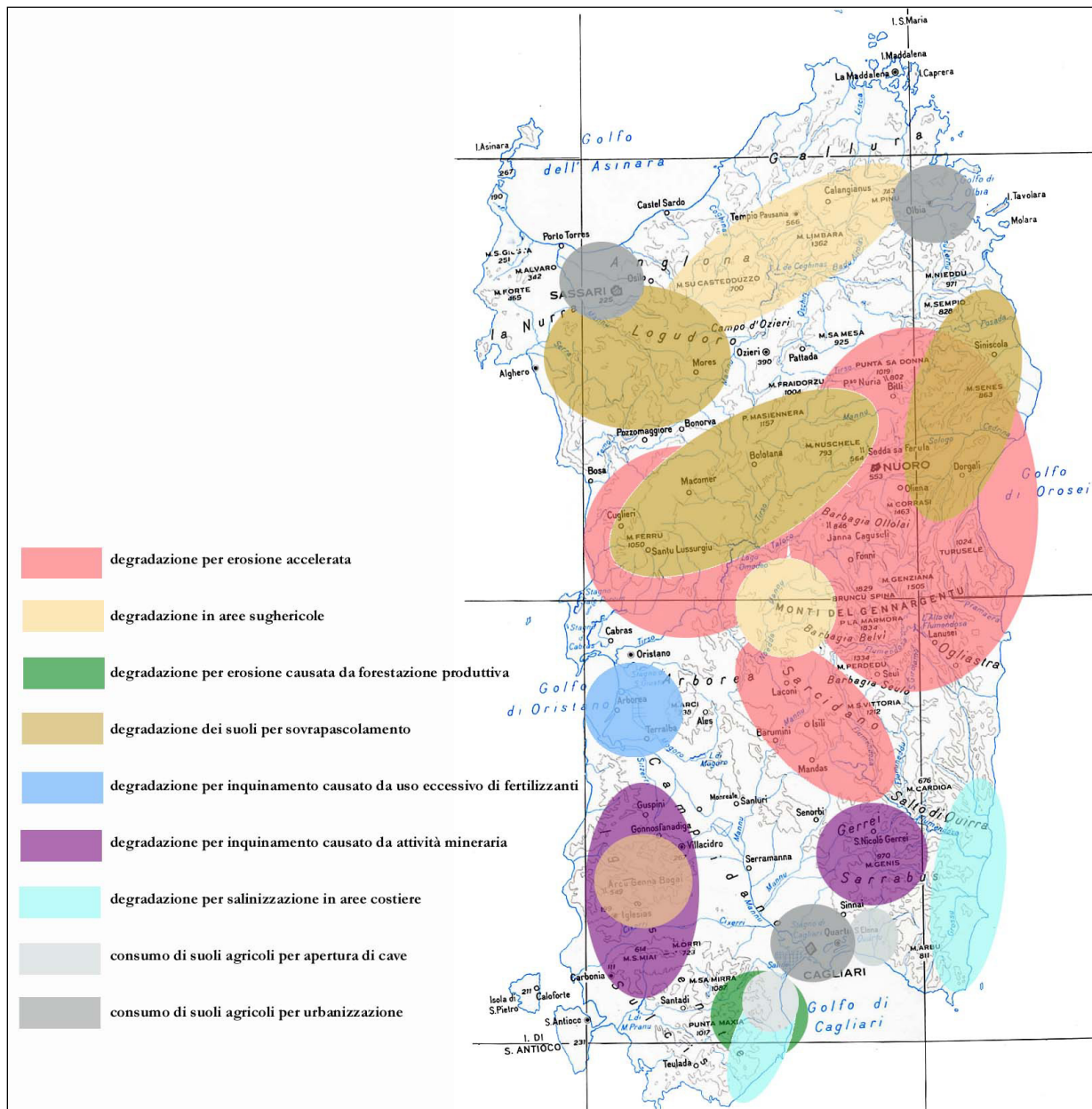


Figura 2.64 - Ubicazione geografica dei principali sistemi di degradazione del suolo

Vengono di seguito riportati i modelli DPSIR applicati alla degradazione del suolo per l'erosione accelerata (Fig. 2.65), alla degradazione in aree sughericole (Fig. 2.66), alla degradazione per erosione causata da forestazione produttiva (Fig. 2.67), alla degradazione dovuta al sovrapascolamento (Fig. 2.68); alla degradazione per inquinamento provocato da uso eccessivo di fertilizzanti (Fig. 2.69); alla degradazione per inquinamento da attività mineraria (Fig. 2.70); alla salinizzazione delle aree costiere (Fig. 2.71); alle aree percorse da incendi (Fig. 2.72); al consumo di suoli agricoli per apertura di cave e miniere (Fig. 2.73); ed infine, al consumo di suoli per urbanizzazione (Fig. 2.74) in Sardegna.

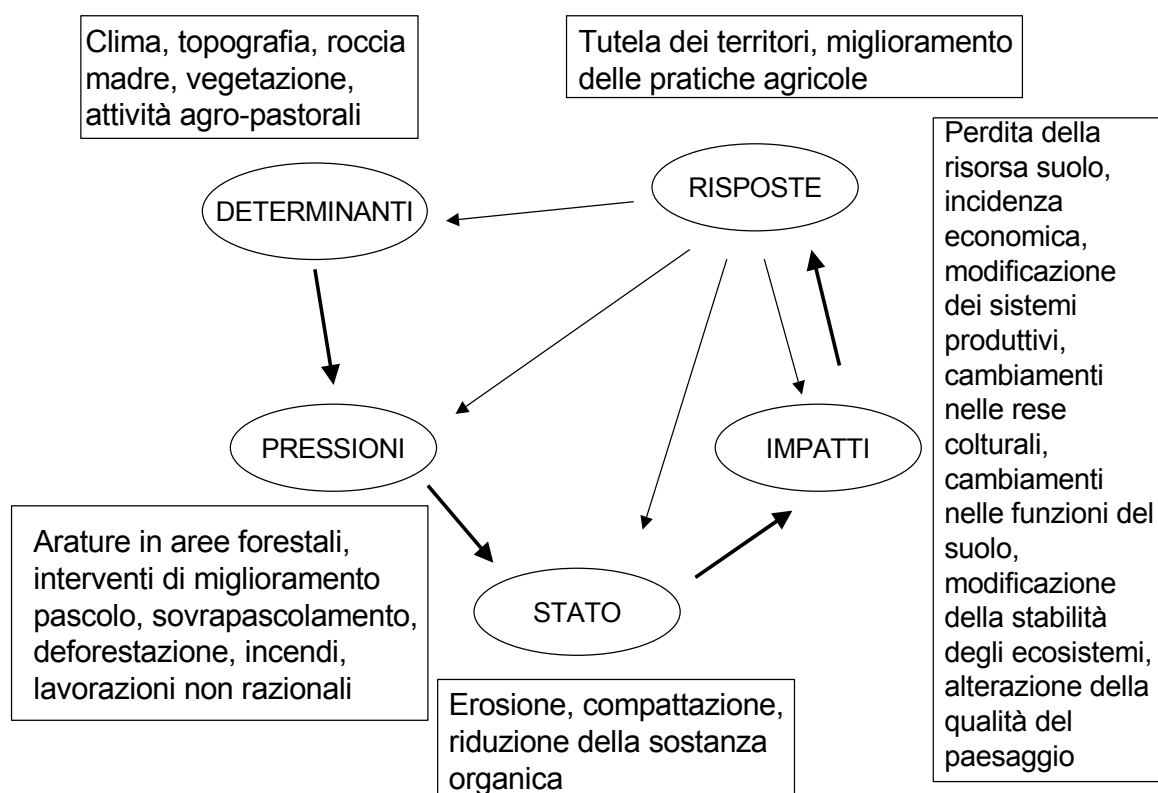


Figura 2.65 - Modello DPSIR applicato all'erosione accelerata del suolo in Sardegna

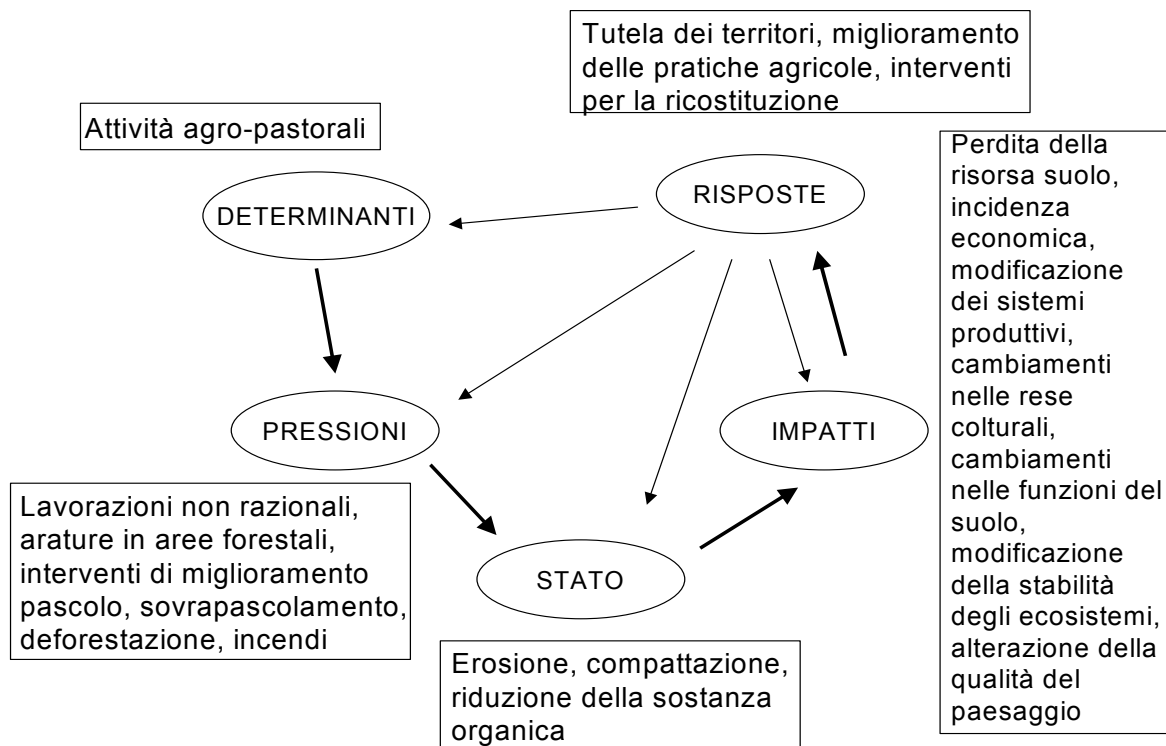


Figura 2.66 - Modello DPSIR applicato alla degradazione in aree sughericole in Sardegna

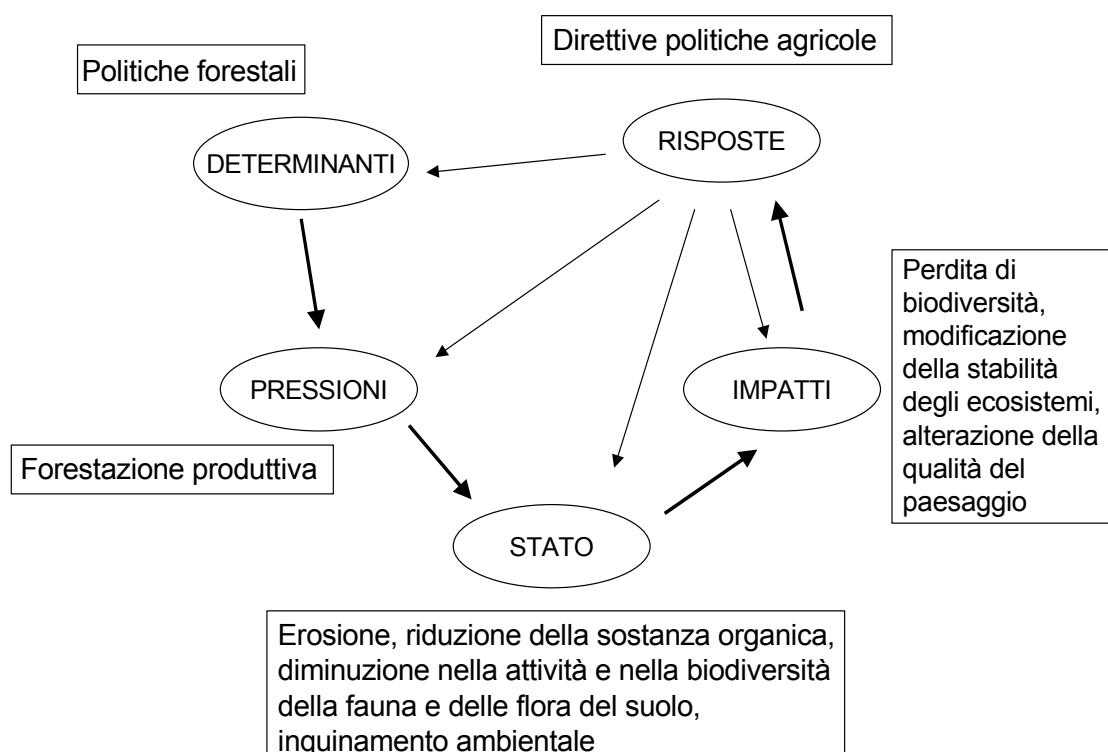


Figura 2.67 - Modello DPSIR applicato all'erosione del suolo causata da forestazione produttiva in Sardegna

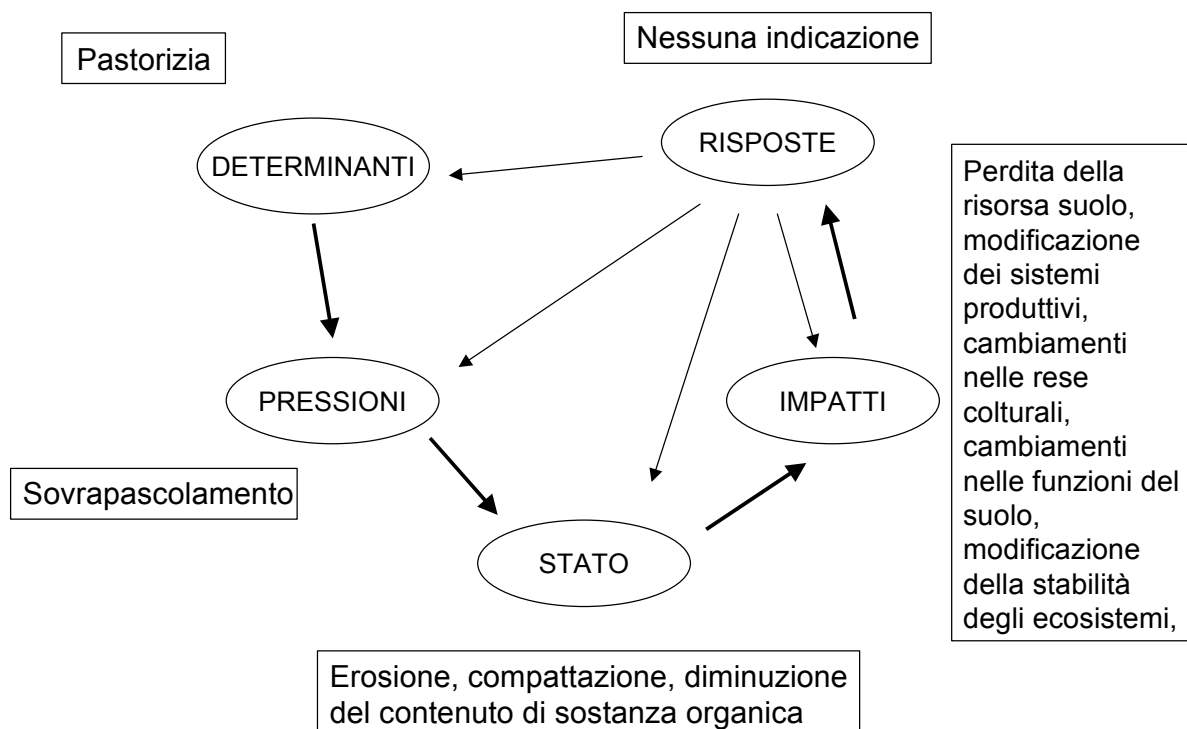


Figura 2.68 - Modello DPSIR applicato alla degradazione dovuta al sovrapascolamento del suolo in Sardegna

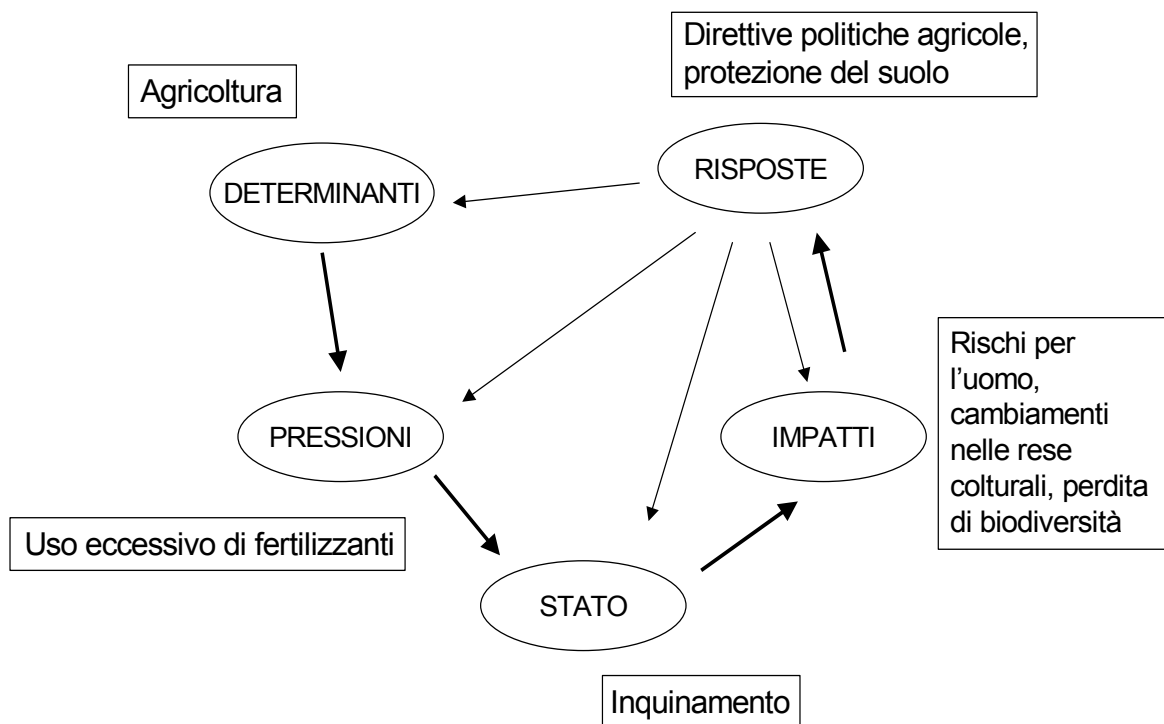


Figura 2.69 - Modello DPSIR applicato all'inquinamento per uso eccessivo di fertilizzanti del suolo in Sardegna

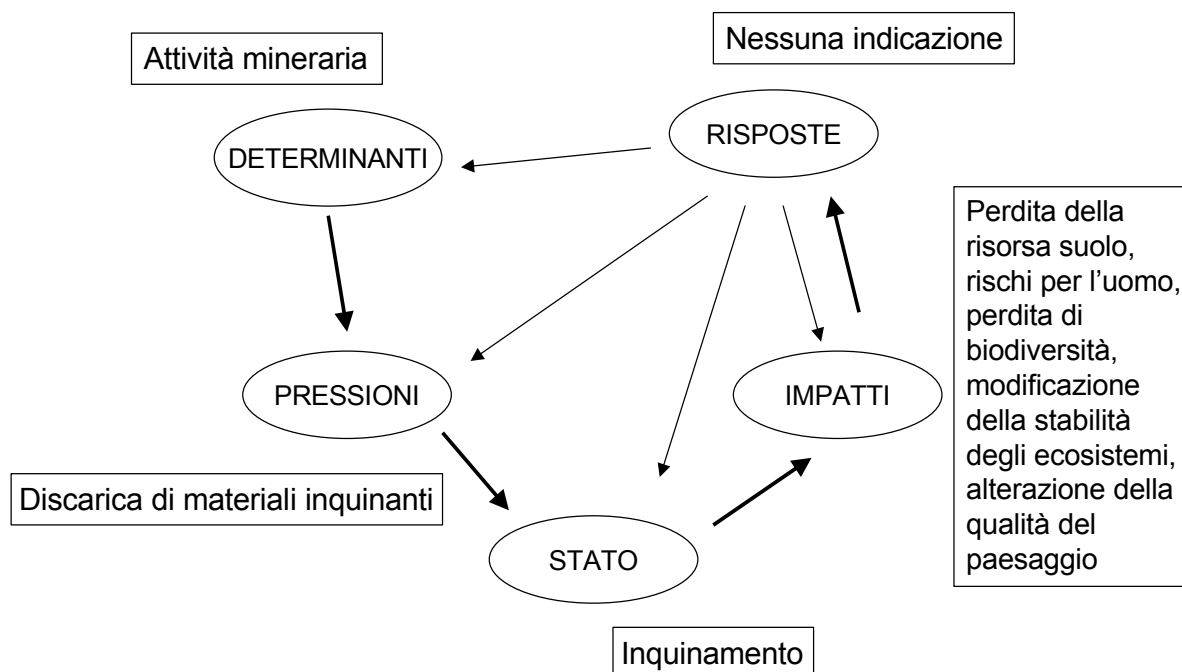


Figura 2.70 - Modello DPSIR applicato all'inquinamento del suolo da attività mineraria in Sardegna

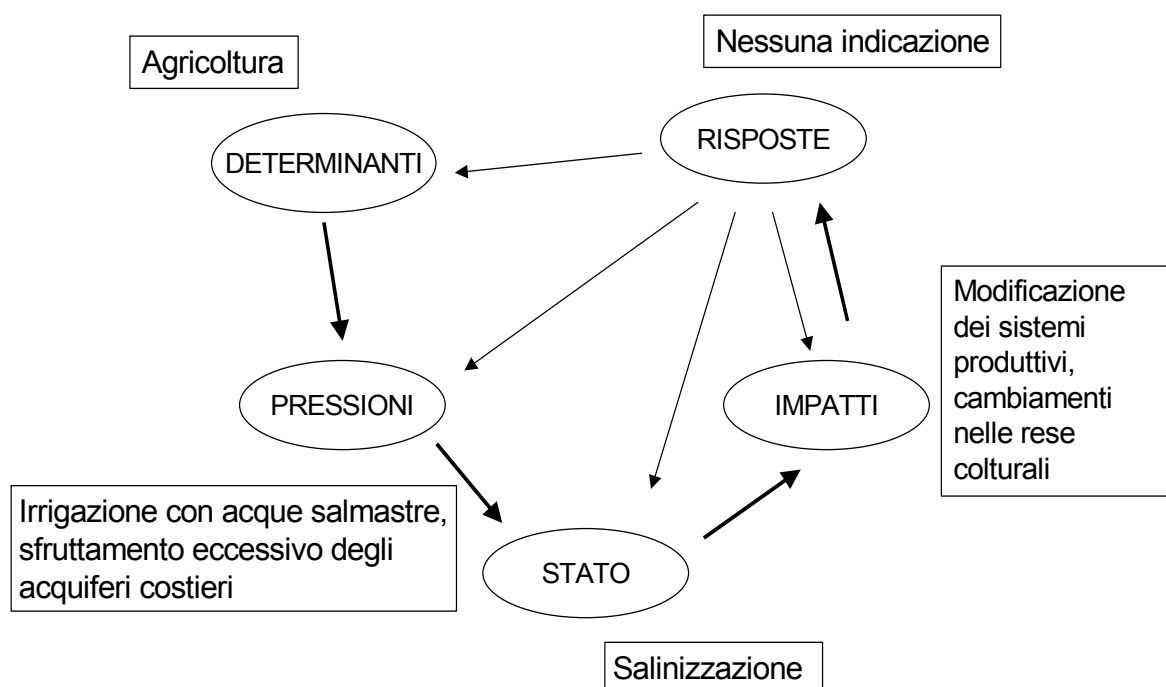


Figura 2.71 - Modello DPSIR applicato alla salinizzazione nelle aree costiere in Sardegna

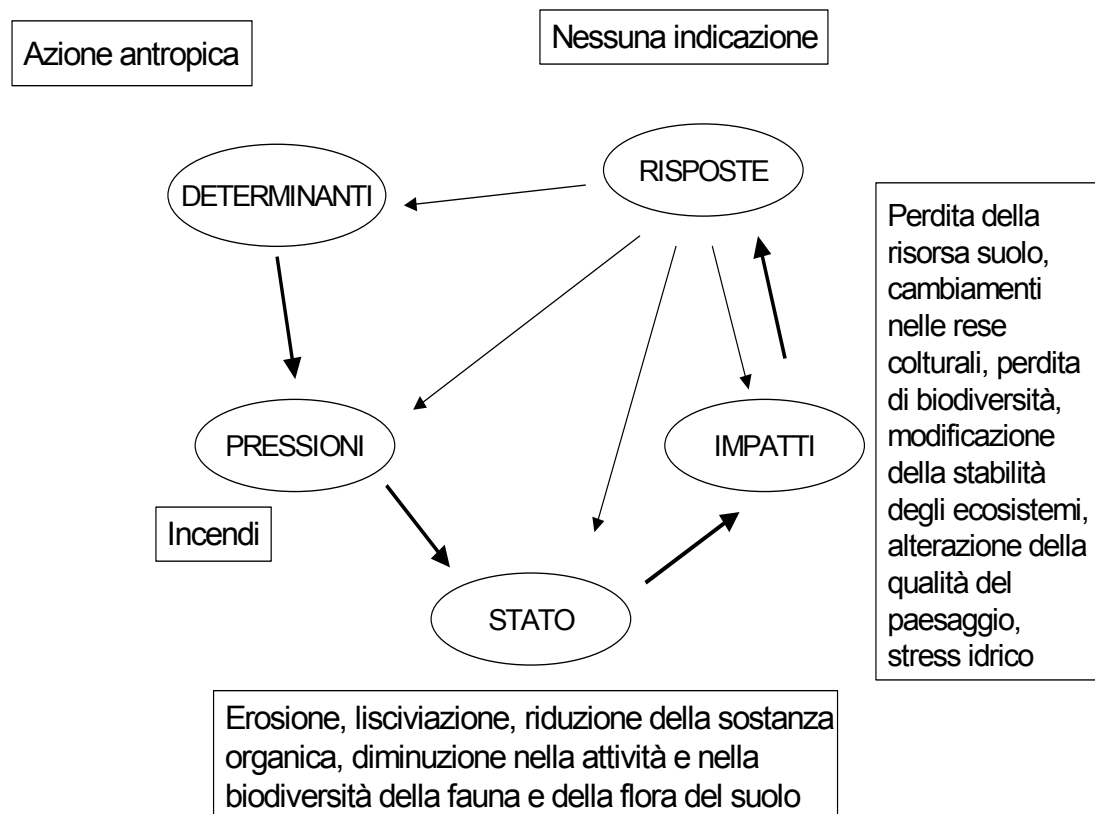


Figura 2.72 - Modello DPSIR applicato al degrado provocato dagli incendi in Sardegna

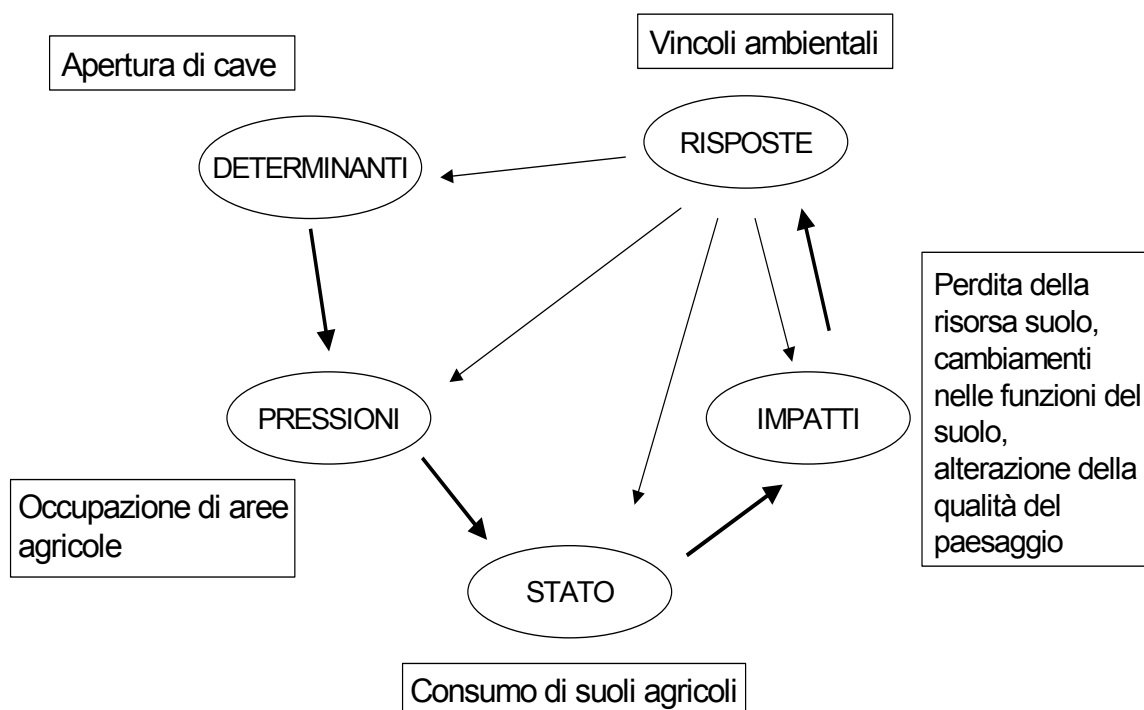


Figura 2.73 - Modello DPSIR applicato al consumo dei suoli agricoli per apertura di cave in Sardegna

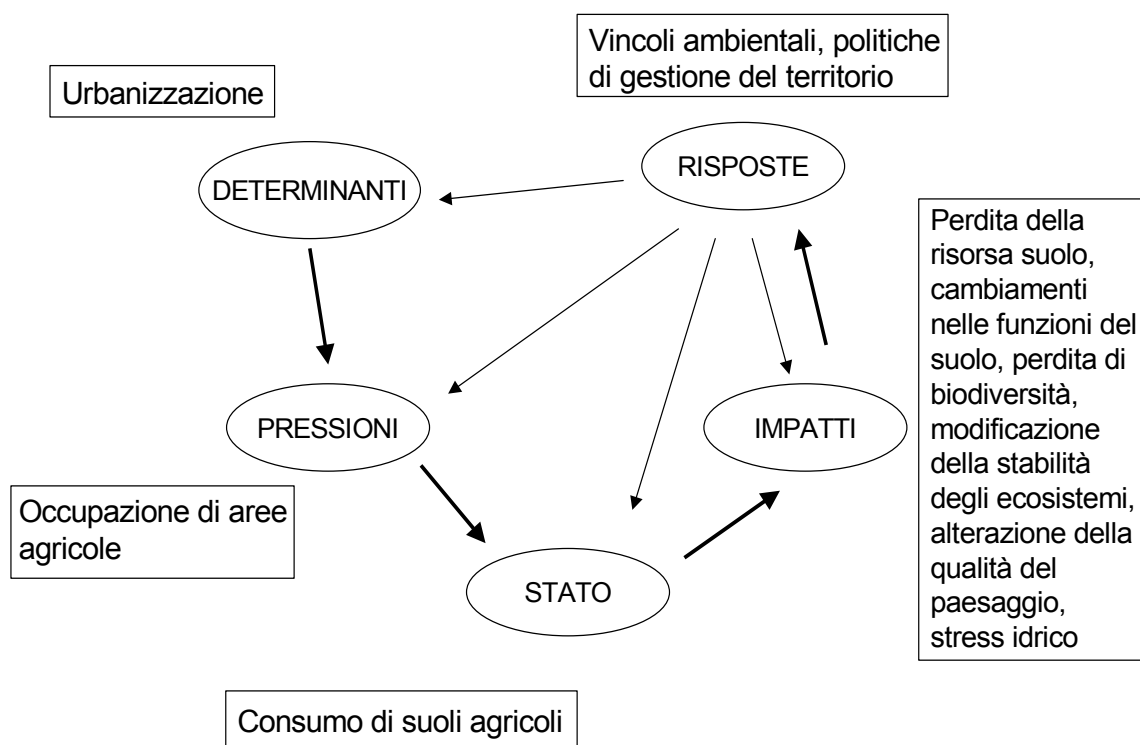


Figura 2.74 - Modello DPSIR applicato al consumo del suolo per l'urbanizzazione in Sardegna

2.7.5 Bibliografia generale

I lavori contrassegnati dal numero blu sono stati individuati in bibliografia, ma non sono stati acquisiti.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [1] Aru, A. 1985. The soils of Sardinia and their state of conservation. *Geoökodynamic* VI, 1/2:71-84.
- [2] Aru, A., P. Baldaccini, M.A. Dessena, F. Fantola, M.R. Lai, S. Loddo, S. Madrau, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi, A. Vacca e S. Vacca. 1998. La qualità del suolo per un ambiente sostenibile: il caso Sardegna. *Boll. Soc. It. Sc. Suolo*, Anno XLVII, 3:311-334.
- [3] INEA. Problematiche agroalimentari. P.O. Risorse idriche – Rapporti: Stato dell'irrigazione in Sardegna, Capitolo 4: 27-37.
- [4] Vacca, A., S. Loddo, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi e A. Aru. 1998. Aspetti della degradazione del suolo in Sardegna (Italia). *Mediterraneo*, N°12-13:107-125.
- [5] Vacca, A. and S. Vacca. 2001. Soil degradation in Sardinia – Historical causes and current processes due to anthropogenic pressure. *Petermanns Geographische Mitteilungen* 145:68-78.

- [6] Vacca, A., S. Loddo, G. Serra and A. Aru. 2003. Soil degradation in Sardinia (Italy): main factors and processes. In: P. Zdruli, P. Steduto, S. Kapur (Eds.), 7th International Meeting on Soils with Mediterranean Type of Climate (Selected Papers), Options Méditerranéennes, Series: Mediterranean Seminars, Volume A54, Valenzano (BA), Italy, ISBN 2-85352-261-x, ISSN 1016-121-x, in press.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [7] Aru, A. 1962. Sui fenomeni erosivi verificatisi nel Campidano Cagliaritano per le intense precipitazioni del novembre 1961. L' Italia Forestale e Montana, Anno XVII – Fasc. n°5:185-189.
- [52] Aru, A. 1974. Aspetti della degradazione del suolo nella Sardegna Centrale. Biologia Contemporanea, Anno I – n° 3:105-112.
- [66] Baldacini, P. S. Madrau, F. Previstali, G. Dessì e M.A.Deroma. 2002. I suoli del bacino del rio d'Astimini – Fiume Santo (Sardegna nord-occidentale).
- [8] Caredda, S., C. Porqueddu, L. Sulas, V. Solinas e A. Bazzoni. 1997. Analisi ambientale di sistemi cerealicolo-zootecnici sardi: aspetti erosivi. Nota I. Progetto finalizzato Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente (PANDA) - sottoprogetto 2, Serie 1, Sistemi colturali, Pubblicazione n°80. Agricoltura Ricerca, 170:43-50.
- [9] D'Angelo, M.. 2001. Land cover changes in Sardinia (Italy); the role of agricultural policies in land degradation, In: Geojournal Library, Vol. 58:127-139.
- [10] D'Angelo, M., G. Enne, S. Madrau and C. Zucca. 2001. "Land cover changes at landscape-scale in Sardinia (Italy): the role of agricultural policies on land degradation". In A. Conacher Land Degradation (papers selected from the Sixth Meeting of the International Geographical Union's Commission of Land Degradation and Desertification. Perth, University of Western Australia, 20-28 September 1999). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands:127-140.
- [65] Zanchi, C., P. Botti, S. Vacca, G. Rodolfi. 1995. Analisi e valutazioni del processo di eutrofizzazione delle acque del sistema Flumendosa-Campidano. Nota III: Aspetti idrologici e quantificazione del processo erosivo. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:49-56.

<i>Pressioni: uso eccessivo di fertilizzanti</i>	<i>Stato: inquinamento</i>

- [11] Aru, A. and D. Tommasi. 2003. Soil and water contamination caused by improper agricultural practice: an example in Arborea, Sardinia. Geoökodynamik 24:77-90.

<i>Pressioni: arature in aree forestali, sovrapascolament, deforestazione, incendi</i>	<i>Stato: erosione, riduzione del contenuto in sostanza organica, variazione del ciclo idrologico del suolo, compattazione</i>

- [12] Trastu, S., D. Usai, V. Satta, G. Brundu, A. Aru, I. Camarda e P. Baldaccini. 1995. Prime considerazioni sulla degradazione delle aree sughericole in Sardegna (Prog. PANDA). Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:165-176.
- [65] Vacca, A. 2000. Effect of land use on forest floor and soil of a *Quercus suber* L. forest in Gallura (Sardinia, Italy). Land Degrad. Develop., 11: 167.-180.

<i>Pressioni: interventi di miglioramento pascolo</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, riduzione del contenuto in sostanza organica</i>

- [66] Baldacini, P. S. Madrau, F. Previtali, G. Dessì e M.A.Deroma. 2002. I suoli del bacino del rio d'Astimini – Fiume Santo (Sardegna nord-occidentale).
- [13] Berardo, D., P. Asara, R. Piras, P. Baffigo and I. Ibba. 1995. Regional laws for the works of land improvement and forestation: their effect on the soil degradation processes in Sardinia. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia", Sassari, Italy, 25 May 1994:41-49.
- [8] Caredda, S., C. Porqueddu, L. Sulas, V. Solinas e A. Bazzoni. 1997. Analisi ambientale di sistemi cerealicolo-zootecnici sardi: aspetti erosivi. Nota I. Progetto finalizzato Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente (PANDA) - sottoprogetto 2, Serie 1, Sistemi colturali, Pubblicazione n°80. Agricoltura Ricerca, 170:43-50.
- [14] D'Angelo, M., S. Madrau, L. Percich, F. Previtali e C. Zucca. 1998. Un modello di antropizzazione del territorio mediterraneo; l'utilizzazione agropastorale di aree a vocazione forestale. Contributi scientifici, Convegno annuale S.I.S.S. "Suoli tra vulcanismo e antropizzazione", Napoli-Ischia, 1-5 giugno 1998.
- [15] Porqueddu, C. e P.P. Roggero. 1993. Tecniche di miglioramento dei pascoli e fenomeni erosivi. Atti del Convegno "La difesa del suolo in ambiente Mediterraneo", Cala Gonone (Nu) 12-14 Giugno 1991, ERSAT:141-158.
- [16] Ollesch, G. e A. Vacca. 1999. Turnover dei fosfati e dei processi di degradazione in un ecosistema a pascolo in Sardegna. Boll. Soc. It. Sc. Suolo 48:329-348.

<i>Pressioni: sovrapascolamento</i>	<i>Stato: erosione accelerata, compattamento, variazione del ciclo idrologico del suolo, riduzione del contenuto in sostanza organica</i>

- [17] Cau, L. 1995. Common land and land degradation in Sardinia. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia", Sassari, Italy, 25 May 1994:291-298.

- [18] D'Angelo, M., G. Enne, S. Madrau, L. Percich, F. Prevital, G. Pulina and C. Zucca. 2000. Mitigating land degradation in Mediterranean agro-silvo-pastoral system: a GIS-based approach. *Catena* 40:37-49.
- [19] Enne, G., M. D'Angelo, C. Caredda, M. Gutierrez, R. Manconi, G. Pulina, C. Zanolle and C. Zucca. 1999. Land degradation and grazing in Sardinia. In: MEDALUS III Project 1, Core Project, Final Report. Contract ENV4-CT95-0115 :391-432.
- [21] Enne, G., G. Pulina, M. d'Angelo and G. Pisano, 1999. "Agropastoral activities and Land Degradation in the Mediterranean; the case study of Sardinia". In I. R. Traylor Jr, H. Dregne, K. Mathis, "Desert Development: The Endless Frontier" (Proceedings of the Fifth International Conference on Desert Development, Lubbock, Texas, 12-17 August 1996). Texas Tech University, Pub number 99-2:84-94.
- [22] Enne, G., G. Pulina, M. d'Angelo, F. Previtali, S. Madrau, S. Caredda, and A.H. Francescani. 2002. "Agropastoral activities and land degradation: the case study of Sardinia". In: J. Thornes, J. Brandt and N. Geeson (Editors) *Mediterranean Desertification - A mosaic of processes and responses*. Chichester, John Wileys (in press).
- [22] Pulina, G., A. Zanda and G. Enne. 1995. The impact of animal husbandry on the degradation of the soil. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): *Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia"*, Sassari, Italy, 25 May 1994:231-239.
- [12] Trastu, S., D. Usai, V. Satta, G. Brundu, A. Aru, I. Camarda e P. Bald accini. 1995. Prime considerazioni sulla degradazione delle aree sughericole in Sardegna (Prog. PANDA). *Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio"*, Cagliari, 6-10 giugno 1995:165-176.
- [23] Zucca, C.. 2000. A contribution to the assessment of land use impacts on land in mediterranean agropastoral systems. The case of the Baronie region (Sardinia - Italy). In Enne G., Zanolle C., Peter D. "Desertification in Europe: mitigation strategies, land-use planning". *Proceedings of the Advanced Study Course, Alghero, 30/5 - 9/6 1999:504-509.*

<i>Pressioni: forestazione produttiva</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [24] Aru, A., P. Baldaccini, M.R. Lai, R. Puddu, D. Tomasi and A. Vacca. 1998. Santa Lucia Field Site, Sardinia, Italy. In: P. Mairota, J.B. Thornes and N. Geeson (Eds.), *Atlas of Mediterranean environments in Europe: the desertification context*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, ISBN 0-471-96092-6:116-118.
- [25] Aru, A., I. Camarda, S. Loddo, G. Pinna, R. Puddu, V. Satta, D. Tomasi, A. Vacca and G. Serra. 1999. Field investigations at the Santa Lucia field site, Sardinia, Italy. In: MEDALUS III Project 1, Core Project, Final Report. Contract ENV4-CT95-0115 :67-94.

- [13] Berardo, D., P. Asara, R. Piras, P. Baffigo and I. Ibba. 1995. Regional laws for the works of land improvement and forestation: their effect on the soil degradation processes in Sardinia. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia", Sassari, Italy, 25 May 1994:41-49.
- [26] Kosmas, C., N. Danalatos, L.H. Cammeraat, M. Chabart, J. Diamantopoulos, R. Farand, L. Gutierrez, A. Jacob, H. Marques, J. Martinez-Fernandez, A. Mizara, N. Moustakas, J.M. Nicolau, C. Oliveros, G. Pinna, R. Puddu, J. Puigdefabregas, M. Roxo, A. Simao, G. Stamou, D. Tomasi, D. Usai and A. Vacca. 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. Catena 29:45-59.
- [27] Lucci, S. e S. Della Lena. 1993. Studi parcellari per la misura dell'erosione causata da diversi metodi di preparazione del terreno al rimboschimento con fini produttivi: primi risultati. Atti del Convegno "La difesa del suolo in ambiente Mediterraneo", Cala Gonone (Nu) 12-14 Giugno 1991, ERSAT:222-231.
- [28] Puddu, R., D. Tomasi and A. Vacca. 1998. Erosion in areas afforested with Eucalyptus: a case study in southern Sardinia (Italy). Geoökodynamik 29 (3/4):189-201.
- [29] Romero-Díaz, A., L.H. Cammeraat, A. Vacca and C. Kosmas. 1999. Soil erosion at three experimental sites in the Mediterranean. Earth Surf. Process. Landforms 24:1243-1256.
- [30] Tomasi, D., R. Puddu e A. Vacca. 1995. Erosione ed uso del suolo: indicazioni per la gestione e la pianificazione del territorio. Un esempio nella Sardegna sud-occidentale. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:77-86.
- [31] Vacca, A., R. Puddu, D. Tomasi and D. Usai. 1995. Erosion measurements in three areas of Santa Lucia catchment with different land uses. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia", Sassari, Italy, 25 May 1994:115-127.
- [32] Vacca, A., S. Loddo, G. Ollesch, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi and A. Aru. 2000. Measurement of runoff and soil erosion in three areas under different land use in Sardinia (Italy). Catena 40:69-92.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DAGLI INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [33] Aru, A. 1972. Considerazioni sugli incendi come causa dell'erosione dei suoli in Sardegna. Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali, Anno VI, Vol. XI:3-14.

- [24] Aru, A., P. Baldaccini, M.R. Lai, R. Puddu, D. Tomasi and A. Vacca. 1998. Santa Lucia Field Site, Sardinia, Italy. In: P. Mairota, J.B. Thornes and N. Geeson (Eds.), *Atlas of Mediterranean environments in Europe: the desertification context*, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, ISBN 0-471-96092-6:116-118.
- [25] Aru, A., I. Camarda, S. Loddo, G. Pinna, R. Puddu, V. Satta, D. Tomasi, A. Vacca and G. Serra. 1999. Field investigations at the Santa Lucia field site, Sardinia, Italy. In: MEDALUS III Project 1, Core Project, Final Report. Contract ENV4-CT95-0115:67-94.
- [34] Assessorato della Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio della Regione Autonoma della Sardegna. Le conseguenze ecologiche degli incendi. La programmazione in Sardegna 109-111, la lotta contro il fuoco, analisi del rischio e prevenzione. Proposte per un programma d'azione. ISSN 0391-8351:68-77.
- [35] D'Angelo, M. and P. Podda. 1995. Fire hazard assessment in Sardinia as a model for semi-arid Mediterranean environment. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): *Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia"*, Sassari, Italy, 25 May 1994:251-263.
- [36] Giovannini, G. 1980. Rischi erosivi a seguito di incendi: una esperienza in Sardegna. Atti del Convegno "Le terre marginali nell'Ambiente insulare Italiano: il loro recupero in Sardegna - Le problematiche delle Terre Marginali Vol. IV", Sassari 11-12 Dicembre 1980:87-96.
- [26] Kosmas, C., N. Danalatos, L.H. Cammeraat, M. Chabart, J. Diamantopoulos, R. Farand, L. Gutierrez, A. Jacob, H. Marques, J. Martinez-Fernandez, A. Mizara, N. Moustakas, J.M. Nicolau, C. Oliveros, G. Pinna, R. Puddu, J. Puigdefabregas, M. Roxo, A. Simao, G. Stamou, D. Tomasi, D. Usai and A. Vacca. 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. *Catena* 29:45-59.
- [29] Romero-Díaz, A., L.H. Cammeraat, A. Vacca and C. Kosmas. 1999. Soil erosion at three experimental sites in the Mediterranean. *Earth Surf. Process. Landforms* 24:1243-1256.
- [30] Tomasi, D., R. Puddu e A. Vacca. 1995. Erosione ed uso del suolo: indicazioni per la gestione e la pianificazione del territorio. Un esempio nella Sardegna sud-occidentale. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:77-86.
- [12] Trastu, S., D. Usai, V. Satta, G. Brundu, A. Aru, I. Camarda e P. Baldaccini. 1995. Prime considerazioni sulla degradazione delle aree sughericole in Sardegna (Prog. PANDA). Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:165-176.
- [31] Vacca, A., R. Puddu, D. Tomasi and D. Usai. 1995. Erosion measurements in three areas of Santa Lucia catchment with different land uses. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): *Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia"*, Sassari, Italy, 25 May 1994:115-127.
- [32] Vacca, A., S. Loddo, G. Ollesch, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi and A. Aru. 2000. Measurement of runoff and soil erosion in three areas under different land use in Sardinia (Italy). *Catena* 40:69-92.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI

<i>Pressioni: escavazione in aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [37] Puddu, R. and M.R. Lai..1993. Soil geological and environmental survey in the Rio S. Lucia catchment basin (Southern Sardinia, Italy). In: R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis and J.L. Rubio (Editors): Proceedings of the Conference “Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects”, Alicante, Spain, 6-13 October 1993:583-602.
- [38] Puddu, R. e M.R. Lai. 1994. Indagini pedologiche e geoambientali nel bacino del Rio S. Lucia (Sardegna meridionale). Geologica Romana, Vol. XXX:335-350.
- [39] Lai, M.R. 1987. Analisi ambientale e valutazione del territorio in un’area della Sardegna meridionale (Margine rosso-Capitana). Cultura del paesaggio e metodi del territorio:102-119.

<i>Pressioni: discarica di materiali inquinanti</i>	<i>Stato: inquinamento, acidificazione</i>

- [40] Aru, A. 1993. The problems of heavy metals pollution in mining areas of Sardinia. Preliminary findings. Studi Sassaresi, Sez. III – Annali della Facoltà di Agraria dell’Università di Sassari Vol. XXXV (2°):293-300.
- [41] Aru, A., B. Madeddu and A. Kahnmoiei. 1995. Soil contamination by heavy metals from mines. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:265-283.

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [42] Aru, A. 2001. La vulnerabilità dei suoli in relazione all’espansione urbana ed industriale: il caso Sardegna. Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 50:461-476.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [42] Aru, A. 2001. La vulnerabilità dei suoli in relazione all’espansione urbana ed industriale: il caso Sardegna. Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 50:461-476.
- [43] Aru, A, P. Baldaccini, S. Vacca. 1981. Evaluation of soil losses caused by urban expansion of the city of Cagliari and its hinterland (Italy). Proceedings of the Symposium “Soil Problems in Urban Areas”, Berlin 7-9 September 1981:50.

- [44] Aru, A., P. Baldaccini, A. Malquori, R.T. Melis e S. Vacca. 1983. Il consumo delle terre a causa della espansione urbana del territorio intorno a Cagliari. Progetto finalizzato “Conservazione del suolo” Sottoprogetto Dinamica dei Versanti – Consiglio Nazionale delle Ricerche. Pubblicazione n°94. Cagliari 1983, pp. 39.
- [45] D’Angelo, M., G. Enne, S. Madrau and C. Zucca. Soil consumption by urbanisation: a case study in North Sardinia. Proceedings of the International Meeting on “Interdependency between agriculture and urbanisation: Conflicts on sustainable use of soil and water, held in Tunis”, April 2000. In press.
- [46] Enne, G., M. d’Angelo, S. Madrau and C. Zucca. 2002. “Urbanization and Desertification in European Mediterranean Coastal Areas: A Case Study in North-Western Sardinia (Alghero, Italy)”. UNESCO Encyclopedia of the Social Sciences, Volume Urban Sustainability. Eds. Marcotullio P. and Sassen S. In press.
- [47] Gentileschi, M.L. 1995. Population growth in metropolitan and coastal areas and land use in Sardinia. Human and Geographical studies in the Commune of Capoterra. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:285-290.
- [39] Lai, M.R.. Analisi ambientale e valutazione del territorio in un’area della Sardegna meridionale (Margine rosso-Capitana). Cultura del paesaggio e metodi del territorio:102-119.
- [48] Madrau, S. 2002. Il consumo di suolo per urbanizzazione nei territori di Sassari e Stintino (Sardegna nord-occidentale), negli anni 1989-1998. In: C. Bini (Ed.), Suoli, Ambiente, Uomo: Omaggio a Fiorenzo Mancini – 80 anni di pedologia, Edifir Ltd. Firenze:81-109.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [49] Aru, A., A. Vacca, D. Usai, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi, G. Pinna, G. Barrocu, M.G. Sciabica, G. Uras, M.L. Gentileschi, L. Cau, A. Pes, M. Jorio, I. Camarda, V. Satta, P. Baldacchini, S. Vacca, P. Botti and R. Lai. 1996. Salt water intrusion, waste water, field site: Santa Lucia, Sardinia. In: MEDALUS II Project 3, Managing Desertification, Final Report. Contract EV5V-CT92-0165:1-38.
- [50] Puddu, R., F. Sanna, S. Fanni, F. Fantola, D. Manca, G. Mereu, N. Fadda, P. Lai, M. Onano. 2002. Realizzazione di un sistema di monitoraggio per il controllo del fenomeno di salinizzazione dei suoli: risultati della fase conoscitiva nella Piana Muravera-Villaputzu (Sardegna sud-orientale). Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 50:607-625.
- [51] Aru, A. Nota illustrativa alla carta pedologica della Bassa Valle del Flumendosa, con particolare riferimento ai suoli salsi. C.R.A.S., Cagliari:3-41.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia</i>	<i>Stato: erosione</i>

- [52] Aru, A. 1974. Aspetti della degradazione del suolo nella Sardegna Centrale. *Biologia Contemporanea*, Anno I – n° 3:105-112.
- [53] Baldaccini, P., L. Maccioni e R.T. Melis. 1981. Su alcune toposequenze di suoli nel Bacino del Rio S'Acqua Callenti (Sardegna meridionale). *Studi Sassaresi*, Vol. XXVII, Sez. III:293-324.
- [54] Seuffert, O. 1993. L'erosione dei suoli in Sardegna. Aspetti quantitativi e qualitativi per il controllo dei diversi fattori. Atti del Convegno "La difesa del suolo in ambiente mediterraneo", Cala Gonone (Nu), 12-14 Giugno 1991, ERSAT:78-93.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [55] Aru, A. 1996. The Sardinia case: assessing the desertification problem at the regional scale. *Proceedings of "International Conference on Mediterranean Desertification – Research Results and Policy Implications"*, Crete-Hellas 29 October-1 November 1996.
- [56] Aru, A., A. Vacca, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi, I. Camarda, V. Satta and G. Pinna. 1999. Land degradation and desertification indicators in Sardinia. In: *MEDALUS III Project 1, Core Project, Final Report*. Contract ENV4-CT95-0115 :345-390.
- [57] Baldaccini, P., F. Previtali, S. Madrau, M.A. Deroma, G. Dessì and Y. Goussikpe. 1995. Study of the rio Astimini basin and problems relating to desertification: pedological outlines. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): *Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia"*, Sassari, Italy, 25 May 1994:77-85.
- [58] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Sardegna. In: *Manuale per la lotta all'effetto Serra e alla Desertificazione*.
- [59] Camarda, I. and V. Satta. 1995. Degradation of vegetation and desertification processes in Is Olias (Southern Sardinia). In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): *Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia"*, Sassari, Italy, 25 May 1994:201-209.
- [60] Enne, G., M. D'Angelo, S. Madrau e C. Zucca. 1998. Uso del suolo e desertificazione in ambiente Mediterraneo: il caso della Bassa Baronia, Sardegna (Italia). *Mediterraneo*, N°12-13:243-267.
- [61] Lai, M.R., S. Loddo, R. Puddu, G. Serra e A. Aru. 1995. Lo studio geopedologico nella pianificazione degli interventi di difesa del suolo e di mitigazione della desertificazione. Salvaguardia della risorsa pedologica nel quadro della Legge N. 183/89: il bacino del Rio Santa Lucia di Capoterra. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:351-354.
- [62] Previtali, F. 1996. Studies on soil degradation and desertification processes in Sardinia (Italy) on the framework of the Ec-MEDALUS Project. Abstracts of the

International Conference on Land Degradation, University of Cukurova, Adana, Turkey, 10-14 June 1996:57.

- [63] Servizio valutazione impatto ambientale informazione ai cittadini e per la relazione sullo stato dell'ambiente. 1997. La desertificazione in Sardegna. In: Relazione sullo stato dell'ambiente. Ministero dell'Ambiente, Roma:66-69.
- [64] Vacca, S. 2002. Esempi di processi di desertificazione in ambiente Mediterraneo. Il caso Sardegna. In: C. Bini (Ed.), Suoli, Ambiente, Uomo: Omaggio a Fiorenzo Mancini – 80 anni di pedologia, Edifir Ltd. Firenze:127-133.

2.7.6 Bibliografia articolata per progetti specifici

I lavori contrassegnati dal numero blu sono stati individuati in bibliografia, ma non sono stati acquisiti.

PROGETTO MEDALUS:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [4] Vacca, A., S. Loddo, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi e A. Aru. 1998. Aspetti della degradazione del suolo in Sardegna (Italia). Mediterraneo, N°12-13:107-125.
- [6] Vacca, A., S. Loddo, G. Serra and A. Aru. 2003. Soil degradation in Sardinia (Italy): main factors and processes. In: P. Zdruli, P. Steduto, S. Kapur (Eds.), 7th International Meeting on Soils with Mediterranean Type of Climate (Selected Papers), Options Méditerranéennes, Series: Mediterranean Seminars, Volume A54, Valenzano (BA), Italy, ISBN 2-85352-261-x, ISSN 1016-121-x, in press.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [66] Baldacini, P. S. Madrau, F. Previtali, G. Dessì e M.A.Deroma. 2002. I suoli del bacino del rio d'Astimini – Fiume Santo (Sardegna nord-occidentale).

<i>Pressioni: sovrappascolamento</i>	<i>Stato: erosione accelerata, compattamento, variazione del ciclo idrologico del suolo, riduzione del contenuto in sostanza organica</i>

- [17] Cau, L. 1995. Common land and land degradation in Sardinia. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia", Sassari, Italy, 25 May 1994:291-298.
- [18] D'Angelo, M., G. Enne, S. Madrau, L. Percich, F. Previtali, G. Pulina and C. Zucca. 2000. Mitigating land degradation in Mediterranean agro-silvo-pastoral system: a GIS-based approach. Catena 40:37-49.
- [19] Enne, G., M. D'Angelo, C. Caredda, M. Gutierrez, R. Manconi, G. Pulina, C. Zanolli and C. Zucca. 1999. Land degradation and grazing in Sardinia. In:

MEDALUS III Project 1, Core Project, Final Report. Contract ENV4-CT95-0115 :391-432.

- [22] Pulina, G., A. Zanda and G. Enne. 1995. The impact of animal husbandry on the degradation of the soil. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:231-239.

<i>Pressioni: forestazione produttiva</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [24] Aru, A., P. Baldaccini, M.R. Lai, R. Puddu, D. Tomasi and A. Vacca. 1998. Santa Lucia Field Site, Sardinia, Italy. In: P. Mairota, J.B. Thornes and N. Geeson (Eds.), Atlas of Mediterranean environments in Europe: the desertification context, John Wiley & Sons Ltd, Chichester, England, ISBN 0-471-96092-6:116-118.
- [25] Aru, A., I. Camarda, S. Loddo, G. Pinna, R. Puddu, V. Satta, D. Tomasi, A. Vacca and G. Serra. 1999. Field investigations at the Santa Lucia field site, Sardinia, Italy. In: MEDALUS III Project 1, Core Project, Final Report. Contract ENV4-CT95-0115 :67-94.
- [26] Kosmas, C., N. Danalatos, L.H. Cammeraat, M. Chabart, J. Diamantopoulos, R. Farand, L. Gutierrez, A. Jacob, H. Marques, J. Martinez-Fernandez, A. Mizara, N. Moustakas, J.M. Nicolau, C. Oliveros, G. Pinna, R. Puddu, J. Puigdefabregas, M. Roxo, A. Simao, G. Stamou, D. Tomasi, D. Usai and A. Vacca. 1997. The effect of land use on runoff and soil erosion rates under Mediterranean conditions. Catena 29:45-59.
- [28] Puddu, R., D. Tomasi and A. Vacca. 1998. Erosion in areas afforested with Eucalyptus: a case study in southern Sardinia (Italy). Geoökodynamik 29 (3/4):189-201.
- [29] Romero-Díaz, A., L.H. Cammeraat, A. Vacca and C. Kosmas. 1999. Soil erosion at three experimental sites in the Mediterranean. Earth Surf. Process. Landforms 24:1243-1256.
- [30] Tomasi, D., R. Puddu e A. Vacca. 1995. Erosione ed uso del suolo: indicazioni per la gestione e la pianificazione del territorio. Un esempio nella Sardegna sud-occidentale. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. “Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio”, Cagliari, 6-10 giugno 1995:77-86.
- [31] Vacca, A., R. Puddu, D. Tomasi and D. Usai. 1995. Erosion measurements in three areas of Santa Lucia catchment with different land uses. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:115-127.
- [32] Vacca, A., S. Loddo, G. Ollesch, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi and A. Aru. 2000. Measurement of runoff and soil erosion in three areas under different land use in Sardinia (Italy). Catena 40:69-92.

<i>Pressioni: arature in aree forestali, sovrappascolament, deforestazione, incendi</i>	<i>Stato: erosione, riduzione del contenuto in sostanza organica, variazione del ciclo idrologico del suolo, compattazione</i>

- [65] Vacca, A. 2000. Effect of land use on forest floor and soil of a *Quercus suber* L. forest in Gallura (Sardinia, Italy). *Land Degrad. Develop.*, 11: 167.-180.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DAGLI INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [35] D'Angelo, M. and P. Podda. 1995. Fire hazard assessment in Sardinia as a model for semi-arid Mediterranean environment. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): *Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia"*, Sassari, Italy, 25 May 1994:251-263.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI

<i>Pressioni: escavazione in aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [37] Puddu, R. and M.R. Lai..1993. Soil geological and environmental survey in the Rio S. Lucia catchment basin (Southern Sardinia, Italy). In: R. Fantechi, D. Peter, P. Balabanis and J.L. Rubio (Editors): *Proceedings of the Conference "Desertification in a European context: Physical and socio-economic aspects"*, Alicante, Spain, 6-13 October 1993:583-602.
- [38] Puddu, R. e M.R. Lai. 1994. Indagini pedologiche e geoambientali nel bacino del Rio S. Lucia (Sardegna meridionale). *Geologica Romana*, Vol. XXX:335-350.

<i>Pressioni: discarica di materiali inquinanti</i>	<i>Stato: inquinamento, acidificazione</i>

- [40] Aru, A. 1993. The problems of heavy metals pollution in mining areas of Sardinia. Preliminary findings. *Studi Sassaresi*, Sez. III – *Annali della Facoltà di Agraria dell'Università di Sassari* Vol. XXXV (2°):293-300.
- [41] Aru, A., B. Madeddu and A. Kahnmoiei. 1995. Soil contamination by heavy metals from mines. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): *Proceedings of the Conference "Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia"*, Sassari, Italy, 25 May 1994:265-283.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [47] Gentileschi, M.L. 1995. Population growth in metropolitan and coastal areas and land use in Sardinia. Human and Geographical studies in the Commune of Capoterra. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:285-290.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI

<i>Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri</i>	<i>Stato: salinizzazione</i>

- [49] Aru, A., A. Vacca, D. Usai, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi, G. Pinna, G. Barrocu, M.G. Sciabica, G. Uras, M.L. Gentileschi, L. Cau, A. Pes, M. Jorio, I. Camarda, V. Satta, P. Baldacchini, S. Vacca, P. Botti and R. Lai. 1996. Salt water intrusion, waste water, field site: Santa Lucia, Sardinia. In: MEDALUS II Project 3, Managing Desertification, Final Report. Contract EV5V-CT92-0165:1-38.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [55] Aru, A. 1996. The Sardinia case: assessing the desertification problem at the regional scale. Proceedings of “International Conference on Mediterranean Desertification – Research Results and Policy Implications”, Crete-Hellas 29 October-1 November 1996.
- [56] Aru, A., A. Vacca, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi, I. Camarda, V. Satta and G. Pinna. 1999. Land degradation and desertification indicators in Sardinia. In: MEDALUS III Project 1, Core Project, Final Report. Contract ENV4-CT95-0115 :345-390.
- [57] Baldaccini, P., F. Previtali, S. Madrau, M.A. Deroma, G. Dessì and Y. Goussikpe. 1995. Study of the rio Astimini basin and problems relating to desertification: pedological outlines. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:77-85.
- [59] Camarda, I. and V. Satta. 1995. Degradation of vegetation and desertification processes in Is Olias (Southern Sardinia). In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:201-209.
- [60] Enne, G., M. D’Angelo, S. Madrau e C. Zucca. 1998. Uso del suolo e desertificazione in ambiente Mediterraneo: il caso della Bassa Baronia, Sardegna (Italia). Mediterraneo, N°12-13:243-267.
- [61] Lai, M.R., S. Loddo, R. Puddu, G. Serra e A. Aru. 1995. Lo studio geopedologico nella pianificazione degli interventi di difesa del suolo e di mitigazione della

desertificazione. Salvaguardia della risorsa pedologica nel quadro della Legge N. 183/89: il bacino del Rio Santa Lucia di Capoterra. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:351-354.

- [62] Previtali, F. 1996. Studies on soil degradation and desertification processes in Sardinia (Italy) on the framework of the Ec-MEDALUS Project. Abstracts of the International Conference on Land Degradation, University of Cukurova, Adana, Turkey, 10-14 June 1996:57.

PROGETTO PANDA:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [8] Caredda, S., C. Porqueddu, L. Sulas, V. Solinas e A. Bazzoni. 1997. Analisi ambientale di sistemi cerealicolo-zootecnici sardi: aspetti erosivi. Nota I. Progetto finalizzato Produzione Agricola Nella Difesa dell'Ambiente (PANDA) - sottoprogetto 2, Serie 1, Sistemi colturali, Pubblicazione n°80. Agricoltura Ricerca, 170:43-50.

<i>Pressioni: arature in aree forestali, sovrappascolament, deforestazione, incendi</i>	<i>Stato: erosione, riduzione del contenuto in sostanza organica, variazione del ciclo idrologico del suolo, compattazione</i>

- [12] Trastu, S., D. Usai, V. Satta, G. Brundu, A. Aru, I. Camarda e P. Baldaccini. 1995. Prime considerazioni sulla degradazione delle aree sughericole in Sardegna (Prog. PANDA). Atti del Convegno annuale S.I.S.S. "Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio", Cagliari, 6-10 giugno 1995:165-176.

PROGETTO C.N.R. CONSERVAZIONE DEL SUOLO – SOTTOPROGETTO DINAMICA DEI VERSANTI:

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DAGLI INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [36] Giovannini, G. 1980. Rischi erosivi a seguito di incendi: una esperienza in Sardegna. Atti del Convegno "Le terre marginali nell'Ambiente insulare Italiano: il

loro recupero in Sardegna - Le problematiche delle Terre Marginali Vol. IV”, Sassari 11-12 Dicembre 1980:87-96.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [44] Aru, A., P. Baldaccini, A. Malquori, R.T. Melis e S. Vacca. 1983. Il consumo delle terre a causa della espansione urbana del territorio intorno a Cagliari. Progetto finalizzato “Conservazione del suolo” Sottoprogetto Dinamica dei Versanti – Consiglio Nazionale delle Ricerche. Pubblicazione n°94. Cagliari 1983, pp. 39.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

<i>Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia</i>	<i>Stato: erosione</i>

- [53] Baldaccini, P., L. Maccioni e R.T. Melis. 1981. Su alcune toposequenze di suoli nel Bacino del Rio S’Acqua Callenti (Sardegna meridionale). Studi Sassaresi, Vol. XXVII, Sez. III:293-324.

PROGETTO DI SENSIBILIZZAZIONE FORMAZIONE ED INFORMAZIONE CONTRO L’EFFETTO SERRA E LA DESERTIFICAZIONE:

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [58] Falocco, S. e C. Lubello. 2001. Le Regioni italiane con territorio a rischio: Sardegna. In: Manuale per la lotta all’effetto Serra e alla Desertificazione.

LAVORI SCIENTIFICI CHE NON RICADONO IN PROGETTI SPECIFICI :

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE GENERALI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO A SCALA REGIONALE

- [1] Aru, A. 1985. The soils of Sardinia and their state of conservation. Geoökodynamic VI, 1/2:71-84.
- [2] Aru, A., P. Baldaccini, M.A. Dessena, F. Fantola, M.R. Lai, S. Loddo, S. Madrau, R. Puddu, G. Serra, D. Tomasi, A. Vacca e S. Vacca. 1998. La qualità del suolo per un ambiente sostenibile: il caso Sardegna. Boll. Soc. It. Sc. Suolo, Anno XLVII, 3:311-334.
- [5] Vacca, A. and S. Vacca. 2001. Soil degradation in Sardinia – Historical causes and current processes due to anthropogenic pressure. Petermanns Geographische Mitteilungen 145:68-78.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ AGRO-SILVO-PASTORALI

<i>Pressioni: lavorazioni non razionali</i>	<i>Stato: erosione accelerata</i>

- [7] Aru, A. 1962. Sui fenomeni erosivi verificatisi nel Campidano Cagliaritano per le intense precipitazioni del novembre 1961. L' Italia Forestale e Montana, Anno XVII – Fasc. n°5:185-189.
- [52] Aru, A. 1974. Aspetti della degradazione del suolo nella Sardegna Centrale. Biologia Contemporanea, Anno I – n° 3:105-112.
- [65] Zanchi, C., P. Botti, S. Vacca, G. Rodolfi. 1995. Analisi e valutazioni del processo di eutrofizzazione delle acque del sistema Flumendosa-Campidano. Nota III: Aspetti idrologici e quantificazione del processo erosivo. Atti del Convegno annuale S.I.S.S. “Il Ruolo della Pedologia nella Pianificazione e Gestione del Territorio”, Cagliari, 6-10 giugno 1995:49-56.

<i>Pressioni: uso eccessivo di fertilizzanti</i>	<i>Stato: inquinamento</i>

- [11] Aru, A. and D. Tommasi. 2003. Soil and water contamination caused by improper agricultural practice: an example in Arborea, Sardinia. Geoökodynamik 24:77-90.

<i>Pressioni: interventi di miglioramento pascolo</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, riduzione del contenuto in sostanza organica</i>

- [13] Berardo, D., P. Asara, R. Piras, P. Baffigo and I. Ibba. 1995. Regional laws for the works of land improvement and forestation: their effect on the soil degradation processes in Sardinia. In: A. Aru, G. Enne and G. Pulina (Editors): Proceedings of the Conference “Land use and soil degradation. MEDALUS in Sardinia”, Sassari, Italy, 25 May 1994:41-49.
- [14] D'Angelo, M., S. Madrau, L. Percich, F. Previtali e C. Zucca. 1998. Un modello di antropizzazione del territorio mediterraneo; l'utilizzazione agropastorale di aree a vocazione forestale. Contributi scientifici, Convegno annuale S.I.S.S. “Suoli tra vulcanismo e antropizzazione”, Napoli-Ischia, 1-5 giugno 1998.
- [15] Porqueddu, C. e P.P. Roggero. 1993. Tecniche di miglioramento dei pascoli e fenomeni erosivi. Atti del Convegno “La difesa del suolo in ambiente Mediterraneo”, Cala Gonone (Nu) 12-14 Giugno 1991, ERSAT:141-158.
- [16] Ollesch, G. e A. Vacca. 1999. Turnover dei fosfati e dei processi di degradazione in un ecosistema a pascolo in Sardegna. Boll. Soc. It. Sc. Suolo 48:329-348.

<i>Pressioni: forestazione produttiva</i>	<i>Stato: erosione accelerata, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [27] Lucci, S. e S. Della Lena. 1993. Studi parcellari per la misura dell'erosione causata da diversi metodi di preparazione del terreno al rimboschimento con fini produttivi: primi risultati. Atti del Convegno "La difesa del suolo in ambiente Mediterraneo", Cala Gonone (Nu) 12-14 Giugno 1991, ERSAT:222-231.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DAGLI INCENDI

<i>Pressioni: incendi</i>	<i>Stato: erosione accelerata, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto in sostanza organica, diminuzione nella attività e nella biodiversità della fauna e della flora del suolo</i>

- [33] Aru, A. 1972. Considerazioni sugli incendi come causa dell'erosione dei suoli in Sardegna. Bollettino della Società Sarda di Scienze Naturali, Anno VI, Vol. XI:3-14.
- [34] Assessorato della Programmazione, Bilancio e Assetto del Territorio della Regione Autonoma della Sardegna. Le conseguenze ecologiche degli incendi. La programmazione in Sardegna 109-111, la lotta contro il fuoco, analisi del rischio e prevenzione. Proposte per un programma d'azione. ISSN 0391-8351:68-77.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA ATTIVITÀ INDUSTRIALI

<i>Pressioni: escavazione in aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [39] Lai, M.R. 1987. Analisi ambientale e valutazione del territorio in un'area della Sardegna meridionale (Margine rosso-Capitana). Cultura del paesaggio e metodi del territorio:102-119.

<i>Pressioni: occupazione di aree agricole</i>	<i>Stato: consumo di suoli agricoli</i>

- [42] Aru, A. 2001. La vulnerabilità dei suoli in relazione all'espansione urbana ed industriale: il caso Sardegna. Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 50:461-476.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA URBANIZZAZIONE

Pressioni: occupazione di aree agricole

Stato: consumo di suoli agricoli

- [43] Aru, A., P. Baldaccini, S. Vacca. 1981. Evaluation of soil losses caused by urban expansion of the city of Cagliari and its hinterland (Italy). Proceedings of the Symposium "Soil Problems in Urban Areas", Berlin 7-9 September 1981:50.
- [48] Madrau, S. 2002. Il consumo di suolo per urbanizzazione nei territori di Sassari e Stintino (Sardegna nord-occidentale), negli anni 1989-1998. In: C. Bini (Ed.), Suoli, Ambiente, Uomo: Omaggio a Fiorenzo Mancini – 80 anni di pedologia, Edifir Ltd. Firenze:81-109.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO CAUSATE DA SFRUTTAMENTO ECCESSIVO DEGLI ACQUIFERI COSTIERI

Pressioni: sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri

Stato: salinizzazione

- [50] Puddu, R., F. Sanna, S. Fanni, F. Fantola, D. Manca, G. Mereu, N. Fadda, P. Lai, M. Onano. 2002. Realizzazione di un sistema di monitoraggio per il controllo del fenomeno di salinizzazione dei suoli: risultati della fase conoscitiva nella Piana Muravera-Villaputzu (Sardegna sud-orientale). Bollettino della Società Italiana della Scienza del Suolo, 50:607-625.
- [51] Aru, A. Nota illustrativa alla carta pedologica della Bassa Valle del Flumendosa, con particolare riferimento ai suoli salini. C.R.A.S., Cagliari:3-41.

LAVORI CHE AFFRONTANO TEMATICHE DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO PER CAUSE NATURALI

Determinanti: precipitazioni, roccia madre, morfologia

Stato: erosione

- [52] Aru, A. 1974. Aspetti della degradazione del suolo nella Sardegna Centrale. Biologia Contemporanea, Anno I – n° 3:105-112.
- [54] Seuffert, O. 1993. L'erosione dei suoli in Sardegna. Aspetti quantitativi e qualitativi per il controllo dei diversi fattori. Atti del Convegno "La difesa del suolo in ambiente mediterraneo", Cala Gonone (Nu), 12-14 Giugno 1991, ERSAT:78-93.

LAVORI CHE AFFRONTANO LA TEMATICA DELLA DESERTIFICAZIONE

- [63] Servizio valutazione impatto ambientale informazione ai cittadini e per la relazione sullo stato dell'ambiente. 1997. La desertificazione in Sardegna. In: Relazione sullo stato dell'ambiente. Ministero dell'Ambiente, Roma:66-69.
- [64] Vacca, S. 2002. Esempi di processi di desertificazione in ambiente Mediterraneo. Il caso Sardegna. In: C. Bini (Ed.), Suoli, Ambiente, Uomo: Omaggio a Fiorenzo Mancini – 80 anni di pedologia, Edifir Ltd. Firenze:127-133.

3 PRINCIPALI FATTORI E PROCESSI DI DEGRADAZIONE DEL SUOLO RISCONTRATI NELLE REGIONI ESAMINATE

3.1 Conclusioni

I fattori della degradazione del suolo sono gli agenti ed i catalizzatori che innescano quei processi che inducono variazioni in una o più proprietà del suolo e nei suoi attributi fondamentali per il sostegno della vita (Lal et al., 1989). I processi di degradazione del suolo comprendono le azioni ed interazioni chimiche, fisiche e biologiche che intaccano le capacità di autoregolazione del suolo e la sua produttività (Lal et al., 1989). Dall'analisi della documentazione raccolta, risulta evidente come nelle regioni esaminate i principali fattori di degradazione del suolo sono prevalentemente antropici ed in particolare legati alle attività agro-silvo-pastorali, a quelle industriali, ed all'urbanizzazione (Fig. 3.1). I principali processi (fisici, chimici e biologici) di degradazione del suolo sono l'erosione accelerata, il consumo di suoli agricoli, il compattamento, la salinizzazione, l'inquinamento, la riduzione del contenuto in sostanza organica e l'alterazione nei processi biologici verso direzioni sfavorevoli (Fig. 1). Solo in pochi casi i fattori risultano essere di origine naturale. In particolare, in alcune aree della Basilicata e della Calabria litologie fortemente erodibili associate a morfologie acclivi sono i fattori naturali che inducono processi erosivi. Altre volte, come in alcune aree siciliane, è la presenza di sali nel substrato litologico a determinare processi di salinizzazione.

Lo stato delle conoscenze sui fattori ed i processi della degradazione del suolo nelle regioni esaminate appare nel complesso sufficiente, anche se esiste una forte disomogeneità regionale nel livello di conoscenza delle problematiche. In particolare sono emerse le seguenti criticità:

- assenza di un quadro di riferimento generale sulla situazione della degradazione del suolo basato su dati conoscitivi sperimentali;
- carenza di un approccio integrato all'interno delle singole ricerche, che tenga in considerazione i diversi effetti determinati dai singoli processi;
- carenza nell'indicare gli areali di rappresentatività dei casi studio, al fine di poter estendere i risultati delle ricerche ad areali più vasti.

Tali carenze hanno di fatto impedito la perimetrazione cartografica delle aree sensibili ai processi di desertificazione e di degradazione del suolo, anche se tali aree, almeno dal punto di vista qualitativo, sono chiaramente identificabili con i Land Degradation Systems individuati per le singole regioni nel Capitolo 2.

3.2 Riferimenti bibliografici

- Lal R., Hall G.F., Miller P., (1989). Soil degradation: I. Basic processes. Land Degradation and Rehabilitation, 1: 51-69.
- Vacca A., Loddo S., Puddu R., Serra G., Tomasi D., Aru A., (1998). Aspetti della degradazione del suolo in Sardegna (Italia). *Mediterrâneo*, 12/13: 107-125.

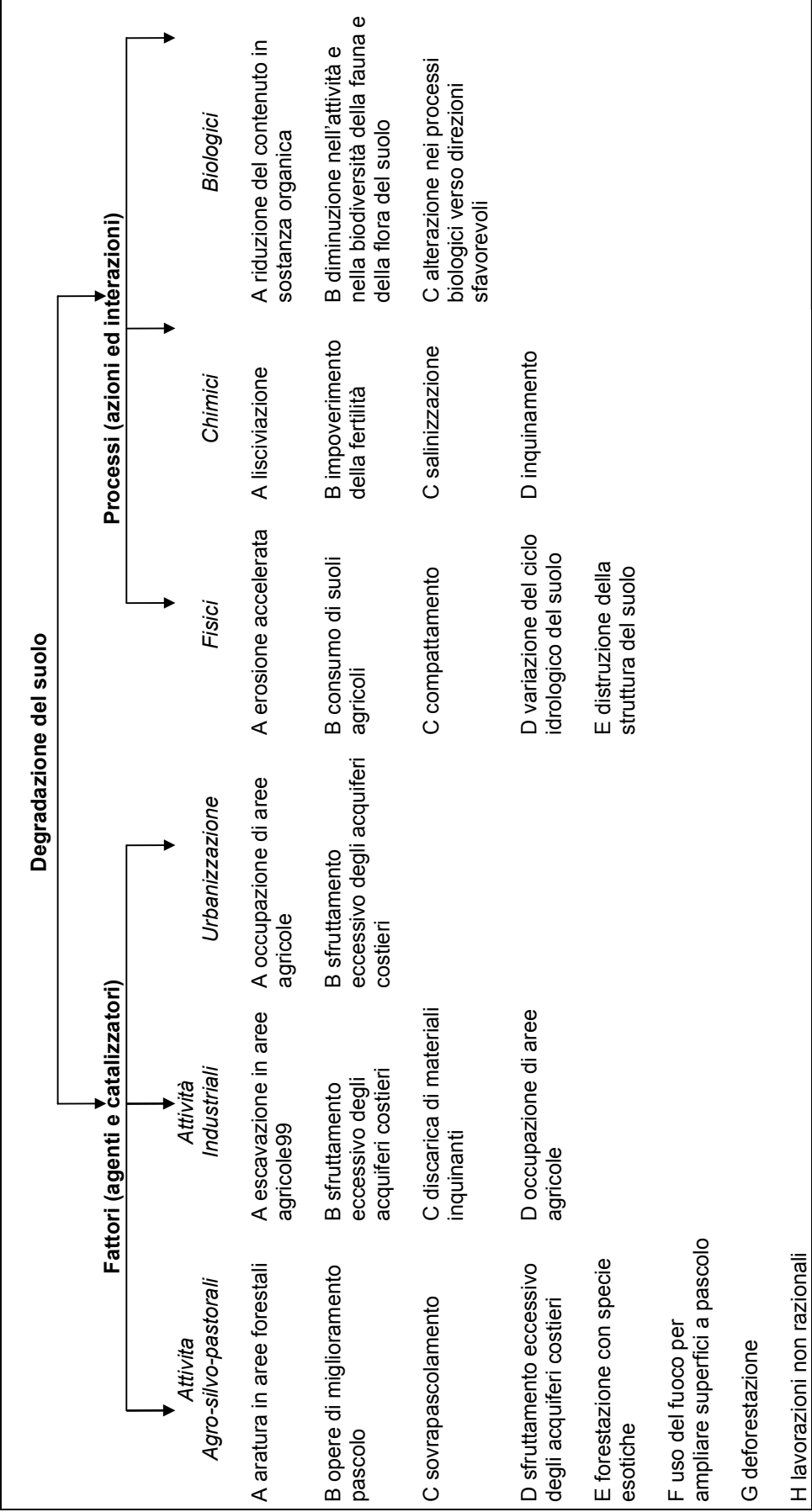


Figura 3.1 - Principali fattori e processi di degradazione del suolo riscontrati nelle regioni esaminate
 (fonte: Vacca et al., 1998, modificato)



Università degli Studi di Sassari
Centro Interdipartimentale di Ateneo
NRD-UNISS

SINTESI SINOTTICA

ZUCCA. C^{*}, MARRONE V.A^{*}.

Indirizzi di posta elettronica degli autori:
clzucca@uniss.it, alessandro.marrone@libero.it

* Università degli Studi di Sassari - Centro Interdipartimentale di Ateneo NRD-UNISS

1. INTRODUZIONE

Nonostante alle equipe incaricate dei tre lavori siano state date linee guida e schemi di riferimento comuni, gli studi realizzati presentano eterogeneità in termini di struttura e di contenuti. Tali eterogeneità derivano da diversi fattori:

- diversità di approccio metodologico proprio delle diverse discipline e delle diverse scuole coinvolte;
- diversità, in termini di abbondanza e di approccio, delle ricerche sulle quali gli studi si sono basati;
- diverso grado di accessibilità dei dati e delle informazioni generati dalle ricerche considerate.

Per quanto riguarda l'approccio adottato, va sottolineato che agli autori è stato esplicitamente richiesto di ridurre al minimo il proprio intervento di rielaborazione personale delle informazioni reperite, in modo che gli studi rappresentassero un'immagine fedele delle evidenze emerse nell'ambito di ricerche di natura sperimentale. È stato inoltre esplicitamente richiesto che fossero prese in considerazione, in maniera prioritaria, le ricerche condotte nell'ambito di progetti di ricerca strutturati e specificamente rivolti allo studio della degradazione delle terre negli ambienti mediterranei. Si è cioè suggerito di lasciare in secondo piano gli studi puntuali e di natura occasionale.

Detto questo, appare evidente che lo studio Suoli si è potuto basare su un'abbondanza molto maggiore di materiale, seppure di qualità diversa, che ha reso possibile una trattazione regione per regione e la rappresentazione dei casi di studio mediante lo schema DPSIR (tale rappresentazione non è quasi mai presente in forma esplicita nelle pubblicazioni esaminate ed è stata quindi frutto di rielaborazione da parte degli autori dello studio specifico).

Per quanto riguarda lo studio Acque, a differenza di quello sui suoli, le principali fonti di informazioni sono di natura istituzionale, ossia studi ed interventi di monitoraggio realizzati da parte di enti preposti alla gestione delle risorse idriche; in questo caso la principale fonte di eterogeneità per lo studio è stata costituita dal diverso grado di accessibilità di tali dati e informazioni. Come si sa, la gestione delle risorse idriche è demandata ad una miriade di enti distribuiti sul territorio nazionale, l'ubicazione dei dati è a volte incerta e i criteri con i quali sono gestiti la disponibilità e l'accesso a tali dati sono molto variabili: il risultato è stato una certa eterogeneità della distribuzione spaziale dei casi di studio individuati. La natura delle fonti considerate, che vede la presenza di numerosi studi puntuali, ha suggerito agli autori una trattazione di tipo schematico, con tabelle di sintesi e riferimenti a indicatori specifici, supportata da una banca dati GIS appositamente realizzata.

Lo studio Foreste si è invece potuto basare su una disponibilità di ricerche specifiche molto minore e fortemente condizionate da un approccio tradizionale, secondo il quale la degradazione delle coperture forestali influenza la degradazione delle terre solo nella misura in cui contribuisce a innescare o accelerare i processi di degradazione del suolo. L'elaborazione ha dovuto quindi partire da un lavoro di ridefinizione dei propri riferimenti concettuali, svolto in collaborazione con NRD nel corso della prima fase del lavoro.

La scarsa disponibilità di ricerche specifiche e la diversità degli approcci hanno indotto inoltre gli autori a svolgere un puntuale lavoro di segnalazione delle lacune e dei bisogni esistenti, oltre che a sviluppare essi stessi ipotesi originali di schematizzazione e sistematizzazione. Alla trattazione regione per regione si è preferita una trattazione tematica.

Tutte le differenze descritte sopra e altre ancora sono state ampiamente discusse nell'ambito di numerosi incontri che NRD ha avuto con gli autori, a seguito dei quali si è preferito non costringere questi ultimi all'interno di schemi troppo rigidi, bensì di mitigare e valorizzare l'eterogeneità degli approcci attraverso la predisposizione di una appendice sinottica.

L'analisi sinottica sviluppata di seguito ha lo scopo di fornire una semplificazione schematica ma fedele dei contenuti, evidenziare analogie tematiche e coincidenze geografiche.

Il lavoro è articolato in sei parti, di cui la sesta consiste in una banca dati geografica di sintesi di tutte le aree interessate da fenomeni di degradazione di diversa natura:

- Quadro sinottico delle tipologie di degrado;
- Quadro sinottico delle tipologie di degrado suddivise per regioni;
- Schematizzazione del modello DPSIR;
- Identificazione di aree trattate da più studi;
- Incrocio con le aree pilota;
- Realizzazione della carta di sintesi.

Tutti i contenuti delle tabelle di sintesi riproducono fedelmente, senza alcuna modifica e rielaborazione, i contenuti dei relativi studi.

Lo scopo delle tabelle è molteplice:

- fornire, attraverso la schematizzazione per tipologie e secondo il modello DPSIR, un quadro di sintesi efficace di quanto emerge dagli studi;
- offrire chiavi di lettura comuni ed efficaci per accedere ai contenuti dei tre studi;
- offrire una sorta di indice analitico con collegamenti ipertestuali verso i contenuti degli studi;
- stabilire una relazione tra le ricerche esistenti e le attività in atto nelle aree pilota del progetto RIADE;
- proporre un sistema flessibile e aperto di banca dati geografica degli studi e delle problematiche di desertificazione osservate nel nostro paese, ulteriormente sviluppabile in futuro.

Di seguito vengono descritti sinteticamente i sei contributi sviluppati, evidenziando brevemente le principali eterogeneità tra i tre studi, emerse in fase di schematizzazione dei contenuti.

- *Quadro sinottico delle tipologie di degrado* riscontrate negli studi, con indicazione dei rispettivi processi in atto e delle cause. Nel rapporto Acque mancano le descrizioni dei processi di degrado, ovvero sono indicate le driving forces per le diverse tipologie e le rispettive pressioni.
- *Quadro sinottico delle tipologie di degrado suddivise per regioni*; le tipologie di degrado descritte nel quadro precedente, sono presentate regione per regione.

- *Schematizzazione secondo il modello DPSIR*; è stato possibile realizzarla compiutamente solo per rapporti Suoli e Acque, in quanto nel rapporto Foreste le componenti non sono state individuate ed analizzate singolarmente, ma sono state individuate: driving forces a prevalente azione di degrado (ad es. attività zootecnica, incendi forestali, urbanizzazione) ed a prevalente azione di recupero (es. rimboschimento, gestione sostenibile dei boschi). A queste driving forces, non segue un'indicazione delle rispettive pressioni e degli impatti provocati, ma solo un'indicazione di massima delle pressioni esistenti nel territorio e dello stato dei sistemi forestali, senza un vero collegamento esplicito con le driving forces indicate precedentemente.
- *Identificazione di aree trattate da più studi*; sono indicate le località e le aree interessate da almeno due rapporti, con l'analisi sintetica delle problematiche riscontrate. È possibile osservare quali siano i processi di degrado individuati nelle medesime aree per suoli e acque, mentre nel rapporto Foreste non sono stati individuati sistemi di degrado localizzati, ma solo descritti a livello regionale, tranne pochi esempi.
- *Incrocio con le aree pilota*; all'interno dei rapporti sono stati evidenziati i casi di studio ricadenti nelle aree pilota del progetto RIADE. In particolare, sono risultate dettagliate le informazioni, presenti in tutti i rapporti, per il bacino del fiume Salso-Imera Meridionale (Sicilia). Meno complete sono le indicazioni presenti per le aree del Tavoliere di Foggia, la Bassa Val d'Agri e le Murge, con informazioni desunte solo dai rapporti Suoli ed Acque. Mancano casi di studio per l'area pilota della Nurra.
- *Realizzazione della carta di sintesi*; è stato realizzato un quadro riassuntivo delle tipologie e dei processi di degrado riscontrati e suddivisi per le diverse località individuate. Tali informazioni sono state georeferenziate e inserite in un GIS appositamente strutturato, sviluppato a partire dalla banca dati predisposta per lo studio Acque.

2. QUADRO SINOTTICO DELLE TIPOLOGIE E/O PROCESSI DI DEGRADAZIONE OSSERVATE E/O SEGNALATE (*)

SUOLI		
TIPOLOGIE DI DEGRADO (STATO)	PROCESSI DI DEGRADO	DRIVING FORCES/PRESSIONI (CAUSE)
- perdita diffusa per erosione e movimenti di massa (19, 35, 45, 61, 65, 102, 116, 99)	- movimenti franosi (19)	- lavorazioni non razionali - deforestazione - apertura di strade - incendi
	- erosione idrica attivata da degrado della struttura dei suoli (35)	- riduzione della pietrosità - macinazione dei primi 10 cm di substrato con livellamento della superficie di lavorazione
	- erosione idrica diffusa (61, 65, 102, 106)	- forestazione ad eucalipti - lavorazioni non razionali - deforestazione - sovrappascolamento - incendi - arature in aree forestali
	- erosione idrica incanalata (Gully erosion) (45)	- lavorazioni non razionali - deforestazione
	- erosione e variazioni della capacità di ritenzione idrica (99)	- lavorazioni non razionali con modifiche negli ordinamenti colturali da seminativi a frutteti - accumulo di sodio derivante da acque irrigue ricche in Sali
- formazioni di crostoni superficiali di sali di sodio (81, 84)	- salinizzazione in aree agricole	- roccia madre (substrato calcarenitico)
- aumento del contenuto di sali nei suoli (33, 50, 66, 82, 109)	- salinizzazione in aree costiere	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri

SUOLI		
TIPOLOGIE DI DEGRADO (STATO)	PROCESSI DI DEGRADO	DRIVING FORCES/PRESSIONI (CAUSE)
- concentrazioni di carbonati - degradazione della struttura per forti accumuli di sodio (36)	- alcalinizzazione	- concentrazioni di carbonati portati in superficie da scassi profondi - uso di acque irrigue ricche in sali
- contaminazione chimica dei suoli (68, 107)	- inquinamento da attività agricole	- uso eccessivo di fertilizzanti
- inquinamento e degradazione dei suoli - perdita di produttività (21, 84, 108)	- inquinamento da attività industriale	- discariche di prodotti industriali - discariche di materiali di cava e di miniera
- degradazione dei suoli in aree sughericole (104)	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto in sostanza organica	- lavorazioni non razionali - arature in aree forestali - interventi di miglioramento dei pascoli - sovrappascolamento - deforestazione - incendi
- degradazione dei suoli per sovrappascolamento (107)	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto in sostanza organica	- pratiche agronomiche inadeguate - interventi di miglioramento pascoli - sovrappascolamento
- degradazione dei suoli in aree percorse da incendi (50, 67, 85, 110)	- erosione - distruzione dell'attività biologica	- azione antropica - deforestazione
- consumo di suoli agricoli da attività produttive o residenziali (23, 37, 84, 111, 112)	- consumo di suoli agricoli	- apertura di cave - costruzioni di edifici e strade

ACQUE SUPERFICIALI		
TIPOLOGIE DI DEGRADO	PROCESSI DI DEGRADO	DRIVING FORCES
- inquinamento chimico organico (35, 56, 120)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - attività industriali - discariche di rifiuti - insediamenti urbani - altre opere antropiche
- inquinamento chimico inorganico non metallico (35, 56, 71, 87, 102, 120)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - attività minerarie - attività industriali - discariche di rifiuti - impianti di trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani
- salinazione da commistione con acque fortemente salate (35, 102, 120)	- nessuna indicazione	- opere antropiche
- eutrofizzazione (35, 56)	- nessuna indicazione	- attività agricole - insediamenti urbani
- inquinamento da agenti non meglio definiti (36, 71, 120)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività minerarie - insediamenti urbani - altre opere antropiche
- inquinamento da metalli pesanti (35, 87)	- nessuna indicazione	- impianti di trattamento di reflui civili - emissione di reflui urbani - insediamenti urbani
- inquinamento da batteri e virus (87)	- nessuna indicazione	- emissione di reflui urbani - discariche di rifiuti - impianti di trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani
- degrado quantitativo (102)	- nessuna indicazione	- insediamenti urbani

ACQUE SOTTERRANEE		
TIPOLOGIE DI DEGRADO	PROCESSI DI DEGRADO	DRIVING FORCES
- inquinamento chimico organico (36, 71, 87, 103)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - attività industriali - discariche di rifiuti - impianti di trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani - altre opere antropiche
- inquinamento chimico inorganico non metallico (36, 37, 71, 87, 102, 103, 120)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - attività minerarie - attività industriali - discariche di rifiuti - impianti di trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani - altre opere antropiche
- salinazione da commistione con acque fortemente salate (36, 37, 71, 88, 102, 103, 120)	- nessuna indicazione	- presenze turistiche - attività agricole - attività zootecniche - attività industriali - discariche di rifiuti - insediamenti urbani - altre opere antropiche
- inquinamento da agenti non meglio definiti (36, 37, 103)	- nessuna indicazione	- insediamenti urbani
- inquinamento da metalli pesanti (37, 71, 88)	- nessuna indicazione	- presenze turistiche - attività agricole - attività minerarie - attività industriali - insediamenti urbani - discariche di rifiuti - altre opere antropiche
- inquinamento da batteri e virus (71, 88)	- nessuna indicazione	- attività zootecniche - discariche di rifiuti - impianti di trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani
- degrado quantitativo (36, 37, 88, 102, 103)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività industriali - insediamenti urbani - altre opere antropiche

FORESTE		
TIPOLOGIE DI DEGRADO	PROCESSI DI DEGRADO	DRIVING FORCES
- degrado da incendi boschivi (80)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione di biomassa e di produttività biologica	- attività antropica
- degrado e deperimento della vegetazione costiera (83)	- declino e frammentazione della vegetazione forestale dunale a scala territoriale	- influenza dell'aerosol marino
- realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschimenti (83)	- variazione della biodiversità	- valutazioni errate nella scelta dei siti d'impianto e delle specie
- espansione delle attività pastorali su scala territoriale (79)	- riduzione della produttività biologica - prevalenza delle specie xerofile - erosione del suolo - riduzione dello spessore degli orizzonti organici del suolo - alterazione dell'attività biologica del suolo	- apertura di nuovi pascoli - effetto congiunto di elevata pressione della ceduazione e degli incendi
- deperimento delle specie quercine (62, 81)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione di biomassa e produttività biologica - riduzione della disponibilità e alterazione della struttura dell'habitat	- clima - insetti defolianti - siccità - salinità - infezioni virali - alte temperature - attività di insetti infestanti della corteccia e del legno, funghi patogeni e altri
- degrado dei boschi di sughera (82)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione della biomassa e produttività biologica - riduzione della disponibilità e alterazione della struttura dell'habitat	- incendi - lavorazioni del terreno - insetti litofagi - potature - pascolamento

(*) La presente tabella non rappresenta un quadro esaustivo, ma una sintesi delle osservazioni discusse nei 3 studi e realmente condotte nell'ambito di ricerche scientifiche. Ogni riga si riferisce quindi ad un caso concreto, descritto dallo studio specifico. I numeri tra parentesi sono collegamenti ai relativi numeri di pagina.

3. QUADRO SINOTTICO DELLE TIPOLOGIE DI DEGRADO SUDDIVISE PER REGIONE

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste		
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces
Campania	- perdita diffusa per erosione e movimenti di massa (19)	- movimenti franosi	- lavorazioni non razionali - deforestazione - apertura di strade - incendi	- inquinamento chimico organico (87)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività industriali - insediamenti urbani - impianti di trattamento dei reflui civili - discariche di rifiuti	- deperimento delle specie quercine (63)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione di biomassa e produttività biologica riduzione della disponibilità e alterazione della struttura dell'habitat	- clima - insetti defolianti - siccità - salinità - infezioni virali - alte temperature - attività di insetti infestanti della corteccia e del legno, funghi patogeni e altri agenti d'infezione
	- inquinamento e degradazione dei suoli - perdita di produttività (21)	- inquinamento da attività industriale	- discariche di prodotti industriali	- inquinamento chimico inorganico non metallico (87)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività industriali - insediamenti urbani - impianti di trattamento dei reflui civili discariche di rifiuti			

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado
Campania	- consumo di suoli agricoli da attività produttive o residenziali (23)	- consumo di suoli agricoli	- costruzioni di edifici e strade	- salinazione da commistione con acque fortemente salate (88)	- nessuna indicazione			
				- inquinamento da metalli pesanti (87, 88)	- nessuna indicazione	- attività agricole - insediamenti industriali - discariche di rifiuti - impianti di trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani		
				- inquinamento da batteri e virus (87, 88)	- nessuna indicazione	- insediamenti urbani - discariche di rifiuti - impianti di trattamento dei reflui civili		
				- degrado quantitativo (88)	- nessuna indicazione	- opere antropiche		

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste		
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces
Puglia	- aumento del contenuto di sali nei suoli (33)	- salinizzazione in aree costiere	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri	- inquinamento chimico organico (103)	- nessuna indicazione	- attività agricole - insediamenti industriali - impianti di trattamento dei reflui civili	- degrado da incendi boschivi (80)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione di biomassa e produttività biologica	- attività antropica
	- perdita diffusa per erosione e movimenti di massa (35)	- erosione idrica attivata da degrado della struttura dei suoli	- accumulo di sodio derivante da acque irrigue ricche in sali - diminuzione del volume di suolo utile a causa da lavorazioni profonde nei seminativi - macinazione dei primi 10 cm di substrato con livellamento della superficie di lavorazione	- inquinamento chimico inorganico non metallico (102, 103)	- nessuna indicazione	- attività agricole - impianti di trattamento dei reflui civili	- degrado e deperimento della vegetazione e costiera (69, 83)	- declino e frammentazione della vegetazione forestale dunale a scala territoriale	- Influenza dell'aerosol marino

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado
Puglia	- concentrazioni di carbonati	- alcalinizzazione	- concentrazioni di carbonati portati in superficie da scassi profondi	- salinizzazione da commistione con acque fortemente salate (102, 103)	- nessuna indicazione	- attività agricole		
	- degradazione della struttura per forti accumuli di sodio (36)		- uso di acque irrigue ricche in sali			- attività zootecniche		
	- consumo di suoli agricoli da attività produttive o residenziali(37)	- consumo di suoli agricoli	- costruzioni di edifici e strade	- degrado quantitativo (102, 103)	- nessuna indicazione	- attività agricole insediamenti urbani		
				- inquinamento da agenti non meglio definiti (103)	- nessuna indicazione	- insediamenti urbani		

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado
Basilicata	- perdita diffusa per erosione e movimenti di massa (45)	- erosione idrica incanalata (Gully erosion)	- lavorazioni non razionali - deforestazione	- inquinamento chimico inorganico non metallico (56)	- nessuna indicazione	- impianti di trattamento dei reflui civili - emissione di reflui civili		
	- aumento del contenuto di sali nei suoli (50)	- salinizzazione in aree costiere	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri	- eutrofizzazione (56)	- nessuna indicazione			
	- degradazione dei suoli in aree percorse da incendi (50)	- erosione - distruzione dell'attività biologica	- azione antropica - deforestazione	- inquinamento da batteri e virus (56)	- nessuna indicazione			

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste		
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces
Calabria	- perdita diffusa per erosione e movimenti di massa (61, 65)	- erosione idrica e trasporto solido - erosione idrica	- lavorazioni non razionali - arature in aree forestali - incendi - forestazione ad eucalipti	- inquinamento chimico inorganico non metallico (71, 72)	- nessuna indicazione	- attività agricole - discariche di rifiuti - trattamento dei reflui civili	- deperimento delle specie quercine (64)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità strutturale e compositiva - riduzione di biomassa e produttività biologica - riduzione della disponibilità e alterazione della struttura dell'habitat	- clima - insetti defolianti - siccità - salinità - infezioni virali - alte temperature - attività di insetti infestanti della corteccia e del legno, funghi patogeni e altri agenti infettanti
				- inquinamento chimico organico (71, 72)	- nessuna indicazione	- insediamenti industriali	- realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschim. (83)	- variazione della biodiversità	- valutazioni errate nella scelta dei siti d'impianto e delle specie

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Driving Forces
Calabria	- aumento del contenuto di sali nei suoli (66)	- salinizzazione in aree costiere	- Irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri	- salinazione da commistione con acque salate (71)	- nessuna indicazione	- nessuna Indicaz.		
	- degradazione dei suoli in aree percorse da incendi (67)	- erosione - distruzione dell'attività biologica	- azione antropica - deforestazione	- inquinamento da metalli pesanti (71, 72)	- nessuna indicazione	- discariche di rifiuti		
	- contaminazione chimica dei suoli (68)	- inquinamento da attività agricole	- uso eccessivo di fertilizzanti	- inquinamento da batteri e virus (71, 72)	- nessuna indicazione	- attività zootecniche - insediamenti urbani		
				- inquinamento da agenti non meglio definiti (71)	- nessuna indicazione	- pressione antropica		

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado
Sicilia	- perdita diffusa per erosione e movimenti di massa (81)	- erosione e variazione della capacità idrica	- roccia madre - lavorazioni non razionali con modifiche degli ordinamenti colturali da seminativi a frutteti	- inquinamento chimico organico (120)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - discariche di rifiuti - altre opere antropiche	- espansione delle attività pastorali su scala territoriale (79)	- riduzione della produttività biologica - prevalenza delle specie xerofile
				- inquinamento chimico inorganico non metallico (120)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - discariche di rifiuti - attività industriali - insediamenti urbani - impianti di trattamento dei reflui civili	- degrado da incendi boschivi (80)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione della biomassa e della produttività biologica
								- attività antropica
Sicilia	- aumento del contenuto di sali nei suoli (82)	- salinizzazione in aree costiere	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri - dei sistemi di drenaggio inadeguati favoriscono accumulo di sali provenienti dalle colline gessifere	- salinazione da commistione con acque fortemente salate (120)	- nessuna indicazione	- insediamenti industriali - insediamenti urbani - altre opere antropiche	- deperimento delle specie quercine (64)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione di biomassa e produttività biologica
								- clima - insetti defolianti, siccità - salinità - infezioni virali - alte temperature - attività di insetti infestanti della corteccia e del legno, funghi

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado
			soprastanti					
	- formazioni di crostoni superficiali di sali di sodio (84)	- salinizzazione in aree agricole	- roccia madre	- inquinamento da agenti non meglio definiti (120)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - altre opere antropiche	- realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschimenti (83)	- variazioni della biodiversità
	- inquinamento e degradazione dei suoli - perdita di produttività (84)	- inquinamento da attività industriale	- discariche di materiali inquinanti					- valutazioni errate nella scelta dei siti d'impianto della specie
Sicilia	- consumo di suoli agricoli da attività produttive o residenziali (84)	- consumo di suoli agricoli	- costruzioni di edifici e strade					biologica - riduzione della disponibilità e laterazione della struttura dell'habitat
	- degradazione dei suoli in aree percorse da incendi (85)	- erosione - distruzione dell'attività biologica	- azione antropica - deforestazione					patogeni e altri agenti d'infezione

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste		
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces
Sardegna	- perdita diffusa per erosione e movimenti di massa (102, 116)	- erosione idrica e trasporto solido (102)	- arature in aree forestali - interventi di miglioramento pascoli - sovrappascolamento - deforestazione - incendi - presenza di suoli facilmente erodibili - forestazione ad eucalipti	- inquinamento chimico organico (35, 36, 36)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - attività industriali - trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani	- espansione delle attività pastorali su scala territoriale (79)	- riduzione della produttività biologica - prevalenza delle specie xerofile - alterazione dell'attività biologica del suolo	- apertura di nuovi pascoli - effetto congiunto dell'elevata pressione della ceduzione e degli incendi
				- inquinamento chimico inorganico non metallico (35, 36, 37)	- nessuna indicazione	- attività agricole - attività zootecniche - attività minerarie (acquiferi incerti) - attività industriali - trattamento dei reflui civili - insediamenti urbani	- degrado da incendi boschivi (42, 44, 46, 80)	- riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione di biomassa e produttività biologica	- attività antropica

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Driving Forces
Sardegna	- degradazione in aree sughericole (104)	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica	- lavorazioni non razionali - arature in aree forestali - interventi di miglioramento pascolo - sovrappascolamento - deforestazione - incendi	- salinazione da commistione con acque salmastre (35, 36, 37, 38)	- nessuna indicazione	- opere antropiche - presenze turistiche - attività agricole - attività minerarie - insediamenti industriali - insediamenti urbani	- degrado dei boschi di sughera (82) - riduzione della copertura forestale - riduzione della complessità "strutturale e compositiva" - riduzione di biomassa e produttività biologica - alterazione della disponibilità e riduzione della struttura dell'habitat	- incendi - lavorazioni del terreno - insetti litofagi - potature - pascolamento
	- degradazione dei suoli per sovrappascola m. (107)	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto in sostanza organica	- pratiche agronomiche inadeguate - interventi di miglioramento del pascolo - sovrappascolamento	- eutrofizzazione e (35, 36)	- nessuna indicazione	- attività agricola - insediamenti urbani	- declino e frammentazione della vegetazione forestale - dunale a scala territoriale	- influenza dell'aerosol marino
Sardegna	- contaminazione chimica dei suoli (107)	- inquinamento da attività agricole	- uso eccessivo di fertilizzanti	- inquinamento da metalli pesanti (35, 36, 37)	- nessuna indicazione	- insediamenti industriali - attività minerarie	- variazione nella biodiversità	- valutazioni errate nella scelta dei siti d'impianto e delle specie
						- realizzazione di impianti di arboricoltura da legno e rimboschim. (83)		

REGIONE	Suoli			Acque			Foreste	
	Tipologie di degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie degrado	Processi di degrado	Driving Forces	Tipologie di degrado	Driving Forces
	- inquinamento e degradazione dei suoli - perdita di produttività (108)	- inquinamento da attività industriale	- scariche di prodotti industriali - scariche di materiali di cava e di miniera	- inquinamento da agenti non meglio definiti (36, 37)	- nessuna indicazione	- insediamenti industriali - insediamenti minerari - insediamenti urbani - attività agricole		
	- aumento del contenuto di sali nei suoli (109)	- salinizzazione in aree costiere	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri	- degrado quantitativo (36, 37)	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione		
	- degradazione in aree percorse da incendi (110)	- erosione - distruzione dell'attività biologica	- azione antropica - deforestazione					
	- consumo di suoli agricoli da attività produttive o residenziali (111, 112)	- consumo di suoli agricoli	- costruzioni di edifici e strade					

4. SCHEMATIZZAZIONE SECONDO LO SCHEMA DPSIR

4.1 Suoli

SUOLI				
Regione	Driving Forces (*)	Pressioni	Stato (*)	Impatti
Campania	Quindici, Sarno, Campi Flegrei, Roccamonfina, Ischia:	- lavorazioni non razionali - deforestazione - apertura di strade - incendi	- erosione - movimenti di massa - variazione del ciclo idrologico del suolo	- perdita di suolo - rischi per l'uomo - incidenza economica - modificazione della stabilità degli ecosistemi
	- attività agro-forestali - elevate pendenze - roccia madre	- gestione del ceduo di castagna		- alterazione della qualità del paesaggio
	Area industriale di Bagnoli: - industria	- scarica di materiali inquinanti	- inquinamento	- perdita di suolo - rischi per l'uomo - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio
Puglia	Provincia di Napoli: - urbanizzazione	- occupazione di aree agricole	- consumo di suoli agricoli	- perdita di suolo - cambiamenti nelle funzioni del suolo - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio
	Tavoliere di Foggia, Murge baresi e salentine: - attività agricole	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri - lavorazioni non razionali	- salinizzazione	- modificazione dei sistemi produttivi - cambiamenti delle rese colturali
			- erosione	- perdita di suolo - modificazione dei sistemi produttivi - cambiamenti delle rese colturali
				- direttive sulle acque e sulle politiche agricole - direttive sulle acque e sulle politiche agricole

SUOLI					
Regione	Driving Forces ^(*)	Pressioni	Stato ^(*)	Risposte	
Puglia	Tavoliere di Foggia, Murge baresi e salentine: - attività agricole	- lavorazioni non razionali - variazioni di uso del suolo	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica	- perdita di suolo - incidenza economica - modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - diminuzione delle funzioni del suolo - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- politiche e pratiche di gestione del suolo
	Provincia di Lecce: - urbanizzazione	- occupazione di aree agricole	- consumo di suoli agricoli	- perdita di suolo produttivo - cambiamenti nelle funzioni del suolo - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- nessuna indicazione
	Val d'Agri: - attività agricole - scarse precipitazioni ed alte temperature - elevate pendenze - substrato argilloso - presenza ridotta della vegetazione	- lavorazioni non razionali - deforestazione	- erosione - diminuzione del contenuto di sostanza organica	- perdita di suolo - alterazione della qualità del paesaggio	- vincoli ambientali
Basilicata	Guardia Perticara (Media Val d'Agri): - attività agricole - scarse precipitazioni ed alte temperature - presenza ridotta della vegetazione	- lavorazioni non razionali	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica	- perdita di suolo - incidenza economica - modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - cambiamenti delle funzioni del suolo - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- nessuna indicazione
	Metapontino (Bassa Val d'Agri): - attività agricole	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri	- salinizzazione	- modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - stress idrico	- nessuna indicazione

SUOLI					
Regione	Driving Forces (*)	Pressioni	Stato (*)	Risposte	
Basilicata	Parco del Pollino: - azione antropica	- incendi	- erosione - distruzione della struttura del suolo - variazione del ciclo idrologico del suolo - lisciviazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica - diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità nel suolo	- perdita di suolo - rischi per l'uomo - incidenza economica - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio - stress idrico	- nessuna indicazione
Calabria	Versante ionico e Piana di Sibari: - trasformazioni socio-economiche e politiche agrarie - attività agricole - variazione di uso del suolo - precipitazioni aggressive - substrati argillo-limosi - eterogeneità della copertura forestale Crotone: - attività agricole e forestali - forte aggressività delle precipitazioni - substrati argillo-limosi - lunghezza e pendenza del versante	- lavorazioni non razionali - arature in aree forestali - incendi	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica	- perdita di suolo - incidenza economica - modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - perdita di biodiversità - alterazione della qualità del paesaggio	- nessuna indicazione
		- lavorazioni non razionali - forestazione produttiva	- erosione	- impoverimento ambientale - economico e sociale - perdita di suolo - incidenza economica - cambiamenti nelle funzioni del suolo - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- nessuna indicazione

SUOLI					
Regione	Driving Forces ^(*)	Pressioni	Stato ^(*)	Impatti	Risposte
Calabria	Crotonese: - variazioni di uso del suolo	- forestazione produttiva	- inquinamento ambientale - erosione	- alterazione della qualità del paesaggio - perdita di suolo	- direttive sulle politiche agricole
	Fascia costiera ionica (Cariati, Crotonese, Area dello Stretto, pianure di Gioia Tauro e S. Eufemia e piana di Sibari): - attività agricole	- irrigazione con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri - uso eccessivo di fertilizzanti	- salinizzazione	- modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali	- nessuna indicazione
			- inquinamento	- rischi per l'uomo - diminuzione delle rese colturali - perdita di biodiversità	- vincoli ambientali - protezione del suolo - direttive sulle acque e sulle politiche agricole
	Intera Regione: - azione antropica	- incendi	- erosione - lisciviazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica - diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo	- perdita di suolo - cambiamenti nelle rese colturali - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio - stress idrico	- riforestazione - direttive sulle politiche di gestione
Sicilia	Province di Caltanissetta ed Agrigento: - attività antropiche (agricole, forestali, urbane) - substrati calcarenitici (sciare)	- lavorazioni non razionali - apertura di strade - forestazione produttiva	- erosione - variazione del ciclo idrologico del suolo - salinizzazione	- perdita di suolo - rischi per l'uomo - incidenza economica - modificazione dei sistemi produttivi - cambiamenti nelle rese colturali - stress idrico	- convenzioni per la lotta alla desertificazione - direttive sulle politiche agricole

SUOLI					
Regione	Driving Forces ^(*)	Pressioni	Stato ^(*)	Impatti	Risposte
Sicilia	Aree interne e su tutta la fascia costiera meridionale: - attività agricole	- irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri	- salinizzazione	- modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - stress idrico	- direttive politiche agricole
		- lavorazioni non razionali - variazioni di uso del suolo	- erosione	- perdita di suolo - incidenza economica - cambiamenti delle funzioni del suolo - alterazione della qualità del paesaggio	- politiche e pratiche di gestione del suolo
	Zona di Marsala e Mazara del Vallo: - cave	- scarica di materiali inquinanti	- inquinamento	- perdita di suolo - incidenza economica - modificazione della stabilità degli ecosistemi - rischi per l'uomo	- nessuna indicazione
	Area di Palermo: - urbanizzazione	- occupazione di aree agricole	- consumo di suoli agricoli	- perdita di suolo - cambiamenti nelle funzioni del suolo - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- nessuna indicazione
Intera Isola:	- azione antropica	- incendi	- erosione - variazione del ciclo idrologico - diminuzione del contenuto di sostanza organica - diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo	- perdita di suolo - rischi per l'uomo - incidenza economica - cambiamenti nelle rese colturali - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio - stress idrico	- nessuna indicazione

SUOLI					
Regione	Driving Forces (*)	Pressioni	Stato (*)	Impatti	Risposte
Sardegna	Localizzazioni regionali: - sistemi agropastorali intensivi - roccia madre - pendenza - vegetazione	- arature in aree forestali - interventi di miglioramento pascolo - sovrappascolamento - deforestazione - incendi - lavorazioni non razionali	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica	- perdita di suolo - incidenza economica - modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - cambiamenti delle funzioni del suolo - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- tutela dei territori - miglioramento delle pratiche agricole
	Calangianus, Oschiri, Ortueri e Fluminimaggiore: - attività agro-pastorali intensive	- lavorazioni non razionali - arature in aree forestali - interventi di miglioramento pascolo - sovrappascolamento - deforestazione - incendi - trasformazione da sugherete ad erbai	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica	- perdita di suolo - incidenza economica - modificazione dei sistemi produttivi - riduzione delle rese colturali - cambiamenti delle funzioni del suolo - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio - stress idrico	- tutela dei territori - miglioramento delle pratiche agricole - interventi per la ricostituzione
	Is Olias (Capoterra - CA): - politiche agricole comunitarie	- forestazione produttiva	- erosione - diminuzione del contenuto di sostanza organica - diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo - inquinamento ambientale	- perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- direttive politiche forestali e pianificazioni territoriali
	Sassarese, Baronia, Marmilla, Sarcidano, Marghine, Goceano: - pastorizia	- sovrappascolamento	- erosione - compattazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica - diminuzione della copertura vegetale	- perdita di suolo - modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - cambiamenti nelle funzioni del suolo - modificazione della stabilità degli ecosistemi	- nessuna indicazione

SUOLI					
Regione	Driving Forces ^(*)	Pressioni	Stato ^(*)	Risposte	
Sardegna	Arborea (OR): - attività agricole	- uso eccessivo di fertilizzanti	- inquinamento	- rischi per l'uomo - cambiamenti delle rese colturali - perdita di biodiversità	- direttive politiche - protezione del suolo
		Muravera, Villaputzu e Santa Lucia: - irrigazioni con acque salmastre - sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri	- salinizzazione	- modificazione dei sistemi produttivi - diminuzione delle rese colturali - stress idrico	- nessuna indicazione
	Territori dell'Iglesiente e del Sarrabus Gerrei: - attività mineraria	- discarica di materiali inquinanti	- inquinamento	- perdita di suolo - rischi per l'uomo - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- nessuna indicazione
	Territorio di Pattada ed intera Isola: - azione antropica	- incendi	- erosione - lisciviazione - diminuzione del contenuto di sostanza organica - diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo	- perdita di suolo - diminuzioni delle rese colturali - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio - stress idrico	- nessuna indicazione
	Bacino di S.Lucia ed hinterland cagliaritano: - apertura di cave	- occupazione di aree agricole	- consumo di suoli agricoli	- perdita di suolo - cambiamenti delle funzioni del suolo - alterazione della qualità del paesaggio	- vincoli ambientali
	Area di Cagliari, Quartu S.Elena, Olbia, Sassari e Stintino: - urbanizzazione	- occupazione di aree agricole	- consumo di suoli agricoli	- perdita di suolo - cambiamenti delle funzioni del suolo - perdita di biodiversità - modificazione della stabilità degli ecosistemi - alterazione della qualità del paesaggio	- vincoli ambientali - politiche e pratiche di gestione del suolo

^(*) Le driving forces di origine naturale sono da intendersi come "fattori predisponenti".

4.2 Foreste

Driving forces		Impatti		Stato	Impatti		Risposte
Sardegna	- sensibile crescita del patrimonio zootecnico (competitività del mercato e politiche agricole comunitarie)	- deforestazione per la creazione di nuovi pascoli		- diminuzione della copertura forestale	- verosimile (*) variazione della produttività biologica (biomassa);		- pianificazione delle trasformazioni d'uso del suolo sulla base di land suitability
	- cause dolose e colpose degli incendi forestali	- incendi boschivi		- modifiche dei processi di degradazione fisica e biologica del suolo	- degradazione fisica e biologica del suolo		- previsione prevenzione e lotta contro gli incendi
	- alterazioni nelle dinamiche di erosione/ ripascimento dei litorali	- inquinamento da tensioattivi sulla vegetazione costiera		- variazione della diversità biologica della vegetazione costiera	- diminuzione della superficie, della biomassa e della produttività biologica		- politiche e programmi di mitigazione sulla desertificazione
	- sfruttamento agropastorale dei territori forestali	- pascolo eccessivo e incontrollato		- diminuzione della copertura forestale - diminuzione della complessità "strutturale e compositiva" dell'habitat	- degradazione fisica e biologica del suolo		- pianificazioni della trasformazioni d'uso del suolo - politiche e programmi di mitigazione sulla desertificazione
gestione sostenibile dei boschi e dei rimboschimenti		- impianto di popolamenti di origine artificiale sia di specie autoctone che eterotone		- ampliamento della copertura forestale - variazione della "complessità strutturale e compositiva" dell'habitat	- degradazione fisica e biologica del suolo - variazione della biomassa e della produttività biologica del suolo - alterazione/conservazione della struttura dell'habitat forestale		- politiche di gestione forestale sostenibile

	Driving forces	Impatti	Stato	Impatti	Risposte
Sicilia	- cause dolose e colpose degli incendi forestali	- incendi boschivi	- modifiche dei processi di degradazione fisica e biologica del suolo	- degradazione fisica e biologica del suolo	- previsione prevenzione e lotta contro gli incendi
	- interventi di rimboschimento e di messa a coltura dei terreni con piantagioni da legno	- impianto di popolamenti di origine artificiale sia di specie autoctone che eterotone	- ampliamento della copertura forestale - variazione della "complessità strutturale e compositiva" dell'habitat	- degradazione fisica e biologica del suolo - variazione della biomassa e della produttività biologica del suolo - alterazione/conservazione della struttura dell'habitat forestale	- politiche di gestione forestale sostenibile
Puglia	- cause dolose e colpose degli incendi forestali	- incendi boschivi	- modifiche dei processi di degradazione fisica e biologica del suolo	- degradazione fisica e biologica del suolo	- previsione prevenzione e lotta contro gli incendi
	- intensa urbanizzazione	- deforestazione per urbanizzazione			- pianificazione delle trasformazioni d'uso del suolo sulla base di land suitability
	- alterazioni nelle dinamiche di erosione/ripascimento dei litorali	- inquinamento da tensioattivi sulla vegetazione costiera	- variazione della diversità biologica della vegetazione costiera	- diminuzione della superficie, della biomassa e della produttività biologica	- politiche e programmi di mitigazione sulla desertificazione

	Driving forces	Impatti	Stato	Impatti	Risposte
Calabria	- cause dolose e colpose degli incendi forestali	- incendi boschivi	- modifiche dei processi di degradazione fisica e biologica del suolo	- degradazione fisica e biologica del suolo	- prevenzione prevenzione e lotta contro gli incendi
	gestione sostenibile dei boschi e dei rimboschimenti	- impianto di popolamenti di origine artificiale sia di specie autoctone che eteroctone	- ampliamento della copertura forestale - variazione della "complessità strutturale e compositiva" dell'habitat	- degradazione fisica e biologica del suolo - variazione della biomassa e della produttività biologica del suolo - alterazione/conservazione della struttura dell'habitat forestale	- politiche di gestione forestale sostenibile
Basilicata	- cause dolose e colpose degli incendi forestali	- incendi boschivi	- modifiche dei processi di degradazione fisica e biologica del suolo	- degradazione fisica e biologica del suolo	- prevenzione prevenzione e lotta contro gli incendi

4.3 Acque

ACQUE SUPERFICIALI					
Regione	Driving Forces	Pressioni	Stato	Impatti	Risposte
Campania	Fiumi Sarno e Lagni:	- pressione antropica	- indici di qualità (IBE,LIM)	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	- insediamenti urbani	- emissione reflui	- parametri chimico-fisici		
	- scariche di rifiuti	- sorgenti di sostanze pericolose	- parametri microbiologici		
	- popolazione residente				
	Fiumi Volturno, Sabato ed Isclero:	- emissione reflui	- indici di qualità (IBE)	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	- insediamenti urbani		- parametri chimico-fisici		
	- impianti di depurazione		- parametri microbiologici		
	Fiume Ofanto:	- emissione reflui	- indici di qualità (IBE)	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	- insediamenti industriali				
	- attività agricole				
Basilicata	Fiumi Bradano e Basento:	- emissione reflui civili	- indici di qualità (IBE)	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	- opere antropiche (Invasi)	- pressioni antropiche	- parametri chimico-fisici		
	- impianti di trattamento reflui		- parametri microbiologici		
Calabria	Fiume Neto:	- emissione reflui civili	- indici di qualità (IBE)	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	- impianti di trattamento reflui	- pressioni antropiche			
	- infrastrutture (dighe)				
Sicilia	Fiumi Simeto ed Imera:	- emissione reflui	- indici di qualità (IBE, LIM, SECA)	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	- scariche di rifiuti	- pressione antropica	- parametri chimico-fisici		
	- opere antropiche (invasi e cementificazione canali)	- emissione di sostanze organiche	- salinizzazione		
	- attività agricola e zootecnica	- sorgenti di nitrati			

ACQUE SUPERFICIALI					
Regione	Driving Forces	Pressioni	Stato	Impatti	Risposte
Sardegna	Lago Mulargia, Rio Posada: - altre opere antropiche	- emissione di reflui civili	- parametri chimico-fisici - salinazione delle acque	- qualità dell'acqua potabile	- attività di controllo - applicazione leggi sulle acque
	Lago Simbirizzi e Cixerri: - attività agricola - insediamenti urbani	- emissione reflui civili - sorgenti di nitrati e fosforo - parametri chimico-fisici	- eutrofizzazione dei laghi - fosforo e nitrati nei laghi	- nessuna indicazione	- attività di controllo - applicazione leggi sulle acque
	Rio flumini Mannu: - attività agricola e zootecnica - Insediamenti industriali	- emissione reflui	- indici di qualità (IBE) - parametri chimico fisici	- non rispondenza agli standard di qualità di legge	- attività di controllo - applicazione leggi sulle acque
	Rio Pula: - attività agricola - insediamenti urbani	- consumo d'acqua per uso agricolo - pressione antropica	- indici di qualità (IBE) - parametri chimico fisici	- non rispondenza agli standard di qualità di legge	- attività di controllo - applicazione leggi sulle acque
	Rio Baccu Locci, Naracauli, Sa Roa (affluente Naracauli): - attività mineraria	- sorgenti di sostanze pericolose	- parametri chimico-fisici	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	Reticolo del Flumini Bellu (Arbus, Gonnosfanadiga): - attività agricola e zootecnica - impianti di trattamento	- emissione di reflui	- indici di qualità (IBE) - parametri chimico fisici	- nessuna indicazione	- attività di controllo - applicazione leggi sulle acque
	Rio San Giorgio, Rio Roia Cani e Rio Irvì, Rio Sitzzerri, Area Mineraria Di Genna S'Oloni: - attività mineraria	- sorgenti di sostanze pericolose	- parametri chimico-fisici - pH	- qualità dell'acqua irrigua	- nessuna indicazione

ACQUE SUPERFICIALI				
Regione	Driving Forces	Pressioni	Stato	Impatti
Sardegna	Rio Posada, Invasi del Cuga, del Temo, del Rio Bidighinzu, del Rio Bunnari, del Mannu di Pattada, del Liscia, del Tirso, Invaso del Tirso Nuraghe, Pranu Antoni, lago di Cucchinadorza, di Gusana, Govossai, Benzzone, Cedrino, Sa Teula, Flumineddu, del Rio Leni, del Mannu, invaso del Flumini, Is Barroccus, Bau Pressiu, Sa Forada, Coghinas, Monteponi: - attività agricola	- nessuna indicazione	- eutrofizzazione dei laghi - fosforo e nitrati nei laghi - Parametri chimico-fisici - indici di qualità (SEC)	- qualità delle acque potabili
	Lago Corsi, Lago Mulargia, Fiume Flumendosa (Ballao), Lago Medio Flumendosa: - attività mineraria	- sorgenti di sostanze pericolose	- parametri chimico-fisici	- qualità dell'acqua potabile
	Lago Mulargia: - insediamenti urbani - attività agricola	- emissione reflui civili	- eutrofizzazione dei laghi - fosforo e nitrati nei laghi	- qualità dell'acqua potabile
	F. Flumendosa (Foce): - altre opere antropiche	- consumi acqua	- salinazione acque	- nessuna indicazione
				- attività di controllo - applicazione leggi sulle acque

ACQUE SOTTERRANEE				
Regione	Driving Forces	Pressioni	Stato	Impatti
Campania	Zona Regi Lagni: - attività agricole - insediamenti industriali - discariche di rifiuti - impianti di trattamento reflui	- emissione di reflui - sorgenti di nitrati - sorgenti di sostanze pericolose - uso di pesticidi	- parametri chimico-fisici - parametri microbiologici	- non rispondenza agli standard di qualità di legge
	Zona Regi Lagni: - opere antropiche (cementificazione canali)	- consumo d'acqua per uso industriale	Misure piezometriche	- livello della falda
	Basso corso del Volturno e Bassa valle del fiume Cadore: - insediamenti industriali, agricoli ed urbani	- consumo di acqua per uso industriale e agricolo - sorgenti di nitrati - emissione di reflui - sovrasfruttamento	- parametri chimico-fisici - misure piezometriche - salinazione	- livello della falda - nessuna indicazione
	Acquifero del Tavoliere di Foggia: - insediamenti urbani	- consumo di acqua per uso potabile	- salinazione - misure piezometriche	- insediamenti urbani - livello della falda - nessuna indicazione
Puglia	Acquifero Murgiano e Falda costiera di Fasano: - attività agricole	- consumo di acqua per uso agricolo - Sorgenti di nitrati	- salinazione - parametri chimico-fisici	- nessuna indicazione - nessuna indicazione
	Acquifero del Gargano (San Nazario): - attività zootecniche	- sovrasfruttamento	- salinazione	- nessuna indicazione - Piano tutela delle acque D.Lgs. 152/99

ACQUE SOTTERRANEE					
Regione	Driving Forces	Pressioni	Stato	Impatti	Risposte
	Acquifero del Tavoliere di Foggia e del Salentino: - attività agricole	- consumo di acqua per uso agricolo	- misure piezometriche - salinazione	- livello della falda - qualità dell'acqua irrigua	-nessuna indicazione
Puglia	Acquifero Talentino: - insediamenti industriali - attività agricole - impianti di trattamento reflui civili	- sorgenti di sostanze pericolose e nitrati - uso di pesticidi - emissione reflui	- parametri chimico-fisici	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	Acquifero Murgiano (Alta Murgia): - insediamenti urbani	- pressione antropica	- parametri chimico-fisici	- qualità dell'acqua potabile	- nessuna indicazione
Calabria	Bisognano, Casole Bruzio, San Fili e Castrolibero (CS): - discarica di rifiuti	- pressione antropica	- parametri chimico-fisici	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	Spezzano Albanese: - Insediamenti urbani	- pressione antropica	- parametri microbiologici	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	Girifalco (CZ): - Attività zootecniche	- nessuna indicazione	- parametri microbiologici	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	Spilinga (CZ): - Attività agricole	- nessuna indicazione	- parametri chimico-fisici	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione
	Gioia Tauro, Reggio Calabria, Villa San Giovanni, Fascia Costiera Cariat-Crotone, Piana S.Eufemia, Piana di Rosario, Area dello stretto di Messina:	- pressione antropica - sovrasfruttamento	- salinazione	- nessuna indicazione	- nessuna indicazione

ACQUE SOTTERRANEE				
Regione	Driving Forces	Pressioni	Stato	Risposte
	Gioia Tauro, Palmi: - Insediamenti industriali	- emissioni di sostanze organiche	- parametri chimico-fisici - parametri organolettici	- nessuna indicazione
Sicilia	Baronia, Giardini Naxos, Limina, S.Agata Militello, Milazzo, Prov.di Siracusa, Melilli, Sorgente Campo Sportivo, Pozzo Pantano: Piana di Catania, Zona costiera Peloritana: - insediamenti urbani e industriali - impianti di trattamento dei reflui civili	- sorgenti di nitrati - emissione di reflui - sorgenti di nitrati - sovrasfruttamento - sorgenti di sostanze pericolose	- parametri chimico-fisici - parametri chimico-fisici - salinazione	- nessuna indicazione - nessuna indicazione - qualità delle acque potabili e irrigue - nessuna indicazione
Sardegna	Assemini: - discarica di RSU Territorio comunale di Assemini: - insediamenti Industriali - opere antropiche Campidano di Oristano e Piana di Arborea: - attività agricole - insediamenti urbani	- emissione di sostanze organiche - sorgenti di sostanze pericolose - nessuna indicazione - consumo di acqua per uso agricolo e potabile - sovrasfruttamento	- parametri chimico-fisici - salinazione	- nessuna indicazione - danni economici alle attività produttive - nessuna indicazione - nessuna indicazione

ACQUE SOTTERRANEE				
Regione	Driving Forces	Pressioni	Stato	Risposte
Sardegna	Piana di Arborea: - attività agricole e zootecniche	- sorgenti di nitrati	- nitrati nelle acque sotterranee	- non rispondenza agli standard di qualità di legge
	Piana di Muravera, Piana delizia del Flumendosa, Area urbana di Quartu S. Elena: - attività agricola - insediamenti urbani - opere antropiche (dighe)	- consumo di acqua per uso agricolo e potabile - sovrasfruttamento	- salinazione - misure piezometriche	- danni economici alle attività produttive - qualità dei suoli
	Piana di Capoterra: - attività agricola - Insediamenti industriali	- consumo d'acqua per uso agricolo e industriale	- salinazione	
	Selargius, Sestu, Monserrato e Settimo S. Pietro: - opere antropiche (Pozzi)	- pressione antropica - sovrasfruttamento	- salinazione - misure piezometriche	- danni economici alle attività produttive - livello della falda
	Portoscuso: - insediamenti industriali	- sorgenti di sostanze pericolose	pH	- "Piano di disinquinamento per il risanamento del territorio del Sulcis-Iglesiente"
	Zona tra S. Isidoro e Maracalagonis, sino alla costa: - attività agricole - presenze turistiche - opere antropiche	- consumo di acqua per uso agricolo e per il turismo	- salinazione	

5. Identificazione di aree trattate da più studi

Basilicata

- **Piana di Metaponto (MT)**

Rapporto suoli: salinizzazione dei suoli nelle aree costiere, caratterizzate da morfologia piana e dai processi di degradazione, evidenti soprattutto lungo gli argini dei maggiori corsi d'acqua. L'intensità del fenomeno è aumentata negli ultimi anni poiché la carenza idrica costringe gli agricoltori ad attingere ingenti volumi d'acqua dalle falde freatiche profonde.

Rapporto acque: elevati livelli di inquinanti azotati (ammonio e azoto nitroso) nei fiumi Bradano e Basento. In particolare, un monitoraggio svolto su 5 stazioni del fiume Basento ha individuato per tali acque le classi 1 e 3 dell'indice IBE.

- **Val d'Agri**

Rapporto suoli: fenomeni erosivi particolarmente intensi in aree caratterizzate da formazioni argillose, soprattutto nei pendii a sud e dunque esposti ad alta insolazione e privi di copertura erbacea (che ha funzione protettiva del suolo) ed arborea. A questi fattori contribuisce l'attività antropica, in particolare gli impianti di colture cerealicole che originano fenomeni erosivi e riducono la profondità del suolo; determinante risulta l'influenza della litologia carbonatica che garantisce un basso grado di erodibilità.

Rapporto acque: elevati livelli di inquinanti azotati (ammonio e azoto nitroso) per le acque del fiume Agri, che, secondo i monitoraggi effettuati nel 1987/88, hanno riportato un valore medio dell'indice IBE pari a 11.

Calabria

- **Piana di Sibari (CS)**

Rapporto suoli: presenza di suoli molto sensibili all'erosione, a causa di intense trasformazioni socio-economiche e vulnerabilità intrinseca degli stessi; intrusione del cuneo salino che provoca salinizzazione dell'acqua di falda in corrispondenza delle fasce costiere interessate da attività agricola.

Rapporto acque: salinizzazione delle acque di falda superficiale legata ad intrusione del cuneo salino in corrispondenza delle zone a maggiore sfruttamento agricolo; valori delle concentrazioni di cloro oltre il limite di potabilità; problema di gestione e di smaltimento di rifiuti, che rilasciano inquinanti organici e metalli pesanti che da discariche inefficienti o abusive arrivano per percolazione alle falde.

- **Piana di Cariatì (CS) - Crotone (KR)**

Rapporto suoli: intrusione del cuneo salino che provoca salinizzazione dell'acqua di falda in corrispondenza delle fasce costiere interessate da attività agricola; sono disponibili alcuni studi effettuati su parcelle situate in aree sensibili all'erosione e prive di vegetazione, che hanno evidenziato la variabilità dell'erosione all'interno di uno stesso bacino in funzione del diverso tipo di copertura vegetale.

Rapporto acque: salinizzazione; valori delle concentrazioni di cloro oltre il limite di potabilità.

- **Reggio Calabria (RC)**

Rapporto suoli: inquinamento chimico dei suoli per uso eccessivo di fitofarmaci e concimi.

Rapporto acque: processi di salinazione da commistione con acque fortemente salate in seguito a sfruttamento delle risorse idriche sotterranee per le attività produttive.

Campania

- **Sarno (SA)**

Rapporto suoli: processi di erosione e degradazione in aree a predisposizione naturale e rese instabili dall'azione antropica.

Rapporto acque: il fiume Sarno è fortemente inquinato (classe quinta secondo l'indice IBE) ad opera di scarichi industriali e civili; secondo una classificazione basata sui macrodescrittori tutti i parametri tranne l'azoto nitrico ricadono nella classe di qualità inferiore.

- **Provincia di Napoli (NA)**

Rapporto suoli: inquinamento dei suoli dovuto ad insediamenti industriali nell'area di Ilva di Bagnoli che disperdono le sostanze derivanti dall'attività; consumo di suoli agricoli per urbanizzazione che riguarda terreni caratterizzati da elevata produttività e notevole valore naturalistico. Uno studio sull'inquinamento dell'area ha rilevato una notevole contaminazione che nel corso degli anni ha comportato una concentrazione di metalli pesanti.

Rapporto acque: inquinamento da nitrati (di tipo esteso) e di cromo e mercurio (di tipo localizzato) nelle falde della piana NE della provincia; piombo e nitrati nella zona urbana di Napoli; intrusione del cuneo salino sulla costa dell'area Flegrea.

- **Roccamonfina (CE)**

Rapporto suoli: i suoli sono caratterizzati da elevata vulnerabilità intrinseca non meglio specificata.

Rapporto acque: il fiume Savone è considerato di qualità scadente secondo macrodescrittori ed indice IBE.

Puglia

- **Gargano e Tavoliere**

Rapporto suoli: valori di salinità elevati (superiori a quelli consentiti dalle leggi vigenti) nelle acque utilizzate per l'irrigazione dei terreni che, essendo costituiti dalle argille azzurre, risultano particolarmente inadatti ad esse.

Rapporto acque: contenuto salino elevato nelle acque sorgive del Gargano causato da eccessivi emungimenti o, secondo un'altra interpretazione, dalla presenza di acque fossili espulse naturalmente dai depositi argillosi; presenza eccessiva di boro negli acquiferi profondi del Tavoliere di Foggia.

- **Brindisi e Murge**

Rapporto suoli: processi di salinizzazione dei suoli, legati ad un eccessivo sfruttamento degli acquiferi costieri a scopi agricoli, industriali, civili; tecniche di rimozione dei massi e macinazione dei primi 10 cm di substrato predispongono il terreno a fenomeni erosivi assai gravi poiché la superficie si presenta livellata e priva di asperità.

Rapporto acque: fenomeni di salinazione delle acque e di inquinamento da pesticidi, prodotti petroliferi, nitrati e cloro derivanti da scarichi fognari emessi direttamente

sui suoli o, secondo un'altra interpretazione, dalla presenza di acque fossili espulse naturalmente dai depositi argillosi.

- **Lecce (LE)**

Rapporto suoli: alta pressione antropica e bassa estensione della superficie agraria per abitante hanno accentuato il consumo di suoli agricoli di migliore qualità in seguito ad urbanizzazione.

Rapporto acque: processi di intrusione di cuneo salino in area costiera.

Sardegna

- **Piana di Capoterra (Is Olias, CA)**

Rapporto suoli: studi sperimentali in parcelle d'erosione hanno evidenziato come l'eucalipto abbia notevolmente compromesso le aree in cui è stato impiantato, poiché i fenomeni di erosione nelle aree da esso ricoperte risultano doppiamente consistenti rispetto a quelli delle aree attigue, caratterizzate da vegetazione naturale arbustiva ed erbacea; riduzione di sostanza organica negli orizzonti superficiali e conseguente danno economico.

Rapporto acque: l'acquifero freatico presenta una salinità più elevata rispetto a quello confinato, soprattutto nelle zone a sud, verso il mare e ad est, a ridosso delle saline. Nell'acquifero profondo la salinità rimane bassa anche nella zona centrale di maggior depressione della piezometria, mentre aumenta considerevolmente ad ovest della piana, probabilmente a causa della presenza di acque fossili o di circuiti di scorrimento della falda a differenti velocità.

Rapporto foreste: problematiche di degrado con processi erosivi innescati e/o accelerati da frequenti incendi. Sono stati realizzati diversi studi nell'ambito del progetto MEDALUS, in sei aree, con misurazione dei deflussi superficiali e della resa di sedimenti e valutazione dell'effetto prodotto dalle differenti coperture vegetali.

- **Iglesiente (CA)**

Rapporto suoli: consumo ed inquinamento dei suoli da attività mineraria, evidenziato dai valori delle concentrazioni di cromo, cadmio, alluminio con conseguenze visibili anche a distanza di anni dalla dismissione dell'attività.

Rapporto acque: inquinamento da metalli pesanti esteso a tutto il corpo idrico: rio Nara Cauli, rio Sa Roa, rio S. Giorgio, rio Roia Cani, rio Irvi, rio Sitzzerri, rivoli d'acqua dell'area mineraria Genna S'Olioni.

Rapporto foreste: degrado dei boschi di sughera causato da intensa pressione antropica a scopi produttivi, con conseguente declino della presenza delle sugherete a scala territoriale; semplificazione strutturale dei popolamenti e presenza esclusiva di individui d'origine agamica; alterazione della composizione floristica verso forme tipiche delle aree coltivate; diminuzione della presenza di specie arboree; diminuzione (verosimile) della produttività biologica del suolo conseguente alla frequenza e virulenza degli attacchi di insetti fitofagi e patogeni.

- **Sarabus Gerrei (CA)**

Rapporto suoli: consumo ed inquinamento dei suoli da attività mineraria evidenziato dai valori delle concentrazioni di arsenico, fluoro, cadmio con conseguenze visibili anche a distanza di anni dalla dismissione dell'attività.

Rapporto acque: inquinamento da arsenico nel rio Baccu Locci in seguito a periodici scarichi degli impianti di trattamento.

- **Piana di Muravera (CA)**

Rapporto suoli: salinizzazione dei suoli, anche in zone lontane dalla costa (da ricondurre ad irrigazione con acque poco idonee), che ha causato un calo di produttività dei terreni ed il conseguente abbandono delle superfici agricole.

Rapporto acque: salinazione da commistione con acque fortemente salate.

- **Piana di Arborea (OR)**

Rapporto suoli: inquinamento degli orizzonti superficiali dei suoli causato da eccessivo utilizzo di fertilizzanti e dallo smaltimento dei liquami derivanti dalle attività intensive agro-pastorali di questa zona.

Rapporto acque: intrusione marina nella parte meridionale della piana causata da eccessivi e mal localizzati emungimenti delle falde; presenza di concentrazioni eccessive di nitrati derivanti da vicini depositi di stoccaggio e da vecchi canali contenenti liquami.

- **Quartu e Flumini di Quartu (CA)**

Rapporto suoli: consumo di suoli particolarmente produttivi in seguito a processi di urbanizzazione privi di strumenti di pianificazione e di razionali politiche di gestione.

Rapporto acque: salinizzazione causata da intrusione marina, dalla vicinanza con gli stagni di Molentargius e Quartu, oltre che da processi chimici legati alla naturale geologia degli acquiferi.

Sicilia

- **Piana del Simeto (CT)**

Rapporto suoli: problematiche di degradazione ed erosione legate ai frequenti incendi.

Rapporto acque: elevate concentrazioni di nitrati e stato ecologico scadente, causati da scarsa depurazione delle acque, attività zootecnica, cementificazione dei canali.

- **Piana del Platani (AG)**

Rapporto suoli: processi erosivi in aree a predisposizione naturale come quelli delle colline argillose.

Rapporto acque: inquinamento delle acque sotterranee da composti chimici organici e composti chimici inorganici non metallici che le rende soggette a forti limitazioni per l'utilizzo idropotabile; salinazione da commistione con acque fortemente salate.

- **Licata (AG)**

Rapporto suoli: salinizzazione legata a sistemi di drenaggio non efficienti nelle aree irrigue della piana e formazione di fiumi di fango che provengono dalle colline attigue; crostoni superficiali di sali di sodio che rendono i terreni improduttivi.

Rapporto acque: nel fiume Imera si riscontrano alte concentrazioni di nitrati.

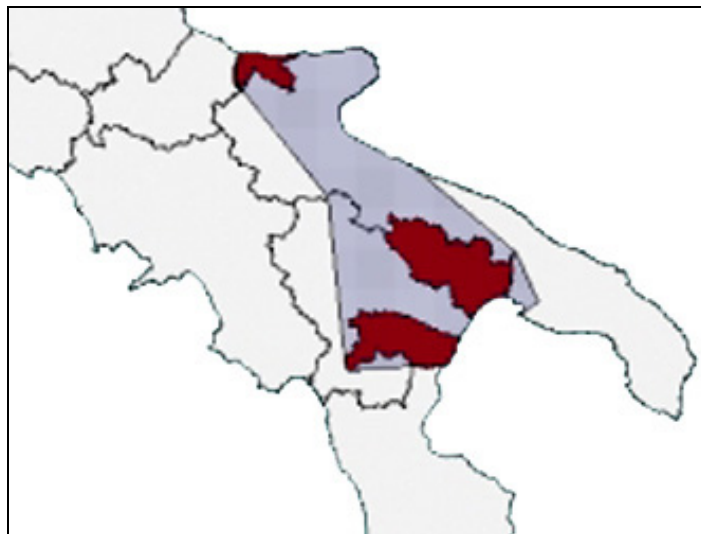
Regione	Località	Suoli	Foreste	Acque
BASILICATA	Piana di Metaponto (MT)	-salinizzazione in aree costiere causata da eccessivi emungimenti (55)		-concentrazioni elevate di ammonio e azoto nitroso nei fiumi Bradano e Basento (54)
	Val d'Agri	-fenomeni erosivi in aree caratterizzate da formazioni argillose (50)		-concentrazioni elevate di inquinanti azotati (ammonio e azoto nitroso) (54)
CALABRIA	Piana di Sibari (CS)	-processi erosivi causati da intense trasformazioni socio economiche -vulnerabilità intrinseca (71)		-salinizzazione -concentrazioni di cloro oltre il limite di potabilità -rilascio di inquinanti organici ed inorganici da discariche (69, 70)
	Piana di Cariatì (CS) – Crotone (KR)	-intrusione del cuneo salino nelle fasce costiere interessate da attività agricola (76)	-sviluppo degli eucalitteti ostacolato da incendi e da condizioni ecologiche sfavorevoli (55)	-salinizzazione -concentrazioni di cloro oltre il limite di potabilità (69, 71)
	Provincia di Calabria (RC)	-inquinamento causato da utilizzo eccessivo di fitofarmaci e concimi (76)		-salinazione conseguente a commistione con acque fortemente salate (69, 71)
CAMPANIA	Sarno (SA)	-erosione e degradazione in aree già vulnerabili, rese instabili dall'azione antropica (15)		-fiume Sarno: inquinamento ad opera di scarichi industriali e civili (83)
	Provincia di (NA)	-Ilva di Bagnoli: inquinamento dei suoli con sostanze derivanti da attività industriali (metalli pesanti) -consumo di suoli agricoli in seguito ad urbanizzazione (17)		-inquinamento delle falde da nitrati, cromo, mercurio e piombo (83) -intrusione del cuneo salino (86)

Regione	Località	Suoli	Foreste	Acque
PUGLIA	Roccamonfina	-elevata vulnerabilità intrinseca ai processi erosivi (15)		-fiume Savone: qualità Scadente (macrodescrittori e indice IBE) delle acque (86)
	Gargano e Tavoliere di Foggia	-valori elevati di salinità delle acque irrigue (32)		-elevata salinità delle acque sorgive causata da eccessivi emungimenti o da fenomeni naturali -concentrazioni elevate di boro negli acquiferi profondi (96)
	Brindisi e Murge	-salinizzazione dei suoli (32)		-salinazione delle acque causata da eccessivi emungimenti o da fenomeni naturali (100) -inquinamento da pesticidi, prodotti petroliferi, nitrati, cloro derivanti da scarichi fognari (101)
	Lecce (LE)	-consumo di suoli agricoli produttivi in seguito ad urbanizzazione (36)		-intrusione marina (100)
SARDEGNA	Capoterra (Is Olias, CA)	-erosione legata ad impianto di eucalipti -riduzione della sostanza organica (127)	-degrado connesso ai frequenti incendi (80)	-salinità elevata in corrispondenza degli acquiferi freatici (32)
	Iglesiente (CA)	-inquinamento da attività mineraria (130)	-degrado dei boschi da sughera (82)	-inquinamento da metalli pesanti esteso a tutto il corpo idrico (31)
	Sarrabus Gerrei (CA)	-inquinamento da attività mineraria (130)		-inquinamento da arsenico nel rio Baccu Locci (22)
	Piana di Muravera (CA)	-salinizzazione dei suoli (131)		-salinazione conseguente a commistione con acque fortemente salate (27)

Regione	Località	Suoli	Foreste	Acque
SICILIA	Piana di Arborea (OR)	-inquinamento dovuto ad utilizzo eccessivo di fertilizzanti in agricoltura e smaltimento di liquami (129)		-intrusione marina -concentrazioni eccessive di nitrati (29)
	Quartu e Flumini di Quartu (CA)	-consumo di suoli produttivi in seguito ad urbanizzazione (134)		-salinizzazione legata ad intrusione marina ed alla geologia degli acquiferi (29)
	Piana del Simeto (CT)	-erosione dei suoli legata ai frequenti incendi (101)		-elevate concentrazioni di nitrati -stato ecologico scadente (114)
	Piana del Platani (AG)	-predisposizione naturale a processi erosivi (97)		-inquinamento da composti chimici organici e composti chimici inorganici non metallici -salinazione da commistione con acque fortemente salate (119)
	Licata (AG)	-salinizzazione legata a sistemi di drenaggio non efficienti nelle aree irrigue della piana -crostoni superficiali di sali di sodio (95)		-alte concentrazioni di nitrati nelle acque del fiume Imera (119)

6. PROBLEMATICHE RISCONTRATE NELLE AREE PILOTA RIADE

Puglia- Basilicata



Tavoliere di Foggia (*)

Suoli: le informazioni presenti nel rapporto Suoli si riferiscono alla presenza di elevate concentrazioni di sali ed elevati valori di conducibilità elettrica nelle acque di irrigazione. Uno studio effettuato nel comprensorio del Fortore, ha comportato l'analisi di acque prelevate da circa 300 pozzi. Il 97% dei campioni considerati presenta valori di conducibilità elettrica superiori a quelli consentiti dalle leggi vigenti per gli esercizi irrigui. È chiaro, quindi, che l'utilizzo di acque per fini irrigui comporta, per il 97% dei casi, rischi elevati di effetti negativi sulla fertilità dei terreni e sulla produzione, in relazione sia alle rese sia alla qualità. In particolare, per una percentuale del 25% del totale, si riscontrano rese molto più basse rispetto agli standard produttivi della zona, che determinano effetti negativi anche sulla qualità dei prodotti, oltre che sulla degradazione strutturale dello strato fertile del terreno.

Dagli studi analizzati si evince come l'area del Tavoliere costituisca un ecosistema fragile e molto sensibile alla desertificazione, poiché è particolarmente predisposto a subire fenomeni di degrado in funzione delle sue caratteristiche intrinseche e del livello di sfruttamento antropico.

Acque: nel Tavoliere di Foggia sono stati riscontrati fenomeni di salinazione da commistione con acque fortemente salate ed un degrado quantitativo esteso a tutto l'acquifero, poiché, nella zona di Ortanova, il sovrasfruttamento della falda superficiale causa notevoli difficoltà nell'approvvigionamento idrico: nelle zone costiere si osserva, già dal 1987, un abbassamento della piezometria al punto che oggi la falda può essere considerata quasi "esaurita", presentando un deficit annuale pari a 67 milioni di m³. Le acque analizzate presentano temperatura di circa 16-17°C, salinità inferiore a 1 g/l, pH tra 7 e 8, ossigeno disciolto inferiore a 4 mg/l e potenziale redox quasi sempre negativo.

Altrettanto gravi sono le condizioni dell'acquifero profondo, dove la presenza di bicarbonati sodici rende le acque non idonee all'uso irriguo; inoltre la presenza di boro in concentrazioni superiori ai 4mg/l le rende tossiche per le piante.

Foreste: non sono stati individuati sistemi di degradazione forestale ricadenti nell'area pilota del Tavoliere.

(*) Coincide solo parzialmente con l'area pilota individuata nell'Alto Tavoliere, ma presenta analogie che possono essere utilizzate come riferimento.

Murge

Suoli: i sistemi di land degradation riscontrati in questa regione sono condizionati dalle attività produttive instauratesi nel territorio e dalle loro caratteristiche intrinseche. In particolare, su tutto il territorio delle Murge, i suoli sono caratterizzati da deflocculazione delle argille causata da alcalinizzazione, con conseguente degradazione della struttura. Per evitare ciò, gli agricoltori locali stanno introducendo tecniche ammendanti e correttive basate su apporti di sostanza organica e di zolfo, che facilitano il dilavamento del sodio e scassi profondi per aumentarne la permeabilità. Inoltre, nei territori delle alte Murge baresi le driving forces innescanti alcuni dei processi di degradazione più evidenti sono costituiti dalle lavorazioni non razionali del suolo adottate, in particolare da una tecnica che, nel giro di pochi anni, porterà al depauperamento di questa risorsa. Tale tecnica, che espone il terreno ai processi erosivi, consiste nella rimozione dei massi e nella macinazione dei primi 10 cm di substrato, al fine di livellare la superficie coltivabile: è stato stimato che, a causa di questa attività, circa 100.000 ha di superficie saranno interessati dai fenomeni di desertificazione.

A questi sistemi di degradazione si affiancano i processi di salinizzazione in atto, evidenziati anche dal rapporto dell'INEA sullo stato dell'irrigazione in Puglia. Al suo interno si rileva che l'eccessivo sfruttamento degli acquiferi costieri a scopi agricoli, industriali e civili, è esteso nei 400.000 ha delle Murge baresi e salentine, nell'arco ionico-tarantino e nel litorale adriatico e aree sulle quali gravano i maggiori rischi di degrado e di desertificazione.

Acque: nello studio Acque è segnalata la presenza di inquinanti da acque reflue, presumibilmente provenienti da centri di emissione localizzati nelle Murge, zona di ricarica dell'acquifero.

Le acque costiere presentano intensi fenomeni di contaminazione salina che si manifestano anche nelle zone interne dell'arco ionico tarantino. In particolare, non sono menzionati i comuni ricadenti nell'area pilota, ma i processi di salinizzazione riscontrati sono stati rilevati nell'entroterra sino ai comuni di Galese e Polignano mentre non sono indicati fenomeni di degrado nelle zone più interne (Bitonto e Modugno).

Foreste: non sono stati individuati sistemi di degradazione forestale ricadenti nell'area pilota delle Murge.

Bassa Val d'Agri

Suoli: Il rapporto Suoli identifica nella Bassa Val d'Agri, zona caratterizzata dal paesaggio calanchivo, intensi processi di erosione sui depositi argillosi tipici dell'area, in particolare nel territorio di Aliano durante i periodi siccitosi; il Comune di Scanzano Jonico è rappresentativo invece di un territorio sensibile alla degradazione della vegetazione a causa degli alti valori di salinità del suolo e dell'influenza del mare. L'area del territorio comunale di Montalbano Jonico è considerata particolarmente fragile in funzione delle sue caratteristiche geologiche, climatiche e dei bassi valori degli indici di copertura vegetale, inferiori al 20%, mentre le caratteristiche pedologiche (pH prossimo a 9.0, salinità medio-alta e contenuto di sostanza organica molto basso) risultano particolarmente critiche.

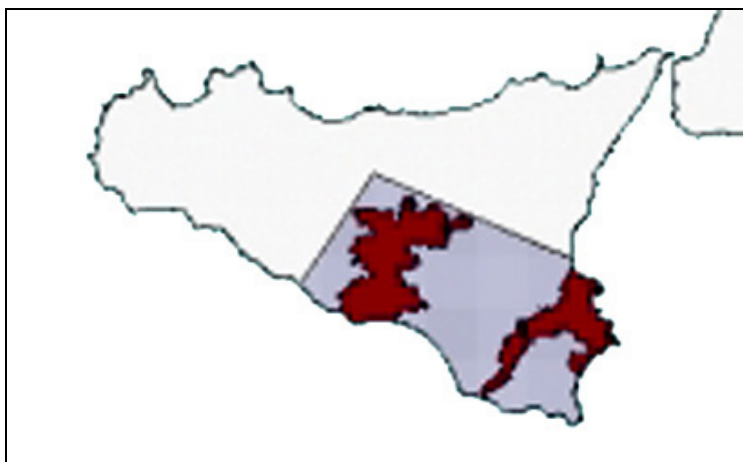
Acque: la principale fonte di inquinamento dei corsi d'acqua della regione Basilicata deriva da scarichi depurati e non depurati che si riversano nei fiumi. In altri casi anche i livelli di azoto ammoniacale, azoto nitrico e fosforo risultano elevati: la presenza di azoto ammoniacale è da ricondurre agli scarichi civili, mentre il fosforo e i nitrati hanno provenienze diverse. In particolare, la Bassa Val d'Agri è attraversata dal fiume Agri, nelle cui acque sono stati rilevati elevati quantitativi di inquinanti azotati come ammonio ed azoto nitroso. In un'indagine del 1987-88 (progetto Lontra) il fiume, monitorato su 11 stazioni, presentava classe di qualità 1 (valore medio dell'indice IBE pari a 11) ed anche da una ulteriore indagine del 1992 (Operazione Fiumi) il fiume, monitorato su 7 stazioni, ha presentato un valore medio dell'indice IBE tale da farlo ricadere in classe 1.

Le analisi effettuate sulle acque del lago Pertusillo (1997/1998) collocano questo corpo idrico ad un livello mesotrofico e rilevano fenomeni di eutrofizzazione in probabile crescita.

Foreste: non sono stati individuati sistemi di degrado forestale ricadente nell'area pilota della Val d'Agri.

Sicilia

fiume Salso-Imera Meridionale



Suoli: gli studi effettuati nell'area pilota del bacino del fiume Salso-Imera Meridionale hanno evidenziato la presenza di aree predisposte all'erosione e di processi di degrado in continua evoluzione.

In particolare, le pianure alluvionali di Gela e Licata sono state oggetto, in passato, di opere di bonifica ed oggi si presentano vulnerabili ed in disequilibrio a causa dell'attuazione di drenaggi non funzionali, della costruzione di strade e della cattiva manutenzione dei canali. A rendere instabili questi territori contribuiscono anche la presenza di formazioni gessoso-solfifere particolarmente ricche in sali solubili, che determinano rilevanti processi di salinizzazione dei suoli nelle zone interne e lungo tutta la fascia costiera meridionale delle province di Caltanissetta ed Agrigento. La presenza di sali nei suoli è accentuata dal ricorso a continui e consistenti emungimenti dell'acqua di falda per l'irrigazione dei terreni, con acque di qualità sempre più scarsa. Le conseguenze sono negative sia sull'attività vegetativa delle piante coltivate sia sui suoli: infatti, questo continuo apporto determina una variazione dell'equilibrio ionico della soluzione circolante, che modifica negativamente le condizioni d'abitabilità del suolo nei confronti delle piante e conseguentemente diminuisce la risposta produttiva delle colture. Come evidenziato dai lavori scientifici analizzati, l'uso di questi terreni deve essere preceduto da un'attenta analisi che definisca l'attitudine alla coltivazione, al pascolo, al bosco, ecc: i suoli, in particolare quelli in cui il contenuto di sali non è particolarmente elevato, possono essere utilizzati adottando un'attenzione particolare verso pratiche di gestione appropriate e metodi specifici, oltre che verso l'impianto di colture tolleranti alle concentrazioni saline effettivamente presenti.

Inoltre, risulta rilevante il ruolo della morfologia sulla stabilità del territorio e sull'innescare dei processi erosivi: infatti, i valori più alti (15-30 t/ha) di perdita di suolo potenziale sono stati ottenuti in corrispondenza delle aree montane e collinari, ove prevalgono i Typic e i Lithic Xerorthents e delle colline argillose centro-meridionali, ove prevalgono i Vertic Xerochrepts.

Acque: le uniche informazioni desunte sulla qualità delle acque del fiume Imera si riferiscono alle elevate concentrazioni di nitrati, da indagini effettuate nel 1995 e nel 1998/99. La sistematizzazione basata sulla tipologia di degrado descrive un inquinamento chimico organico non metallico, esteso a tutto il corpo idrico del suddetto fiume, oltre che del Simeto e del Nocella.

Foreste: le problematiche evidenziate dal rapporto Foreste per le province interne di Caltanissetta, Catania ed Enna, si riferiscono agli impianti di eucalitteti, che sono stati realizzati in tali aree nel periodo 1950-1970 - inizialmente allo scopo di recuperare suoli argillosi intensamente erosi (calanchi) e successivamente per la produzione di cellulosa per l'industria cartaria - di cui una recente indagine ha evidenziato la scarsa produttività.

Fiume Anapo

Non vi sono indicazioni relative a quest'area nello studio dei sistemi di degrado dei Suoli e delle Foreste.

Acque: le informazioni presenti nel rapporto Acque in merito al fiume Anapo hanno evidenziato un indice di qualità LIM 2.

Tabella di sintesi

Area Pilota	Località	Suoli	Foreste	Acque
Basilicata	Bassa Val d'Agri	-Aliano: processi di erosione che interessano depositi argillosi -Scanzano Jonico: salinità elevate -Montalbano Jonico: suoli a salinità elevata e disequilibrio legato a scarsa copertura vegetale	-non vi sono indicazioni legate ai processi di degrado dei sistemi forestali	-elevati quantitativi di inquinanti azotati (ammonio ed azoto nitroso) nelle acque del fiume Agri
Puglia	Tavoliere	-comprensorio del Fortore: problematiche di produttività e fertilità dei suoli legate all'utilizzo di acque irrigue con valori di conducibilità elettrica elevati	-non vi sono indicazioni legate ai processi di degrado dei sistemi forestali	-Ortanova: sovrasfruttamento della falda superficiale che causa abbassamenti della piezometria -presenza di bicarbonati sodici nell'acquifero profondo che rende le acque non idonee all'uso irriguo
Puglia	Murge	-alcalinizzazione che causa il degrado della struttura dei suoli (deflocculazione argille) -errate tecniche di lavorazione che predispongono i suoli ai processi di erosione -processi di salinizzazione	-non vi sono indicazioni legate ai processi di degrado dei sistemi forestali	-arco ionico tarantino: inquinanti da acque reflue, provenienti da emissioni localizzate nella zona di ricarica dell'acquifero -contaminazione salina delle acque sotterranee costiere

Area Pilota	Località	Suoli	Foreste	Acque
Sicilia (fiume Salso-Imera Meridionale)	Gela e Licata	-vulnerabilità intrinseca del territorio dovuta ad equilibrio naturale precario -disequilibrio causato da opere antropiche (opere di drenaggio, costruzione di strade, cattiva manutenzione di canali)	-scarsa produttività degli impianti di eucalitteti volti al recupero di suoli calanchivi (CL, CT, EN) e successivamente alla produzione di cellulosa per l'industria cartaria.	-inquinamento chimico organico non metallico, esteso a tutto il corpo idrico -indice di qualità LIM 2 (buono) per il fiume Anapo
	Caltanissetta ed Agrigento	-salinizzazione dei suoli connessa al materiale parentale gessoso-solfifero (ricco in sali solubili) nelle zone interne e sulla fascia costiera meridionale		

7. QUADRO RIASSUNTIVO DI TIPOLOGIE E PROCESSI DI DEGRADO CON INDICAZIONE DELLE LOCALITÀ

REGIONE	Località	Suoli		Foreste	
		Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado	
Campania	Napoli	Consumo di suoli per urbanizzazione			
		<i>Tra il 1981 ed il 1990 è stata stimata una perdita di</i> <i>10000 ha di suoli fertili - pari al 14% della superficie</i> <i>agricola - che ha riguardato terreni contraddistinti da</i> <i>elevata produttività e valore naturalistico.</i> Driving Forces: urbanizzazione Pressioni: occupazione di aree agricole Stato: consumo di suoli agricoli Impatti: perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio Risposte: nessuna indicazione			
	Sarno Quindici, Campi Flegrei, Ischia e Roccamonfina	Erosione		Sala Consilina (SA)	Deperimento delle specie quercine
		Le aree ricoperte da Andosuoli presentano grande suscettibilità all'erosione: in assenza di copertura vegetale sono estremamente vulnerabili nei confronti dell'erosione idrica accelerata, innescata dal ruscellamento concentrato proveniente da strade, aree con roccia nuda ed altro. In particolare l'influenza è dettata da eventuali discontinuità della copertura pedologica che rendono tali suoli ancora più suscettibili ai processi di slittamento. Driving Forces: roccia madre, attività agro-forestali, elevate pendenze Pressioni: lavorazioni non razionali, deforestazione, apertura di strade, incendi, gestione del ceduo di castagna Stato: erosione, movimenti massa, variazione del ciclo idrologico del suolo Impatti: perdita di suolo, rischi per l'uomo,			Le forme più gravi del fenomeno – che tendono a riproporsi durante le annate siccitose - si verificano in popolamenti densi o situati su suoli scadenti (in termini di struttura, tessitura, esposizione, pendenza); tuttavia anche periodi con bilanci idrici più favorevoli non incidono su una regressione del deperimento se i popolamenti colpiti sono situati nelle condizioni edafiche e culturali più sfavorevoli. Viceversa si verificano regressioni nel caso di popolamenti meno densi, a seguito di diradamenti.

REGIONE	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado
Campania	Bagnoli ed area di Napoli	Risposte: incidenza economica, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio vincoli ambientali		
		Inquinamento da attività industriale		
		Le problematiche riguardano sia l'inquinamento causato dalla dispersione di sostanze chimiche dell'industria, sia la copertura di suoli preesistenti con depositi di materiali derivanti dalla lavorazione nel ciclo industriale. Inoltre, in queste aree sono presenti terreni di origine antropica, formatisi attraverso il deposito di materiali non terrosi solo parzialmente mischiati con le particelle terrose, così da non poter essere inseriti in alcuna classe tassonomica esistente. Sono state registrate alte concentrazioni di rame, cromo, piombo, zinco e nichel. Driving Forces: industria Pressioni: scarica di materiali inquinanti Stato: inquinamento Impatti: perdita di suolo, rischi per l'uomo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio Risposte: nessuna indicazione		
Puglia	Murgie baresi e Salentine, Arco Jonico, Tavoliere di Foggia	Salinizzazione in aree costiere	Litorale pugliese	Degrado e deperimento delle formazioni forestali d'ambiente costiero
		Il fenomeno è collegato agli ingenti prelievi d'acqua a scopo prevalentemente agricolo dai numerosi pozzi presenti nella zona. Driving Forces: attività agricole Pressioni: irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri		Responsabile del fenomeno è l'aerosol marino inquinato, ricco di sale e tensioattivi, trasportato sulle chiome della vegetazione costiera dalle brezze marine. Il degrado della vegetazione diminuisce andando dalla linea di costa verso l'interno ed i danni si osservano entro una fascia di 100 m dalla linea di costa. La vegetazione colpita presenta danni macroscopici aspecifici, che interessano anche le specie più adattate all'ambiente marino.
		Stato: salinizzazione Impatti: modificazione dei sistemi produttivi, diminuzione delle rese culturali Risposte: direttive sulle politiche agricole e sulle acque		

REGIONE	Località	Suoli		Foreste		
		Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado		
Puglia	Murgie baresi e salentine, tavoliere di Foggia	Erosione dovuta a lavorazioni non razionali				
		La degradazione della struttura (causata dalla deflocculazione delle argille), è arginata dagli agricoltori locali tramite l'introduzione di tecniche che prevedono apporti di sostanza organica e di zolfo che facilitano il dilavamento del sodio e scassi profondi che aumentano la permeabilità. Sono rimossi i massi e macinati i primi 10 cm di substrato, livellando la superficie per le coltivazioni, ma predisponendo il terreno ai processi di erosione. È stato stimato che con tali lavorazioni circa 100.000 ha di superficie saranno interessati dai processi di desertificazione.				
		Driving Forces: attività agricole				
		Pressioni: lavorazioni non razionali, variazioni d'uso del suolo				
		Stato:	erosione, compattazione, diminuzione del contenuto di sostanza organica			
		Impatti:	perdita di suolo produttivo, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti delle rese culturali			
		Risposte:	direttive sulle acque e sulle politiche agricole			
	Provincia di Lecce e foggiano	Consumo di suoli agricoli per urbanizzazione				
		Processi particolarmente intensi dal 1970 al 1990 hanno sottratto alla coltivazione più di 10000 ettari di terre, in particolare in provincia di Lecce dove la superficie agraria di 2150 m ² per abitante è decisamente inferiore alla media nazionale.				
		Driving Forces:	urbanizzazione			
		Pressioni:	occupazione di aree agricole			
		Stato:	consumo di suoli agricoli			
		Impatti:	perdita di suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico			
		Risposte:	nessuna indicazione			

REGIONE	Località	Suoli		Foreste	
		Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado	
Basilicata	Val d'Agri (Marsiconuovo, Viaggiano, Montemurro, Guardia Perticara, Aliano, Armento, Montalbano Jonico e Scanzano Jonico)	Erosione in aree a predisposizione naturale Queste aree sono strettamente influenzate dalle condizioni climatiche: i ridotti valori delle precipitazioni contrapposti alle alte temperature originano condizioni atmosferiche prossime ad un clima semi-arido, che può innescare fenomeni erosivi e di degradazione particolarmente intensi. Questi processi sono evidenti soprattutto nei pendii esposti a sud e privi di copertura vegetale. Driving Forces: attività agricole, scarse precipitazioni ed alte temperature, elevate pendenze, substrato argilloso, ridotta presenza di vegetazione Pressioni: Stato: Impatti: Risposte:			
	Media Val d'Agri (Guardia Perticara)	Erosione per azioni antropiche Prove di simulazione di pioggia ad alta intensità hanno evidenziato in termini di effetto erosivo l'importanza delle diverse tecniche di lavorazione a fini conservativi: le perdite di suolo registrate nelle particelle sperimentali sono state di 6,1 t/ha per la zona arata e di 7,9 t/ha per quella erpicata. Driving Forces: attività agricole, scarse precipitazioni ed alte temperature, presenza ridotta di vegetazione Pressioni: Stato: Impatti:			

REGIONE	Località	Suoli		Foreste	
		Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado	
		cambiamenti delle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio Risposte: nessuna indicazione			
Basilicata	Metapontino	Salinizzazione in aree costiere I fenomeni di salinizzazione di acqua freatica stanno diventando sempre più frequenti, poiché la carenza idrica costringe spesso gli agricoltori ad attingere alle falde profonde. Driving Forces: attività agricole Pressioni: irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri Stato: salinizzazione Impatti: modificazione dei sistemi produttivi, stress idrico, diminuzioni delle rese colturali Risposte: nessuna indicazione			
	Parco del Pollino	Aree percorse da incendi L'attività incendiaria svolge un ruolo fondamentale nel processo di degrado del territorio: dal 1989 al 1998 il numero di incendi è stato di 318 per un totale di circa 4000 ha di superficie bruciata, di cui $\frac{3}{4}$ di superficie boscata. Driving Forces: azione antropica Pressioni: incendi Stato: erosione, distruzione della struttura del suolo, variazione del ciclo idrologico del suolo, lisciviazione, riduzione del contenuto di sostanza organica, diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo Impatti: perdita di suolo, rischi per l'uomo, incidenza economica, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico Risposte: nessuna indicazione			

REGIONE	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado
Calabria	versante ionico e piana di Sibari	Erosione Tutto il versante ionico è caratterizzato dalla presenza di suoli originati da substrati argillo-limosi pliocenici, su cui il clima mediterraneo, a causa della forte aggressività delle precipitazioni, esercita una forte influenza nei processi erosivi. Le tecniche di coltivazione adottate in questa regione (lavorazioni profonde lungo le linee di massima pendenza, l'assenza totale di sistemazioni idraulico-agrarie e la pratica della bruciatura delle stoppie) rendono il territorio privo di protezione nei confronti dei processi di erosione idrica. Sono state riscontrate perdita di fertilità associata all'incremento del livello di salinità negli orizzonti di superficie, diminuzione del contenuto di sostanza organica e precarietà degli equilibri strutturali e idrici, che compromettono l'accrescimento e lo sviluppo delle colture. Driving Forces: attività agro-forestali, forte aggressività delle precipitazioni, substrati argillo-limosi, lunghezza e pendenza del versante Pressioni: lavorazioni non razionali, arature in aree forestali, incendi Stato: erosione Impatti: perdita di suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, diminuzione delle rese colturali, perdita di biodiversità, alterazione della qualità del paesaggio Risposte: nessuna indicazione	Versante ionico crotonese	Impianto di specie esotiche Questi terreni erano stati precedentemente destinati a pascolo e alla coltivazione del grano avvicendato alla fava. Anche in questo caso, comunque, l'obiettivo della ricostituzione della copertura arborea sottendeva l'intento di recuperare in tempi brevi la capacità produttiva dei terreni, attraverso produzioni legnose a ciclo breve.

Calabria Area del lago di
Cecita

Erosione
Driving Forces: clima, roccia madre, topografia, agricoltura
Pressioni: lavorazioni non razionali, deforestazione, arature in aree forestali, sovrappascolamento, incendi

REGIONE	Località	Suoli		Foreste	
		Tipologie e Processi di degrado		Tipologie e Processi di degrado	
	Provincia di Crotone	<i>Stato:</i>	erosione, consumo di suoli agricoli, lisciviazione, compattazione, impoverimento della fertilità, riduzione della S.O.		
		<i>Impatti:</i>	perdita della risorsa suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del suolo, alterazione della qualità del paesaggio		
		<i>Risposte:</i>	nessuna indicazione		
			Erosione		
			Le condizioni ecologiche e geomorfologiche dell'area, gli eventi climatici e le attività antropiche (attraverso le politiche di riforestazione produttiva) inadatte a queste zone hanno diffuso erosione e badlands che occupano il 50.8% del territorio: tali conseguenze sono tra i più importanti fattori di impoverimento ambientale, economico e sociale della regione.		
			Driving Forces: attività agricole e forestali, forte aggressività delle precipitazioni, substrati argillo-limosi, lunghezza e pendenza del versante		
		Pressioni:	lavorazioni non razionali, forestazione produttiva		
		Stato:	erosione		
		Impatti:	perdita di suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, impoverimento ambientale, economico e sociale.		
		Risposte:	nessuna indicazione		
Calabria	Bacino idrografico del fiume Esaro di Crotone, in località Brasimato (CZ)	Erosione in aree con forestazione di eucalipto Nelle aree in cui, 35-40 anni fa, sono stati realizzati impianti di eucalipti sono in atto intensi fenomeni franosi, con processi di erosione diffusa di tipo calanchivo, che ne hanno modificato le caratteristiche morfologiche e			

REGIONE	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado
		morfometriche. Driving Forces: variazioni di uso del suolo Pressioni: forestazione produttiva Stati: inquinamento ambientale, erosione Impatti: di suolo Risposte: direttive sulle politiche agricole		
	Cariati, Crotone, Area dello Stretto, pianure tirreniche di Gioia Tauro e S. Eufemia e sulla piana di Sibari.	Salinizzazione nelle aree costiere I processi sono legati all'ingresso del cuneo salino (che secondo i dati del Consorzio di Bonifica presenta una tendenza ad allargarsi) alla salinizzazione dell'acqua di falda superficiale, alla subsidenza dovuta ad emungimento di acqua da falde in pressione ed alla frequenza di crisi di siccità. L'emungimento è in aumento, fatto che è testimoniato dal crescente numero di pozzi: dai 500 degli anni 70 si è passati ai 5000 attuali. Driving Forces: attività agricole Pressioni: irrigazione con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri Stato: salinizzazione Impatti: modificazione dei sistemi produttivi, diminuzione delle rese colturali Risposte: nessuna indicazione		
Calabria	Intera Regione	Aree percorse da incendio Il fenomeno è particolarmente grave in questa regione, dove l'indice di boscosità è del 38%: tra il 1975 e il 1996 è stata percorsa dal fuoco una superficie totale di 230869 ha. Driving Forces: attività antropiche Pressioni: incendi Stato: erosione, lisciviazione, diminuzione del contenuto di sostanza organica, diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo Impatti: perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli		

REGIONE	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado
		Risposte: ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico riforestazione, direttive sulle politiche di gestione		
		Inquinamento in aree agricole L'uso di fitofarmaci e concimi rappresenta uno dei maggiori fattori di pressione dell'attività agricola sull'ambiente, determinando un forte inquinamento di suoli: il 40% dei comuni della zona presenta rischi elevati o molto elevati. Driving Forces: attività agricole Pressioni: uso eccessivo di fertilizzanti Stati: inquinamento Impatti: rischi per l'uomo, diminuzione delle rese culturali, perdita di biodiversità Risposte: vincoli ambientali, protezione del suolo, direttive sulle acque e sulle politiche agricole		
	Piana di Sibari, Lamezia, Gioia Tauro, Alto tirreno Cosentino, Basso ionio reggino, alta Locride, Cirò (Kr), Basso ionio catanzarese, Pizzo Calabro (Vibo V.)			
Sicilia	Licata, Gela, prov. di Agrigento e Caltanissetta, Marsala e Mazara del Vallo	Sciare Sono territori aridi in cui domina la roccia calcarenitica ed in cui la presenza di sali di sodio determina la formazione di un crostone superficiale che rende i suoli improduttivi. Inoltre, ad influenzare negativamente queste aree, si affiancano le condizioni climatiche quando le precipitazioni non riescono più a risaturare le falde ed a ripristinare il livello di sicurezza negli invasi.	Pantelleria	Incendi e degrado dei sistemi forestali La macchia termoxerofila di quest'area per disturbo da incendio regredisce verso fisionomie di gariga (Cisto-Ericion). Un'ulteriore recrudescenza dei processi erosivi porta dapprima a formazioni di prateria xerica perenne (Hyparrhenion hirtae e Bromo-Oryzopsis miliaceae), poi alla formazione di praticelli effimeri a microfitte precoci (all.

REGIONE	Suoli			Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado		Località	Tipologie e Processi di degrado
		Driving Forces: substrati calcarenitici, attività antropiche lavorazioni non razionali, apertura strade, forestazione produttiva			Helianthemion guttati e Plantagini-Catapodium marini). La ricostituzione della copertura vegetale è molto lenta in quanto al disturbo da incendi si aggiungono condizioni stazionali fortemente limitanti (ventosità con conseguente erosione del suolo e apporto di salsedine; lunga durata del periodo arido; piogge irregolari e spesso torrenziali ecc.)
		Stato: erosione, variazione del ciclo idrologico del suolo, salinizzazione			
		Impatti: perdita di suolo, rischi per l'uomo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, stress idrico			
		Risposte: convenzioni per la lotta alla desertificazione, direttive sulle politiche agricole			
	Fascia meridionale della Sicilia	Salinizzazione in aree costiere		Cefalù-Messina	Incendi e degrado dei sistemi forestali
		Il fenomeno è legato ai consistenti emungimenti di acqua di falda che gli operatori agricoli attuano a scopi irrigui e che determinano accumulo di sali solubili nel suolo e conseguenze negative sull'attività vegetativa delle colture.			Tutti le formazioni forestali di queste aree tendono a regredire, per l'azione ripetuta degli incendi, verso formazioni di gariga (riferibili al <i>Cisto-Ericion multiflorae</i>), quindi verso prati-pascoli (<i>Hyparrhenietalia hirtae</i>). Questa "involuzione floristico-strutturale" si conclude con la costituzione di fisionomie riferibili alle praterie annue dell' <i>Helianthemetea guttati</i> .
		Driving Forces: attività agricole			
		Pressioni: irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri			
		Stato: salinizzazione			
		Impatti: modificazione dei sistemi produttivi, stress idrico, diminuzione delle rese colturali			
		Risposte: direttive sulle politiche agricole			
Sicilia	Bacini dei fiumi Platani, Belice e Verdura	Erosione in aree a predisposizione naturale		Bacino idrografico del Simeto	Incendi e degrado dei sistemi forestali
		Il 74,82% del territorio è ad alto rischio erosivo ed il 24,31% a rischio tollerabile. I suoli che presentano valori dell'indice di erodibilità più elevati (≥ 12.6) sono impostati sulle colline argillose, mentre l'area più ampia è presente nel settore sud-occidentale ove si riscontrano i suoli sugli affioramenti della serie gessoso-solfifera.			I boschi di quest'ambito bioclimatico, nonostante la maggior umidità delle stazioni, sono frequentemente colpiti dagli incendi (concentrati tra la fine della primavera e l'inizio dell'autunno), che si propagano facilmente per la totale assenza di qualsiasi forma di gestione, peraltro conseguente all'orografia molto spesso accidentata delle stazioni forestali.
		Determinati: roccia madre, topografia, clima			
		Pressioni: lavorazioni non razionali, arature in aree forestali			
		Stato: erosione			
		Impatti: perdita della risorsa suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del			

REGIONE	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado
		suolo, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico Risposte: <i>nessuna indicazione</i> Erosione per azioni antropiche L'introduzione dell'irrigazione ha determinato un radicale cambiamento degli ordinamenti culturali che caratterizzano il paesaggio e che da seminativi e mandorleti sono passati ad agrumi, vigneti e colture ortive. Queste trasformazioni causarono e causano grossi squilibri nel territorio siciliano, che sfociano in un aggravarsi della crisi ambientale, in particolare nei processi di desertificazione in atto. Determinati: agricoltura Pressioni: lavorazioni non razionali, variazioni di land use Stato: erosione Impatti: perdita della risorsa suolo, incidenza economica, cambiamenti nelle funzioni del suolo, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico Risposte: politiche di gestione dei boschi		
	Menfi e Ribera		Caltanissetta Catania, Enna	Impianto di specie esotiche Ha caratterizzato queste zone inizialmente per il recupero di suoli argillosi intensamente erosi (calanchi) e successivamente per la produzione di cellulosa per industria cartaria

REGIONE	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado
Sicilia	Licata, Gela, Marsala e Mazara del Vallo	Inquinamento Le vecchie cave di tufo abbandonate sono attualmente utilizzate come discariche di rifiuti e costituiscono una potenziale fonte di inquinamento per le falde superficiali. Determinanti: cave Pressioni: discarica di materiali inquinanti Stato: inquinamento Impatti: perdita di suolo, incidenza economica, modificazione della stabilità degli ecosistemi, rischi per l'uomo Risposte: nessuna indicazione	Melfi, Sciacca, Bivona, Montalegro, Siculiana, Lampedusa (Agrigento)	Effetti di rimboschimenti sulle caratteristiche della vegetazione in zone aride In queste aree è stato dimostrato che -il pino d'Aleppo dimostra generalmente uno sviluppo migliore rispetto al pino domestico e ai cipressi; -le condizioni ecologiche della Sicilia meridionale non sono adatte al Pinus radiata; -su suoli argillosi in forte erosione, caratterizzati dalla presenza di Lygeum spartium, i cipressi mostrano migliore accrescimento; -le tecniche d'impianto localizzate consentono la salvaguardia della vegetazione spontanea originaria, nonché un migliore accrescimento delle specie del rimboschimento; la conservazione della vegetazione spontanea (erbacea e arbustiva) migliora inoltre la capacità di protezione antierosiva e la diversità vegetale.
	Palermo, tra Capo Zafferano e Capo Plaia,	Consumo di suoli agricoli per urbanizzazione Il 41% del territorio è stato sottratto all'uso agricolo, con occupazione di terreni produttivi e adatti ad un'agricoltura intensiva, spesso vocati a seminativi o ad ortive a pieno campo. Determinanti: urbanizzazione Pressioni: occupazione di aree agricole Stato: consumo di suoli agricoli Impatti: perdita di suolo, cambiamenti delle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio Risposte: nessuna indicazione	Etna, Madonie, S. Pietro di Caltagirone	Deperimento delle specie quercine
Sicilia	Intera Isola	Aree percorse da incendi L'impatto dell'attività incendiaria determina uno stato ambientale particolarmente preoccupante, in quanto contribuisce ad aggravare lo stato di degrado e siccità. Driving Forces: azione antropica Pressioni: incendi		

REGIONE	Località	Suoli		Foreste	
		Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado	
	Stato:	erosione, variazione del ciclo idrologico, diminuzione del contenuto di sostanza organica, diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo			
	Impatti:	perdita di suolo, rischi per l'uomo, incidenza economica, cambiamenti nelle rese colturali, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico			
	Risposte:	nessuna indicazione			

REGIONE Sardegna	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado Erosione accelerata	Località	Tipologie e Processi di degrado Degrado da attività pastorale
	Onifai, Irgoli, Supramonte, Monte Arbu, Baunei, Barbagia di Belvi-Seulo, Bitti, Orgosolo, Lula, Sarcidano, Montiferru,	I processi sono variabili a seconda delle componenti litologica e morfologica: la situazione è particolarmente grave sulle aree a litologia granitica nei territori di Onifai, Irgoli e Lula, dove l'intervento antropico ha provocato fenomeni di erosione talmente elevati da precludere, o quasi, il ripristino della vegetazione naturale. Anche sulle metamorfiti le condizioni non sono migliori, ad esempio nel Gennargentu, nella Barbagia di Belvi-Seulo sino a Bitti, Lula, Orgosolo a nord e Sarcidano a sud. Driving Forces: pendenza, roccia madre, vegetazione, attività agro-pastorali intensive Pressioni: arature in aree forestali, interventi di miglioramento pascolo, sovrappascolamento, deforestazione, incendi, lavorazioni non razionali Stato: erosione, compattazione, riduzione del contenuto di sostanza organica Impatti: perdita di suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti nelle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico Risposte: tutela dei territori, miglioramento pratiche agricole	Lula (NU)	È stata studiata: - affermazione di specie più xerofite che stanno sostituendo l'originale macchia mediterranea; la copertura forestale è ridotta a pochi lecci isolati e sparsi nel territorio, così come si cominciano a diffondersi specie del genere <i>Cistus</i>; - perdita dell'orizzonte organico del suolo e conseguente esposizione degli orizzonti minerali e della roccia madre.
Sardegna	Calangianus, Oschiri, Ortueri e Fluminimaggiore	Degradazione in aree sughericole Queste aree sono state oggetto di trasformazioni in erbai, che hanno provocato una modifica degli ecosistemi da forestali ad agricoli, con conseguenti processi di erosione, compattazione del suolo, diminuzione della permeabilità, mancato apporto di sostanza organica e riduzione della fertilità, tanto da pregiudicare il rinnovo naturale dei boschi da sughera. Driving Forces: attività agro-pastorali Pressioni: lavorazioni non razionali, arature in aree forestali, interventi di miglioramento pascolo, sovrappascolamento,	Siniscola, Valle del Lanaitto, M. Corrasi e lecceta di Montes	Degrado da attività pastorale - gli orizzonti organici sono ben conservati e sviluppati ove il grado di copertura del complessivo tra strato arboreo e arbustivo supera l'85%; in queste condizioni la pendenza del versante gioca un ruolo secondario nei processi pedogenetici, fintantoché la copertura forestale viene conservata; - l'utilizzazione antropica si riflette in un'ampia variabilità spaziale nella densità e del diametro nei popolamenti forestali; nelle formazioni arboree è necessaria un'area basimetrica superiore a 30

REGIONE	Suoli		Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado
		Stato: deforestazione, incendi erosione, compattazione, riduzione della S.O.		m ² ha-1 per garantire la conservazione dell'Or.O., mentre un valore > a 15 m ² ha-1 è sufficiente per garantire la stessa protezione nella macchia alta, che ha copertura più compatta.
		Impatti: perdita della risorsa suolo, incidenza economica, modificazione dei sistemi produttivi, cambiamenti nelle rese colturali, cambiamenti nelle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio		
		Risposte: tutela dei territori, miglioramento delle pratiche agricole, interventi per la ricostituzione		
	Is Olias (Capoterra-Cagliari)	Erosione causata da forestazione produttiva Attraverso studi sperimentali in parcelle d'erosione, sono stati riscontrati in aree con vegetazione ad eucalipto valori di trasporto solido circa doppi rispetto a quelli registrati nelle aree attigue ricoperte da vegetazione naturale arbustiva ed erbacea. Driving Forces: politiche agricole comunitarie Pressioni: forestazione produttiva Stato: erosione, riduzione del contenuto di sostanza organica, diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo, inquinamento ambientale Impatti: perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio Risposte: direttive politiche forestali e pianificazioni territoriali	Is Olias (Capoterra-Cagliari)	Incendi e degrado dei sistemi forestali - nell'arco dei sei anni si è completato il ripristino della copertura della macchia, che nella stazione è rappresentata da una formazione termoxerofila caratterizzata dall'abbondante presenza di Ceratonia siliqua; - tutte le specie della macchia mediterranea preesistenti all'incendio hanno ricolonizzato, anche se il processo di ricolonizzazione non è andato avanti con lo stesso ritmo in tutta l'area, che si presenta come un mosaico di tessere dominate da specie differenti, legate a variabilità nella microtopografia;
Sardegna	Sassarese, Goceano Baronia, Marmilla, Sarcidano, Marghine,	Degradazione dei suoli per sovrappascolamento Non esiste una valutazione quantitativa dei danni arrecati dal sovrappascolamento, ma poiché l'attività pastorale è quella principale in diverse zone dell'isola si suppone che i danni da essa arrecati siano consistenti. Driving Forces: pastorizia Pressioni: sovrappascolamento Stato: erosione, compattazione, diminuzione del	Is Olias (Capoterra-Cagliari)	Rapporti tra piantagioni con specie esotiche e processi di degrado nelle zone vulnerabili alla desertificazione - l'impianto è stato realizzato conservando la macchia spontanea preesistente (alto e medio versante) le specie della macchia hanno continuato a svilupparsi regolarmente mentre l'eucalipto ha avuto una risposta di crescita più lenta. La macchia,

REGIONE	Località	Suoli		Foreste	
		Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado	
		contenuto di sostanza organica, diminuzione della copertura vegetale Impatti: perdita di suolo, modificazione dei sistemi produttivi, diminuzione delle rese colturali, cambiamenti delle funzioni del suolo, modificazione della stabilità degli ecosistemi, nessuna indicazione Risposte:		incrementa la diversità delle specie animali a essa legata da rapporti trofici e di nicchia spaziale. - I cambiamenti floristici più significativi sono avvenuti, viceversa, ove l'impianto è stato realizzato previa eradicazione della macchia o sugli ex coltivi. In questi casi, nonostante il grado di copertura dello strato arboreo degli eucalitti (variabile tra il 40% - 70%) assicuri una buona penetrazione della luce sul terreno, le specie della macchia sono poche, sporadiche (in molti casi con un grado di copertura < 1%) e di sviluppo più ridotto rispetto alla dimensione degli individui allo stato spontaneo.	
	Arborea (OR)	Inquinamento causato da uso eccessivo di fertilizzanti E un'area in cui vi è un'alta concentrazione di allevamenti di bovini con annesse industrie lattiero-casearie. Le fonti d'inquinamento sono collegate ai concimi utilizzati per migliorare la fertilità dei terreni e solo in misura minore allo smaltimento dei liquami, preventivamente convogliati in opportune vasche di raccolta. Driving Forces: attività agricole Pressioni: uso eccessivo di fertilizzanti Stato: inquinamento Impatti: rischi per l'uomo, cambiamenti delle rese colturali, perdita di biodiversità Risposte: direttive politiche, protezione del suolo	Arborea (OR)	Impianto di specie esotiche	
	Iglesiente e Sarrabus Gerrei	Inquinamento causato da attività mineraria La presenza di siti che ospitano attività estrattive sono fonte d'inquinamento dei suoli da metalli pesanti, trasportati dalle acque di ruscellamento e successivamente sedimentati. Gli inquinanti presenti nei suoli e nelle acque riguardano concentrazioni elevate di cromo, cadmio, alluminio, argon ed altri elementi, tanto da proibire la produzione e la vendita dei prodotti di alcune aziende agricole provenienti da queste zone. Driving Forces: attività mineraria Pressioni: discarica di materiali inquinanti Stato: inquinamento Impatti: perdita della risorsa suolo, rischi per	Monte Arci (OR)	Impianto di Pinus radiata L'impianto è stato preceduto dall'eliminazione della macchia mesofila preesistente ed è stato sottoposto ad 11 anni ad un diradamento con cui fu asportato il 35% della massa. L'anno successivo la densità è stata ulteriormente ridotta per il passaggio di un incendio. L'indagine ha evidenziato che la copertura più leggera (per diradamento e incendio) caratteristico del popolamento di media densità, ha favorito l'innescio di un processo successionale con l'ingresso del leccio e la massima diversità del piano di rinnovazione.	

REGIONE		Suoli		Foreste		
Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado			
Muravera, Villaputzu, Santa Lucia, Arborea	Risposte: Negli ultimi decenni l'area è stata interessata da un peggioramento graduale della qualità dei suoli che ne ha compromesso la produttività. Driving Forces: agricoltura Pressioni: irrigazioni con acque salmastre, sfruttamento eccessivo degli acquiferi costieri Stato: salinizzazione Impatti: modificazione dei sistemi produttivi, diminuzione delle rese colturali, stress idrico Risposte: nessuna indicazione	M.te Arci, Montes, Usinavà,	Effetti di rimboschimenti sulle caratteristiche della vegetazione in zone aride I rimboschimenti di conifere hanno valori di biomassa superiori (100 t ha-1 M. Arci e Montes, 50 t ha-1 Usinavà) a quelli delle aree a macchia (20-25 t ha-1 Usinavà e Montes, 120 t ha-1 M. Arci) e la biomassa è ripartita tra un numero maggiore di specie; è confermato il dato fornito dalla ricerca sui rimboschimenti di Pinus radiata, ovvero che la copertura forestale ripristinata attraverso il rimboschimento promuove una maggior diversità di specie sotto copertura, tra cui il leccio.			
Intera Isola	Aree percorse da incendi Driving Forces: azione antropica Pressioni: incendi Stato: erosione, lisciviazione, riduzione del contenuto di sostanza organica, diminuzione dell'attività biologica e della biodiversità del suolo Impatti: perdita della risorsa suolo, diminuzione delle rese colturali, perdita di biodiversità, modificazione della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico Risposte: nessuna indicazione	Iglesiente, Gallura, Margine, Planargia	Degrado nei boschi di sughera Il processo di degrado è attribuibile all'azione di fattori concomitanti e consequenziali, che sono: incendi, lavorazioni del terreno, insetti fitofagi, potature, pascolamento. La ricerca ha proposto quindi come principali indicatori dei processi di degrado nelle foreste di quercia da sughero: -presenza di una composizione floristica tipica di aree coltivate; -semplificazione strutturale dei popolamenti; -frequenza e virulenza degli attacchi di insetti fitofagi; -abbondanza degli attacchi di patogeni; -presenza esclusiva di individui d'origine agamica.			
Sardegna	Bacino di S.Lucia ed hinterland cagliaritano	Consumo di suoli agricoli per apertura di cave Tali aree sono afflitte da problematiche legate alla perdita di suoli ad alta potenzialità produttiva e spesso serviti dalla rete di distribuzione idrica finalizzata all'irrigazione; sono inoltre interessate da importanti modificazioni morfologiche, idrogeologiche ed ambientali. Le cave di materiale sabbioso dell'hinterland cagliaritano, ad	Monte Rassu (SS)	Degrado e depimento delle formazioni forestali d'ambiente costiero L'accesso alla spiaggia con auto comporta la distruzione della vegetazione dunale e accentua i fenomeni di erosione della duna (idrica, incanalata ed eolica), che è già in sé un substrato vulnerabile all'erosione per la natura poco coerente. Infatti, la		

REGIONE	Suoli			Foreste	
	Località	Tipologie e Processi di degrado	Località	Tipologie e Processi di degrado	
Sardegna	Quartu S. Elena Cagliari, Olbia, Sassari e Stintino	esempio, occupano una superficie di 170,69 ha. Driving Forces: apertura di cave Pressioni: occupazione di aree agricole Stato: consumo di suoli agricoli Impatti: perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, alteraz. qualità del paesaggio Risposte: vincoli ambientali		creazione di tracciati che tagliano la duna perpendicolarmente favorisce sia l'azione erosiva del vento, che l'innescio di fenomeni di erosione delle dune per ruscellamento, per la compattazione delle sabbie da calpestio e per il passaggio dei mezzi motorizzati.	
		Consumo di suoli per urbanizzazione La mancanza di piani di espansione e di politiche razionali di gestione ha reso questa pressione particolarmente grave soprattutto perché ha interessato i suoli delle migliori classi della Land Capability, da sempre vocate ad arboricoltura e viticoltura di pregio o caratterizzate da macchia mediterranea in condizioni climatiche. Driving Forces: urbanizzazione Pressioni: occupazione di aree agricole Stato: consumo di suoli agricoli Impatti: perdita della risorsa suolo, cambiamenti nelle funzioni del suolo, perdita di biodiversità, mod.ne della stabilità degli ecosistemi, alterazione della qualità del paesaggio, stress idrico Risposte: vincoli ambientali, pol. di gestione del territorio			

Edito dall'ENEA
Unità Comunicazione
Lungotevere Thaon di Revel, 76 - 00196 Roma
www.enea.it

Edizione del volume a cura di Giuliano Ghisu
Copertina: Bruno Giovannetti
Stampa: Primaprint (Viterbo)
Finito di stampare nel mese di novembre 2006