



UNIONE EUROPEA  
Fondo Europeo  
di Sviluppo regionale



---

*Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio  
Ministero dell'Economia e delle Finanze*

## **PODIS PROGETTO OPERATIVO DIFESA SUOLO**

**MANUALE DI INDIRIZZO DELLE SCELTE PROGETTUALI  
PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA**



PODIS

# MANUALE DI INDIRIZZO DELLE SCELTE PROGETTUALI PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

## **A cura di:**

**Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio**  
**Direzione Generale per la Difesa del Suolo**  
**Progetto Operativo Difesa Suolo**

*Direttore Generale Difesa Suolo*  
Ing. Mauro Luciani

*Responsabile PODIS*  
Ing. Giovanni Onorato

*Direttore Operativo PODIS*  
Ing. Felice Buggè

*Coordinatore Area Tecnica*  
Ing. Laura Cutaia

## **Redazione**

Ing. Dott. Nat. Paolo Cornelini  
Dott. Nat. Giuliano Sauli

## **Revisione**

Ing. Chiara Biscarini  
Ing. Laura Cutaia  
Geol. Grazia Varacalli  
Geol. Luca Olivetta

Si ringrazia l'Ing. Gabriele Felli per il contributo fornito in fase di avvio dell'attività

© Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio 2005

I diritti di traduzione, riproduzione e adattamento totale o parziale sono riservati per tutti i Paesi. Nessuna parte di questo volume può essere riprodotta, registrata o trasmessa con qualsiasi mezzo: elettronico, elettrostatico, meccanico, fotografico, magnetico (compresi microfilm, microfiches e copie fotostatiche).

## *Impaginazione e stampa:*

Roma 2005 - Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato S.p.A. - Salario

PODIS - Progetto Operativo Difesa Suolo - PON ATAS 2000-2006 Misura A.3  
Via Cristoforo Colombo n. 112 - 00147 Roma  
[www.podis.it](http://www.podis.it)

## **Autori**

Ing. Dott. Nat. Paolo Cornelini  
Dott. Nat. Giuliano Sauli

## **Contributi specialistici**

Prof. Ing. Salvatore Puglisi	Cap. 1.3
Dott. Geol. Alessandro Trigila	Cap. 2.1
Dott. Geol. Irene Rischia	Cap. 2.1
Prof. Sergio Malcevschi	Cap. 2.3
Dott. Agr. Andrea Pietro Corapi	Cap. 2.3
Dott. For. Fabio Palmeri	Cap. 3
Dott. Geol. Massimo Comedini	Cap. 4.3.1
Dott. Geol. Giancarlo Bovina, Dott. Geol. Carlo Callori Di Vignola, Dott. Geol. Massimo Amodio	Cap. 5.8.2
Roberto Ferrari	Cap. 6

Il fumetto “*Salvatore*” del cap. 8 è stato ideato da Paolo Cornelini, disegnato da Olivia Iacoangeli ed informatizzato da Chiara Biscarini

Le figure riportate nei capitoli sono opera originale degli autori ove non altrimenti specificato

## **Disegni**

Dott. Geol. Olivia Iacoangeli  
Geom. Licia Cociancich

## **Collaboratori**

Dott. Nat. Cristina Loss  
Dott. Nat. Viviana Zago  
Andrea Giorgi

Si ringraziano per il contributo nella elaborazione delle schede tecniche del cap. 5:

Ing. Mariano Lucio Alliegro  
Ing. Ignazio Balzamo

Ing. Carlo Bifulco  
P. Agr. Carlo Bonelli  
Dott. Geol. Giancarlo Bovina  
Geom. Antonio Bosco  
Ing. Antonio Bruzzese  
Dott. Nat. Teresa Carone  
Dott. Geol. Giuseppe Doronzo  
Dott. Nat. Alessandro Facen  
Ing. Nando Ferranti  
Dott. Agr. Antonello Liberatore  
Ing. Aldo Marcello  
Ing. Gino Menegazzi  
Dott. For. Chiara Milanese  
Geom. Sabatino Panzitta  
Ing. Gianluigi Pirrera  
Dott. Geol. Giovanni Pinzani  
Geom. Domenico Portose  
Dott. For. Paolo Prospero  
Dott. For. Giuseppe Puddu  
Ing. Lionello Sacchetti  
Ing. Aleandro Tinelli  
Arch. Antonio Trivisani

Un ringraziamento particolare al Dott. Agr. Emanuele Guidi del Dipartimento Territorio Ambiente della Repubblica di S. Marino

Elenco delle schede del cap.5 con indicazione dei compilatori:

### **Idraulica**

F. Tanagro (SA)	Mariano Alliegro, Paolo Cornelini
Alaco (CZ,VV)	Antonio Bosco, Paolo Cornelini, Aldo Marcello
Vieste (FG)	Carlo Bonelli
Mattinata(FG)	Carlo Bonelli
T. Farinella (PA)	Ignazio Balzamo, Giovanni Pinzani, Giuliano Sauli
Roccella (PA)	Ignazio Balzamo, Giovanni Pinzani, Giuliano Sauli
Nora (CA)	Paolo Cornelini, Alessandro Facen, Giuliano Sauli
Rio Inferno (FR)	Paolo Cornelini
Rio Fontanelle (FR)	Paolo Cornelini

Rio Valleluce (FR)	Paolo Cornelini
F. Fella (UD)	Cristina Loss, Giuliano Sauli, Viviana Zago
Rio Anonimo (UD)	Cristina Loss, Giuliano Sauli, Viviana Zago

### **Versanti**

Vesuvio (NA)	Carlo Bifulco, Paolo Cornelini, Gino Menegazzi
Pomigliano d'Arco(NA)	Giuseppe Doronzo
Titerno (BN)	Mariano Alliegro, Antonio Bruzzese, Paolo Cornelini
S. Giov. Rotondo(FG)	Carlo Bonelli
Bernalda (MT)	Antonio Trivisani
Rocca di Caccamo(PA)	Ignazio Balzamo, Giovanni Pinzani, Giuliano Sauli
Collesano (PA)	Gianluigi Pirrera, Giuliano Sauli
Contuberna (AG)	Gianluigi Pirrera, Giuliano Sauli
Colle S. Michele(CA)	Alessandro Facen, Giuliano Sauli
Atina (FR)	Paolo Cornelini
Alta Versilia(LU, MC)	Paolo Cornelini, Alessandro Trigila
Repubblica S. Marino	Emanuele Guidi

### **Aree percorse dal fuoco**

Joppolo (VV)	Paolo Cornelini, Domenico Cortose, Sabatino Panzitta
Pizzoli (AQ)	Paolo Cornelini, Antonello Liberatore, Lionello Sacchetti

### **Strade e ferrovie**

Blufi (PA)	Ignazio Balzamo, Giovanni Pinzani, Giuliano Sauli
Pula (CA)	Paolo Cornelini, Alessandro Facen, Giuliano Sauli
Arezzo	Paolo Cornelini, Giuliano Sauli

### **Cave e discariche**

Priverno (LT)	Paolo Cornelini, Nando Ferranti, Chiara Milanese
	Paolo Prosperi
Scoria (TS)	Giuliano Sauli
Fanna (Maniago, PN)	Giuliano Sauli
Gonnesa (CA)	Giuliano Sauli

### **Condotte interrattate**

Bernalda (BR)	Giuliano Sauli
Malborghetto (UD)	Cristina Loss, Giuliano Sauli, Viviana Zago

**Sistemazioni costiere**

Nova Siri (MT)

Circeo (LT)

Antonio Trivisani

Giancarlo Bovina, Giuliano Sauli

## PRESENTAZIONE

Il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, Direzione Generale Difesa Suolo, attraverso il Progetto Operativo Difesa Suolo (PODIS) finanziato dal Quadro Comunitario di Sostegno (QCS, programmazione 2000-2006), svolge attività di supporto alle Regioni dell'Obiettivo 1 nell'attuazione delle misure previste nei rispettivi Programmi Operativi Regionali in materia di difesa del suolo.

A tal fine il Ministero in attuazione del PODIS ha costituito un insieme organico di strutture funzionali a queste necessità: una struttura centrale di coordinamento ed una rete di unità locali presso le quali operano esperti che forniscono assistenza tecnica ed operativa alle Regioni ed agli Enti Locali.

L'unità centrale di coordinamento si occupa altresì di mettere a disposizione delle Regioni e degli Enti Locali volumi tecnici e linee guida contenenti le metodologie e le esperienze più avanzate e consolidate per una migliore ed efficace soluzione delle problematiche afferenti i processi di attuazione della Programmazione Operativa Regionale nel settore della difesa del suolo nell'ambito delle seguenti tematiche: idraulica, idrogeologia, geotecnica, difesa delle coste e dei litorali, ingegneria naturalistica, aspetti amministrativi.

Tali testi si configurano come una vera e propria collana di cui ad oggi sono stati già pubblicati alcuni volumi che hanno riscosso un notevole successo presso le Pubbliche Amministrazioni ed operatori del settore.

Le tematiche dell'ingegneria naturalistica costituiscono l'oggetto del presente volume, con particolare riferimento alle applicazioni relative alla difesa del suolo. Il testo, corredato da schede tecniche ed esempi di interventi realizzati nelle regioni italiane dell'Obiettivo 1, si configura come un utile strumento di ausilio progettuale per quanti vogliono affrontare le problematiche della difesa del suolo ricorrendo anche alle ormai consolidate tecniche dell'ingegneria naturalistica.

La redazione del volume è stata affidata a noti esperti del settore autori di altre pubblicazioni sull'argomento nonché di numerosi interventi progettuali, ampiamente documentati nel testo stesso.

*Il v. Ministro*  
(On. Francesco NUCARA)



## PREFAZIONE

*Il Manuale di Indirizzo si inserisce nell'ormai vasta produzione di testi di ingegneria naturalistica ad opera di molte Regioni italiane e del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, proponendosi come testo base per la conoscenza e la diffusione dell'ingegneria naturalistica e lasciando gli approfondimenti ad altri manuali specialistici di recente pubblicazione.*

*Il manuale ha lo scopo di fornire ai progettisti ed ai responsabili del procedimento uno strumento operativo agile e di semplice consultazione per impostare sin dall'inizio un progetto di difesa del suolo secondo gli standard previsti dal Regolamento di attuazione della Legge Quadro in materia di lavori pubblici. L'art. 15.5 della L. Q. prevede che già nella redazione del documento preliminare all'avvio della progettazione venga esaminata la possibilità del ricorso alle tecniche di ingegneria naturalistica.*

*La novità del Manuale di Indirizzo consiste nell'affrontare le scelte progettuali complessive con un approccio integrato che parte dall'analisi dei casi (frane, sistemazioni idrauliche, etc.) piuttosto che dalla descrizione delle tecniche.*

*Una parte qualificante è, quindi, quella della casistica presentata con le schede, corredate di schemi sintetici e documentazione fotografica, dei più significativi interventi di ingegneria naturalistica sia delle regioni meridionali sia a livello nazionale. Per la compilazione delle schede è stata necessaria una vasta campagna di sopralluoghi, unitamente ad una analisi dei dati progettuali, ove disponibili, resa possibile grazie alla collaborazione dei tecnici locali.*

*Vengono anche riportati, come contributo ad una migliore realizzazione degli interventi, i più frequenti errori nella realizzazione delle opere di ingegneria naturalistica e, novità assoluta, una descrizione a fumetti del corretto iter procedurale da parte di "Salvatore".*

PAOLO CORNELINI E GIULIANO SAULI



## INDICE DEL MANUALE

PRESENTAZIONE .....	Pag.	VII
PREFAZIONE .....	»	XI
1. INTRODUZIONE .....	»	1
1.1 DEFINIZIONI, METODI, FINALITÀ .....	»	1
1.2 CRONISTORIA EUROPEA .....	»	5
1.3 I PIÙ SIGNIFICATIVI INTERVENTI DI DIFESA DEL SUOLO MEDIANTE SISTEMAZIONI IDRAULICO-FORESTALI AGLI INIZI E DURANTE IL XX SECOLO IN BASILICATA, CAMPANIA, PUGLIA .....	»	8
1.3.1 <i>Introduzione</i> .....	»	8
1.3.2 <i>Basilicata</i> .....	»	8
1.3.3 <i>Campania</i> .....	»	10
1.3.4 <i>Puglia</i> .....	»	10
1.4 DEONTOLOGIA .....	»	24
1.4.1 <i>Premessa</i> .....	»	24
1.4.2 <i>Principi di base</i> .....	»	25
1.5 NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	»	28
1.5.1 <i>Leggi nazionali e regionali con riferimenti all'ingegneria naturalistica</i> .....	»	28
1.5.2 <i>Aspetti Normativi</i> .....	»	32
2. IL TERRITORIO DELLE REGIONI MERIDIONALI ITALIANE E POSSIBILI APPLICAZIONI DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE .....	»	35
2.1 LINEAMENTI GEOMORFOLOGICI DELLE REGIONI MERIDIONALI .....	»	35
2.1.1 <i>Puglia</i> .....	»	35
2.1.2 <i>Calabria</i> .....	»	38
2.1.3 <i>Sicilia</i> .....	»	42
2.1.4 <i>Basilicata</i> .....	»	46
2.1.5 <i>Sardegna</i> .....	»	49
2.1.6 <i>Campania</i> .....	»	52
2.2 LA VEGETAZIONE DELL'ITALIA MERIDIONALE .....	»	57
2.2.1 <i>La macchia a oleastro e carrubo (Oleo-Ceratonion)</i> .....	»	57
2.2.2 <i>La lecceta (Quercion ilicis)</i> .....	»	59
2.2.3 <i>I querceti a caducifoglie (Quercion pubescenti petraeae)</i> .....	»	59
2.2.4 <i>Le faggete della fascia montana (Geranio-Fagion)</i> .....	»	60

2.3	L'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLA PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E SETTORIALE.....	Pag.	61
2.3.1	<i>L'ingegneria naturalistica dal progetto al piano</i> .....	»	61
2.3.2	<i>I settori di governo pianificati e l'ingegneria naturalistica</i> .....	»	63
2.3.3	<i>Un caso particolare: la situazione della Lombardia</i> .....	»	67
3.	ELEMENTI DI BIOTECNICA .....	»	69
3.1	IL RUOLO DELLE PIANTE NELLA STABILITÀ DEI VERSANTI.....	»	69
3.2	CARATTERISTICHE BIOTECNICHE DELLE PIANTE.....	»	71
3.2.1	<i>Capacità di consolidare il terreno</i> .....	»	73
3.2.2	<i>Resistenza degli apparati radicali</i> .....	»	74
3.2.3	<i>I Salici</i> .....	»	78
4.	LA PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA .....	»	81
4.1	INTRODUZIONE .....	»	81
4.2	ANALISI STAZIONALE BOTANICA PER LA SCELTA DELLE SPECIE E DELLE TIPOLOGIE VEGETAZIONALI DI PROGETTO .....	»	81
4.2.1	<i>Analisi floristica</i> .....	»	82
4.2.2	<i>Analisi fitosociologica</i> .....	»	83
4.2.3	<i>Metodologia tipo di analisi botanica</i> .....	»	85
4.3	IL PROGETTO BOTANICO.....	»	86
4.3.1	<i>Elenco indicativo delle specie legnose autoctone comuni nelle re- gioni meridionali</i> .....	»	87
4.4	L'IMPIEGO DEI MATERIALI PER L'INGEGNERIA NATURALISTICA NELLE REGIONI MERIDIONALI.....	»	93
4.4.1	<i>Premessa</i> .....	»	93
4.4.2	<i>I materiali</i> .....	»	94
4.5	ESEMPI DI ELABORATI PROGETTUALI TIPO .....	»	103
4.5.1	<i>Progetto preliminare</i> .....	»	103
4.5.2	<i>Progetto definitivo</i> .....	»	104
4.5.3	<i>Progetto esecutivo</i> .....	»	104
4.6	VALUTAZIONE DEI PROGETTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA .....	»	134
4.6.1	<i>Valutazione dei progetti</i> .....	»	134
4.6.2	<i>Linee guida per la valutazione dei progetti di I.N.</i> .....	»	134
5.	I SETTORI DI INTERVENTO DELL'INGEGNERIA NATURA- LISTICA .....	»	137
5.1	IDRAULICA .....	»	137
5.1.1	<i>Criteri di progettazione naturalistica</i> .....	»	137

5.1.2	<i>Scheda di valutazione della qualità ambientale di un corso d'acqua.</i>	Pag.	140
5.1.3	<i>Scelta delle tipologie di intervento .....</i>	»	144
5.1.4	<i>Valutazione della scabrezza in presenza di vegetazione.....</i>	»	147
5.1.5	<i>Parametri ideologici da considerare nel calcolo delle opere di I.N.</i>	»	148
5.2	VERSANTI.....	»	186
5.2.1	<i>Possibilità d'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica nelle principali tipologie di dissesto.....</i>	»	186
5.2.2	<i>Tecniche di ingegneria naturalistica applicabili ai versanti nelle regioni meridionali.....</i>	»	188
5.2.3	<i>Criteri di scelta delle tecniche .....</i>	»	195
5.3	AREE PERCORSE DAL FUOCO .....	»	233
5.3.1	<i>Introduzione .....</i>	»	233
5.3.2	<i>Problemi di dissesto idrogeologico indotti dagli incendi boschivi.</i>	»	233
5.3.3	<i>Gli interventi di recupero e ricostruzione della copertura vegetazionale .....</i>	»	235
5.3.4	<i>Interventi di difesa del suolo .....</i>	»	237
5.4	STRADE E FERROVIE.....	»	242
5.4.1	<i>Premessa .....</i>	»	242
5.4.2	<i>Tipologie degli interventi .....</i>	»	243
5.4.3	<i>Opere di sostegno.....</i>	»	252
5.4.4	<i>Rivegetazione a lato strada.....</i>	»	252
5.5	CAVE.....	»	267
5.5.1	<i>Cave di pianura.....</i>	»	267
5.5.2	<i>Cave di monte .....</i>	»	269
5.6	DISCARICHE.....	»	281
5.6.1	<i>Discariche di RSU e RTN .....</i>	»	282
5.6.2	<i>Discariche di inerti .....</i>	»	285
5.6.3	<i>Discariche minerarie .....</i>	»	286
5.7	CONDOTTE INTERRATE.....	»	290
5.7.1	<i>Riutilizzo dei substrati pedologici.....</i>	»	290
5.7.2	<i>Tecniche di ingegneria naturalistica.....</i>	»	290
5.8	SISTEMAZIONI COSTIERE E DUNALI .....	»	300
5.8.1	<i>Porti e aree contermini .....</i>	»	300
5.8.2	<i>L'approccio dell'ingegneria naturalistica nella conservazione degli ambienti dunali.....</i>	»	300
5.8.3	<i>Le aree lagunari.....</i>	»	307

6.	FREQUENTI TIPI DI ERRORI NELL'ESECUZIONE DI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA .....	Pag. 313
6.1	ERRORI DERIVANTI DALLA NON CORRETTA GESTIONE DEL SITO DI INTERVENTO .....	» 313
6.2	ERRORI DERIVANTI DALLA NON CORRETTO UTILIZZO DI MATERIALE NATURALE VIVO .....	» 317
6.3	ERRORI DERIVANTI DALLA NON CORRETTO UTILIZZO DI MATERIALE NATURALE MORTO .....	» 317
6.4	ERRORI DERIVANTI DALLA NON CORRETTO UTILIZZO DI MATERIALE INERTE.....	» 319
6.5	ERRORI DERIVANTI DALLA NON CORRETTO UTILIZZO DI MATERIALE TRADISIONALE E SINTETICO .....	» 322
6.6	ERRORI COMUNI NELLA REALIZZAZIONE GENERALE .....	» 322
7.	SCHEDE DELLE PRINCIPALI TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA .....	» 327
	<i>Interventi antierosivi</i>	
7.1	SEMINA.....	» 328
7.2	IDROSEMINA.....	» 329
7.3	IDROSEMINA A SPESSORE.....	» 330
7.4	BIOSTUOIE .....	» 331
7.5	STUOIE SINTETICHE TRIDIMENSIONALI .....	» 333
7.6	STUOIE SINTETICHE BITUMATE.....	» 334
7.7	RIVESTIMENTO VEGETATIVO IN RETE METALLICA E STUOIA .....	» 337
	<i>Interventi stabilizzanti</i>	
7.8	MESSA A DIMORA DI TALEE.....	» 340
7.9	MESSA A DIMORA DI ARBUSTI.....	» 343
7.10	MESSA A DIMORA DI ALBERI.....	» 345
7.11	COPERTURA DIFFUSA.....	» 347
7.12	TRAPIANTI DAL SELVATICO .....	» 349
7.13	VIMINATA VIVA SEMINTERRATA.....	» 351
7.14	GRADONATA VIVA .....	» 353
7.15	CORDONATA VIVA.....	» 355
7.16	FASCINATA VIVA.....	» 357
7.17	PALIZZATA VIVA .....	» 359
	<i>Interventi di consolidamento</i>	
7.18	GRATA VIVA .....	» 361
7.19	PALIFICATA VIVA DOPPIA .....	» 363
7.20	PALIFICATA VIVA ROMA.....	» 365
7.21	GABBIONATA VIVA.....	» 368

---

7.22	MATERASSO RINVERDITO.....	<i>Pag.</i>	370
7.23	SCOGLIERA RINVERDITA.....	»	372
7.24	TERRA RINFORZATA RINVERDITA.....	»	374
7.25	BRIGLIA VIVA IN LEGNAME E PIETrame.....	»	376
8.	SINTESI A VIGNETTE.....	»	379
	BIBLIOGRAFIA.....	»	387