



**L'Ingegneria Naturalistica
nel Contrasto al Dissesto Idrogeologico e nella Difesa delle Coste
in Ambito Mediterraneo
GIORNATA DI STUDIO**

Venerdì 18 Maggio 2018, ore 9:00

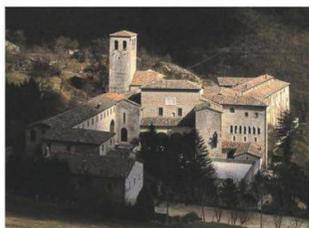
SALA ANTONELLI c/o HOTEL SAVOY di PESARO

Viale della Repubblica, 22



Via Venezia, Cagli (PU)

Archivio Fotografico di Alta Scuola,
ph E. Martini



Eremo di Fonte Avellana

"Archivio fotografico Provincia di Pesaro e Urbino
ph A. Gamberini"



**Campo sperimentale di I.N.
JemmBuild (Albano Laziale)**

Archivio Fotografico di JemmBuild
ph E. Marrone

con il patrocinio di



evento in convenzione, partecipazione e sostegno con



➤ **"Compendio di ingegneria naturalistica per docenti e professionisti: analisi, casistica ed elementi di progettazione"**

➤ **Applicazione tecniche IN difesa suolo /situazione e prospettive**

Giuliano SAULI (Pres. AIPIN)

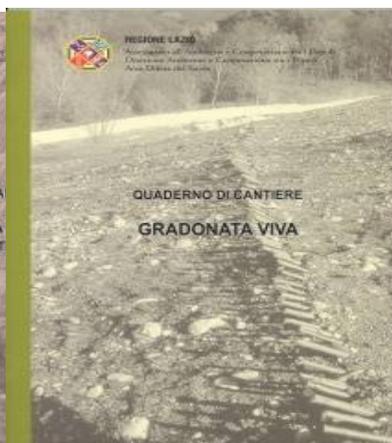
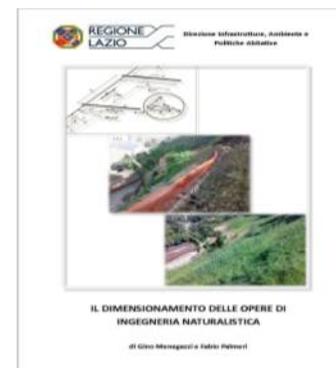
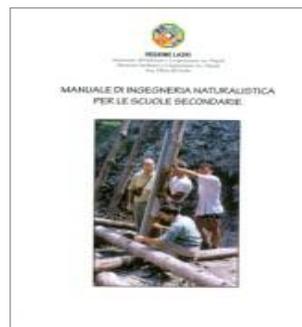
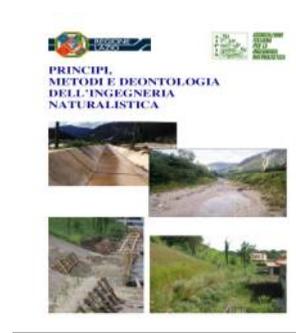
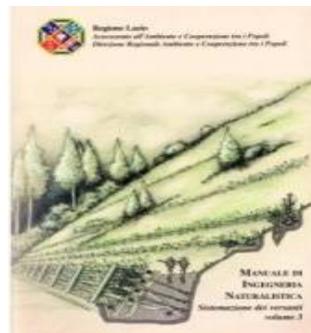
Paolo CORNELINI (UniTuscia)

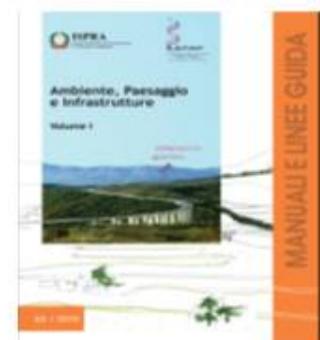


**ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA**

aipin@aipin.it – www.aipin.it

➤ **“Compendio di ingegneria naturalistica per docenti e professionisti: analisi, casistica ed elementi di progettazione”**





**TOTALE PUBBLICAZIONI DAL 2002 n. 22
pagg. 5.949**



**ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA**

PUBBLICAZIONI RECENTI



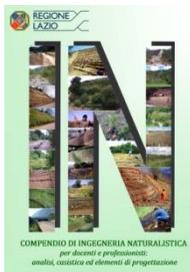
Regione Lazio, 2012 “Principi metodi e deontologia dell'ingegneria naturalistica” pagg. 199



ISPRA CATAP , 2015 – Linee Guida “Interventi di mitigazione a verde e con tecniche di Ingegneria naturalistica nel settore delle condotte interrate” pagg. 72



EFIB, 2015 - “Direttiva EU Plurilingue sull'Ingegneria Naturalistica” pagg. 160



Regione Lazio, 2015 - “Compendio di Ingegneria Naturalistica per docenti e professionisti: analisi, casistica ed elementi di progettazione” pagg. 427



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

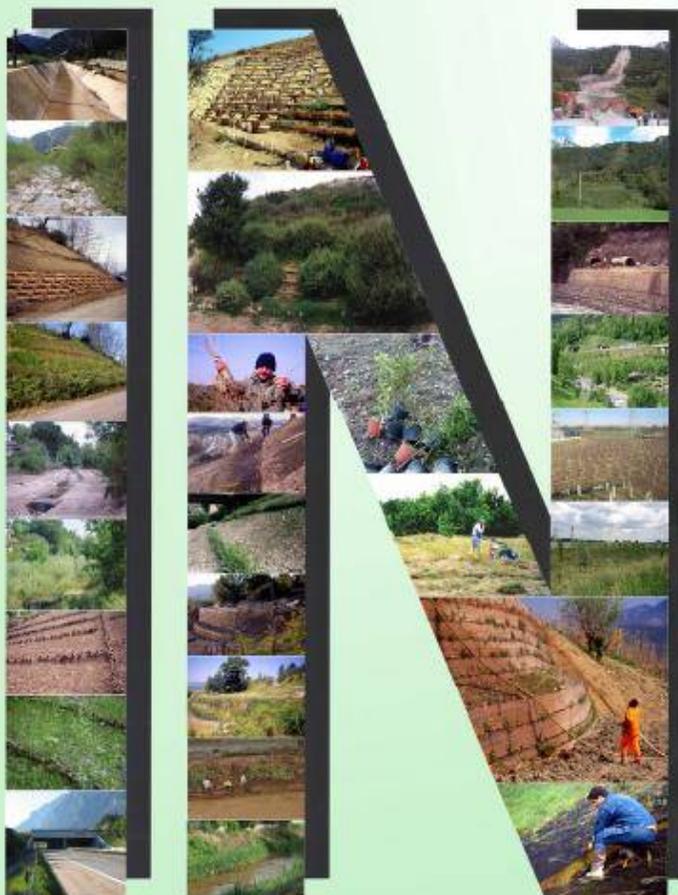


In preparazione



AIPIN – ASSOIMPREDIA REVISIONE 2018:

“Linee guida per capitolati speciali per interventi di Ingegneria Naturalistica” pagg.160 (Voci capitolato, elenco prezzi, analisi prezzi ca. 85 tecniche di IN)



COMPENDIO DI INGEGNERIA NATURALISTICA
per docenti e professionisti:
analisi, casistica ed elementi di progettazione

Compendio di Ingegneria Naturalistica per docenti e professionisti:
analisi, casistica ed elementi di progettazione

A cura di:



Assessorato alle Infrastrutture, alle Politiche Insediative e all'Ambiente: l'Assessore Fabio Refrigeri

Direzione Regionale Infrastrutture, Ambiente e Politiche Abitative: il Direttore ing. Mauro Lasagna

Area Difesa del Suolo e Bonifiche: il Dirigente ad interim dott. Aldo Palombo

Responsabile del Procedimento e scientifico: Francesco Gubernale (fino al 6/2/2014)

Responsabile del Procedimento: Claudio Bicocchi

Supervisione tecnico-operativa: Simona De Bartoli

Autori:

Paolo CORNELINI

Ingegnere e Dottore Naturalista – Presidente AIPIN Sez. Lazio

Giuliano SAULI

Dottore Naturalista – Presidente Nazionale AIPIN

Contributi specialistici:

O. IACOANGELI

G. PIRRERA

S. PUGLISI

F. PRETI

L. RUGGIERI

R. SANTOLINI

Grafica:

L. COCIANCICH

O. IACOANGELI

V. ZAGO

Ringraziamenti:

Teresa Corda

Maurizio Minasi

Lorenzo Pellizzari

Tutti i colleghi e amici che hanno fornito le foto



Coordinamento Tecnico scientifico e Patrocinio

Gugno 2015 - Distribuzione gratuita

3 parti

14 capitoli + 3 appendici

427 pagine

700 foto

40 tecniche descritte

Sistemazioni idraulico forestali

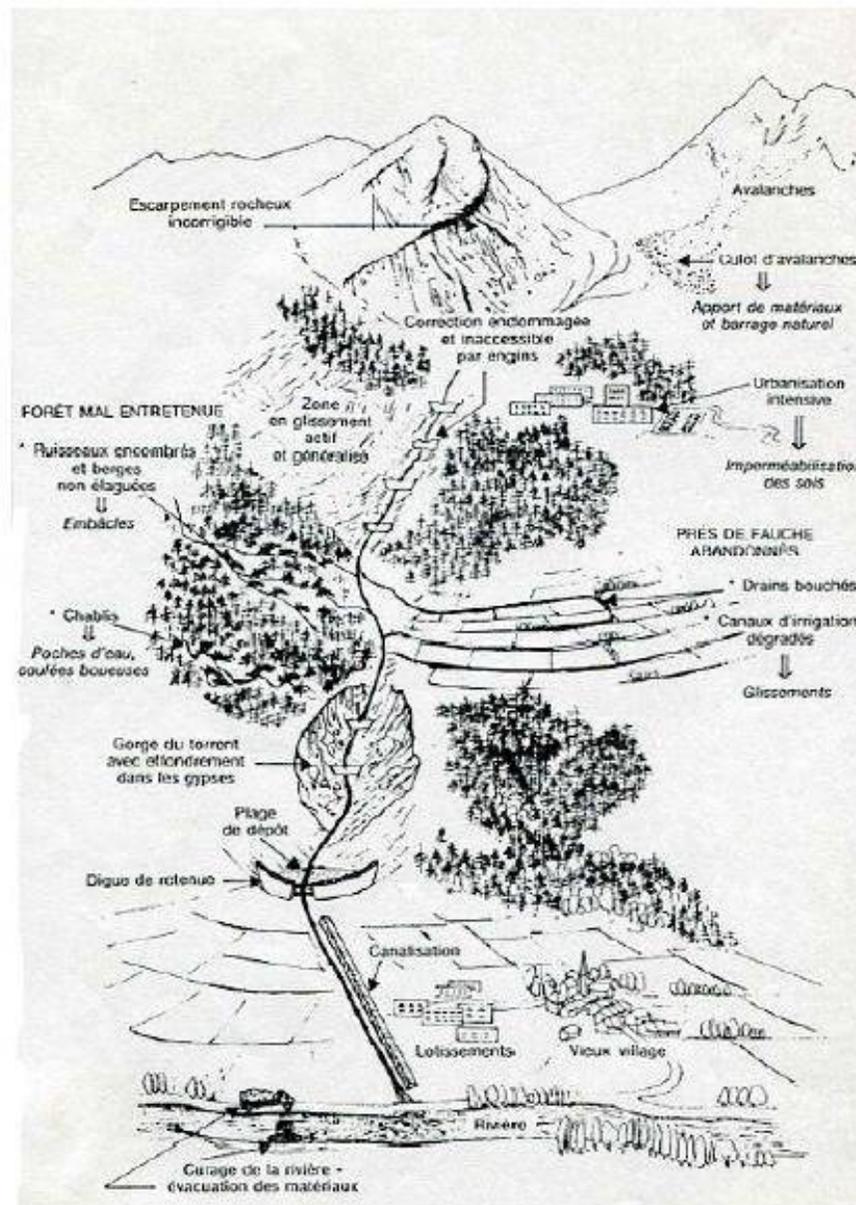


Fig. B Sistemazione idraulico-forestale di un bacino torrentizio di montagna nei Pirenei (da Van Effenterre, 1982)

Dalle Sistemazioni Idraulico-Forestali all'I. N.

I campi e le metodologie di applicazione delle SIF e dell'IN sono strettamente legati, se non altro dalla seguente regola fondamentale:

La vegetazione induce stabilità e la stabilità produce vegetazione.



INDICE PRIMA PARTE

1. PRINCIPI, DEFINIZIONI E METODI DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA	8
2. ANALISI BOTANICA	11
2.1 <i>Introduzione</i>	11
2.2 <i>Analisi bioclimatica</i>	13
2.3 <i>Analisi botanica: flora e vegetazione</i>	16
2.3.1 <i>Analisi floristica</i>	17
2.3.2 <i>Analisi fitosociologica</i>	21
2.3.3 <i>Serie dinamica della vegetazione</i>	24
2.3.4 <i>Cartografia della vegetazione</i>	27
2.4 <i>Il progetto botanico</i>	30
2.4.1 <i>Criteri di scelta delle specie</i>	30
2.4.1.1 <i>Le specie autoctone</i>	30
2.4.1.2 <i>Compatibilità ecologica con i caratteri stagionali: gli indici di Ellenberg</i>	31
2.4.1.3 <i>Specie a determinati stadi della serie di vegetazione</i>	33
2.4.1.4 <i>Le proprietà biotecniche</i>	33
2.4.2 <i>Le tipologie vegetazionali di riferimento</i>	33
Appendice - Il vivaio forestale del consorzio di bonifica della Maremma etrusca	45
3. BIOTECNICA DELLE SPECIE VEGETALI	52
3.1 <i>Proprietà tecniche</i>	52
3.1.1 <i>Resistenza delle radici</i>	54
3.2 <i>Proprietà biologiche</i>	57
3.3 <i>Morfometria degli apparati radicali: primi risultati sperimentali</i>	69
3.4 <i>Conclusioni</i>	72
4. ANALISI GEOLOGICO-GEOTECNICHE APPLICATE AGLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA	74
4.1 <i>Premessa</i>	74
4.2 <i>Processi di modellamento dei versanti</i>	74
4.2.1 <i>Introduzione</i>	74
4.2.2 <i>Dilavamento superficiale</i>	75
4.2.3 <i>Movimenti lenti del regolite</i>	78
4.2.4 <i>Cenni di Evoluzione dei versanti</i>	80
4.2.4.1 <i>Nomenclatura e classificazione - Schemi dei principali tipi di movimenti franosi, la classificazione delle frane di Cruden & Varnes (1996)</i>	81
4.2.4.2 <i>Casistica degli interventi di ingegneria naturalistica (IN) utilizzabili nei diversi tipi di dissesto</i>	88
4.3 <i>Procedura di analisi finalizzata all'inquadramento geologico generale di un sito: Fase Conoscitiva</i>	91
4.3.1 <i>Normativa di riferimento</i>	91
4.3.2 <i>Reperimento ed analisi dei dati bibliografici</i>	92
4.3.3 <i>Modello Geologico</i>	92
4.4 <i>Utilizzo del metodo usle applicato agli interventi di ingegneria naturalistica</i>	93
4.4.1 <i>Valutazione quantitativa dell'erosione: l'equazione USLE di Wischmeier-Smith</i>	93
4.4.1.1 <i>Definizione dei parametri</i>	93
Allegato -Esempio di calcolo USLE come aiuto nelle scelte di sistemazione del territorio	94
Allegato -Caso di studio: verifica di stabilità di una scarpata artificiale e proposta di sistemazione ed inserimento paesaggistico	105
5. IDRAULICA	116
5.1 <i>Il corso d'acqua e' un ecosistema</i>	116
5.2 <i>Analisi delle componenti dell'ecosistema</i>	118

5.2.1 <i>Geomorfologia</i>	118
5.2.2 <i>Regime idrico</i>	121
5.2.3 <i>Qualità delle acque</i>	122
5.2.4 <i>Vegetazione</i>	123
5.2.5 <i>Fauna ittica</i>	125
5.3 <i>La scheda di valutazione speditiva della qualità ecomorfologica di un corso d'acqua</i>	127
5.3.1 <i>Guida illustrata alla compilazione della scheda di valutazione speditiva della qualità ecomorfologica di un corso d'acqua</i>	133
6. ELEMENTI DI PROGETTAZIONE NATURALISTICA PER IL RECUPERO ECOMORFOLOGICO	169
6.1 <i>Principi generali</i>	169
6.2 <i>Spazio di libertà del corso d'acqua</i>	172
6.3 <i>Lunghezza minima dell'intervento</i>	173
7. IDRAULICA APPLICATA ALLA RINATURAZIONE DEI CORSI D'ACQUA	188
7.1 <i>Moto permanente e moto uniforme</i>	188
7.2 <i>Esercizi</i>	200
8. IDRAULICA - 2ª parte	210
8.1 <i>La instabilità degli alvei</i>	210
9. LE SISTEMAZIONI IDRAULICO-FORESTALI PER LA CORREZIONE DEGLI ALVEI TORRENTIZI	245
10. LE TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA NELLE SISTEMAZIONI SPONDALI	260
10.1 <i>Valutazione del contenuto di ingegneria naturalistica di una opera : Indice di IN</i>	268
10.2 <i>Regole per buone pratiche negli interventi sui corsi d'acqua</i>	269
10.3 <i>Schede di interventi tipo</i>	271
11. IDRAULICA APPLICATA ALL'INGEGNERIA NATURALISTICA	279

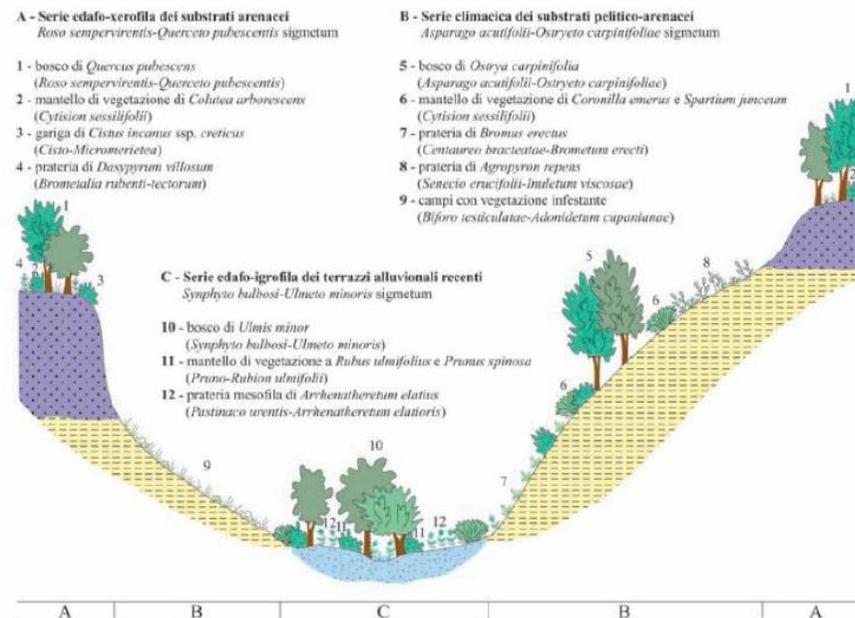
Prima parte: ANALISI

Analisi botanica



Foto 9: Processi dinamici di colonizzazione di una falda di detrito da parte della vegetazione mediterranea nella maremma grossetana, nella fase del cespuglieto rado. Foto P. Cornelini

Accanto alla serie di vegetazione climacica correlata prevalentemente con le precipitazioni medie, possono svilupparsi una o più serie edafile (Biondi e Blasi, 2004b) distinte in serie edafoigrofile, caratterizzate da una maggiore umidità nel suolo corsi d'acqua, base dei versanti, ecc.), e serie edafoxerofile, caratterizzate da una maggiore aridità rispetto alle condizioni medie locali (versanti più inclinati, rocce affioranti, ecc., - Manuali e Linee Guida ISPRA n.65/2010)



Esempio di geosigmeto del settore collinare anconetano, costituito da tre serie di vegetazione: una serie edafo-xerofila (A) sui substrati arenacei, una serie climacica (B) sui versanti pelitico-arenacei, una serie edafo-igrofila (C) sui terrazzi alluvionali recenti (da Biondi e Allegranza, 1996).

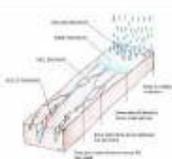
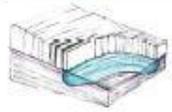
Biotecnica

																							
<p>Pistacia lentiscus L. - Lentisco, Sinice</p> <table border="1"> <tr> <td> <p>APPARATO RADICALE</p> <p>Modello di riferimento: pianta in fase attiva, con apparato radicale in fase di sviluppo, con tratti di necrosi in corso.</p> </td> <td> <p>APPARATO RADICALE</p> <p>Modello di riferimento: pianta in fase attiva, con apparato radicale in fase di sviluppo, con tratti di necrosi in corso.</p> </td> </tr> <tr> <td colspan="2"> <p>Parametri morfologici (lunghezze)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametro</th> <th>Unità</th> <th>Valore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Spessore fusto a 20 cm</td> <td>mm</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza principale</td> <td>cm</td> <td>272</td> </tr> <tr> <td>Spessore radice principale</td> <td>cm</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza media radichetta</td> <td>cm</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Spessore radichetta</td> <td>mm</td> <td>< 1</td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </table>			<p>APPARATO RADICALE</p> <p>Modello di riferimento: pianta in fase attiva, con apparato radicale in fase di sviluppo, con tratti di necrosi in corso.</p>	<p>APPARATO RADICALE</p> <p>Modello di riferimento: pianta in fase attiva, con apparato radicale in fase di sviluppo, con tratti di necrosi in corso.</p>	<p>Parametri morfologici (lunghezze)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametro</th> <th>Unità</th> <th>Valore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Spessore fusto a 20 cm</td> <td>mm</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza principale</td> <td>cm</td> <td>272</td> </tr> <tr> <td>Spessore radice principale</td> <td>cm</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza media radichetta</td> <td>cm</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Spessore radichetta</td> <td>mm</td> <td>< 1</td> </tr> </tbody> </table>		Parametro	Unità	Valore	Spessore fusto a 20 cm	mm	12	Lunghezza principale	cm	272	Spessore radice principale	cm	18	Lunghezza media radichetta	cm	13	Spessore radichetta	mm
<p>APPARATO RADICALE</p> <p>Modello di riferimento: pianta in fase attiva, con apparato radicale in fase di sviluppo, con tratti di necrosi in corso.</p>	<p>APPARATO RADICALE</p> <p>Modello di riferimento: pianta in fase attiva, con apparato radicale in fase di sviluppo, con tratti di necrosi in corso.</p>																						
<p>Parametri morfologici (lunghezze)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Parametro</th> <th>Unità</th> <th>Valore</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Spessore fusto a 20 cm</td> <td>mm</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza principale</td> <td>cm</td> <td>272</td> </tr> <tr> <td>Spessore radice principale</td> <td>cm</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>Lunghezza media radichetta</td> <td>cm</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>Spessore radichetta</td> <td>mm</td> <td>< 1</td> </tr> </tbody> </table>		Parametro	Unità	Valore	Spessore fusto a 20 cm	mm	12	Lunghezza principale	cm	272	Spessore radice principale	cm	18	Lunghezza media radichetta	cm	13	Spessore radichetta	mm	< 1				
Parametro	Unità	Valore																					
Spessore fusto a 20 cm	mm	12																					
Lunghezza principale	cm	272																					
Spessore radice principale	cm	18																					
Lunghezza media radichetta	cm	13																					
Spessore radichetta	mm	< 1																					
<p>Foto 72: Scheda di Pistacia lentiscus e misure prese utilizzando il pannello metrico.</p>																							

 <p>Ampliezza tronco = 81 cm</p> <p>H = 57 cm</p> <p>Profondità radicale > 181 cm</p> <p>Spessore fusto a 20 cm = 12 mm</p> <p>Lunghezza principale = 272 cm</p> <p>Spessore radice principale > 18 cm</p> <p>Lunghezza media radichetta = 13 cm</p> <p>Spessore radichetta < 1 mm</p> <p>Ampliezza radicale = 152 cm</p>	 <p>Diametro della fossa > 180 cm</p> <p>Conglomerati radicali</p> <p>Pianta in fase attiva, con apparato radicale in fase di sviluppo, con tratti di necrosi in corso</p> <p>12.7.2.106</p> <p>Polizzi Generosa (Parco delle Madonne)</p> <p>C.da S. Paolo</p>
<p>Foto 73: Calicotome spinosa. Foto G. Pirrera</p>	

La elaborazione dei dati ha imposto la ricerca di indici rappresentativi dell'apparato radicale per valutare la stabilità della pianta. (Pirrera G. 2006, "Protocollo per il rilievo in pieno campo e morfometria degli apparati radicali" - Appendice Tesi di Laurea Claudio Cuti (A.A. 2005 - 2006) Università degli studi di Palermo)

Geotecnica

Correlazione tra dissesti e possibilità di intervento					
Mechanismo di dissesto	Schema grafico	Foto	Interventi sistemazione tecniche tradizionali	di	Sistemazione con tecniche di Ingegneria Naturalistica
Dilavamento o erosione superficiale		 Foto: P. Conzani			Inerbimenti (semine ed idrosemina), stuoie naturali e sintetiche con funzione antierosiva, messa a dimora di arbusti.
Scivolamenti planari superficiali (che interessano poche decine di cm di spessore)		 Foto: C. Crocetti			Sistemi drenanti con tecniche naturalistiche, interventi di stabilizzanti, rivegetazione della superficie sistemata.
Scivolamenti rotazionali (che interessano pochi m di spessore)		 Foto: C. Crocetti	Muri di contenimento anche tiranti, micropali		Drenaggi, polifite vive, scogliere rivestite, terre rinforzate rivestite, sistemazioni antierosive, messa a dimora di arbusti sulla superficie sistemata.
Calate		 Foto: Geoplaning	Muri di contenimento		Polifite vive, viminate, graticciate, piantagione di arbusti autoctoni, inerbimento della superficie sistemata.
Crolli		 http://www.novscienze.it Frana Montecelio-San Leo (RN)	Chiodature, tiranti, pila di barriere paramassi		
Ribaltamenti		 http://ccr.piemonte.it Frana spiaggia di Saint-Jouin-Bruneval (Francia)	Chiodature, tiranti, muri di sostegno		

Tab. 4.3: schema riassuntivo tra i diversi dissesti e le possibili soluzioni (O. Iacoangeli)

IDRAULICA



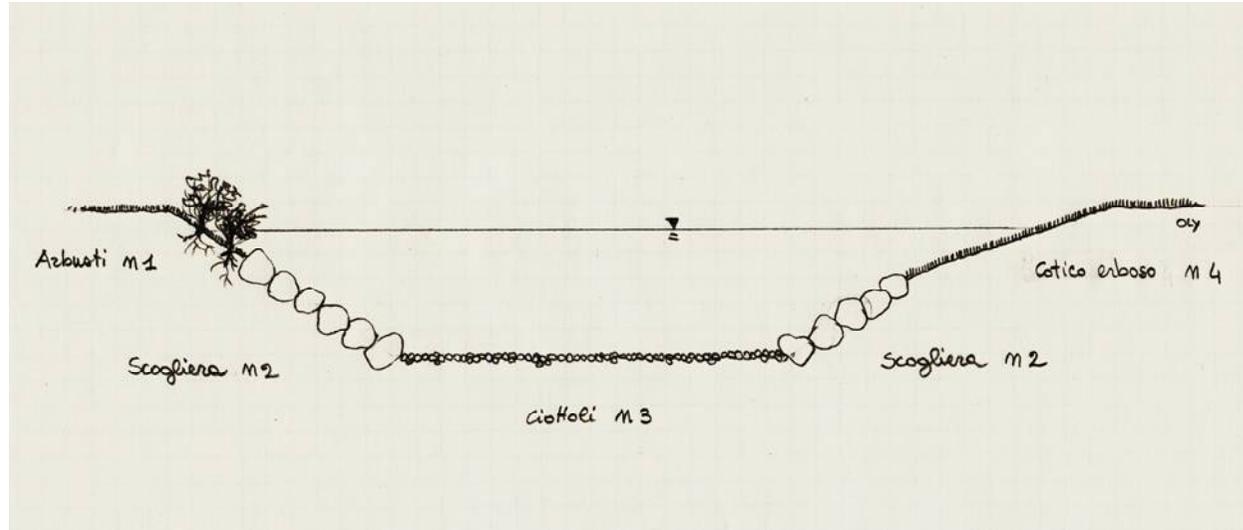
Ratschings 2005



Rio Mareta 2013

Esercizio 5 . Calcolo della portata di un alveo con sezione a differente scabrezza (criterio di Einstein Horton)

Finora sono stati esaminati casi di un alveo centrale a scabrezza unica e golene a scabrezza unica, anche se con differenze tra la golenale destra e la sinistra, risolvendoli con il criterio di Lotter. Nei casi pratici e, particolarmente negli interventi di ingegneria naturalistica, si incontrano, invece, situazioni con tratti di sponda e alveo a differente rivestimento.



Sezione compatta con tratti a diversa scabrezza $k = 1/n$ del contorno bagnato C. Disegno di Olivia Iacoangeli



																					
<table border="1"> <tr> <th>GEOMORF</th> <th>REGIM IDRIC</th> <th>QUALITA</th> <th>VEGETAZ</th> <th>FAUNA</th> </tr> <tr> <td style="background-color: purple;"></td> <td style="background-color: green;"></td> <td style="background-color: blue;"></td> <td style="background-color: red;"></td> <td style="background-color: purple;"></td> </tr> </table>	GEOMORF	REGIM IDRIC	QUALITA	VEGETAZ	FAUNA						<table border="1"> <tr> <th>GEOMORF</th> <th>REGIM IDRIC</th> <th>QUALITA</th> <th>VEGETAZ</th> <th>FAUNA</th> </tr> <tr> <td style="background-color: blue;"></td> </tr> </table>	GEOMORF	REGIM IDRIC	QUALITA	VEGETAZ	FAUNA					
GEOMORF	REGIM IDRIC	QUALITA	VEGETAZ	FAUNA																	
GEOMORF	REGIM IDRIC	QUALITA	VEGETAZ	FAUNA																	
La scheda di valutazione delle rive evidenzia, per gli interventi di sistemazione del rischio idraulico, una pessima qualità vegetazionale e mediocre qualità geomorfologica e faunistica.	La scheda evidenzia una ottima qualità ecomorfologica.																				

TABELLA DIVALUTAZIONE DELLA QUALITA' ECOMORFOLOGICA			
LIVELLO DI FUNZIONALITA'	VALORI	VALUTAZIONE DI FUNZIONALITA'	COLORE
V	10-31	PESSIMA	
IV	32-63	MEDIOCRE	
III	64-95	SUFFICIENTE	
II	96-127	BUONA	
I	128-160	OTTIMA	

Utilizzata progetto
WEQUAL

INDICE - SECONDA PARTE

12. VERSANTI	5
12.1 <i>Selezione delle tecniche per la sistemazione di versanti</i>	5
12.1.1 Possibilità d'impiego delle tecniche di ingegneria naturalistica nelle principali tipologie di dissesto	5
12.1.2 Tecniche di ingegneria naturalistica applicabili ai versanti nelle regioni del centro-sud Italia	6
12.1.3 Criteri di scelta delle tecniche	10
12.2 <i>La sistemazione dei versanti calanchivi</i>	12
12.2.1 La sistemazione idraulico-agraria	13
12.2.2 La sistemazione idraulico-forestale	15
12.2.3 La sistemazione con tecniche di ingegneria naturalistica	17
12.2.4 Conclusioni	18
12.3 <i>Il recupero delle aree percorse dal fuoco con tecniche di Ingegneria Naturalistica</i>	19
12.3.1 Il fuoco componente naturale dell'ecosistema mediterraneo	19
12.3.2 Problemi di dissesto idrogeologico indotti dagli incendi boschivi	19
12.3.3 Gli interventi di recupero e ricostituzione della copertura vegetazionale	23
12.3.4 Interventi per la riduzione del rischio di incendi ripetuti	24
12.3.5 Interventi di recupero della copertura vegetazionale	24
12.3.6 Interventi di difesa del suolo	26
12.4 <i>Casistica degli interventi di Ingegneria Naturalistica e di rinaturazione dei versanti - SCHEDE</i>	28
13. CASISTICA DEI PRINCIPALI SETTORI INFRASTRUTTURALI DI APPLICAZIONE DELL'INGEGNERIA NATURALISTICA	75
13.1 <i>Applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica alle cave</i>	75
13.1.1 Peculiarità dell'attività estrattiva	75
13.1.2 Il recupero ambientale come obbligo normativo	75
13.1.3 Tipologie di cava, metodi di coltivazione	76
13.1.4 Tipologie di recupero ambientale in Italia	77
13.2 <i>Applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica alle strade</i>	102
13.2.1 Modalità di progettazione degli interventi a verde e di Ingegneria Naturalistica su strade	103
13.2.2 Principali tipologie di opere d'arte	104
13.2.3 Principali tipologie di interventi a verde nelle infrastrutture viarie	108
13.2.4 Pratinverdimento	108
13.2.5 Strutture di sostegno di scarpate	118
13.2.6 Barriere verdi anturumore e di isolamento	123
13.2.7 Interventi di rivegetazione delle scarpate in ombra dei viadotti	127
13.2.8 Vasche di prima pioggia come habitat umidi o a secco	128
13.2.9 Strutture di deframmentazione di habitat faunistici	129
13.3 <i>Applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica alle discariche</i>	133
13.3.1 Discariche di RSU	134
13.3.2 Discariche di RTN	139
13.3.3 Discariche di inerti	141
13.3.4 Discariche minerarie	143
13.4 <i>Applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica ai metanodotti</i>	148
13.4.1 Impatto potenziale dei tracciati delle condotte interrato	149
13.4.2 Casistica di interventi di rivegetazione e ingegneria naturalistica di metanodotti	152
13.4.3 Interventi a verde nelle centrali di compressione	168
13.5 <i>Applicabilità dell'Ingegneria Naturalistica al trasporto elettrico</i>	171
13.5.1 Stazioni Elettriche di nuova realizzazione	171
13.5.2 Progettazione delle diverse tipologie di intervento ed esempi di realizzazione	172
13.5.3 Adeguamento di Stazioni Elettriche esistenti	183
13.5.4 Linee elettriche di nuova costruzione	186
13.5.5 Dismissione di linee esistenti	191
14. NUOVE TIPOLOGIE CONSOLIDANTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA	194
14.1 <i>La palificata viva "Roma"</i>	198
14.2 <i>La palificata viva latina</i>	200
14.3 <i>La palificata viva L'Aquila, una nuova opera di ingegneria naturalistica per le strade di montagna</i>	206

14.4 <i>La palificata viva loricata, opera di consolidamento di ingegneria naturalistica a struttura metallica</i>	211
Appendice 1 - Calcolo semplificato di stabilità' di palificate vive	217
Appendice 2 - Cantieri in miniatura di Ingegneria Naturalistica	225
Appendice 3 - Le Tecniche di Ingegneria Naturalistica	229
15. BIBLIOGRAFIA E SITOGRAFIA	230

Seconda parte: Casistica versanti e infrastrutture

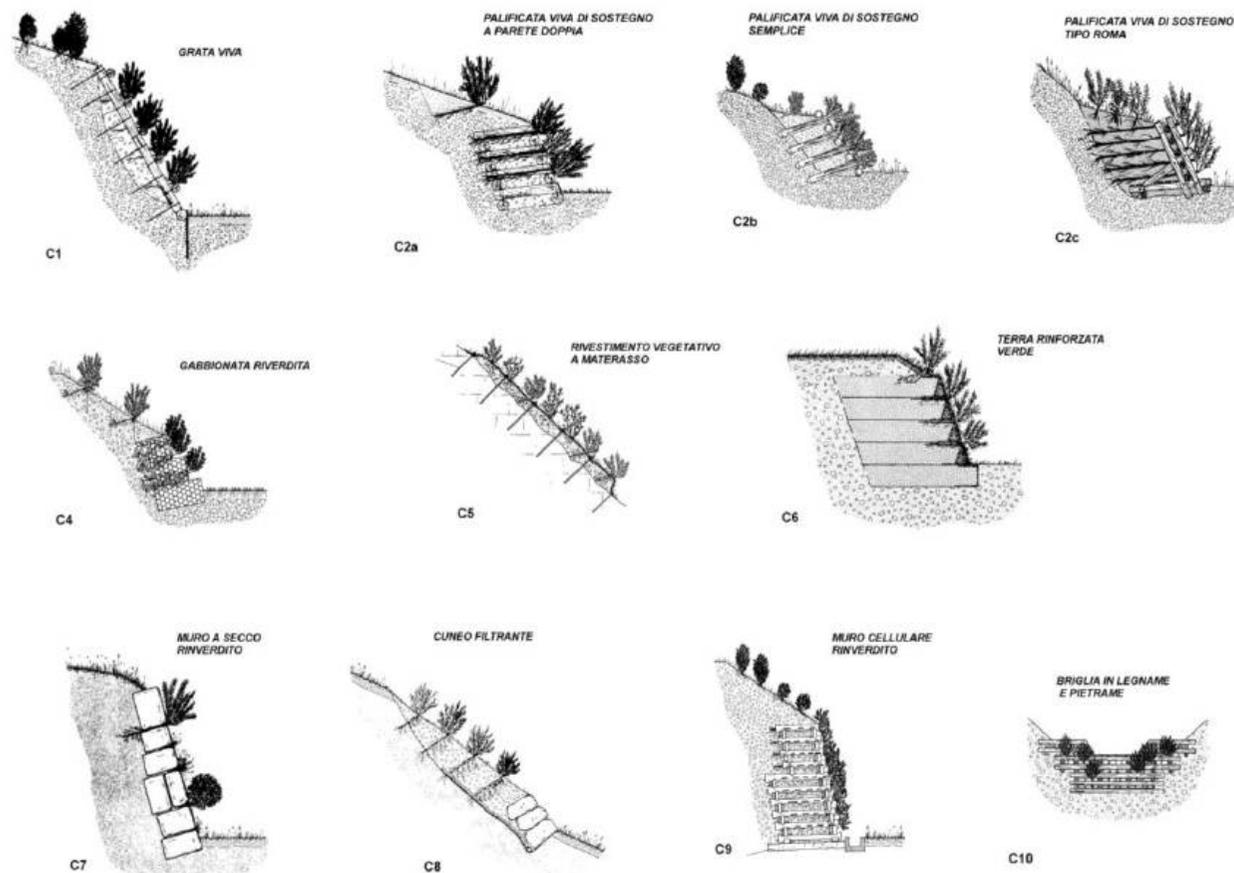
12.1.2 Tecniche di ingegneria naturalistica applicabili ai versanti nelle regioni del centro-sud Italia

Si è posto negli ultimi anni il quesito del trasferimento delle tecniche di I.N. alle regioni dell'area mediterranea e loro adattamento sia in termini di scelta delle specie vegetali che di materiali disponibili.

Negli schemi delle Figg. 12.1 A, B e C sono rappresentate, in forma sintetica, le tecniche di Ingegneria Naturalistica più diffuse nel centro Europa, applicate da molti anni in alcune regioni dell'Italia del nord ed applicabili anche nelle zone montane delle regioni centro-meridionali (estratto da: Cornelini e Sauli: "Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di difesa del suolo con tecniche di Ingegneria Naturalistica" PODIS Ministero dell'Ambiente, 2005).

Fig. 12.1.C: Interventi di I.N. applicabili ai versanti

C - INTERVENTI COMBINATI DI CONSOLIDAMENTO



Progetto WEQUAL

efre·fesr
Südtirol · Alto Adige
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
Fondo europeo di sviluppo regionale



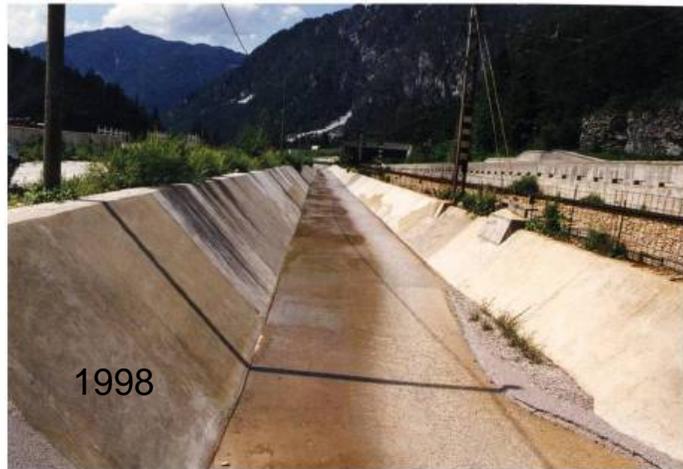
AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



INDICE DI RESILIENZA SU BASE VEGETAZIONALE - FIUME FELLA (UD)



1998



2006



2009



2017

INTERVENTI DI SISTEMAZIONE CON TECNICHE DI INGEGNERIA NATURALISTICA – RIO ANONIMO (UD)



Rio Anonimo ante – operam, 1998



Briglia rivestita in terra rinforzata verde e sistemazione versanti post alluvione 2003



Rio Anonimo, situazione maggio 2017

INTERVENTI STABILIZZANTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA IN AMBITO MEDITERRANEO



Interventi stabilizzanti con fascine di tamerici su scarpate sabbiose in erosione (Fregene – Roma) 2007



Fascine di tamerici su scarpate sabbiose, (Fregene – Roma) 2008



Palificata Roma (Fregene – Roma) 2007



Palificata Roma (Fregene – Roma) 2008

INFRASTRUTTURE - STRADE

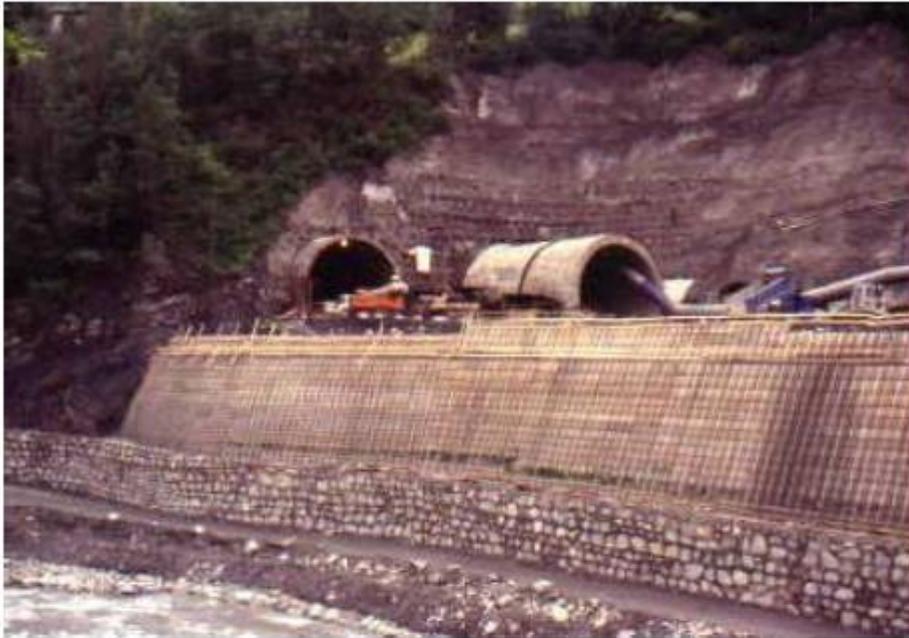


Foto 478 - TRV Autostrada Aosta-M.Bianco svincolo di Morgex. Durante la costruzione (Foto G. Sauli 1988)

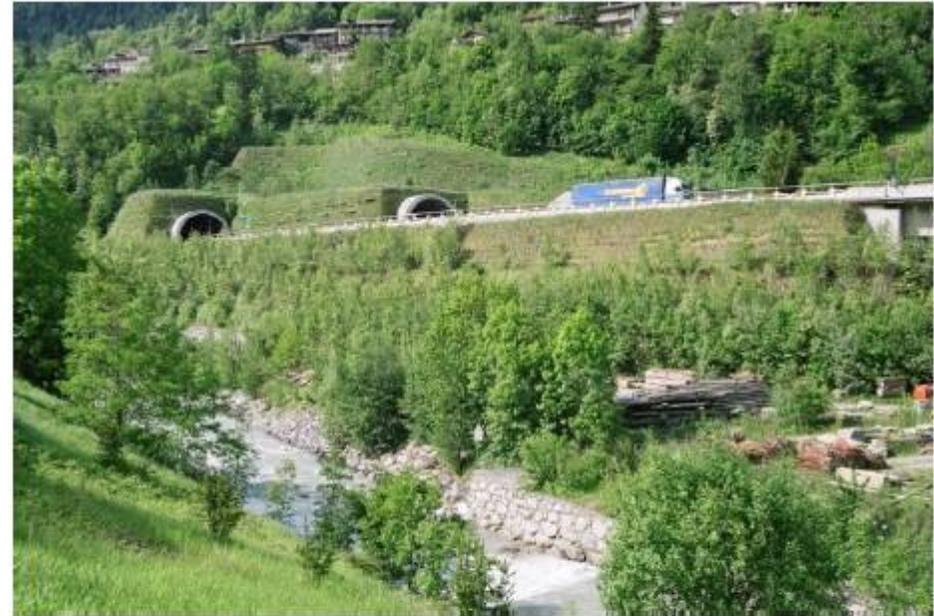


Foto 479 - idem dopo 18 anni. Si noti la crescita rigogliosa di arbusti ed alti arbusti che maschera completamente la struttura (Foto G. Sauli 2006)

INFRASTRUTTURE - METANODOTTI

Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Chiaranda (Moggio Udinese, Val Aupa), - Sequenza fotografica vista frontale interventi dal 2002 al 2014



Foto 563: Anno 2002



Foto 564: Anno 2002



Foto 565: Anno 2003



Foto 566: Metanodotto Malborghetto – Bordano (UD) Loc. Chiaranda (Moggio Udinese, Val Aupa), agosto 2003 - Foto G. Sauli



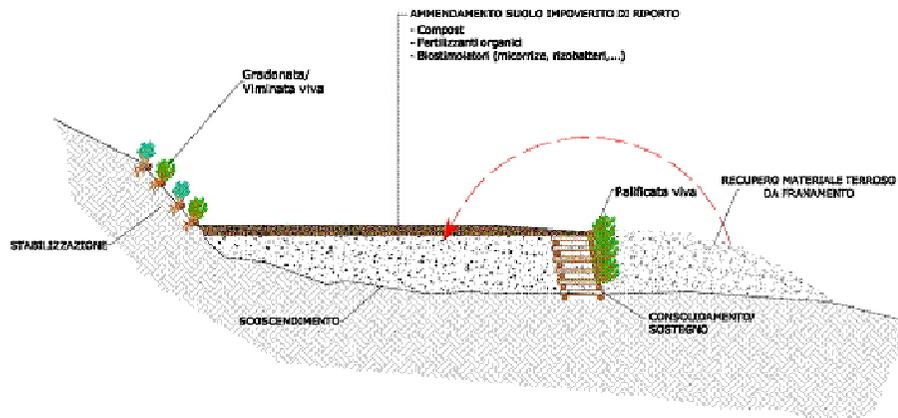
Foto 567: Anno 2009



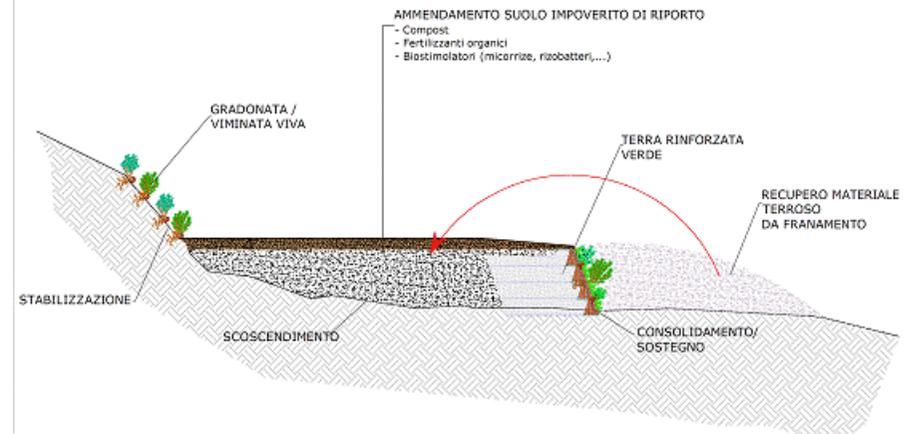
Foto 568: Anno 2010

ABBINAMENTO TECNICHE INGEGNERIA NATURALISTICA STABILIZZAZIONE / CONSOLIDAMENTO TERRENI FRANOSI CON RICOSTRUZIONE TERRAZZI AGRICOLTURA COLLINARE E MONTANA

RICOSTRUZIONE SUOLI TECNOGENICI DA SUOLI EROSIVI IMPOVERITI
CON TECNICHE DI AMMENDAMENTO E INGEGNERIA NATURALISTICA



RICOSTRUZIONE SUOLI TECNOGENICI DA SUOLI EROSIVI IMPOVERITI
CON TECNICHE DI AMMENDAMENTO E INGEGNERIA NATURALISTICA

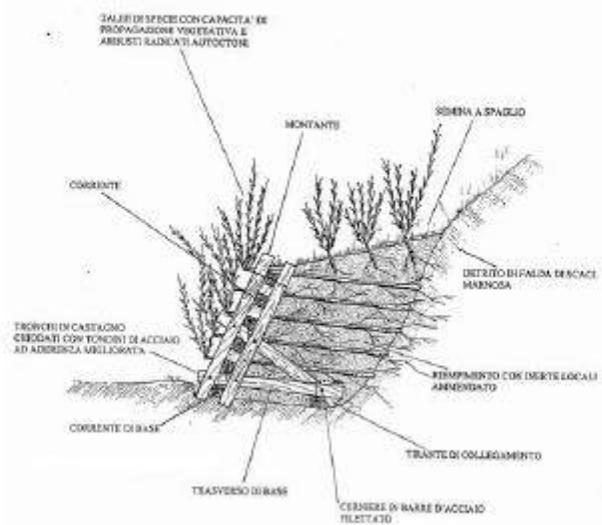


INDICE

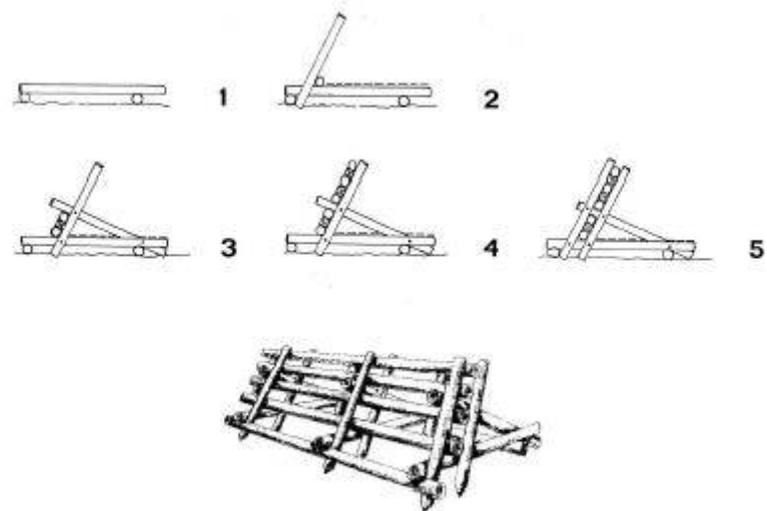
INTERVENTI ANTIEROSIVI DI RIVESTIMENTO	2
Semina a spaglio.....	3
Idrosemina.....	6
Semina con fiorume	11
Biotessile in juta (geojuta).....	15
Biotessile in cocco.....	20
Geostuoia tridimensionale sintetica	25
Geocelle a nido d'ape in materiale sintetico	30
Rete metallica a doppia torsione	36
Rivestimento vegetativo in rete metallica a doppia torsione galvanizzata (e plastificata) e biostuoie	40
Rivestimento vegetativo a materasso preconfezionato	45
INTERVENTI STABILIZZANTI	50
Messa a dimora di talee	51
Piantagione di arbusti	57
Piantagione di alberi.....	64
Trapianto dal selvatico di zolle erbose o ecocelle.....	70
Trapianto di rizomi e di cespi.....	75
Viminata viva	80
Gradonata viva	86
Cordonata viva	93
Fascinata viva su pendio.....	99
INTERVENTI DI CONSOLIDAMENTO	104
Grata viva su scarpata.....	105
Palificata viva di sostegno a parete doppia	113
Palificata viva di sostegno Roma	123
Gabbionata in rete metallica zincata rinverdita	130
Terra rinforzata rinverdita	135
Rullo con ramaglia viva	143
Rullo spondale in fibra di cocco.....	146
Palificata spondale con palo verticale frontale.....	150
Palificata viva spondale.....	156
Pennelli e repellenti vivi.....	161
Materasso spondale in rete metallica rinverdito.....	167
Rampa a blocchi	174
Blocchi incatenati	178
Scogliera rinverdita	182
Briglia in legname e pietrame.....	187

Terza parte:
SCHEDE
DELLE PRINCIPALI
TECNICHE DI IN
(40)

Sezione tipo



Fasi costruttive



Palificata Roma senza palo anteriore grazie alle viti Martinsicuro Marche Foto Papa 2010



Palificata viva Roma a due anni dalla realizzazione, Fregene (RM), 2008 - Foto P. Cornelini

Descrizione sintetica

Struttura in legname e terra, costituita da un'incastellatura di tronchi con la funzione di sostegno del fronte anteriore del cuneo in terra e che formano camere nelle quali vengono inserite talee di salici o tamerici e/o arbusti radicati autoctoni.

L'opera mista terra-legno-piante, posta alla base della scarpata, funziona come opera a gravità e può essere realizzata con il telaio strutturale triangolare in travi di acciaio invece che in tronchi.

Campi di applicazione

Piede di versanti instabili, scarpate stradali.

Materiali impiegati

- Tronchi di castagno o resinosa scortecciati o 20 ÷ 25 cm
- Chiodature acciaio a.m. ø 12 mm e barre acciaio filettato con dadi e rondelle ø 12 mm
- Rete metallica a doppia torsione zincata e plastificata 6 x 8 cm
- Talee L = 2-3 m ø 2+5 cm
- Arbusti radicati autoctoni preferibilmente con capacità di emettere radici avventizie dal fusto interrato
- Inerte terroso ammendato

Modalità di esecuzione

- Scavo di fondazione in contropendenza ($10^\circ + 15^\circ$)
- Posa della prima serie di tronchi correnti, paralleli alla strada
- Posa della prima serie di tronchi trasversali al di sopra dei correnti e chiodati ad essi, con interasse 1,5 m; successivamente, dopo un riempimento con terreno, si posa sui trasversi una rete in acciaio zincata e plastificata di maglia 6 x 8 cm, per la ripartizione del carico del terreno di riempimento sulla fondazione (figure 1, 2 e 3)
- Al trasverso di base, dopo realizzazione di idonei fori nella rete zincata, verranno incernierati, il montante posteriore con una pendenza intorno ai 60° e, ad idonea distanza, il tirante di collegamento con la base, formando un triangolo con il lato prolungato oltre la cerniera superiore di collegamento. Tale disposizione consentirà il posizionamento dei correnti orizzontali successivi (il primo chiodato sul trasverso, il secondo semplicemente appoggiato su un elemento distanziatore in legno di circa 20 cm, il terzo chiodato sul tirante e gli altri appoggiati sui distanziatori in legno senza chiodature)
- Successivamente sarà posizionato il montante anteriore, in aderenza al corrente di fondazione, con una pendenza intorno ai 60° , incernierato al trasverso di base ed al tirante di collegamento e fissato ulteriormente, per una migliore stabilizzazione della struttura, con barre filettate di acciaio al montante posteriore attraverso i correnti non ancora chiodati. Per tale operazione, si richiede l'uso di punte di trapano e barre filettate della lunghezza di almeno 60 cm (figure 4 e 5)

- Nel caso di uso di viti da legno si possono fissare i correnti orizzontali direttamente al montante del triangolo (rif. fig.4 senza prolungare il tirante oltre il fronte) senza il montante anteriore evitando la fase di fig.5.
- Riempimento a strati con inerte ammendato con terra di coltivo e compattato; inserimento delle talee di specie con capacità di propagazione vegetativa e/o degli arbusti radicati autoctoni fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata

Prescrizioni

- Le talee dovranno avere una lunghezza superiore allo spessore dell'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare, mentre nella parte frontale dovranno sporgere per 10 cm circa
- Il fronte della palificata dovrà avere una pendenza massima di 60° per consentire la crescita delle piante

Limiti di applicabilità

Data la particolarità costruttiva la palificata Roma ha un campo ottimale di realizzazione per altezze da 1,8 a 2,2 m

Vantaggi

Rapido consolidamento della scarpata.
Rispetto alla tradizionale palificata doppia presenta un risparmio di materiali (legname e chiodature) e tempi di realizzazione

Svantaggi

Il legno col tempo marcisce, per cui è necessario che le talee e le piante radicate inserite nella struttura crescano e radichino in profondità, per realizzare il consolidamento del cuneo di terra che funziona come opera a gravità.

Effetto

Il consolidamento della scarpata è immediato.

Periodo di intervento

Durante il periodo di riposo vegetativo, escludendo i periodi estivi o di innevamento e gelo profondo, per le talee.
In caso di impiego esclusivo di arbusti radicati, tutto l'anno ad esclusione dei periodi di gelo e di aridità estiva.

Possibili errori

- Scelta errata del periodo per la posa di materiale vegetale vivo
- Diametro dei tronchi sottodimensionato
- Inserimento di un numero insufficiente di piante vive
- Impiego di specie prive di capacità di ricaccio vegetativo
- Insufficiente ed errata chiodatura dei tronchi con $\varnothing < 12$ mm
- Impiego di specie esotiche

Voce di Capitolato

Palificata viva Roma

Consolidamento al piede di pendii instabili con palificata in tondami di castagno o larice \varnothing 20-25 cm posti a formare una struttura triangolare in legname, con i montanti, i tiranti ed i trasversi di L= 2,50 ÷ 3,00 m e fissati tra di loro con tondini e barre filettate in acciaio con dadi e rondelle \varnothing 12-14 mm; la palificata andrà interrata con una pendenza del 10÷15 % verso monte ed il fronte avrà una pendenza di circa 60° per garantire la miglior crescita delle piante; una fila di pali infissi potrà ulteriormente consolidare la palificata alla base; sui trasversi di base sarà posata una rete in acciaio zincata e plastificata di maglia 6x8 cm., per la ripartizione del carico del terreno di riempimento sulla fondazione.

La struttura verrà riempita a strati curandone la compattazione, con l'inerte ricavato dallo scavo ammendato con terra di coltivo, fino a completa copertura dell'opera e riprofilatura di raccordo con la scarpata; nello spazio tra i tronchi orizzontali verranno collocate, previa verifica della coerenza ecologica, talee legnose di Salici, Tamerici od altre specie con capacità di riproduzione vegetativa e/o piante radicate di specie arbustive pioniere.

Rami e piante dovranno sporgere non più 10-15 cm dalla palificata ed arrivare nella parte posteriore sino al terreno naturale.

La palificata potrà essere realizzata per singoli tratti non più alti di 1,8÷2 m.

➤ **Applicazione tecniche IN
difesa suolo
situazione e prospettive**

Utilizzata in progetto WEQUAL



PROVINCIA DI BOLZANO - CATASTO OPERE (40 anni di interventi)

Per ottenere un quadro d'insieme sulla tipologia, ubicazione e stato delle opere di difesa realizzate in Alto Adige, si è iniziato, circa 10 anni fa, a rilevare tutte le opere di sistemazione in un catasto.

Complessivamente in Alto Adige il numero di opere realizzate e censite nel "catasto-opere" si aggira intorno a 45.000 unità di cui circa 4.000 sono rappresentate da "opere" realizzate con tecniche d'ingegneria naturalistica distribuite in complessivi 872 siti.

BAUKAT30 persegue fundamentalmente lo scopo di raccogliere nella maniera possibilmente più esaustiva, lo stato delle sistemazioni realizzate nei diversi bacini. Per conseguire tale scopo è necessario un aggiornamento costante dell'archivio poiché continuamente vengono realizzate nuove opere oppure le esistenti possono venire danneggiate o distrutte da eventi naturali. **I dati alfanumerici e geografici vengono elaborati ed archiviati in un software GIS. Le foto delle opere vengono salvate in una banca dati fotografica e sono collegate con il software GIS Baukat30 (Macconi et. Al 2009).**

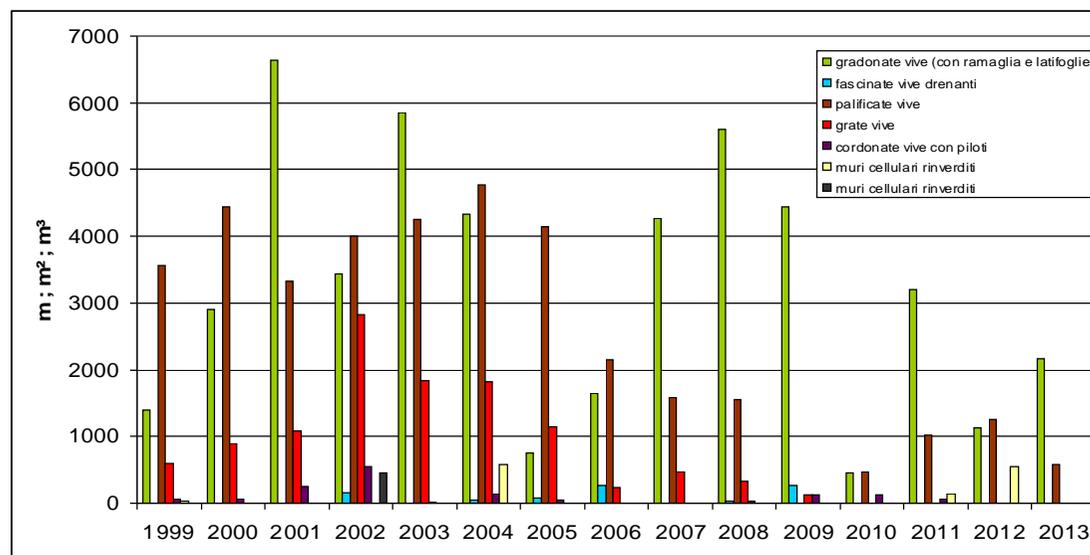
Utilizzata in progetto WEQUAL



AUTONOME
PROVINZ
BOZEN
SÜDTIROL



PROVINCIA
AUTONOMA
DI BOLZANO
ALTO ADIGE



La Provincia di Bolzano dispone annualmente di un budget di **circa 30 milioni di euro/anno** per l'esecuzione in economia di lavori di prevenzione, di difesa da pericoli idraulici e valanghivi. Il **10%** del budget viene destinato ad interventi di **ingegneria naturalistica** o ad interventi di rivitalizzazione di corsi d'acqua da realizzarsi in ogni zona.



PROGETTARE L'ITALIA SICURA

12 TAVOLI TEMATICI, 1 GUIDA CONDIVISA CONTRO IL DISSESTO IDROGEOLOGICO



TAVOLO
8

Il Fiume attivo

Effetti dell'intervento sulla morfodinamica fluviale, costiera e di versante

PARTECIPANTI

Aronne Armanini, Unitt - Barbara Lastoria, Ispra - Nicola Mori, Chiarini Associati - Maurizio Righetti, Unibz - Silvia Paparella, Remtech - Renato Papagni, Federalnerari - Giuliano Sauli, Aipin - Tatiana Capone, DPC - Veronica Casartelli, DPC - Maurizio Lanzini, SIGEA



PROGETTARE L'ITALIA SICURA

12 TAVOLI TEMATICI, 1 GUIDA CONDIVISA CONTRO IL DISSESTO IDROGEOLOGICO



TAVOLO
9

Il Fiume vivo

Effetti dell'intervento sull'ecosistema fluviale, ripario e costiero e sulla qualità delle acque

PARTECIPANTI

Alessandro Ceppi, Polimi - Donella Consolati, Cittadinanza attiva - Annamaria Nocita, Unifi - Paolo Cornelini, Aipin - Sebastian Mayregeundter, Idm seueditrol - Enzo Pranzini, UNIFI - Isabella Bonamini, AdDAC - Andrea Gambi, Romagna Acque - Agapito Ludovici, WWF



ITALIASICURA IL PIANO NAZIONALE DI OPERE E INTERVENTI E IL PIANO FINANZIARIO PER LA RIDUZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Prefazione di Paolo Gentiloni

Contributi di Gian Luca Galletti,
Graziano Delrio, Claudio De Vincenti,
Fabrizio Curcio, Erasmo D'Angelis,
Mauro Grassi

LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ DI PROGRAMMAZIONE E PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI PER IL CONTRASTO DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

Appendice 2

Proposte di inserimento in: Italia Sicura - LINEE GUIDA PER LE ATTIVITÀ DI PROGRAMMAZIONE E PROGETTAZIONE DEGLI INTERVENTI PER IL CONTRASTO DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO.

REVISIONE APPROFONDIMENTO - 2018

Cap 2

Qualità ambientale

Il progetto dovrà prendere in considerazione le conflittualità e le sinergie tra gli obiettivi di mitigazione del rischio e quelli di qualità ambientale. Tale aspetto dovrà essere particolarmente approfondito in caso di possibili interferenze con zone a tutela speciale, quali Riserve naturali, Siti di Importanza Comunitaria (SIC), Zone di Protezione Speciale (ZPS), Important Bird Areas (IBA), valutandone conseguentemente i relativi benefici e costi. **Per tali zone dovrà essere valutata l'ipotesi del non intervento o dell'intervento con tecniche di ingegneria naturalistica, con uso esclusivo di specie autoctone e materiali locali.**

Indicazioni

La valutazione comparata delle diverse soluzioni progettuali, in coerenza con i diversi livelli della pianificazione, programmazione e progettazione, dovrà prevedere l'analisi benefici/costi estesa a diverse alternative nelle politiche di gestione del rischio anche attraverso il confronto di molteplici combinazioni di misure strutturali e non strutturali, **prendendo in considerazione anche gli interventi antierosivi e stabilizzanti di ingegneria naturalistica**, soprattutto per quanto riguarda la gestione del rischio residuo.

Cap. 9

Analisi della biodiversità

La copertura del suolo, in coerenza con l'importanza del progetto, va declinata con l'informazione biogeografica, agronomica e forestale, valutando il valore ecologico e di biodiversità in essere in termini di naturalità, unicità e molteplicità ecologica, dal punto di vista relativo e assoluto. Lo studio vegetazionale dovrà individuare, **sulla base delle serie dinamiche di vegetazione**, i biotopi prevalenti, definendone le caratteristiche, la distribuzione spaziale nell'area e la densità. Ciò potrà efficacemente orientare le scelte delle essenze di progetto da porre eventualmente a dimora **in abbinamento con interventi di Ingegneria Naturalistica.**

cap.10

Indicazioni

Sia nella fase di programmazione che in quella di **progettazione**, sarà fondamentale considerare le interferenze e gli impatti sulla realtà socioeconomica locale, con riferimento all'intero ciclo di vita dell'opera. Si dovrà analizzare la consistenza e la struttura demografica dell'area nelle rispettive dinamiche temporali. L'intervento dovrà facilitare l'incremento della fruibilità dell'area anche attraverso adeguati accorgimenti progettuali, **anche utilizzando principi e metodi dell'ingegneria naturalistica.**

ITALIA SICURA – PROGETTI CENSITI SINTESI

N° PROGETTI / FABBISOGNO TOTALI REGIONI:

SIST. IDRAULICHE - ALLUVIONI/ VERSANTI FRANOSI/ VALANGHE/ DIFESA COSTIERA

8.926  €25,5 MILIARDI

DI CUI PER MITIGAZIONE FRANE/ VERSANTI

4.828=50%  €7.7 MILIARDI (30%)

DI CUI PER ANALOGIA CON ESPERIENZA 40 ANNI PROVINCIA BOLZANO

10 – 15 % PER INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA –
VERSANTI FRANOSI BACINI COLLINARI E MONTANI  €1 MILIARDO

DIFESA SUOLO PREVENZIONE

- RISPARMIO SOLDI PUBBLICI
- RILANCIO IMPRESE COSTRUZIONE
- RILANCIO PROFESSIONISTI
- SPECIALIZZAZIONE INGEGNERIA NATURALISTICA

MARCHIO QUALITA'

- DEONTOLOGIA
- (MONITORAGGIO)

GARE PROGETTI / OPERE DIFESA SUOLO/ INFRASTRUTTURE
ULTIMI ANNI



MIGLIORAMENTI USO TECNICHE INGEGNERIA NATURALISTICA



10 → (80) PUNTI SU 100



PROFESSIONISTI



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA

NOME COGNOME - Professionista Iscritto all'elenco AIPIN soci esperti
in materia di ingegneria naturalistica dal ... con il n° XX e validità fino al
.....

“Attestato di qualità e di qualificazione professionale dei servizi prestati”, rilasciato ai sensi degli artt. 4, 7 e 8 della Legge 4/2013

IMPRESE



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA

DITTA

Impresa iscritta all'elenco AIPIN soci enti ditte qualificate nell'esecuzione di lavori di ingegneria naturalistica, nella produzione di materiale vivaistico e nella commercializzazione di prodotti da impiegarsi in opere di ingegneria naturalistica dal..... con il n°XX e validità fino al

“Marchio di Qualità dei servizi”, rilasciato ai sensi del Decreto legislativo 26 marzo 2010, n. 59, art. 81



in convenzione con



ECOMED

Co-funded by the Erasmus+ Programme of the European Union



PROVINCIA DI PESARO E URBINO

JemmBuild

Intelligenza e innovazione in territorio

L'Ingegneria Naturalistica nel Contrasto al Dissesto Idrogeologico e nella Difesa delle Coste in Ambito Mediterraneo **GIORNATA DI STUDIO**

Venerdì 18 Maggio 2018, ore 9:00

SALA ANTONELLI c/o HOTEL SAVOY di PESARO

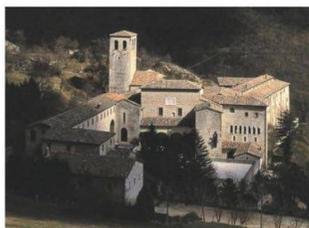
Viale della Repubblica, 22

Grazie per l'attenzione!



Via Venezia, Cagli (PU)

Archivio Fotografico di Alta Scuola,
ph E. Martini



Eremo di Fonte Avellana

"Archivio fotografico Provincia di Pesaro e Urbino
ph A. Gamberini"



*Campo sperimentale di I.N.
JemmBuild (Albano Laziale)*

Archivio Fotografico di JemmBuild
ph E. Marrone

con il patrocinio di



#ItaliaSicura
Presidenza del Consiglio
dei Ministri



Ministero dell'Ambiente
e della Tutela del Territorio
e del Turismo



Ministero delle Politiche
Agricole, Alimentari e Rurali



Unione Montana
Catria e Nerone



LEGAMBIENTE



Società Italiana di Geologia
Ambientale

evento in convenzione, partecipazione e sostegno con



ORDINE REGIONALE
DEI DOTTORI AGRONOMI E
DEI DOTTORI FORESTALI
DELLE MARCHE



COLLEGIO INTERPROVINCIALE
DELLE MARCHE
PERITI AGRARI E LAUREATI



Collegio Provinciale
Geometri e Geometre Laureati
di Pesaro e Urbino



AGI
Associazione Geologi
Italiani



LAND
monitoring



ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
RICERCA
NATURALISTICA



REGIONE
MARCHE



ATAPP



IATAP



Esonda



CLIMETECH



Coast



C.R.F.

aipin@aipin.it – www.aipin.it



**ASSOCIAZIONE
ITALIANA
PER LA
INGEGNERIA
NATURALISTICA**