

Corso di Laurea triennale in Riassetto del Territorio e Tutela del Paesaggio – RTTP

Corso interdisciplinare di Scienze agro-forestali, Pianificazione e Ingegneria rivolto alla protezione del territorio e progettazione delle infrastrutture verdi

Dipartimento TESAF - Territorio e Sistemi Agro-Forestali

Ingegneria Naturalistica per la difesa del suolo
Relatore: Francesco Bettella



Difesa del suolo

«*Difesa del suolo*»: protezione del territorio dalla pericolosità geologico-idraulica.



«*Difesa **DAL** suolo*»

Difesa del suolo

«*Difesa del suolo*»: protezione del territorio dalla pericolosità geologico-idraulica.



«*Difesa DAL suolo*»

STRATEGIA TEMATICA PER LA PROTEZIONE DEL SUOLO
COM(2006)231

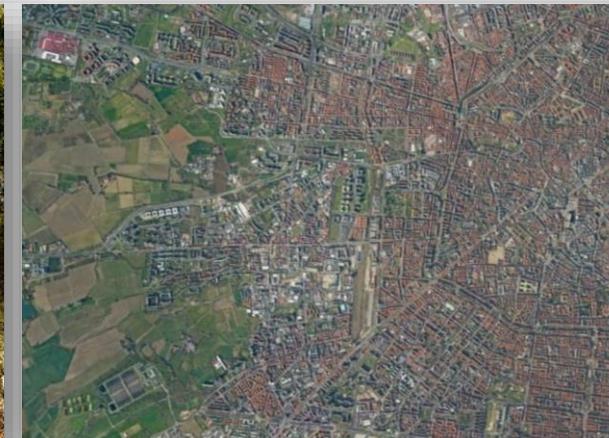
- Ruolo vitale del suolo: elemento essenziale alla vita
- Importanza delle sue funzioni (capacità di immagazzinare, trattenere e filtrare l'acqua, biodiversità, controllo della CO₂ atmosferica, ruolo chiave nella produzione di biomassa, alimenti e materie prime ...)
- Risorsa non rinnovabile



Difesa del suolo

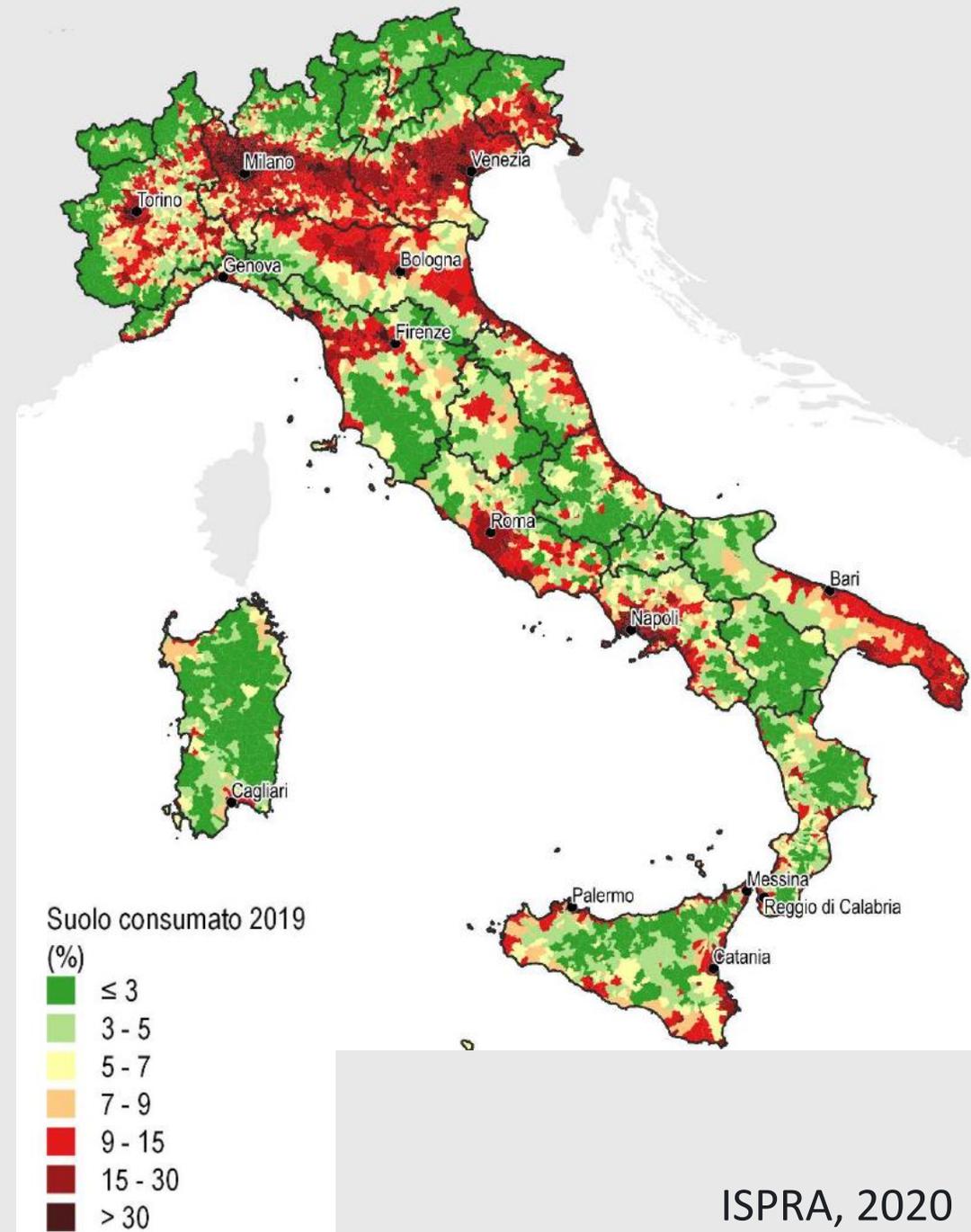
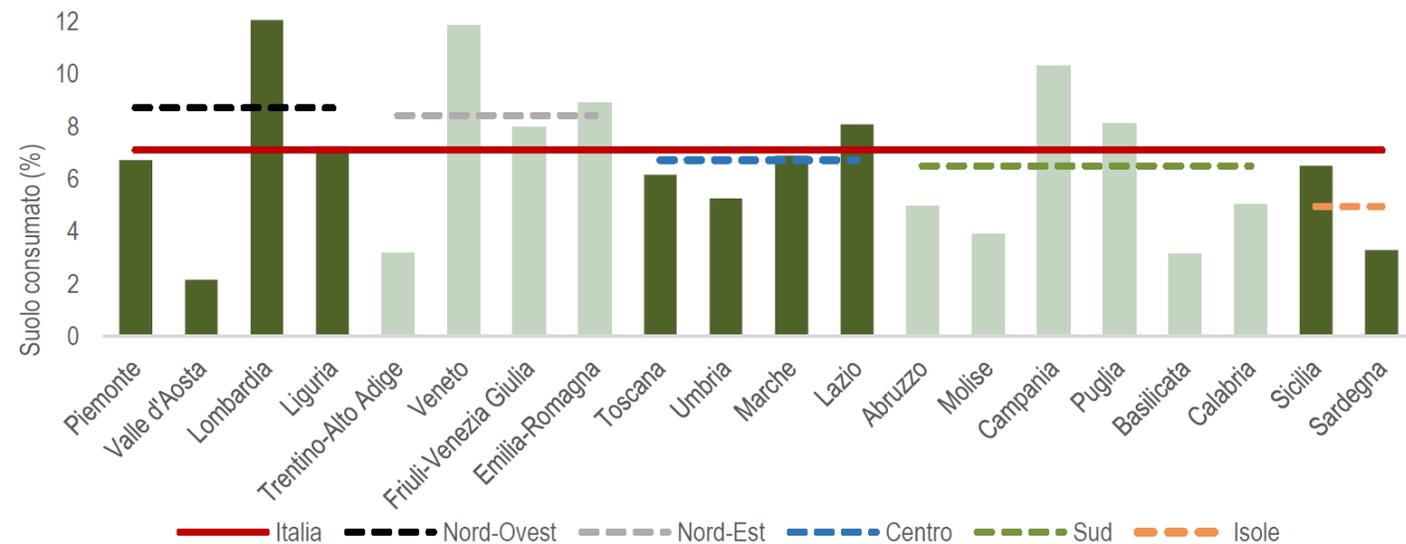
MINACCE:

- **Erosione:** ad opera di acqua e vento
- **Inondazioni e smottamenti**
- **Diminuzione della materia organica:** perdita di fertilità per eccessivo sfruttamento (agricoltura intensiva)
- **Contaminazione:** inquinamento del suolo (fertilizzazione, diserbo, immissione di contaminanti industriali)
- **Salinizzazione** (eccessiva irrigazione)
- **Compattazione** (lavorazioni non idonee del terreno)
- **Diminuzione della biodiversità:** dovuta ai cambiamenti d'uso e di gestione del suolo
- **Impermeabilizzazione:** urbanizzazione.



Consumo di suolo

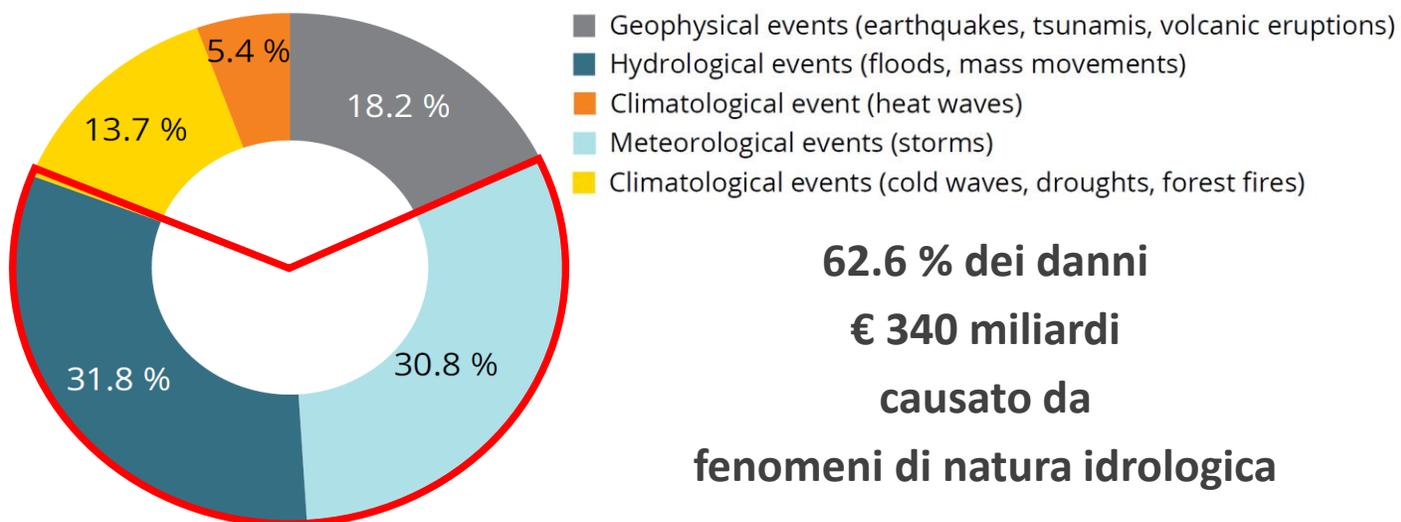
I dati 2019 confermano la criticità del consumo di suolo soprattutto nelle zone periurbane e urbane, in cui si rileva un continuo e significativo incremento delle superfici artificiali a scapito delle aree agricole e naturali



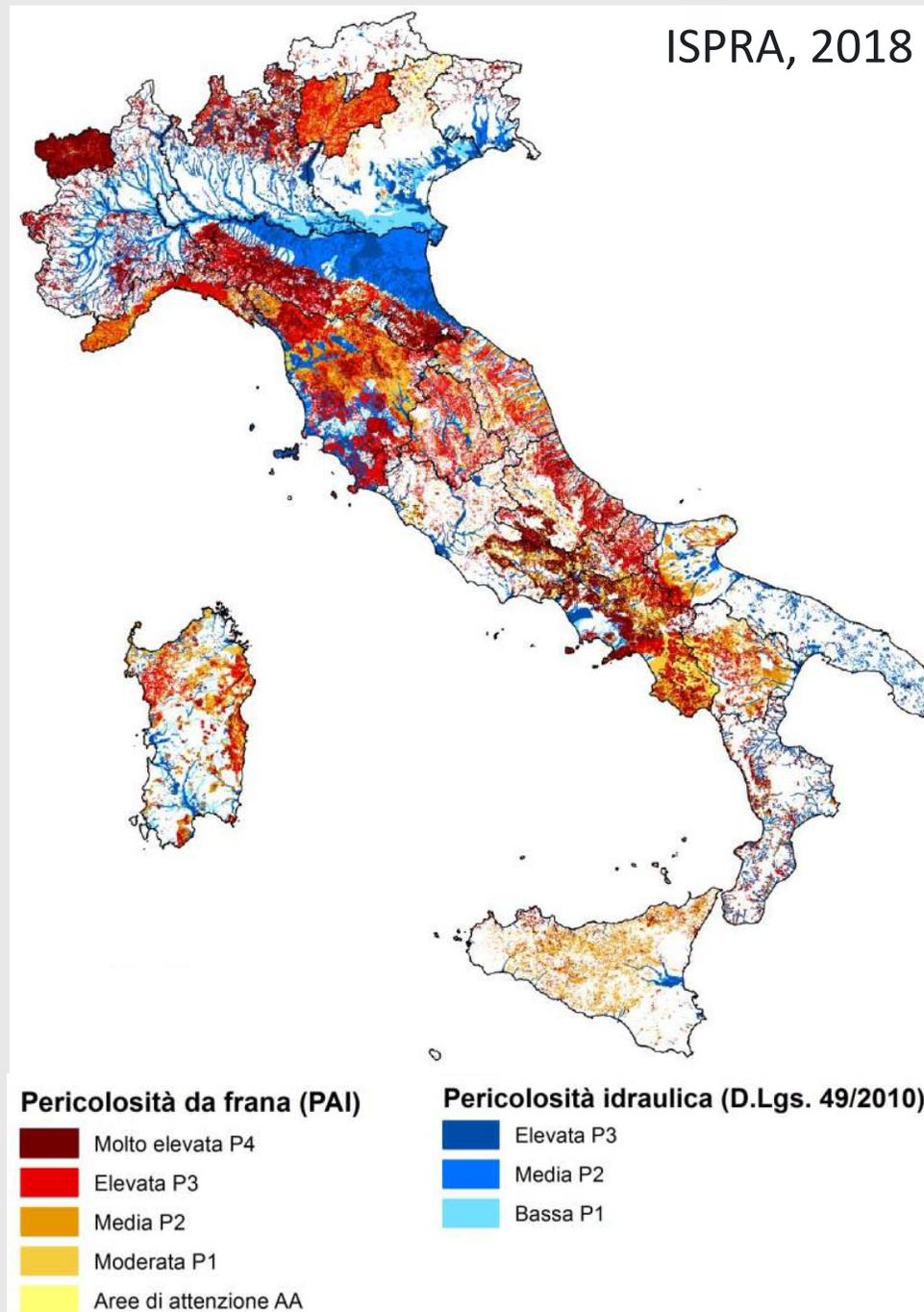
Dissesto idrogeologico

- Il 91% dei comuni italiani (7.275) sono a rischio per frane e/o alluvioni;
- Il 16,6% del territorio nazionale è classificato a maggiore pericolosità;
- 1,28 milioni di abitanti sono a rischio frane e oltre 6 milioni di abitanti a rischio alluvioni;
- Le regioni con i valori più elevati di popolazione a rischio frane e alluvioni sono Emilia-Romagna, Toscana, Campania, Lombardia, Veneto e Liguria.

In Europa: perdite totali (1980-2016) € 541 miliardi



ISPRA, 2018



Rischio

$$R = H \times E \times V$$

H: Pericolo del fenomeno con certa intensità

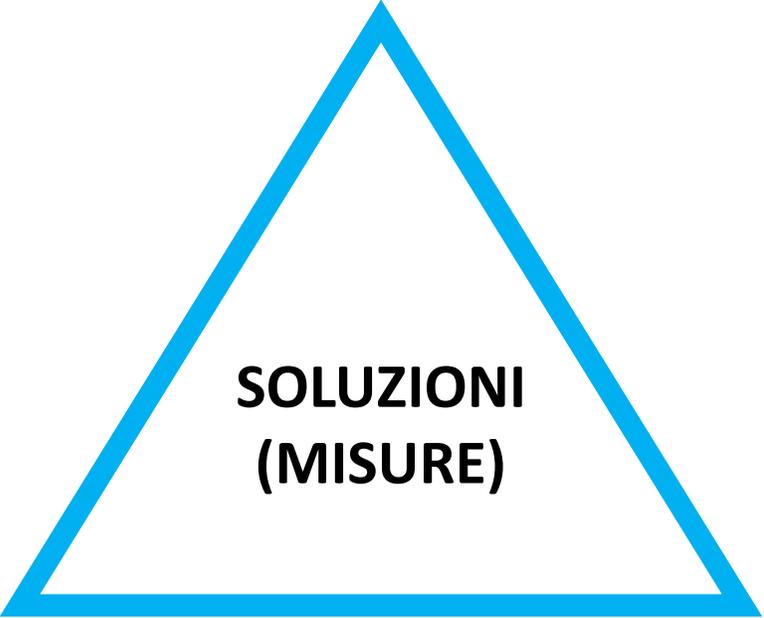
E: Esposizione, valore del bene esposto

V: Vulnerabilità del bene esposto al processo/fenomeno

Valutazione dei livelli di rischio idraulico		CLASSI DI PERICOLOSITA' IDRAULICA [Q50 - Q100 - Q200]*				
		MOLTO ELEVATA	ELEVATA	MEDIA	MODERATA	
		h50 > 1 m v50 > 1 m/s	1m > h50 > 0.5 m h100 > 1m v100 > 1m/s	h100 > 0m	h200 > 0m	
DANNO POTENZIALE	MOLTO ALTO	ZONE A, B, C, C1	R4	R4	R2	R2
	ALTO	ZONE D1, D2	R3	R3	R2	R1
	MODERATO	ZONE E, FA, FB, FD, FC, FC1, FC2	R2	R2	R1	R1
	BASSO	ZONE GOLENALI, DISABITATE ED IMPRODUTTIVE	R1	R1	R1	R1

Soluzioni

PREVENZIONE:
POLITICHE DEL TERRITORIO E REGOLE
URBANISTICHE



**SOLUZIONI
(MISURE)**

PREPARAZIONE:
PREVISIONE, ALLERTA E
PROTOCOLLI COLLEGATI

PROTEZIONE:
OPERE DI DIFESA DEL
SUOLO

Soluzioni

PREVENZIONE:
POLITICHE DEL TERRITORIO E REGOLE
URBANISTICHE

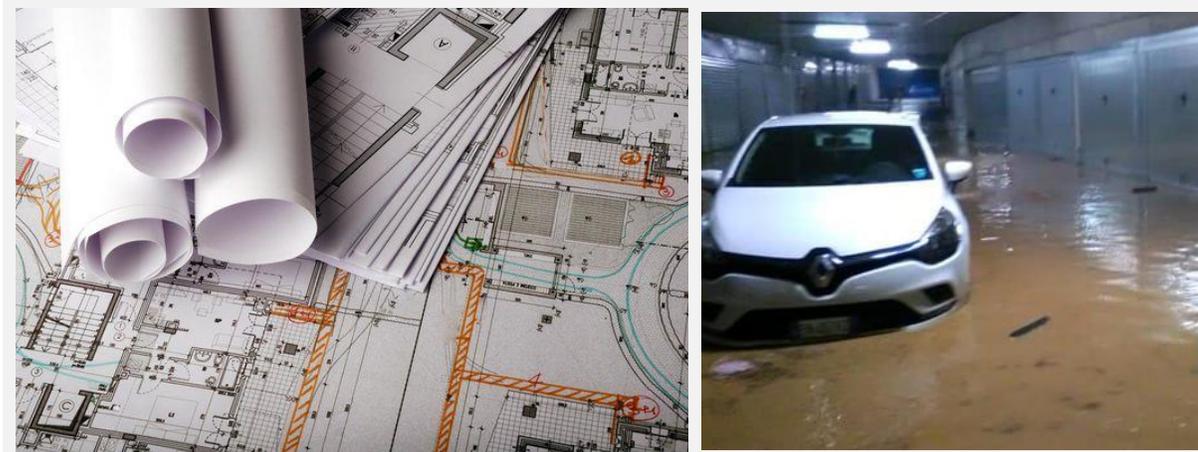
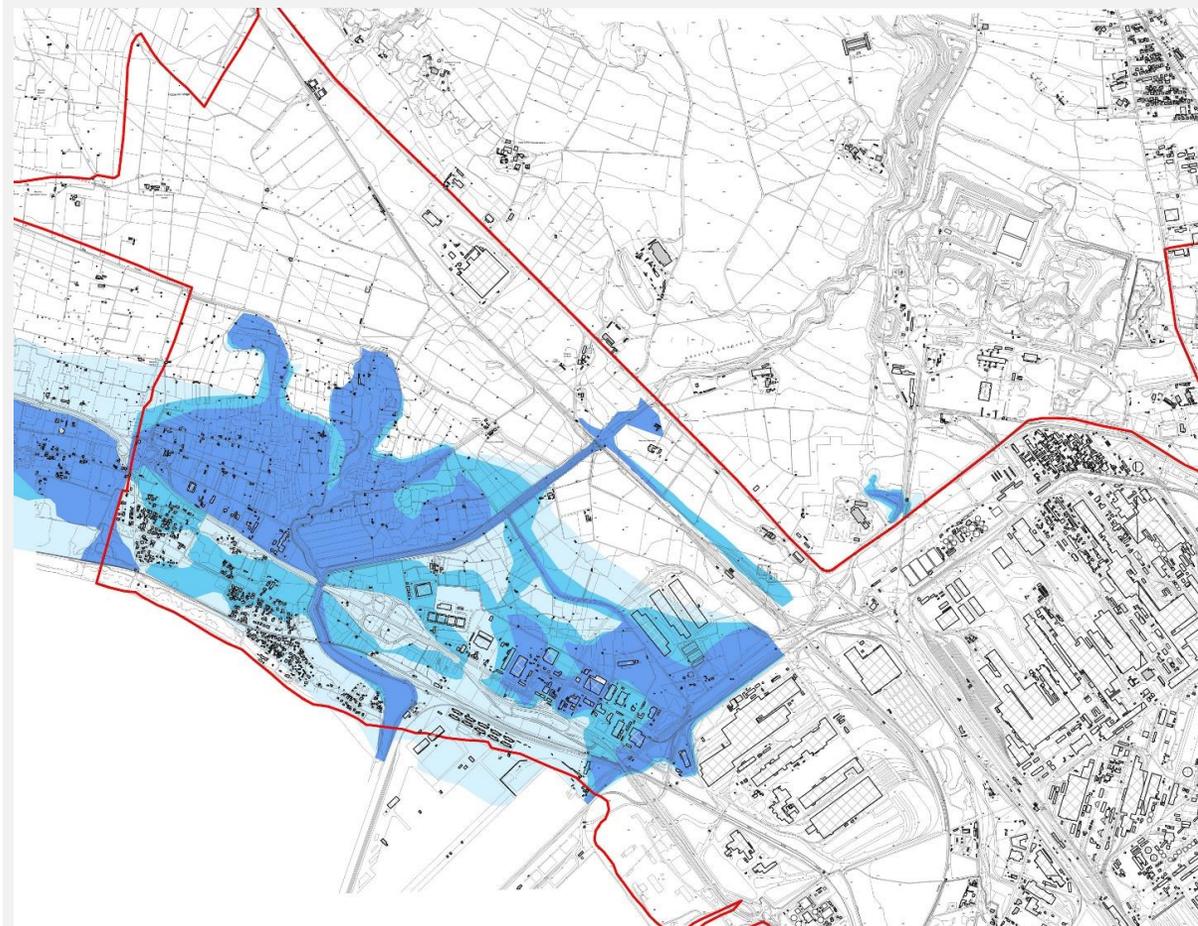
**SOLUZIONI
(MISURE)**

PREPARAZIONE:

PREVISIONE, ALLERTA E
PROTOCOLLI COLLEGATI

PROTEZIONE:

OPERE DI DIFESA DEL
SUOLO



Soluzioni

PREVENZIONE:

POLITICHE DEL TERRITORIO E REGOLE
URBANISTICHE

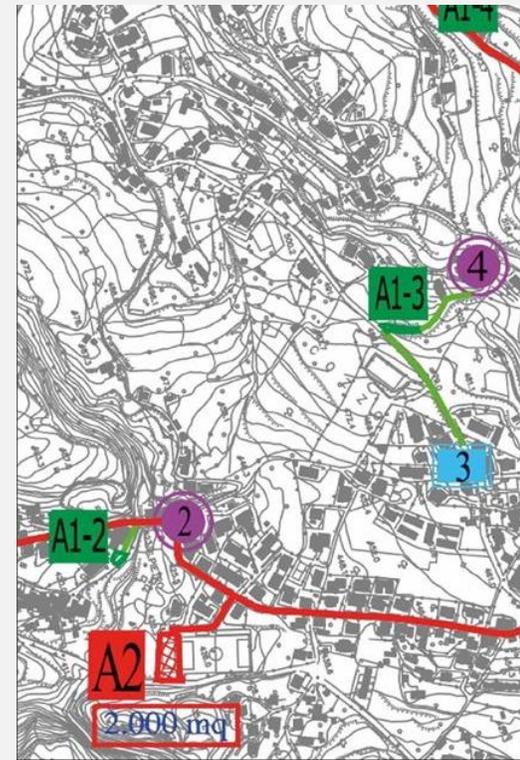


PREPARAZIONE:

PREVISIONE, ALLERTA E
PROTOCOLLI COLLEGATI

PROTEZIONE:

OPERE DI DIFESA DEL
SUOLO



PIANO DI PROTEZIONE CIVILE COMUNALE

aggiornamento/adeguamento marzo 2020

LOCALIZZAZIONE AREE DI EMERGENZA
PER PERSONE DISABILI

Tav. n° 17
scala 1:10.000



Approvazioni

PROGETTISTA
ing. Gianpaolo Rosa

COLLABORATRICE
ing. Maria Bernadette Guercio

COSA FARE

- Tenersi aggiornati sull'evoluzione delle condizioni meteo
- Fare attenzione alle aree depresse, in particolare ai sottopassi, perchè potrebbero allagarsi
- Condividere le informazioni sull'allerta e sui comportamenti corretti da adottare

**ALLERTA METEO
RISCHIO
IDROGEOLOGICO
IDRAULICO
CODICE GIALLO**

Soluzioni

PREVENZIONE:
POLITICHE DEL TERRITORIO E REGOLE
URBANISTICHE

**SOLUZIONI
(MISURE)**

PREPARAZIONE:

PREVISIONE, ALLERTA E
PROTOCOLLI COLLEGATI

PROTEZIONE:

OPERE DI DIFESA DEL
SUOLO



Ingegneria naturalistica

“E’ il costruire nell’ambiente con materiali vivi e conoscenze naturalistiche, avendo come obiettivo la **creazione di ecosistemi** che siano **in grado di autosostenersi**”

Quali sono i limiti?

Sono di natura diversa, possono essere

- **fisici:** temperatura, aridità, altitudine
- **tecnici:** presenza di forze e tensioni troppo elevate

Cosa usa:

- **Materiale vegetale vivo:**

- Piante da seme: a radice nuda o dotate di pane di terra.
- Talee/ astoni
- Semi (specie erbacee)
- Opere forestali



- **Altro materiale inerte:** legname, pietrame, materiali ferrosi, geosintetici e fibre naturali

Ingegneria naturalistica

La scelta delle piante:

- Impiegare solo **specie autoctone** (tipiche della vegetazione locale del luogo di intervento), evitando l'introduzione di specie esotiche
- Specie con le migliori **caratteristiche biotecniche**:
 - Capacità di resistere a fenomeni franosi e all'erosione
 - Capacità di aggregare e consolidare il terreno con lo sviluppo delle radici
 - Capacità delle radici di resistere allo strappo e al taglio
 - Capacità di drenare i terreni assorbendo e traspirando l'acqua

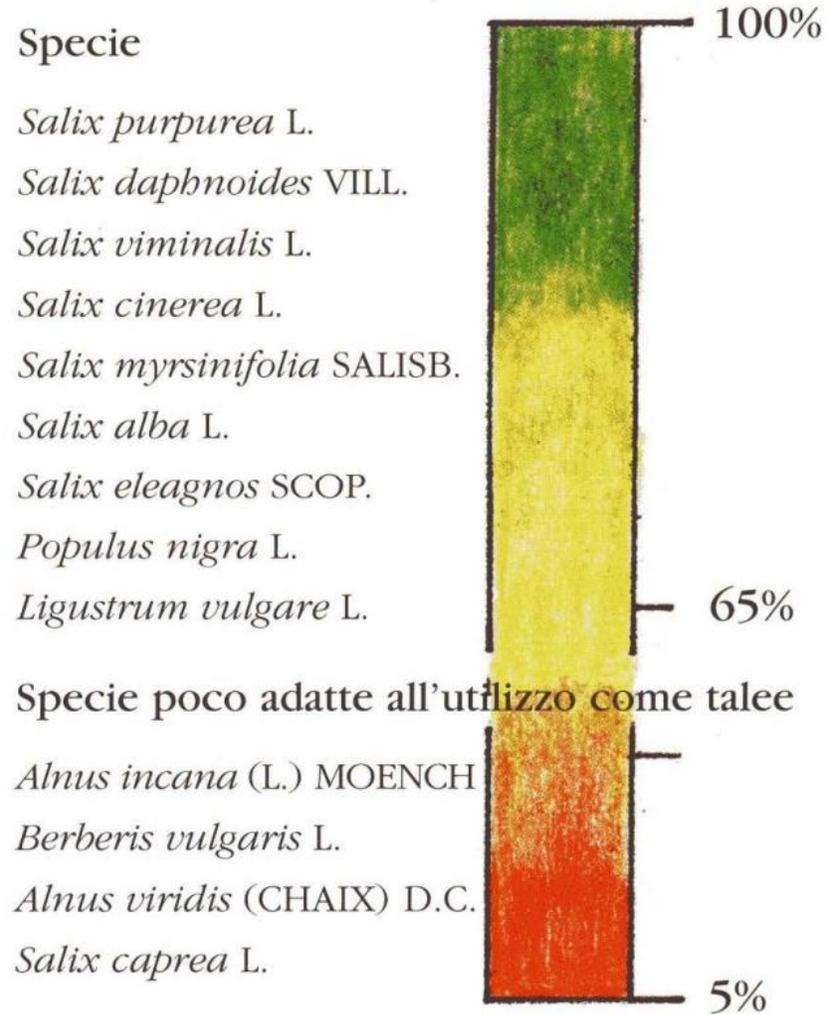
Specie vegetali impiegabili negli interventi di Ingegneria Naturalistica	facoltà ripr. per talea	Piano altitudinale di vegetazione			
		piano basale	piano collinare	piano montano	piani subalpino-alpino
<i>Pinus sylvestris</i> L.			x	x	
<i>Pinus mugo</i> TURRA				x	x
<i>Pinus uncinata</i> MILLER				x	x
<i>Pinus cembra</i> L.					x
<i>Larix decidua</i> MILLER				x	x
<i>Juniperus communis</i> L.			x	x	
<i>Juniperus nana</i> WILLD.					x
<i>Ruscus aculeatus</i> L.		x	x	x	
<i>Populus alba</i> L.	m	x	x		
<i>Populus tremula</i> L.	m	x	x	x	
<i>Populus nigra</i> L.	m	x	x		
<i>Salix alba</i> L.	b	x	x		
<i>Salix triandra</i> L.	b	x	x	x	
<i>Salix glaucosericea</i> FLOD.	d				x
<i>Salix myrsinifolia</i> SALISB. (<i>nigricans</i> SM.)	b	x	x	x	
<i>Salix cinerea</i> L.	b	x	x	x	
<i>Salix caprea</i> L.			x	x	
<i>Salix appendiculata</i> VILL.	m			x	x
<i>Salix rosmarinifolia</i> L.	b		x		
<i>Salix foetida</i> SCHLEICHER	m				x
<i>Salix bastata</i> L.	m			x	x
<i>Salix helvetica</i> VILL.	m				x
<i>Salix viminalis</i> L.	b	x	x		
<i>Salix eleagnos</i> SCOP.	b	x	x	x	
<i>Salix purpurea</i> L.	b	x	x	x	
<i>Salix caesia</i> VILL.	m				x
<i>Salix daphnoides</i> VILL.	b			x	
<i>Carpinus betulus</i> L.		x	x		

Facoltà di riproduzione per talea:

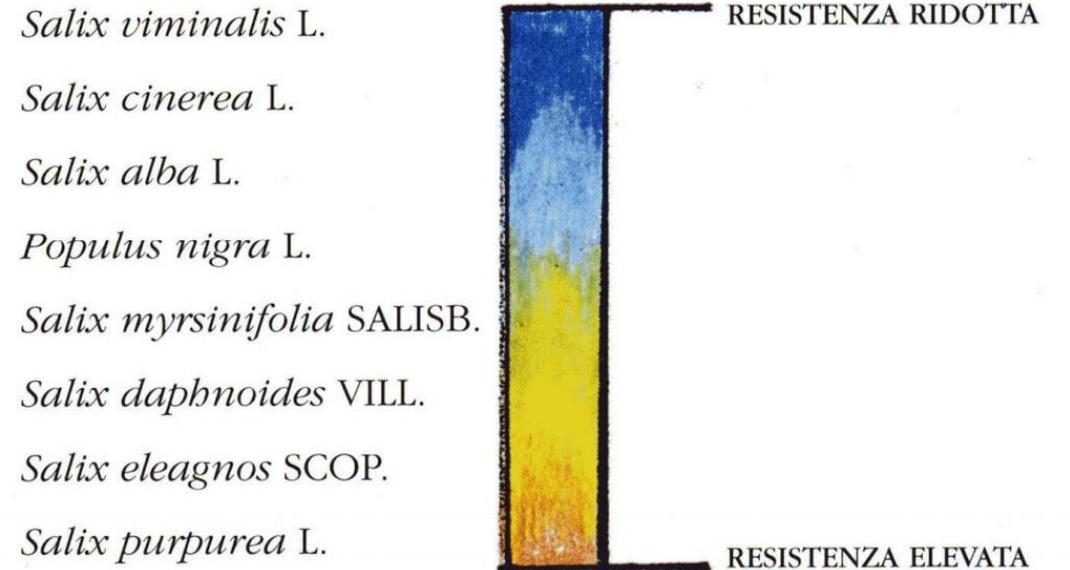
b: buona
m: media
d: debole

Ingegneria naturalistica

INDICI DI ATTECCHIMENTO PER TALEA



RESISTENZA A PERIODI DI ARIDITÀ



Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

- **Contenimento dei processi erosivi/azione di consolidamento**
- Conseguente azione di **prevenzione della perdita di suolo**
- Ripristino di un **ecosistema «naturale»**, in grado di evolvere nel tempo verso una fase di equilibrio o verso associazioni vegetali che durino nel tempo
- **Funzione estetico paesaggistica** dell'intervento (ridurre l'impatto ambientale e paesaggistico)

Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Azione di consolidamento

- **Fase iniziale** ad opera di materiale generalmente inerte (legname, pietrame)
- **Fase secondaria**, in seguito all'affermarsi della vegetazione, affidato in parte o completamente agli apparati radicali delle specie vegetali.



Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Consolidamento di un versante

- Regimazione idrica (drenaggi superficiali/profondi, contributo dell'ingegneria naturalistica)
- Consolidamento meccanico
 - ✓ Diminuzione della pendenza (rimodellamento, scoronamento, gradonamento)
 - ✓ Utilizzo di tecniche per trasferire gli sforzi tangenziali a elementi strutturali (opere di ingegneria naturalistica)
- Ricostruzione della copertura vegetale
 - ✓ Inerbimenti
 - ✓ Talee
 - ✓ Messa a dimora di alberi e arbusti

Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Opere di drenaggio di pendii e scarpate

- Frane e movimenti di scivolamento sono causati soprattutto dall'acqua che si accumula nel suolo e di conseguenza dall'aumento della pressione idrostatica.
- Il drenaggio dell'acqua è una delle più importanti azioni da intraprendere nella sistemazione di un versante.
- In certi casi, le piante possono essere un valido aiuto per la riduzione della quantità d'acqua nei pendii, in particolare le specie legnose

Tipo di vegetazione	mm/m ²	% totale della precipitazione
Praterie alpine	50	5
Coltivazioni erbacee	400	50
Boschi di conifere	580	46
Boschi misti	500-860	50-54

Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

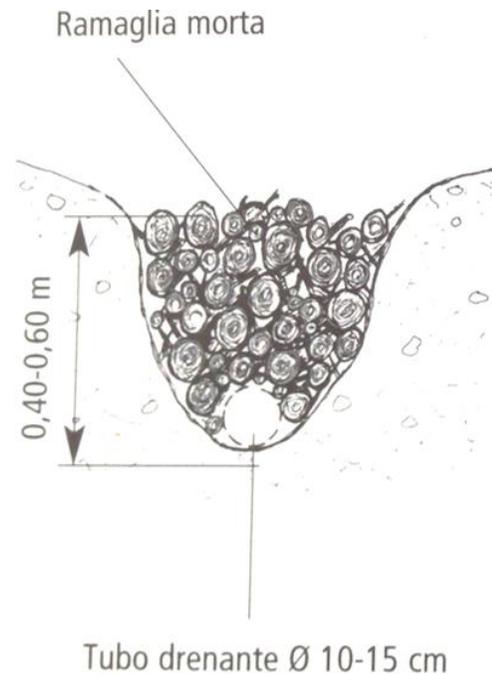
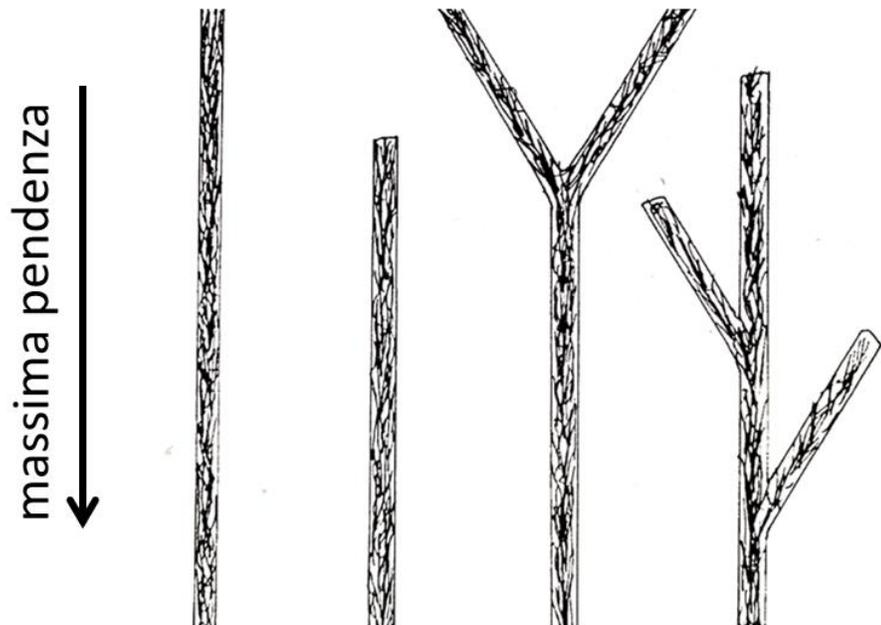
Composizione generale dei sistemi di drenaggio:

- Captazione dell'acqua di versante
- Raccolta dell'acqua di versante
- Smaltimenti dell'acqua di versante

Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

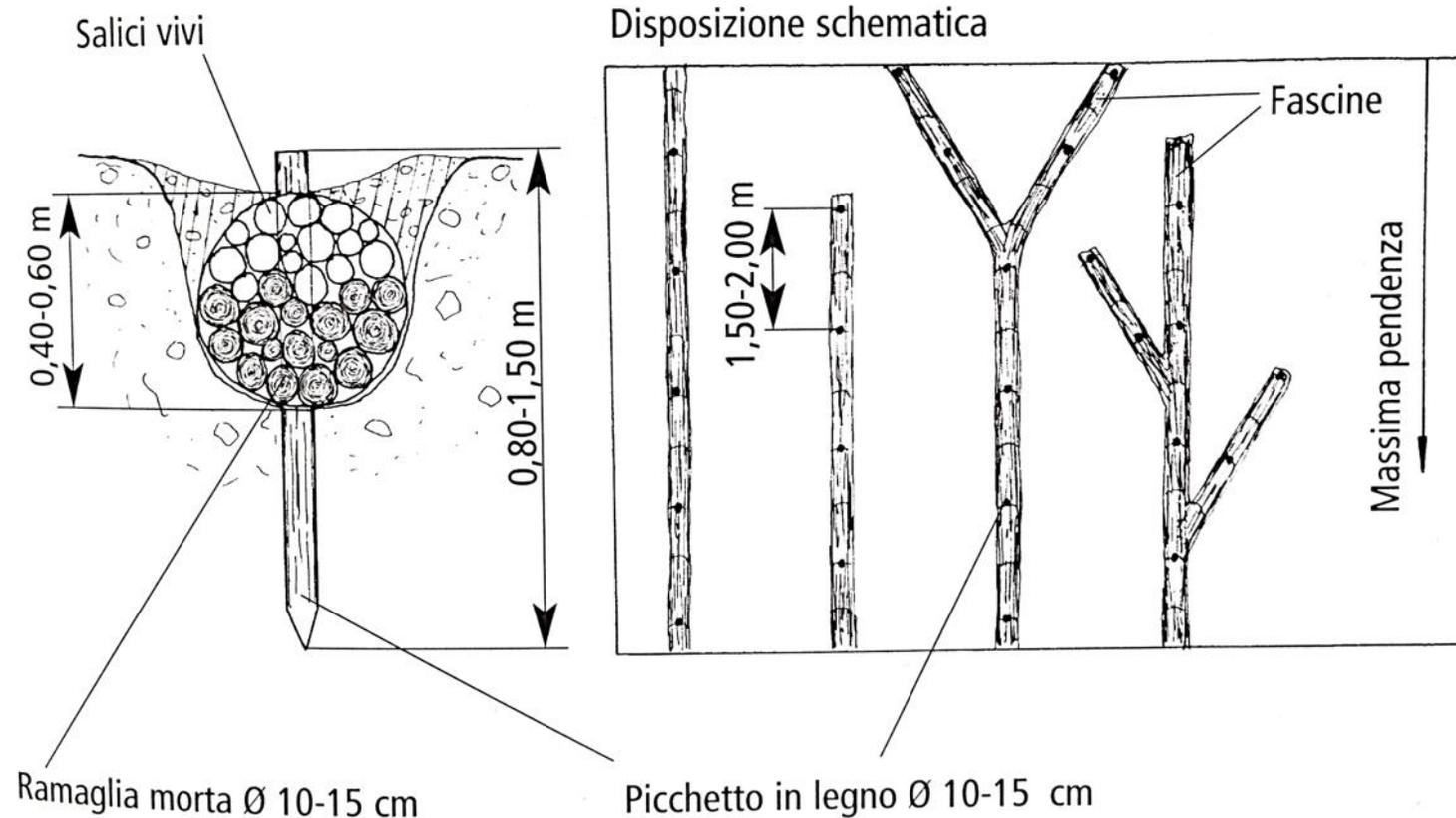
Captazione dell'acqua di versante

- *Canali drenanti*: tubi drenanti coperti con ghiaione o pietrame (generalmente tubi in PE microforati)
- *Fossi filtranti*
- *Fascine di drenaggio* (materiale vegetale morto)



Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

- *Fascinate drenanti*: impiegano materiale da costruzione vivo (**max portata pari a 1 l/s**); costituite da fascine di salice (diametro 30-40 cm), interrata lungo la linea di massima pendenza.



Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Raccolta e smaltimento dell'acqua di versante

L'acqua captata sul versante viene in genere convogliata a dei **pozzetti di drenaggio** che possono essere realizzati anche in legname (Larice).

I pozzetti devono prevedere un sistema per contenere il detrito ed evitare quindi occlusioni nelle successive tubazioni di smaltimento: **parete divisoria interna** al pozzetto, utilizzo di **pozzetti sifonati**.

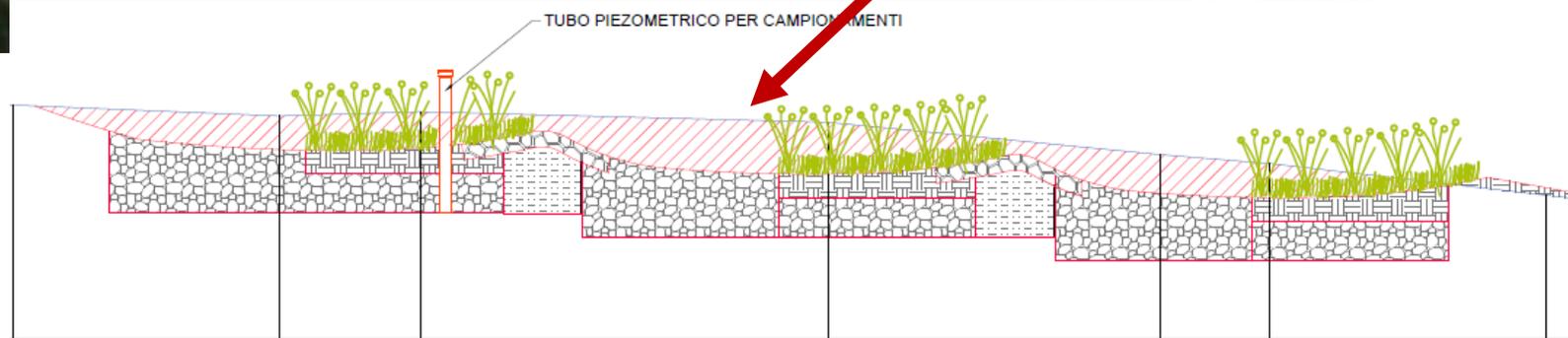
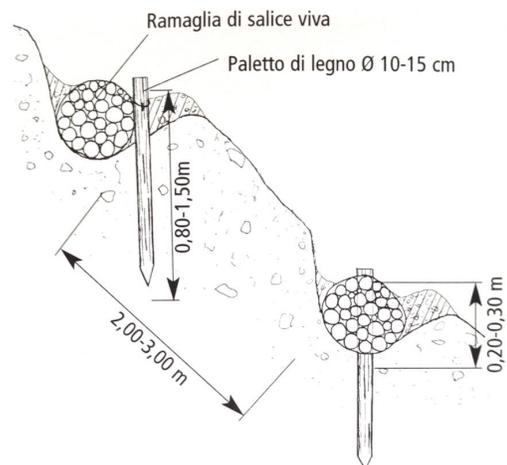
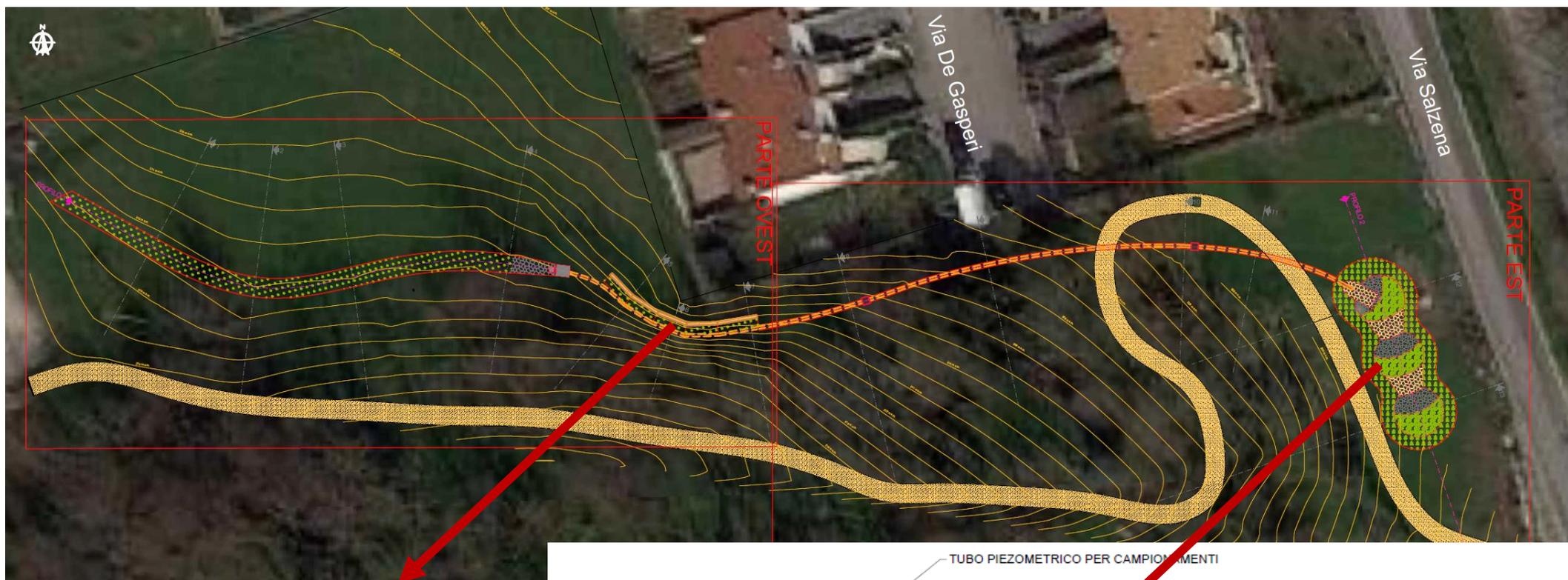
Dal pozzetto, l'acqua viene generalmente convogliata in tubi chiusi di PE e scaricata nel ricettore.

Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Esempio di gestione dell'acqua con infrastrutture verdi e tecniche di ingegneria naturalistica



Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti



Altre informazioni su: <http://www.lifebeware.eu/>

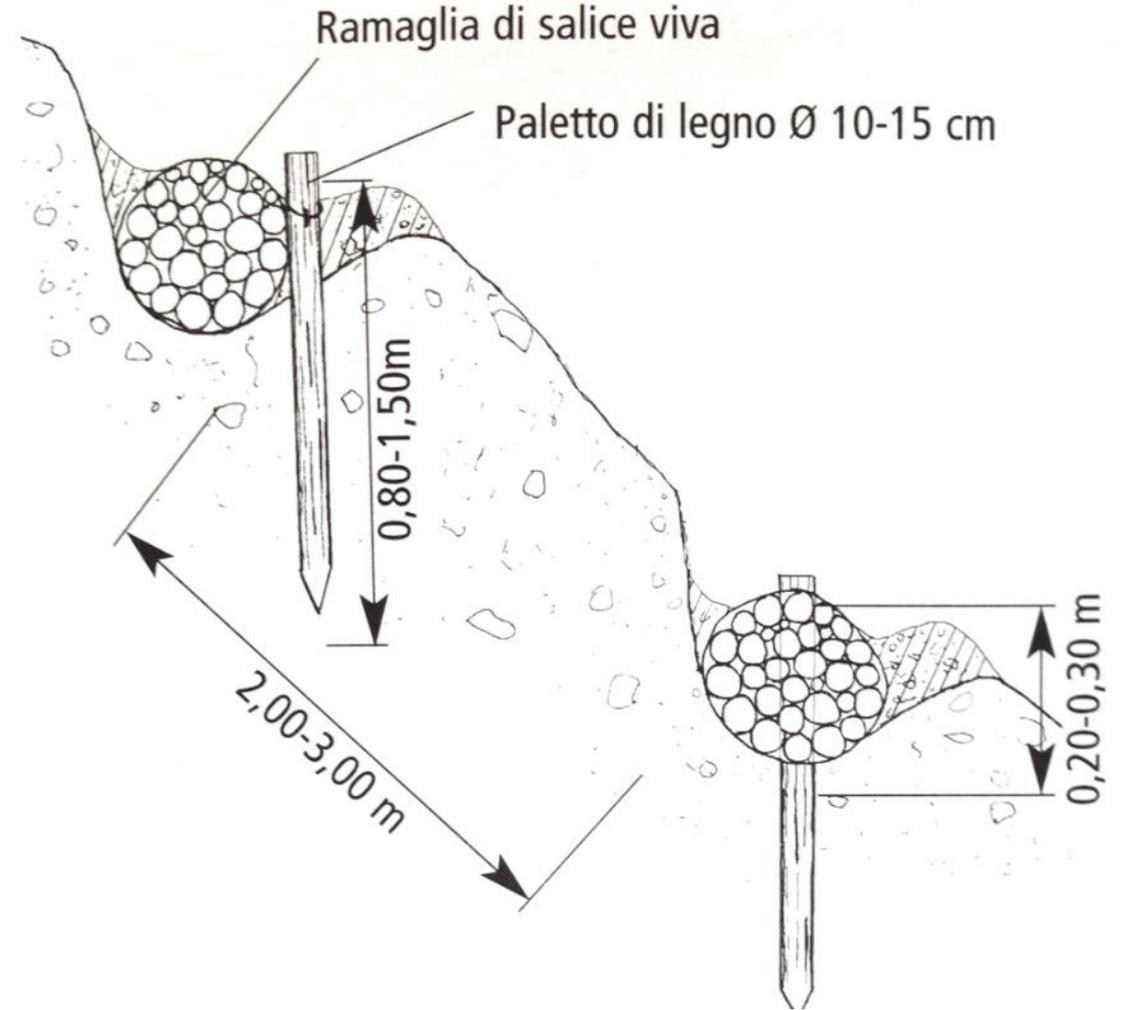
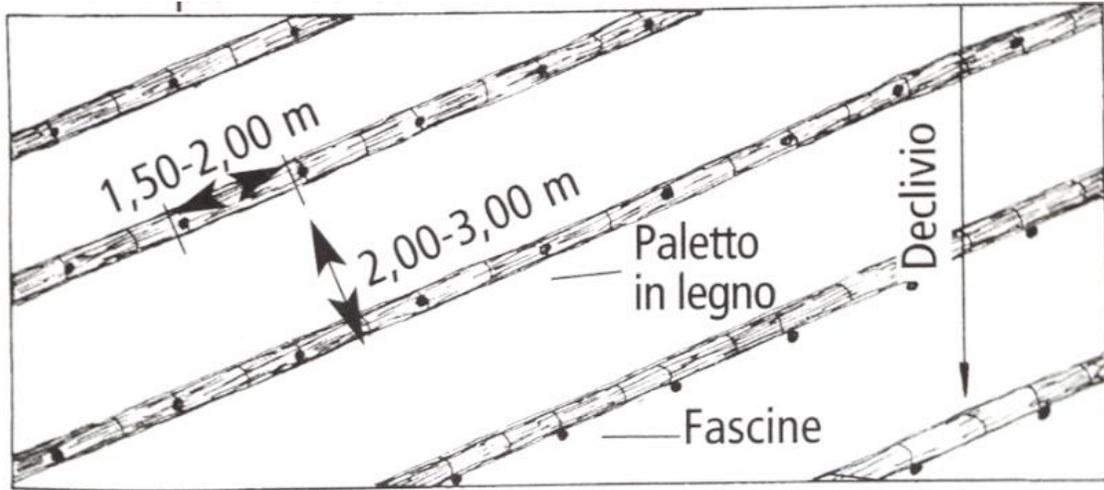
Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Opere di consolidamento meccanico

- Interventi di protezione contro l'erosione superficiale (semina e inerbimento)
- Interventi contro *movimenti franosi superficiali* (10-50 cm di profondità):
 - fascine di versante
 - cordonate vive in legname
 - grate vive
 - palificata viva di sostegno semplice
- Interventi contro *movimenti franosi di media profondità* (50-200 cm):
 - Palificata viva di sostegno a doppia parete
 - Scogliera vegetata
 - gabbioni vegetati
 - gradonate vive
 - terre armate

Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Fascinate di versante



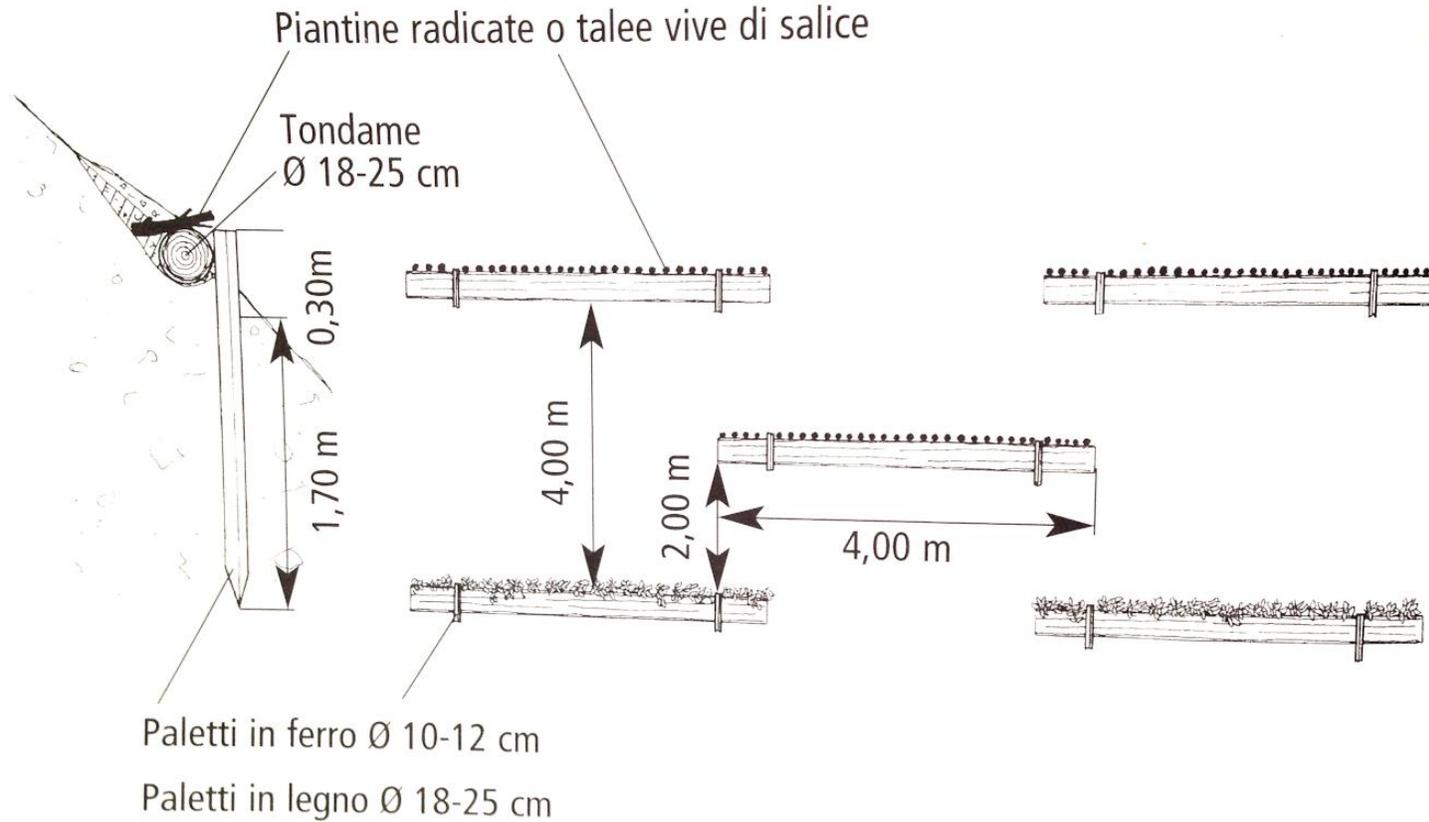
Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Grata viva



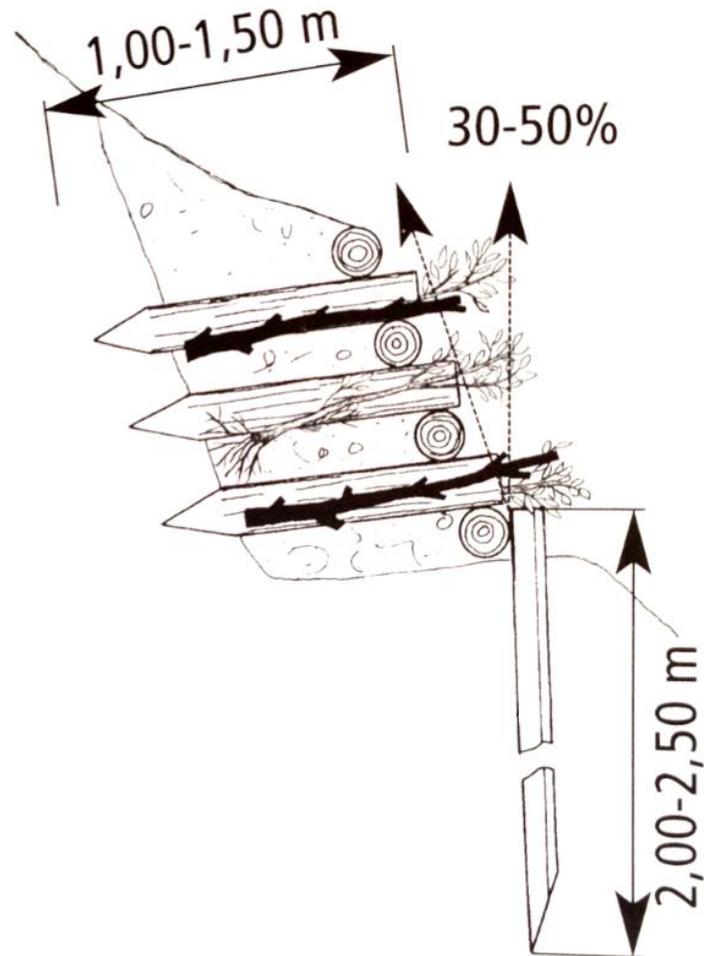
Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Cordonate vive in legname (palificate semplici/palizzate)



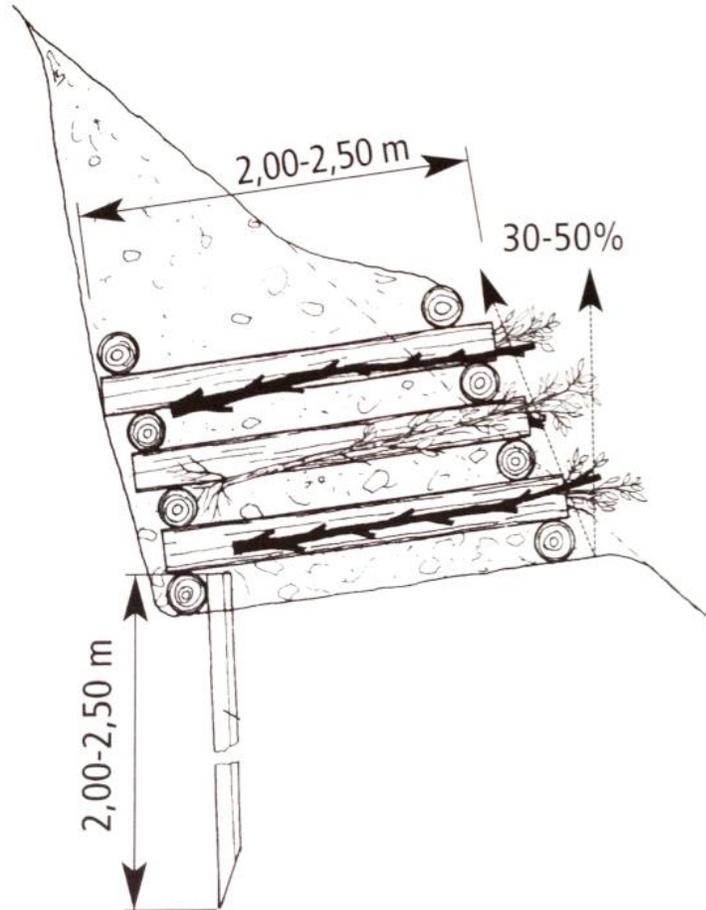
Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Palificata viva di sostegno semplice (a una parete)



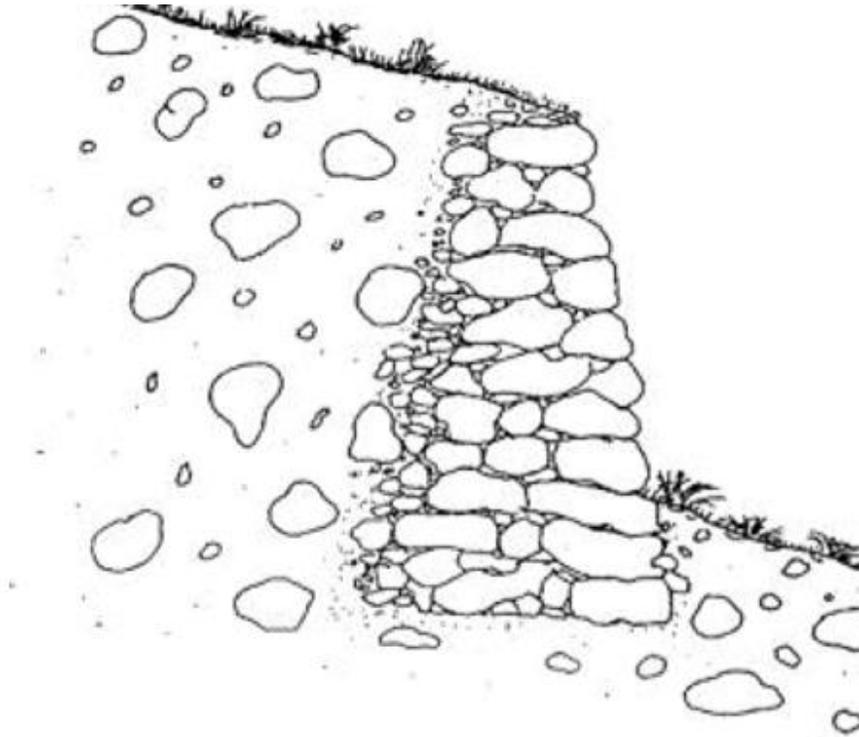
Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Palificata viva di sostegno a parete doppia



Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Muro a secco



Ingegneria naturalistica per la sistemazione dei versanti

Scogliere intasate con terra e rivegetate



Riassetto del territorio e tutela del paesaggio

- IDRAULICA E IDROLOGIA
- OPERE DI PROTEZIONE DEI VERSANTI
- DESIGN OF SUSTAINABLE AND RESILIENT MEASURES AGAINST FLOODS
- CHANNEL MORPHOLOGY, LARGE WOOD AND SEDIMENT FLUXES IN MOUNTAIN RIVERS
- CLIMATE CHANGES AND HYDROGEOLOGICAL HAZARD MITIGATION

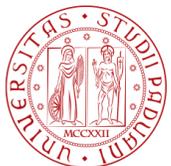
Grazie per l'attenzione

Francesco Bettella

francesco.bettella@unipd.it

Dipartimento Territorio e Sistemi Agro-Forestali

1222·2022
800
ANNI



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

T **E** **S** **A** **F**

