



Università degli Studi di Roma-La sapienza

Facoltà di Architettura - INTERUNIVERSITARIO CON L'UNIVERSITA' DELLA TUSCIA

Corso di Laurea in Progettazione e Gestione dell'Ambiente

Elaborato finale

Bacino idrografico n°7 della regione Lazio – Fiume Mignone:

proposta metodologica: **Interventi di Ingegneria Naturalistica per la sistemazione dei corsi d'acqua**

Relatore :

Correlatore:

Prof. Antonio LEONE

Prof.ssa Geol. Olivia IACOANGELI

Laureando: Francesco COLUCCI

ANNO ACCADEMICO

2013/2014

## SOMMARIO

INTRODUZIONE.....	2-3
1. ANALISI TERRITORIALE.....	4
1.1 AREA STUDIO.....	5-6
1.2 ANALISI GEOLOGICA .....	7
1.3 ANALISI IDROGEOLOGICA.....	8
1.4 ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI.....	9
1.5 ANALISI FITOCLIMATICA.....	10
1.6 ANALISI DELL'USO DEL SUOLO.....	11
1.7 ANALISI ECOPEDOLOGICA.....	12
1.8 ANALISI PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA.....	13
1.9 ANALISI FENOMENI FRANOSI.....	14
1.10 ANALISI DELL'ENERGIA DI RILIEVO.....	15
1.11 ANALISI DELLA DENSITA' DEL DRENAGGIO.....	16
1.12 ANALISI SIC & ZPS .....	17
2. PROPOSTA METODOLOGICA.....	18-19
2.1 COSA TRATTA L'INGEGNERIA NATURALISTICA.....	20
2.2 PERCHE' LE PIANTE SONO UTILI NELLA STABILIZZAZIONE DEL TERRENO.....	21
2.3 PERCHE' E' IMPORTANTE IL RIPRISTINO DELLE SPONDE .....	22
2.4 RINATURALIZZAZIONE DEI CORSI D'ACQUA.....	23
2.5 SCHEDA DI VALUTAZIONE .....	24
2.6 CRITERI DI PROGETTAZIONE NATURALISTICA.....	25
2.7 FORZA DI TENSIONE DI TRASCINAMENTO.....	26
2.8 CALCOLI FORZA DI TENSIONE DI TRASCINAMENTO.....	27
2.9 SCELTA TIPOLOGIA D'INTERVENTO.....	28
2.10 TIPOLOGIA D'INTERVENTO.....	29-30-31
2.11 SPECIE VEGETALI ADATTE.....	32
2.12 MANUTENZIONE CONSIGLIATA.....	33
3. CONCLUSIONI.....	34
4. BIBLIOGRAFIA & SITOGRAFIA.....	35-36

## RIASSUNTO

---

Area d'interesse: Fiume MIGNONE - Bacino Idrografico n.°7

A seguito di un dissesto idrogeologico, riferito in particolare modo alle sponde dei corsi d'acqua, è possibile provvedere al ripristino delle sponde stesse, grazie all'utilizzo di interventi d'Ingegneria Naturalistica, i quali sono caratterizzati da un basso impatto ambientale, visto che gli interventi previsti sono garantiti dall'utilizzo esclusivo di materiali naturali-vegetali, come ad esempio le talee.

Nella mia proposta metodologica faccio riferimento ad un aspetto importante, ovvero la scelta della tipologia d'intervento più adeguata al seguito di un'attenta e dettagliata analisi dell'area interessata, la quale prende in considerazione il territorio e tutte le sue componenti attraverso analisi geologiche, idrogeologiche, fenomeni franosi, uso del suolo, ecc...

Secondo aspetto importante, è il calcolo della Forza di Tensione di Trascinamento ( $\tau_w(N/m^3) = \gamma \cdot R \cdot i$ ) del corso d'acqua che agisce sulle sponde del fiume stesso.

Il risultato di tale calcolo permette di scegliere quale sia la tipologia più idonea, tenendo in considerazione la resistenza all'erosione dell'opera e la forza di trascinamento del corso d'acqua.

La scelta delle specie vegetali che siano adatte alle caratteristiche climatiche-geologiche dell'area d'intervento, risulterà determinante per ottenere un ottimo risultato, affiancato sempre da un'adeguata e costante manutenzione.

# *Interventi di Ingegneria Naturalistica per la sistemazione dei corsi d'acqua*

**LAUREANDO: *Francesco Colucci***

**Relatore: *Prof. Antonio Leone***

**Correlatore: *Prof.ssa Olivia Iacoangeli***

**Anno Accademico 2013-2014**

**Roma, 14 gennaio 2014**



# CONVENZIONE EUROPEA DEL PAESAGGIO



La presente convenzione si prefigge lo scopo di promuovere la salvaguardia, la **gestione** e la **pianificazione** dei paesaggi e di organizzare la cooperazione europea in questo campo (CEP)



## **“SALVAGUARDIA DEI PAESAGGI”**

*indica le azioni di conservazione e di mantenimento degli aspetti significativi o caratteristici di un paesaggio, giustificate dal suo valore di patrimonio derivante dalla sua configurazione naturale e/o dal tipo d'intervento umano.*

(CEP)

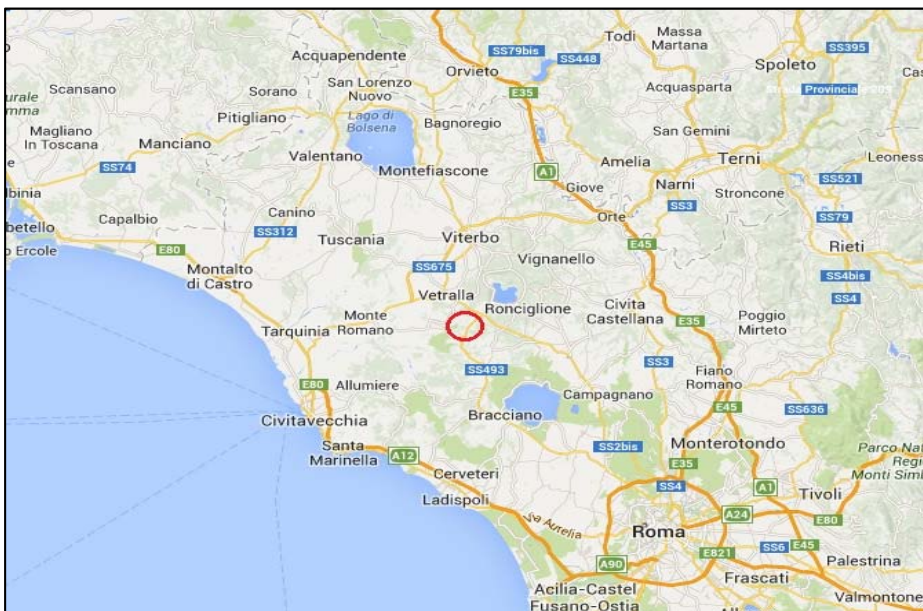
**OBIETTIVO:** Verificare la scelta più adeguata delle tecniche di ingegneria naturalistica adatte per intervenire al ripristino, consolidamento e/o stabilizzazione delle sponde dei corsi d'acqua a seguito di un dissesto idrogeologico.



**Perché è importante la cartografia per un progettista ?**



Serve per redigere un'analisi del territorio, sotto ogni punto di vista, dell'area di studio.



Estratto TCI- Touring Club Italiano

L'area di studio, (bacino n°7- bacino del Mignone), presa in considerazione ricade nella località di VEJANO, in provincia di Viterbo, dista circa 20 km da Bracciano e 35 km dal capoluogo.

Il paese sorge su una collina a circa 400m s.l.m., tra i monti Cimini e i monti della Tolfa.

L'elemento idrografico più rilevante dell'area è senza dubbio il fiume Mignone, il quale scorre sul lato S-E del pianoro dove sorge il centro urbano.



Orto foto

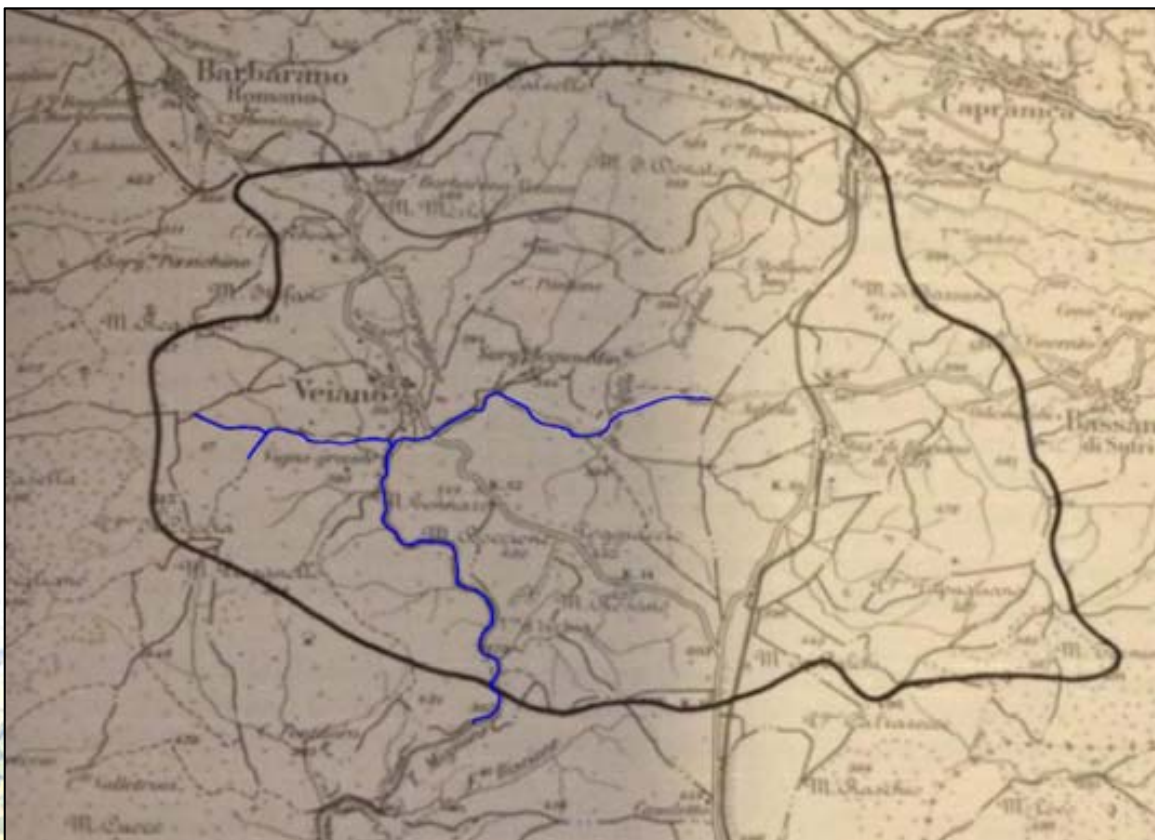
Perimetro area studio



Carta IGM 1:75000, Cartografia del Geoportale Nazionale

## Area studio

## BACINO N° 7 – Bacino del Mignone (codice: MIG)



15° Sottobacino del Mignone: dalle sorgenti alla confluenza del Mignone con il fosso della Madonnella

### Caratteristiche legate a fattori di pressione:

**SUPERFICIE AGRICOLA  
UTILIZZATA: 27810**

**SUPERFICIE AGRICOLA  
TOTALE: 42684**

### LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA:

coord. UTM 33 ED 50

### SUPERFICIE TOTALE DEL BACINO:

**53.461ha**

Il bacino è drenato dal fiume Mignone, dalle sorgenti alla sezione subito a valle della confluenza con il fosso della Madonnella. Il corso d'acqua ha le sue sorgenti circa due chilometri a sud-ovest della cittadina di Bassano di Sutri.

Nei primi chilometri del suo corso il fiume Mignone riceve le acque di alcuni piccoli fossi sia in destra che in sinistra, ma il suo primo affluente di una certa importanza è il fosso Pupugliano.

Il corso del fiume e quello dei suoi affluenti hanno inciso stretti e profondi fossi con pareti abrupte.

### Caratteristiche qualitative per i corsi d'acqua:

Corso d'acqua	Comune	Codice stazione	Indice biotico (classi I,II,III,IV,V)	Livello di inquinamento (livello 1,2,3,4,5)	Stato ecologico (classi 1,2,3,4,5)
Mignone	Vejano	5.19	2	2	2

Il territorio di Vejano rientra nel quadro geologico-strutturale della più vasta regione tolfetano-sabatina e include il sistema Tolfa-Cerite-Manziate.



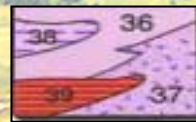
Piroclastiti distali e localmente rimaneggiate degli stessi centri (23). Prodotti piroclastici dei centri a nord del lago di Bracciano (24). Colata di lava leucitico-tetritiche e colate di lava fonolitiche del settore settentrionale(25).



Unità vicane. Colata piroclastica del “tufo rosso a scorie nere”(27), intercalata a prodotti di ricaduta(26).



Colata piroclastica di Bracciano; Sono state distinte due fasce: una facies litoide a granulometria fine, contenente litici vulcanici e del sedimentario, generalmente alla base dell'unità e confinata nelle paleodepressioni(31); ed una facies meno litificata a matrice sabbioso-pomicea con abbondanti inclusi di lava leucitica(30).



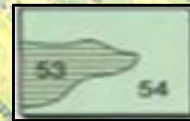
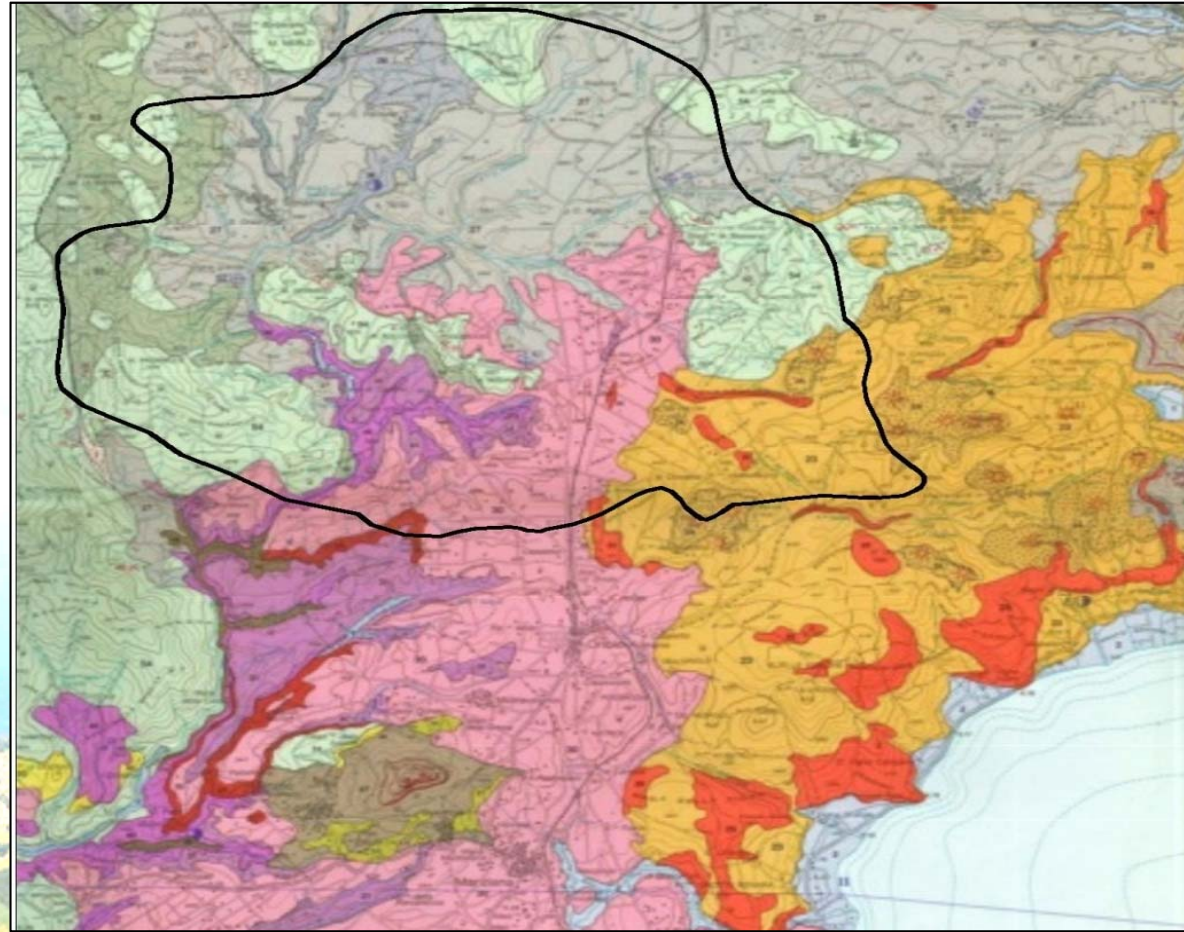
Colate di lava provenienti da M. Aguzzo(39).



Colata piroclastica del “Tufo rosso a scorie nere” (40).



Pozzetti per l'esplorazione geotermica e loro relativo numero di identificazione.



Successione calcareo-marmosa(54) e lente del mignone(53). Nella porzione inferiore prevalgono calcari marmosi grigi con subordinati strati arenacei e silitici. La porzione superiore è caratterizzata da calcarei con macroforaminifere e con selce in liste e noduli. La lente del mignone, presente tra di essi, è costituita da silititi ed argilliti scure.



Sorgenti termali



Coni di scorie

# Analisi Idrogeologica

Carta idrogeologica regione tolfetana 1:100.000

....Le caratteristiche idrogeologiche dei complessi sono espresse dal grado di "potenzialità acquifera", definita come la capacità di ciascun complesso di assorbire, immagazzinare e restituire l'acqua.

Sono state riconosciute 7 classi in funzione della permeabilità media e dell'infiltrazione efficace del complesso stesso.....

## SORGENTI LINEARI



Sorgente con numero di riferimento.



Emissione gassosa.

## SORGENTI PUNTUALI

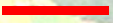


Sorgente con numero di riferimento.



Mineral (TDS > 750 mg/L)



 Perimetro area di studio

## COMPLESSI IDROGEOLOGICI

8

**COMPLESSO DELLE POZZOLANE**

**Potenzialità acquifera : MEDIA**

Depositi da colata piroclastica, genericamente massivi e caotici, prevalentemente litoidi. Nel complesso sono comprese le ignimbriti e tufi.

9

**COMPLESSO DEI TUFII STRATIFICATI E DELLE FACIES FREATOMAGMATICHE.**

**Potenzialità acquifera: BASSA**

Tufi stratificati, tufi terrosi, breccie piroclastiche, pomici, lapilli e blocchi lavici in matrice cineritica. Il complesso ha una rilevanza idrogeologica limitata anche se localmente può condizionare la circolazione idrica sotterranea.

15

**COMPLESSO DEI FLYSCH MARNOSO-ARGILLOSI**

**Potenzialità acquifera: BASSISSIMA**

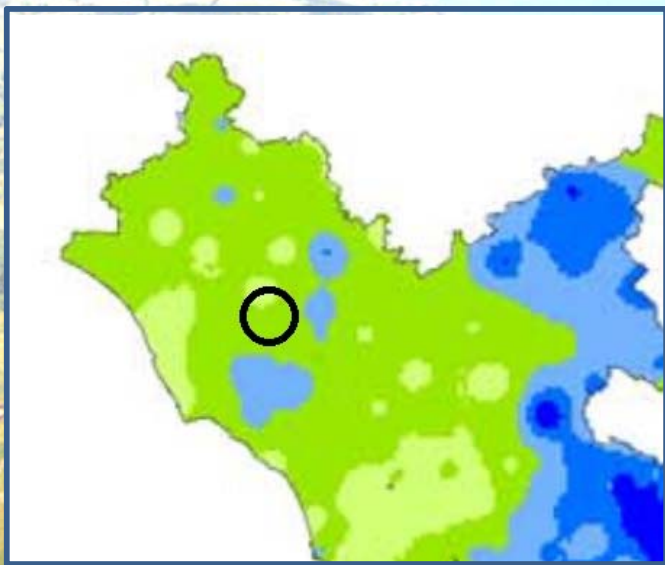
Successioni generalmente caotiche di argille e marne con intercalazioni di arenarie e calcari marnosi affioranti prevalentemente nei Monti della Tolfa e nella Valle Latina. Il complesso non presenta una circolazione idrica sotterranea significativa.

## Analisi delle Precipitazioni

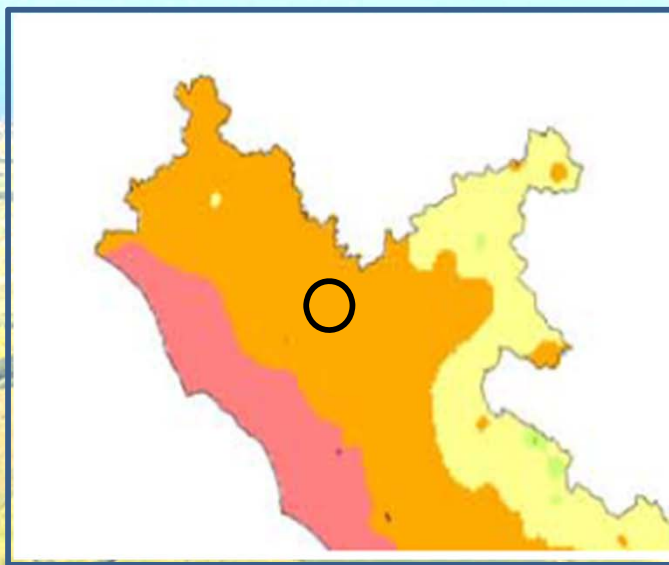
Da una dettagliata analisi delle precipitazioni, nell'area di studio, si evidenzia come, nel corso degli ultimi 30 anni, si sia verificato un calo delle precipitazioni annuali, che comunque non ha inciso drasticamente sui quantitativi di mm di pioggia mensili, fatta eccezione per i mesi estivi.



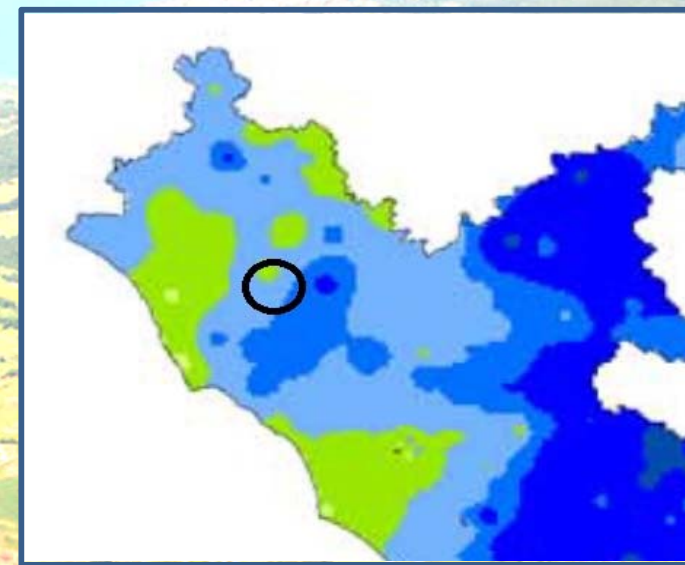
Grafico precipitazione media mensile – Dati istat 1980-2007.



Carta delle precipitazioni totali mensili di Febbraio.



Carta delle precipitazioni totali mensili di Luglio.



Carta delle precipitazioni totali mensili di Novembre.

< 80 mm

80-100mm

< 20 mm

20-40mm

80-100mm

100-120mm

120-140mm

Il **FITOClima**, in particolare, è l'insieme delle condizioni climatiche che interessano più direttamente la vita delle piante, in particolare la loro distribuzione.

11

**TERMOTIPO MESOMEDITERRANEO MEDIO**  
**OMBROTIPO SUBMIDO SUPERIORE**  
**REGIONE XEROTERMICA**  
(sottoregione mediterranea)

**LOCALITÀ:** regioni tolfetane e sabatina.

P da 822 a 1110 mm; T da 13.7 a 15.2 C° ; t da 3.4 a 4 C° ;  
aridità non elevata nei mesi estivi; stress da freddo non intenso da novembre ad aprile.

**MORFOLOGIA E LITOLOGIA:** rilievi collinari e valli incise.  
Piroclastiti; lave; unità alloctone tolfetane.

**VEGETAZIONE FORESTALE PREVALENTE:** cerreti, cerretti con roverella, lecceti, castagneti, lembi di boschi mesofilli a carpino bianco e nocciolo.



L'elaborazione di dati climatici grezzi ( T e P ) sono serviti per interpretare la risposta della vegetazione naturale ai fattori climatici. Il risultato è l'elaborazione della carta fitoclimatica ottenuta per mezzo di 3 indici:

**Indice Ombrotermico Estivo (IOV):**

$IOV = P(\text{luglio+agosto}) / T(\text{luglio+agosto}) = 1,37$

**IOV < 2 ; REGIONE MEDITERRANEA**

IOV ≤ 1.5 ci troviamo nella regione mediterranea

IOV ≥ 2 ci troviamo nella regione temperata

**Indice di Termicità o Termotipo (IT):** *Definisce il regime termico di un area.*

$IT = 10 \times (T \text{ media annua} + \text{media } T \text{ minime mese più freddo} + \text{Media } T \text{ massime del mese più freddo}) = 304,9$

Regione Mediterranea – **TERMOTIPO MESOMEDITERRANEO INFERIORE**

**Indice di Ombrotermico annuale (IO):** *Definisce il regime idrico di un area.*

$IO = 10 \sum \text{precipitazioni dei mesi con } T > 0 / \sum \text{temperature medie mensili positive} = 59,63$

Regione Mediterranea – **OMBROTIPO SUBMIDO SUPERIORE**

# Analisi dell'uso del suolo

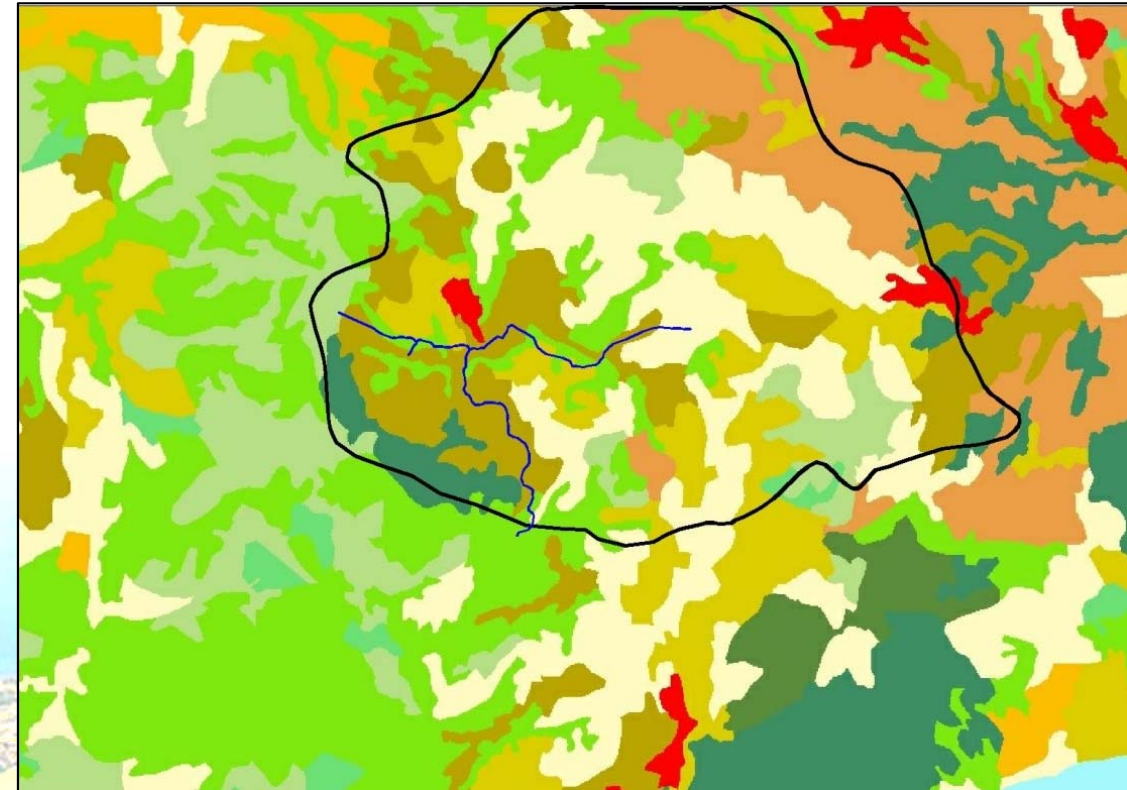
## **PROGETTO Corine Land Cover:**

Il programma CORINE (Coordination of Information on the Environment) varato dal consiglio delle comunità europee nel 1985, ha lo scopo primario di verificare lo stato dell'ambiente nella Comunità, per orientare le politiche comuni, controllarne gli effetti e proporre eventuali miglioramenti.

All'interno dei progetti che compongono il programma CORINE si inserisce il progetto CORINE-Land Cover, che costituisce il livello di indagine sull'occupazione del suolo, specificamente finalizzato al rilevamento e al monitoraggio delle caratteristiche del territorio, con particolare interesse alle esigenze di tutela.

Il fine principale del CORINE- Land Cover è quello di fornire agli operatori responsabili del controllo e degli interventi sull'ambiente un quadro aggiornato e facilmente aggiornabile della copertura del suolo con un dettaglio tale da avere una conoscenza d'insieme e poter consentire una programmazione generale degli interventi principali sul territorio.

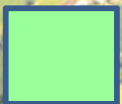
Stralcio Carta Corine Land Cover 2006 – IV Livello.



**Zone residenziali a tessuto continuo.**



**Aree preval. Occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti.**



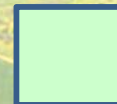
**Area con vegetazione rada.**



**Boschi a prevalenza di castagno.**



**Boschi a prev. Di querce e alte lat. Sempreverdi.**



**Area a vegetazione boschiva e arbustiva in evoluzione.**

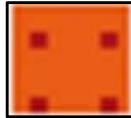



**Aree preval. Occupate da colture agrarie con presenza di spazi naturali importanti.**

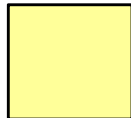
# Analisi Ecopedologica

La carta Ecopedologica è caratterizzata da **3 obiettivi specifici**:

- 1- caratterizzazione dei suoli ai fini delle caratteristiche idrologiche e dei rischi di erosione.
- 2- relazione suolo/vegetazione.
- 3- aspetti conservazionistici.

 Apparati vulcanici, con materiale parentale, definito da rocce ignee e metamorfiche; da clima mediterraneo a clima sub-oceanico.

 Rilievi calcareo – marnosi, con materiale parentale, definito da rocce sedimentarie, terziarie indifferenziate. Clima mediterraneo montano

 Rilievi collinari con materiale parentale definito da rocce sedimentarie terziarie indifferenziate e clima temp. mediterraneo subcontinentale a mediterraneo continentale..

**Stralcio Carta Ecopedologica (geoportale nazionale).**



## Suoli prevalenti:



La tipologia dei suoli individuata viene classificata nella WRB (World Reference Base for Soil Resources):

**Obiettivo:** sviluppare un sistema internazionale di classificazione del suolo, usando come struttura la Revised Legend della FAO.




Carta del suolo d'Italia, 1:1.000.000

**E - SUOLI DEGLI APPENINI CENTRALI E MERIDIONALI**  
SOILS OF THE CENTRAL AND SOUTHERN APENNINES

-  27 Haplic Calcisol; Calcaric Cambisol; Calcaric Regosol
-  29 Haplic e Leptic Umbrisol (Arenic, Humic); Dystric Cambisol; Umbric Leptosol; Silandic Andosol

**H - SUOLI DELLE COLLINE DEL CENTRO E SUD ITALIA SU DEPOSITI VULCANICI E SU CALCARI**  
SOILS OF THE HILLS OF CENTRAL AND SOUTHERN ITALY ON VOLCANIC DEPOSITS AND LIMESTONE

-  39 Chromic e Haplic Luvisol (Cutanic, Vitric); Vitric e Umbric Andosol; Dystric Andic Cambisol
-  41 Eutric Leptosol; Andic, Eutric e Thaptoandic Cambisol; Haplic Luvisol (Vitric); Vitric Andosol; Tephric e Eutric Regosol (Humic)

 39 Chromic e Haplic Luvisol (Cutanic, Vitric); Vitric e Umbric Andosol; Dystric Andic Cambisol

**CHROMIC e HAPLIC Luvisol:** suoli nei quali è avvenuto un processo di evoluzione d'argilla nelle parti superiori del profilo, e di alluvione in quelle inferiori. L'alterazione del materiale parentale non è troppo spinta; anche il surplus idrico non è molto marcato.

**VITRIC e UMBRIC Andosol:** suoli condizionati dal materiale parentale.

**DYSTRIC ANDIC Cambisol:** suoli con limitato grado di evoluzione pedogenica, testimoniato da: a) sviluppo di struttura, tinta più arrossata, leggero incremento d'argilla, decarbonatazione rispetto al materiale parentale; b) accumulo di sostanza organica umificata in suoli con orizzonti profondi desaturati.

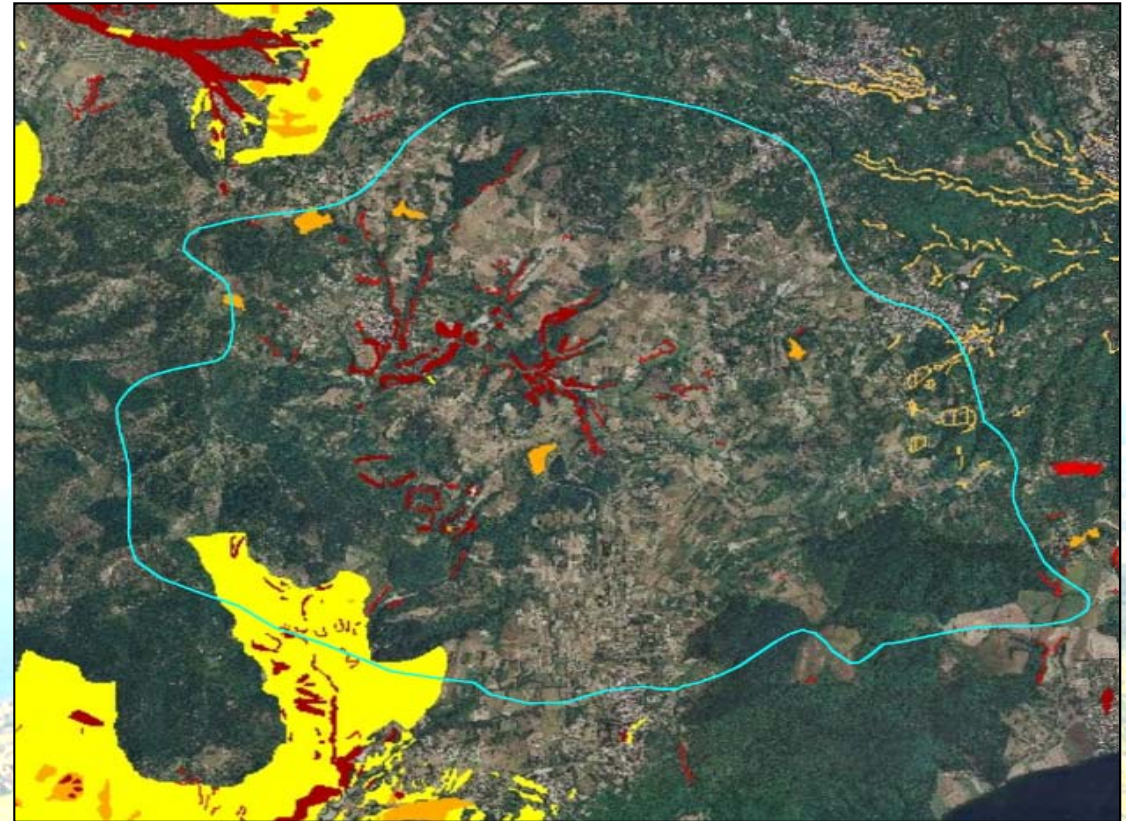
# Analisi della pericolosità idrogeologica

Stralcio Carta P.A.I.

## P.A.I. : Pericolosità idrogeologica

### Sintesi del piano

Il PAI si configura come lo strumento di pianificazione territoriale attraverso il quale l'Autorità di Bacino si propone di determinare un assetto territoriale che assicuri condizioni di equilibrio e compatibilità tra le dinamiche idrogeologiche e la crescente antropizzazione del territorio.....



### RISCHIO FRANA



### Obiettivi del Piano

Il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (PAI) ha come obiettivo l'assetto del bacino che tende a minimizzare i possibili danni connessi ai rischi idrogeologici, costituendo un quadro di conoscenze e di regole atte a dare sicurezza alle popolazioni, agli insediamenti, alle infrastrutture, alle attese di sviluppo economico ed in generale agli investimenti nei territori del bacino. Il P.A.I., in quanto premessa alle scelte di pianificazione territoriale, individua i meccanismi di azione, l'intensità, la localizzazione dei fenomeni estremi e la loro interazione con il territorio classificati in livelli di pericolosità e di rischio.

# Analisi dei fenomeni franosi

## Punti Identificativi Fenomeni Franosi



Progetto IFFI – Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia:  
 .... *Fornisce un quadro dettagliato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sul territorio* .....

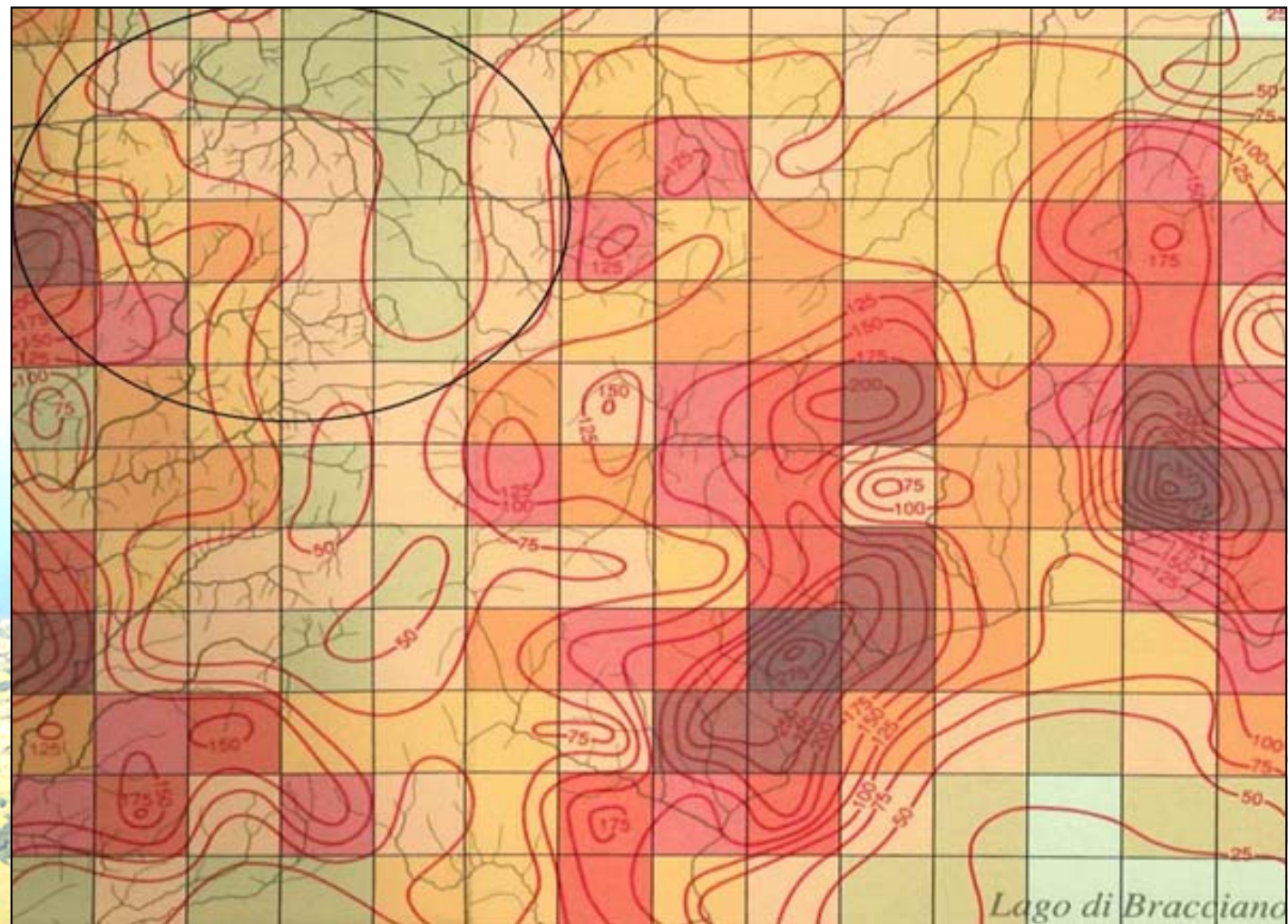
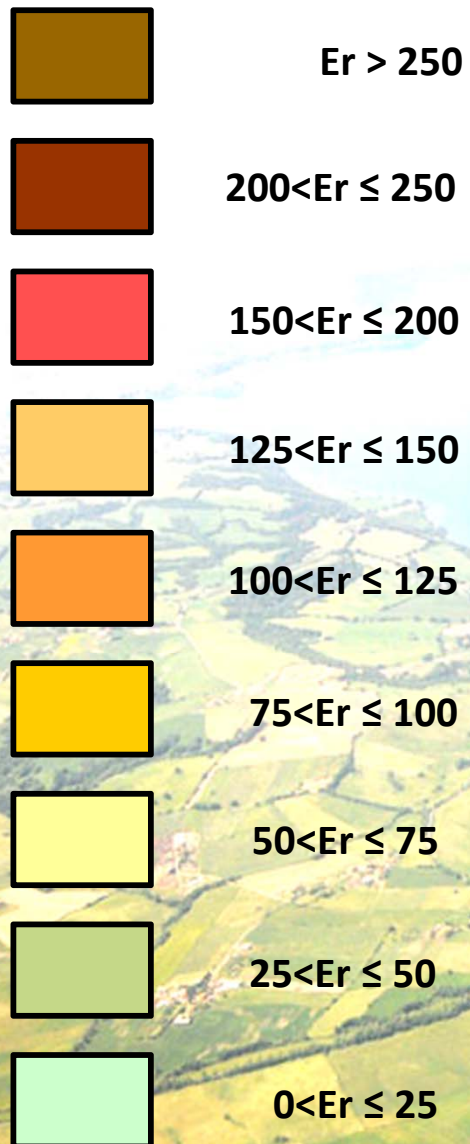
....nell'area di nostro interesse sono visibili ,contrassegnate, delle zone nelle quali si sono verificati, nel corso degli anni precedenti, fenomeni franosi per crollo /ribaltamento in rocce effusive.....

	<u>Tipo di movimento</u>	<u>Litologia</u>	<u>Danno</u>	<u>Causa</u>
1	Aree soggette a crolli/ ribaltamenti diffusi	Rocce effusive piroplastiche	Nuclei/centri abitati, strade	Perdite d'acqua, accumulo materiali scarto, materiale fratturato, ecc..
2	Crollo/ Ribaltamento	Flysch calcareo- marnosi	Terreno agricolo	N.D.
3	Movimento complesso	Flysch calcareo- marnosi	N.D.	N.D.

# Analisi dell'energia del rilievo

CLASSI DELL'ENERGIA DI RILIEVO: (Er = dislivello massimo, in m)

Stralcio della carta dell'energia del rilievo (scala 1:100.000)

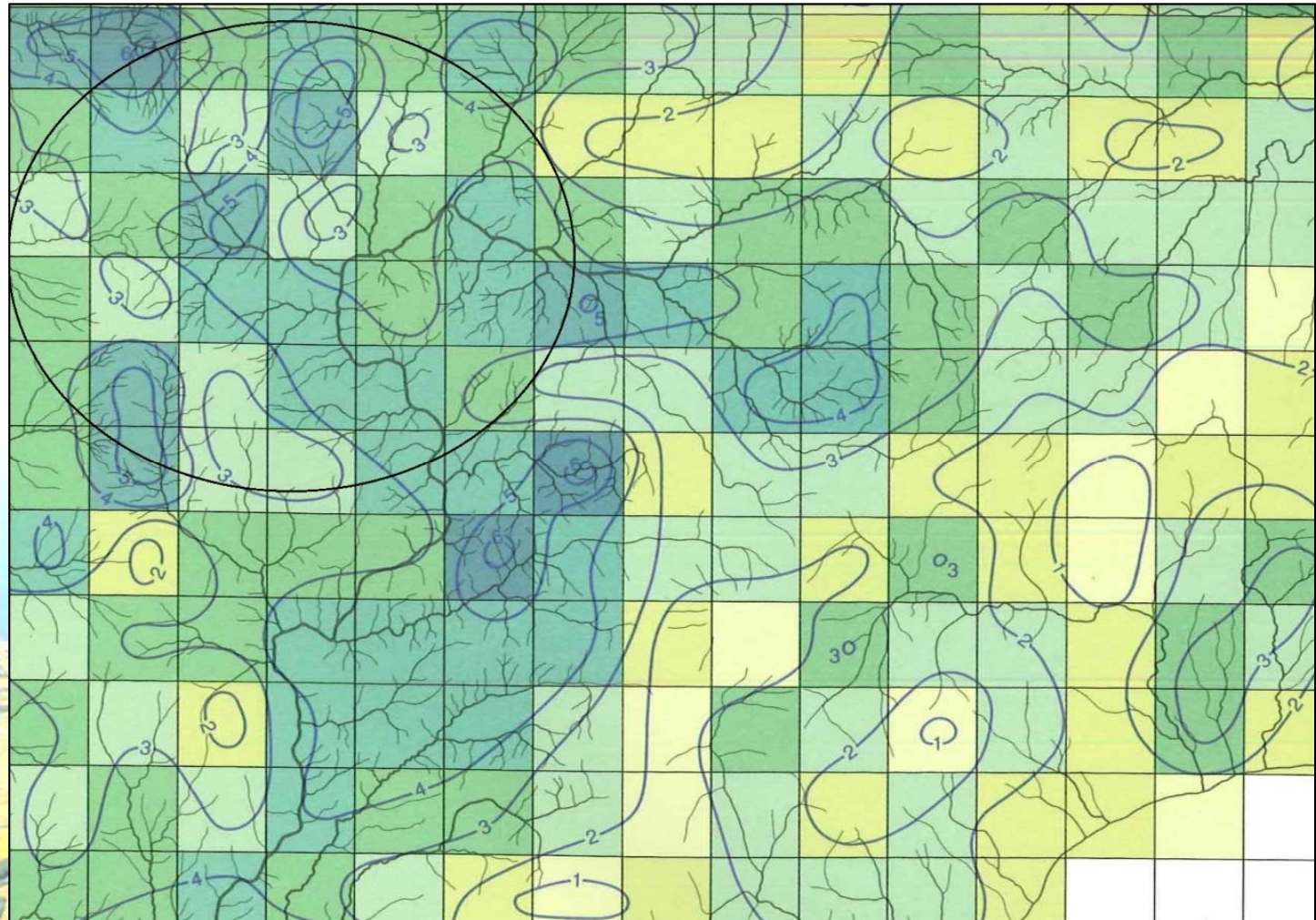
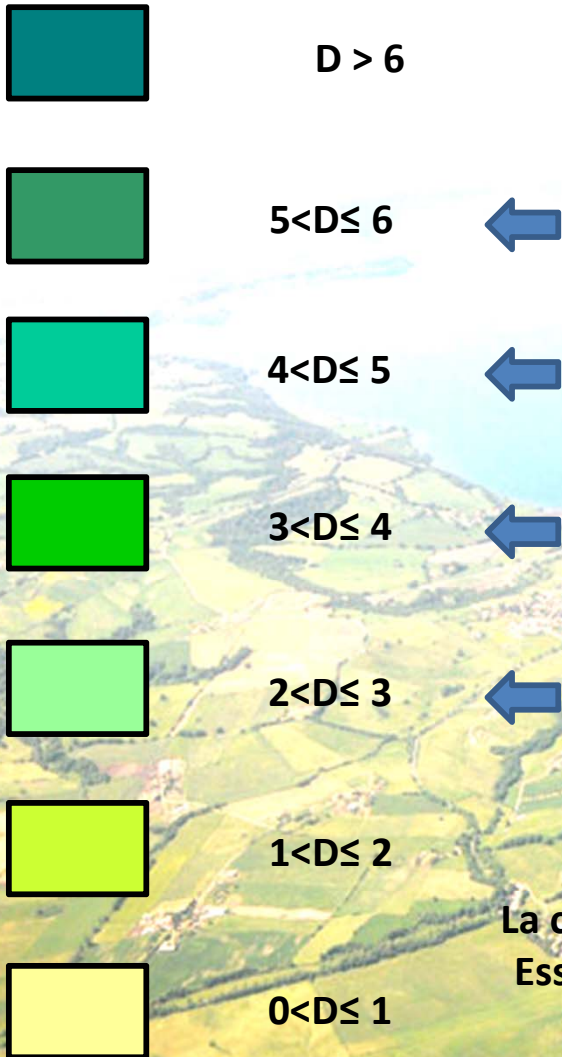


La carta dell'Energia del Rilievo valuta l'andamento piano altimetrico in termini di dislivello presente nell'area. In particolare si costruisce suddividendo il territorio in maglie uguali e calcolando all'interno di ogni maglia il dislivello presente (la quota massima meno quella minima). I valori di dislivello ottenuti vengono raggruppati in classi (Er= dislivello massimo, in m).

# Analisi della densità del drenaggio

**CLASSI DELLA DENSITA' DEL DRENAGGIO :**  
(D, IN Km/Km<sub>2</sub>)

**Stralcio della carta della densità del drenaggio (scala 1:100.000)**



La carta del Drenaggio riguarda sia la permeabilità della roccia e sia l'erosione del terreno. Essa si costruisce suddividendo il territorio in maglie tutte uguali all'interno delle quali si valuta il rapporto tra la lunghezza delle aste e l'area della maglia stessa. I valori che si ottengono per un determinato territorio vengono raggruppati in classi (D, in km/Kmq).

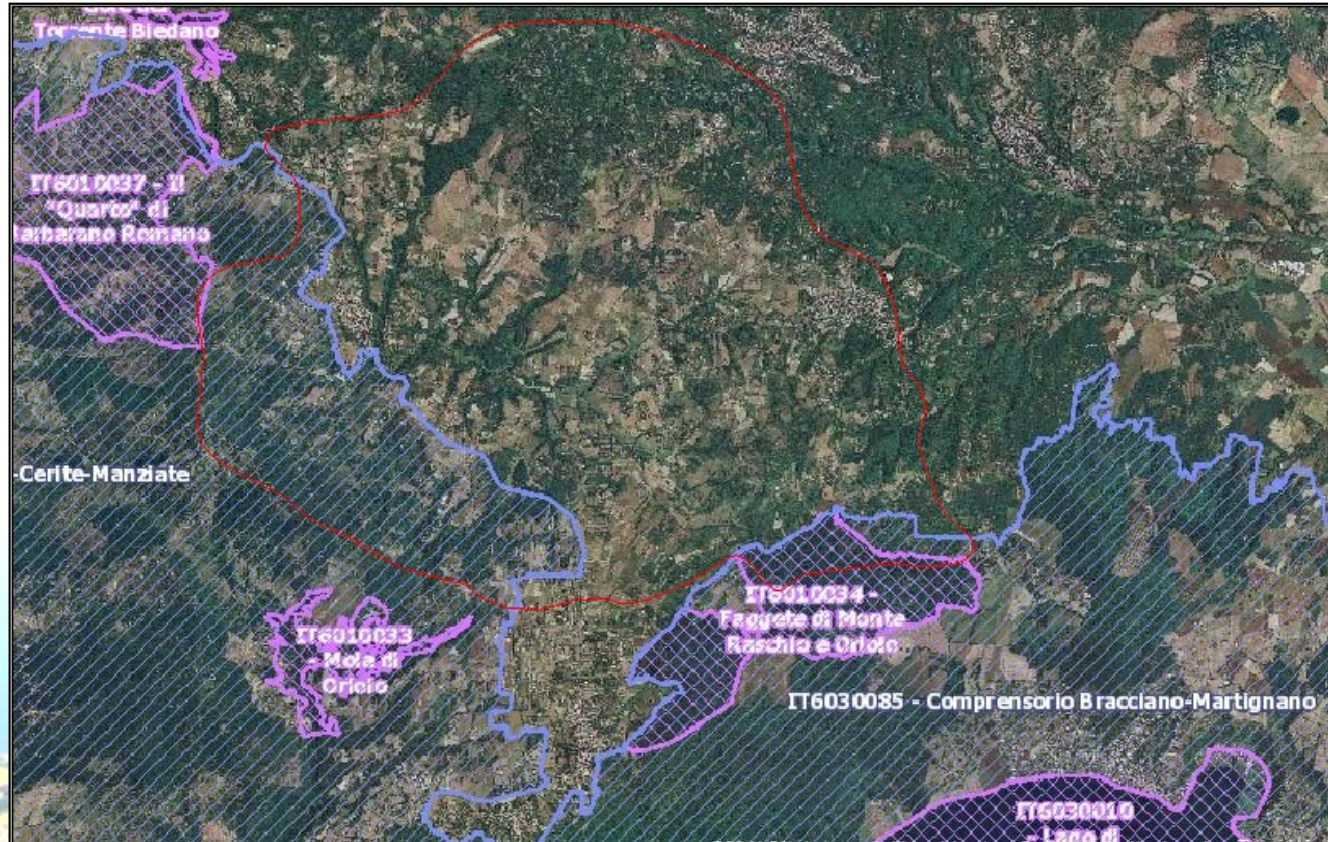
## Analisi dei SIC e ZPS

Le **zone di protezione speciale o ZPS** sono zone di protezione poste lungo le rotte di migrazione dell'avifauna, finalizzate al mantenimento ed alla sistemazione di idonei habitat per la conservazione e gestione delle popolazioni di uccelli selvatici migratori. Tutti i piani o progetti che possano avere incidenze significative sui siti e che non siano non direttamente connessi e necessari alla loro gestione devono essere assoggettati alla procedura di Valutazione di incidenza ambientale.

Il **sito di interesse comunitario o Sito di Importanza Comunitaria (SIC)**, è un concetto definito dalla direttiva comunitaria (92/43/CEE) *Direttiva del Consiglio relativa alla conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche* nota anche come Direttiva Habitat recepita in Italia a partire dal 1997.

In ambito ambientalistico il termine è usato per definire un'area:

- che contribuisce in modo significativo a mantenere o ripristinare una delle tipologie di habitat definite nell'allegato 1 o a mantenere in uno stato di conservazione soddisfacente una delle specie definite nell'allegato 2 della Direttiva Habitat;
- che può contribuire alla coerenza della rete di Natura 2000; e/o che contribuisce in modo significativo al mantenimento della biodiversità della regione in cui si trova.



— Perimetro area di studio

### Sito di Importanza Comunitaria



•SIC codice area di progetto: IT6010037  
Denominazione: il "quarto" di Barbarano Romano.

•SIC codice area di progetto: IT6010034  
Denominazione: faggete di monte Raschio e Oriolo.

### Zona Speciale di Conservazione



•ZSC codice area di progetto: IT6030005  
Denominazione: comprensorio meridionale dei monti della Tolfa.

•ZSC codice area di progetto: IT6030085  
Denominazione: comprensorio Bracciano – Martignano.



**DALLA TEORIA**

**ALLA PRATICA!**

ANALISI SIC-ZPS

ANALISI GEOLOGICA

ANALISI IDROGEOLOGICA

ANALISI DELLE PRECIPITAZIONI

ANALISI CLIMATICA

ANALISI USO DEL SUOLO

ANALISI ECOPEDOLOGICA

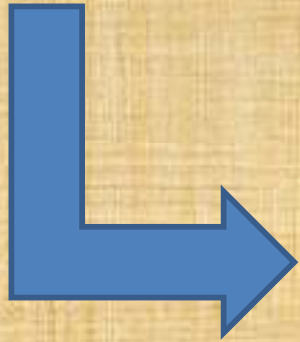
ANALISI DELLA PERICOLOSITA' IDROGEOLOGICA

ANALISI DEI FENOMENI FRANOSI

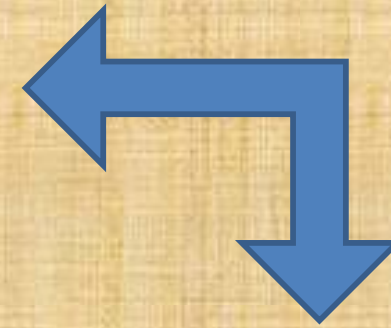
ANALISI DELL'ENERGIA DI RILIEVO

ANALISI DELLA DENSITA' DEL DRENAGGIO

Interventi di Ingegneria Naturalistica



Ripristino dei margini dei corsi d'acqua



Bacino idrografico n°7 della regione Lazio – Fiume Mignone



Mignone  
Stato: Italia   
Regioni: Lazio  
Lunghezza: 62 Km  
Bacino: Ca. 500 km<sup>2</sup>  
idrografico  
Nasce: Monti Sabatini  
Sfocia: Mare Tirreno, presso  
Sant'agostino



# MA... COSA TRATTA L'INGEGNERIA NATURALISTICA ?

“L'ingegneria naturalistica è una disciplina tecnico – naturalistica che utilizza le piante vive come materiale da costruzione, in abbinamento con materiali inerti tradizionali e non.”

## Le finalità sono 4:

- 1. Tecnico funzionali:** (O IDROGEOLOGICHE) consolidamento del terreno, copertura del terreno, protezione del terreno dall'erosione meteorica, drenaggio
- 2. Naturalistica:** creazione di macro e micro ambienti naturali, recupero di aree degradate, sviluppo di associazioni vegetali autoctone
- 3. Estetico paesaggistica:** ricucitura al paesaggio naturale circostante, rimarginazione delle “ferite del paesaggio”, inserimento di opere e costruzioni nel paesaggio, protezione dal rumore e polveri
- 4. Economica:** risparmio sui costi di costruzione rispetto alle opere tradizionali

## Ambiti d'azione:

- **Corsi d'acqua:** consolidamento e rivestimento delle sponde, costruzione di briglie e pennelli, creazione di rampe per la risalita dei pesci
- **Zone umide:** realizzazione di ambienti idonei alla sosta ed alla riproduzione degli animali (ex cave in falda laghetti)
- **Cave:** recupero ambientale di ex cave
- **Versanti:** consolidamento ed inerbimento di pendici franose, piste da sci ecc
- **Discariche:** inerbimento ed inverdimento dei rilevati
- **Infrastrutture viarie e ferroviarie:** inerbimento ed inverdimento delle scarpate e degli svincoli, realizzazione di barriere antirumore e contro le polveri
- **Coste marine:** consolidamento delle dune sabbiose

## Le tecniche di I.N. si possono riferire a 4 categorie d'intervento:

- **Di rivestimento o antierosivi:** tutti i tipi di semina, stuoie, materassini seminati ecc.
- **Stabilizzanti:** messa a dimora di talee, arbusti, alberi, fascinate, gradonate, viminate, palizzate ecc.
- **Di consolidamento:** grata viva, palificate, gabbionata, scogliera rinverdita, terra armata, briglia viva in legname e pietrame ecc.
- **Particolari:** barriere antirumore, barriere paramassi, opere frangivento



## Principali materiali utilizzati:

- Materiali naturali (vegetali) vivi
- Materiali naturali (vegetali) morti
- Materiali naturali inerti
- Materiali artificiali

# PERCHE' LE PIANTE SONO UTILI NELLA STABILIZZAZIONE DEL TERRENO?

Le piante possiedono importanti proprietà tecniche nella difesa del suolo in quanto contrastano l'azione disgregatrice degli agenti atmosferici, in particolare dell'acqua di pioggia, tramite azioni di tipo meccanico.

Le piante con elevata valenza biotecnica sono utili negli interventi di I.N. in quanto possiedono la capacità di consolidare il terreno grazie ad apparati radicali resistenti.

Il consolidamento più efficace del terreno si ottiene quando la compenetrazione radicale avviene in diversi strati e a varie profondità.

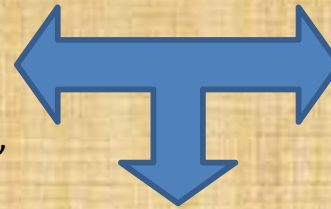
Le azioni di tipo meccanico indotte dalle piante sui versanti inducono una protezione antierosiva del suolo dalle acque dilavanti, di conseguenza si ottiene una riduzione dell'erosione e soprattutto del trasporto solido a valle.

# PERCHE' E' IMPORTANTE IL RIPRISTINO DELLE SPONDE?

L'alterazione di una o più funzioni rischia di determinare una modifica sostanziale della funzionalità dell'intero ecosistema fluviale.

L'alterazione delle formazioni ripariali comporta un'alterazione dell'intero ecosistema fluviale in quanto la vegetazione contribuisce in maniera fondamentale alla funzionalità dell'ecosistema fiume.

Risulta quindi fondamentale, se alterata, la connettività nelle tre dimensioni (longitudinale, trasversale e verticale) del corso d'acqua, unitamente al recupero dei processi biologici



*Le principali funzioni svolte dalla fascia riparia possono ricondursi a:*

Elevata biodiversità dovuta all'effetto margine.

Habitat di alimentazione, rifugio e riproduzione per numerose specie di mammiferi, uccelli, rettili, anfibi e soprattutto pesci.

Corridoio naturale, dato dalla continuità della fascia riparia, che garantisce la connettività vegetazionale longitudinale.

Fasce tampone che, per intercettazione e/o rimozione dei nutrienti riducono l'inquinamento delle acque da fonte diffusa.

**Stabilizzazione del suolo grazie agli apparati radicali e alla dissipazione della energia idraulica ad opera delle parti vegetate, con la riduzione della velocità della corrente.** Le formazioni arbustive ed arboree durante le piene favoriscono inoltre il deposito del sedimento e della materia organica.



Foto 1



Foto 2



Foto 3

Foto 1, Foto 2, Foto3: l'assenza di una fascia ripariale, interrompendo la connettività vegetazionale, priva il corso d'acqua di numerosi habitat e della funzione di corridoio ecologico.

Il corso d'acqua nell'insieme, con l'alveo bagnato, le sponde, le rive, la falda e il bacino costituisce un complesso che deve essere analizzato globalmente, per cui una modifica a una delle componenti comporta un mutamento al sistema stesso. Questo determina nella fase diagnostica la necessità di un'analisi globale di tutte le componenti.

Va sottolineato come l'erosione spondale, in quanto elemento fondamentale del dinamismo fluviale, è un processo naturale, mentre l'erosione che induce l'instabilità spondale viene, invece, considerata un elemento di degrado sul quale **intervenire solo nelle zone a rischio idraulico.**

La DIRETTIVA QUADRO SULLE ACQUE 2000/60/CE, presenta una riforma fondamentale della legislazione Europea sulle acque , per il raggiungimento del "buono stato" dei corpi idrici entro il 2015.



***Nelle indagini finalizzate alla rinaturalizzazione di un corso d'acqua è necessario prendere in considerazione tutte le componenti ecosistemiche, con una visione olistica dei loro rapporti funzionali, evidenziando le problematiche in atto.***

È necessario, quindi, oltre alla descrizione dell'ambiente una valutazione della sua qualità al fine di meglio orientare le scelte progettuali.



Può essere utile in tal senso la **SCHEDA DI VALUTAZIONE SPEDITIVA PER GLI INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA IN AMBIENTE IDRAULICO:**

La scheda, che vale per le acque dolci correnti, contiene 10 domande per le quali è prevista una sola risposta per sponda, nella consapevolezza della impossibilità di intraprendere tutte le articolazioni emerse nel rilevamento.

I valori numerici sono espressi in scala esponenziale; tale scelta deriva da una verifica pluriennale nell'attività professionale di tale scala nella valutazioni di qualità ambientale.

# STRALCIO SCHEDA DI VALUTAZIONE

SCHEDA N. FOTO N. DATA CORSO D'ACQUA COMUNE LOCALITA' ALTITUDINE LUNGHEZZA TRATTO ESAMINATO		
OSSERVAZIONI		
VALUTAZIONE DELLA QUALITA' AMBIENTALE		
SPONDA	SX	DX
VEGETAZIONE		
1 - TERRITORIO TERRESTRE CIRCOSTANTE		
boschi autoctoni, vegetazione potenziale	16	16
cespuglieti, boscaglie autoctone.	8	8
incolti, prati pascoli, formazioni legnose sinantropiche.	4	4
colture agrarie.	2	2
aree urbanizzate.	1	1
2 - VEGETAZIONE FASCIA RIPARIALE		
formazioni arboree ripariali autoctone	16	16
formazioni arbustive ripariali autoctone. Popolamenti elofitici, cariceti,		
formazioni erbacee igrofile, formazioni arboree ripariali autoctone con presenza di specie sanantropiche.	8	8
incolti, prati pascoli, formazioni sinantropiche	4	4
colture agrarie	2	2
assenza di vegetazione	1	1
3 - AMPIEZZA FASCIA RIPARIALE		
fascia ripariale autoctona maggiore di 10m	16	16
fascia ripariale autoctona 5-10m	8	8
fascia ripariale autoctona 2-5m	4	4
assenza fascia ripariale autoctona	1	1

## VALUTAZIONE DELLA STABILITA' SPONDALE NELLE AREE A RISCHIO IDRAULICO:

PESSIMA	MEDIOCRE	SUFFICIENTE
1	2	4
BUONA		OTTIMA
8		16

## VALUTAZIONE DELLO STATO DI OGNI SINGOLA COMPONENTE ECOSISTEMICA DELLA QUALITA' AMBIENTALE:

COMPONENTE	VALUTAZIONE DI FUNZIONALITA'				
	PESSIMA	MEDIOCRE	SUFFICIENTE	BUONA	OTTIMA
VEGETAZIONE	4-13	14-26	27-39	40-52	53-64
QUALITA' ACQUE	1	2	4	8	16
REGIME IDRICO	1		4	8	16
GEOMORFOLOGIA	2-6	7-12	13-18	19-25	26-32
FAUNA ITTICA	1	2	4	8	16

## QUALITA' AMBIENTALE:

LIVELLO DI FUNZIONALITA'	VALORI	VALUTAZIONE DI FUNZIONALITA'	COLORE
V	9-29	PESSIMA	ROSSO
IV	30-58	MEDIOCRE	VIOLA
III	59-87	SUFFICIENTE	GIALLO
II	88-116	BUONA	VERDE
I	117-144	OTTIMA	BLU

Gli interventi di I.N. in ambito fluviale vanno concepiti all'interno di una visione sistemica che comprende l'intero bacino idrografico. Tali interventi finalizzati alla rinaturazione dei corsi d'acqua, devono prevedere, ove possibile, sia la riqualificazione idromorfologica (ripristino della connettività longitudinale, trasversale e verticale) che ecologica per l'incremento di biodiversità.

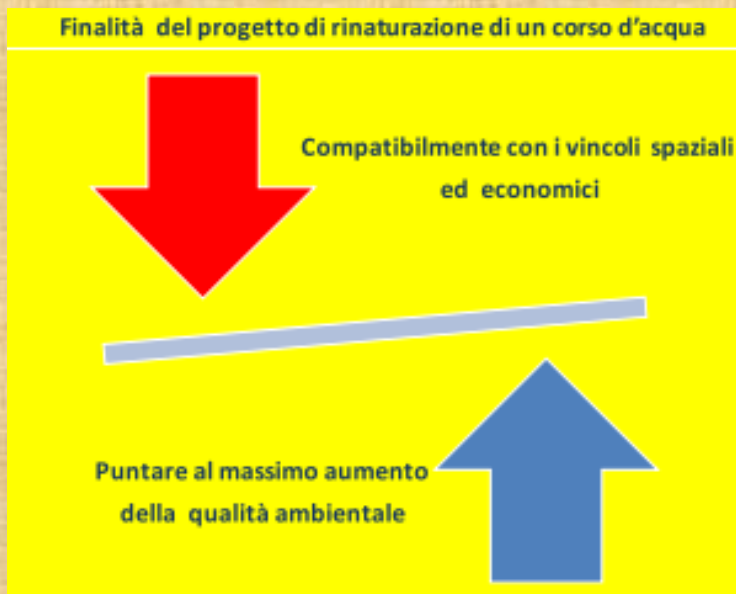
Gli interventi su un corso d'acqua possono essere suddivisi sinteticamente in :



**Interventi di SISTEMAZIONE:** tendono a modificare e/o a consolidare l'alveo per il raggiungimento di uno stabile assetto plano-altimetrico .

**Interventi di REGIMAZIONE:** tendono a modificare il regime delle portate del corso d'acqua .

Tenendo conto che esistono comunque dei limiti tecnici di impiego delle tecniche di I.N. , vengono formulate e raffigurate proposte esemplificative (quindi non direttamente applicabili a qualunque corso d'acqua) per la scelta delle tipologie di intervento con tecniche di I.N. , basate semplicemente su valori indicativi della **velocità**, della **corrente** e del **diametro del trasporto solido**.



Gli interventi sull'asta fluviale vanno, quindi, progettati secondo il principio che la diversità morfologica si traduce in biodiversità, incrementando le aree di pertinenza del corso d'acqua e rifiutando la rettificazione e la cementificazione dell'alveo; la vegetazione igrofila non va più considerata un ostacolo al deflusso delle acque, ma una risorsa di interesse idraulico per la protezione flessibile delle sponde.

<u>Meccanismo di dissesto.</u>	<u>Interventi di sistemazione con tecniche tradizionali.</u>	<u>Sistemazioni con tecniche di I.N.</u>	<u>Altri interventi</u>
Erosione di sponda	Muri spondali, difese in massi cementati, gabbionate.	Difesa in massi rivegetate, scogliere in massi vincolati, coperture diffuse, rivegetazioni spondali, palificate vive di sostegno spondali.	Ricalibrature degli alvei, allargamento della sezione di deflusso e opere di protezione spondale, rinaturalizzazione e inserimento paesaggistico

A seconda delle caratteristiche del corso d'acqua:

- Forza di tensione di trascinamento
- Geometria del corso d'acqua

**Una delle cause di questo tipo di erosione** possiamo riscontrarla nella **FORZA DI TENSIONE DI TRASCINAMENTO**, la quale risulta essere un fattore determinante nella erosione delle sponde dei corsi d'acqua.

Quindi un mezzo per contrastare la suddetta erosione delle sponde è la **VERIFICA** della *forza di tensione di trascinamento*; tale forza viene calcolata prendendo in considerazione : la portata di piena del fiume, la geometria dell'alveo e la pendenza del corso d'acqua stesso, che determina la seguente

formula:

$$\tau_w(N/m^3) = \gamma \cdot R \cdot i$$

$\gamma$  = Peso unità acqua (Kg/m<sup>3</sup>)       $R$  = Raggio idraulico ( m )       $i$  = Pendenza ( % )

**Tabella 5.1.2: Indicazioni di massima per le scelte tipologiche degli interventi di ingegneria naturalistica nelle sistemazioni idrauliche**

<u>Velocità della corrente</u>		> 6 m/s	da 3 fino a 6 m/s		< 3 m/s	
<u>Diametro medio trasporto solido</u>		Tutti i diametri	> 20 cm	da 5 fino a 20 cm	da 1 fino a 5 cm	< 1 cm
<u>Natura del fondo</u>		Ghiaia, ciottoli, massi	Ghiaia e ciottoli		Sabbia, ghiaia	Limo, sabbia
<b>Tipologia interventi</b>	Stabilizzazione versanti	A				
	<u>Rivestimento / consolidamento sponde</u>	B	C	D	E	
	Modifiche morfologia corso d'acqua		F	F	G	H
	Rinaturazione ricostruzione biotopi umidi			Parziale	Buona	Ottimale
	Provvedimenti uso fascistico	L		M	M	

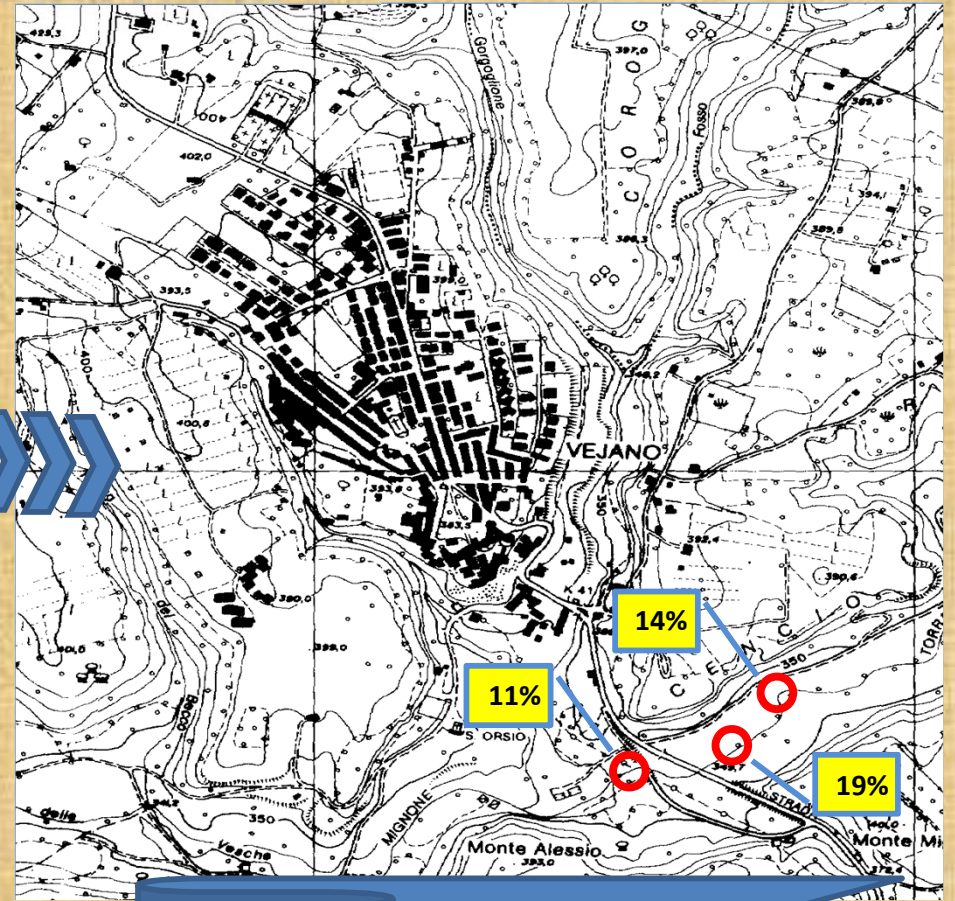
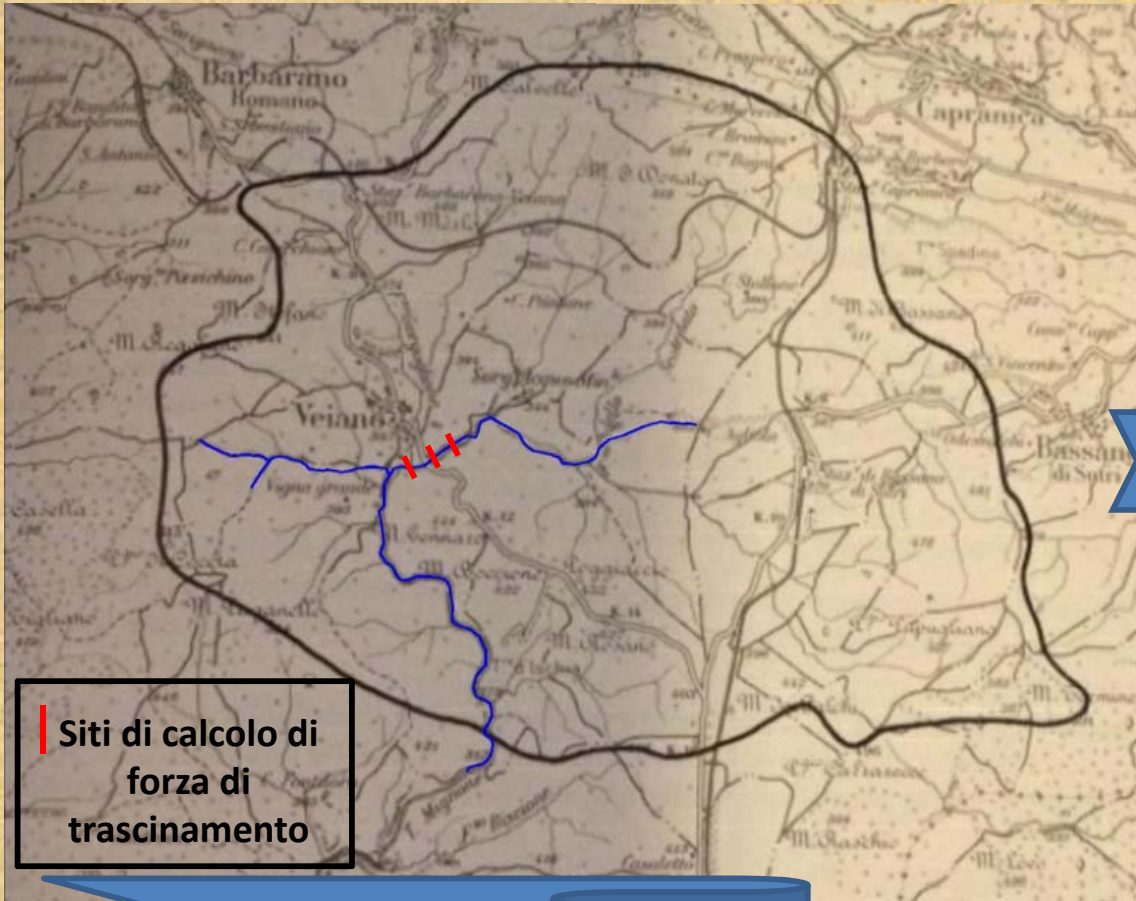
**TIPOLOGIE D'INTERVENTO:**

**E:** Biostuoia, Biofeltro, Blocchi incatenanti, Copertura diffusa con ramaglia viva, Fascinata viva, Gabbionata rinverdita, Geocomposto in rete metallica e geostuoia trid. , Gradonata viva, Grata viva, Materasso rinverdito, Palificata viva, Pennello vivo, Piantagione di arbusti, Rampa a blocchi, Ribalta viva, Rulli spondali, Semina, Idrosemina, Semina a spessore, Terre rinforzate verdi, Viminata viva.

**Tabella Resistenza all'erosione delle principali opere idrauliche di ingegneria naturalistica**

Tipologia intervento	$\tau$ max sopportabili dalla struttura appena realizzata senza lo sviluppo delle piante vive N/m <sup>2</sup>		$\tau$ max sopportabili dalla struttura con le piante vive sviluppate dopo il terzo periodo vegetativo N/m <sup>2</sup>	
Cotico erboso	20 P		25 P	40 G
Talee	10 M P		30 M	60 M P
Copertura diffusa	50 M	150 P	100 G	
Viminate	10 M P		300 M F P	
Pali con fascine			20 P	50 M
Gradonata viva	20 P		250 F	
Fascinate vive	20 P	70 G (morta)	120 F P	
Palificata doppia	500 P		80 I	100 G
Gabbionate vive	340 M		60 P	
Materassi rinverditi	200-320 M		600 P	
Scogliera rinverdita con talee di salice	100 P		400 M	
			400 M	
			300 M P	

# ANALIZIAMO L'AREA STUDIO:



$$\tau_w(N/m^3) = \gamma \cdot R \cdot i$$

## Sito 1

LARGHEZZA MEDIA ALVEO BAGNATO: 7,47 m  
PROFONDITA' MEDIA: 0,30 m  
VELOCITA' CORRENTE: 0,20 m/sec  
PORTATA: 0,34 m<sup>3</sup>/s  
RAGGIO IDRAULICO: 0,22 m  
PENDENZA: 11%  
PESO UNITA' D'ACQUA: 1100 Kg/m<sup>3</sup>

$$\tau_w = 260,87 \text{ N/m}^2$$

## Sito 2

LARGHEZZA MEDIA ALVEO BAGNATO: 7,47 m  
PROFONDITA' MEDIA: 0,30 m  
VELOCITA' CORRENTE: 0,20 m/sec  
PORTATA: 0,34 m<sup>3</sup>/s  
RAGGIO IDRAULICO: 0,22 m  
PENDENZA: 19%  
PESO UNITA' D'ACQUA: 1100 Kg/m<sup>3</sup>

$$\tau_w = 450,60 \text{ N/m}^2$$

## Sito 3

LARGHEZZA MEDIA ALVEO BAGNATO: 7,47 m  
PROFONDITA' MEDIA: 0,30 m  
VELOCITA' CORRENTE: 0,20 m/sec  
PORTATA: 0,34 m<sup>3</sup>/s  
RAGGIO IDRAULICO: 0,22 m  
PENDENZA: 14%  
PESO UNITA' D'ACQUA: 1100 Kg/m<sup>3</sup>

$$\tau_w = 332,02 \text{ N/m}^2$$

# NELLA PROGETTAZIONE VANNO TENUTI IN CONTO 2 FATTORI:

Resistenza dell'opera di I.N. a fine lavori con le piante non sviluppate e, quindi, non in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura.

Resistenza dell'opera di I.N. Dopo circa 2 anni con le piante sviluppate nelle radici e nella parte aerea, in grado di fornire il contributo della parte viva alla resistenza della struttura.

**Tabella Resistenza all'erosione delle principali opere idrauliche di ingegneria naturalistica**

Tipologia intervento	$\tau$ max sopportabili dalla struttura appena realizzata senza lo sviluppo delle piante vive N/m <sup>2</sup>	$\tau$ max sopportabili dalla struttura con le piante vive sviluppate dopo il terzo periodo vegetativo N/m <sup>2</sup>
Cotico erboso	20 P	25 P   40 G 30 M
Talee	10 M P	150 I   60 M P 100 G
Copertura diffusa	50 M   150 P	300 M F P
Viminate	10 M P	20 P   50 M
Pali con fascine		250 F
Gradonata viva	20 P	120 F P
Fascinate vive	20 P   70 G (morta)	80 I   100 G 60 P
Palificata doppia	500 P	600 P
Gabbionate vive	340 M	400 M
Materassi rinverditi	200-320 M	400 M
Scogliera rinverdita con talee di salice	100 P	300 M P

**PALIFICATA  
VIVA  
SPONDALE**

$\tau_w$  max sopportabili 500 N/m<sup>2</sup>

$\tau_w = 450,6$  N/m<sup>2</sup>

**GABBIONATA  
DIFFUSA**

$\tau_w$  max sopportabili 340 N/m<sup>2</sup>

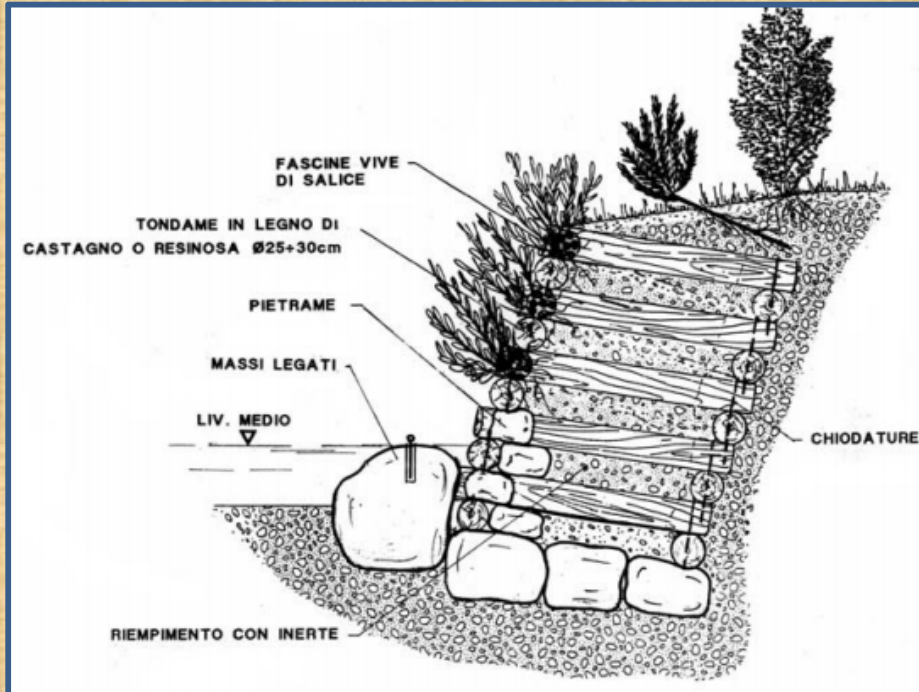
$\tau_w = 332,02$  N/m<sup>2</sup>

**MATERASSI  
RINVERDITI**

$\tau_w$  max sopportabili 200-320 N/m<sup>2</sup>

$\tau_w = 260,87$  N/m<sup>2</sup>

## PALIFICATA VIVA SPONDALE



### DESCRIZIONE SINTETICA

Struttura in tronchi costituita da un'incastellatura di tronchi a formare camere nelle quali vengono inserite fascine e talee di salici. L'opera, posta alla base della sponda, è completata dal riempimento con materiale terroso inerte e pietrame nella parte sotto il livello medio. Il pietrame e le fascine poste a chiudere le celle verso l'esterno garantiscono la struttura dagli svuotamenti, le talee inserite in profondità sono necessarie per garantire l'attecchimento delle piante.

### CAMPI DI APPLICAZIONE

Sponde fluviali soggette ad erosione di corsi d'acqua ad energia medio-alta con trasporto solido anche di medie dimensioni.

### MATERIALI IMPIEGATI

- Tronchi di castagno scortecciati  $\varnothing 20 \div 30$
- Chiodature metalliche  $\varnothing 12 \div 14$  cm
- Fascine vive di salice  $\varnothing 20 \div 30$  cm
- Talee e ramaglie
- Pietrame
- Inerte terroso

### VANTAGGI

Rapido e robusto consolidamento della sponda.

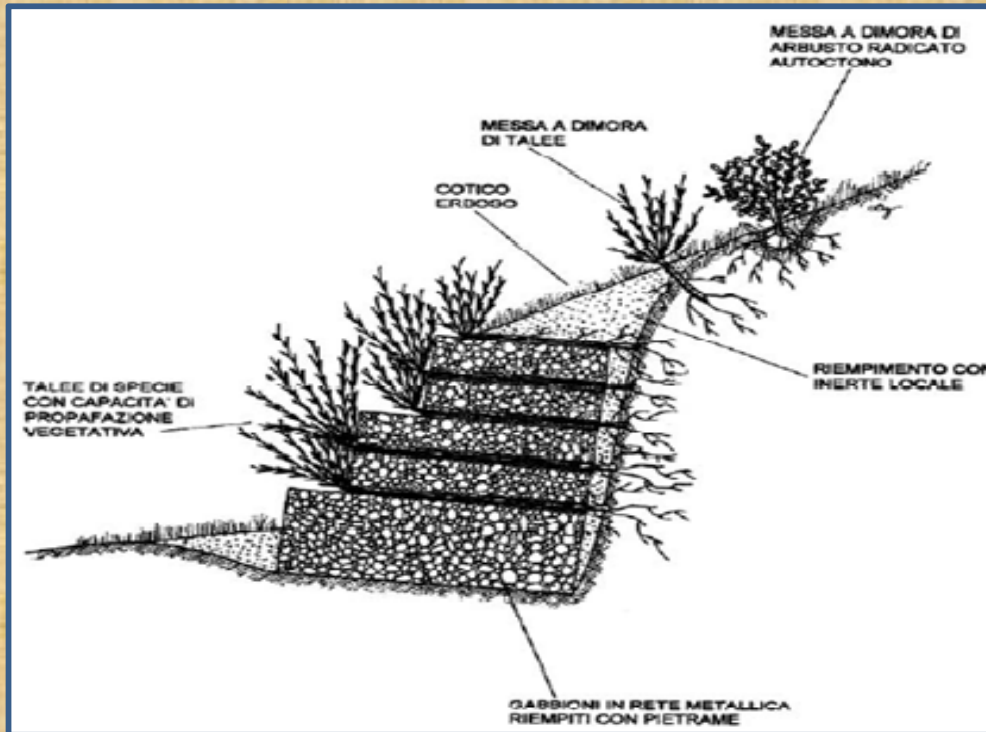
### EFFETTO

Il consolidamento della scarpata è immediato. La struttura a camere sovrapposte funge anche da microhabitat (riparo e tane per piccoli animali e pesci). Effetto visuale immediatamente gradevole e di grande effetto paesaggistico legato al rapido sviluppo delle ramaglie.

### RACCOMANDAZIONI

- Nella palificata di difesa spondale è di solito consolidata al piede da una fila di massi legati con fune di acciaio  $\varnothing 16$ mm e barre metalliche di  $L=2.00$ m, infissi per i  $\frac{3}{4}$  della lunghezza.
- Le talee dovranno avere una lunghezza tale da passare l'opera fino a toccare il terreno retrostante e in tal modo radicare.

## GABBIONATA DIFFUSA



### DESCRIZIONE

Tecnica adatta sia per sistemazioni lineari che per sistemazioni puntiformi, costituita da gabbioni in rete metallica zincata a doppia torsione e maglia esagonale, riempiti in loco con pietrisco di pezzatura minima 15 cm, disposti a file parallele sovrapposte.

All'interno dei gabbioni vengono inserite talee di salice o tamerice con disposizione irregolare o a file nella prima maglia del gabbione superiore. Per evitare erosione al piede di sponda, prima della posa dei gabbioni viene predisposta una idonea fondazione prolungata verso il centro alveo (materasso).

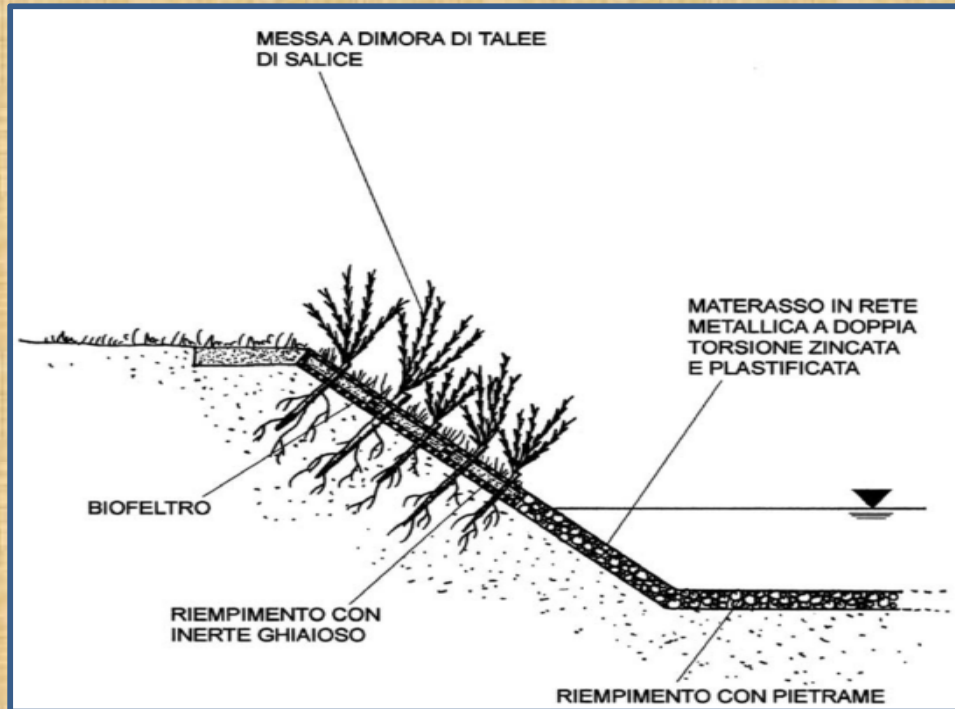
### CAMPI DI APPLICAZIONE

Difesa longitudinale e/o trasversale di corsi d'acqua; piede di pendii umidi e instabili; versanti in erosione; briglie in golene allargate occasionalmente; sistemi di fitodepurazione; difesa a sostegno di sponde lacustri; ricostruzione e/o sostituzione di muri di sostegno in calcestruzzo in terreni stabili.

### MATERIALI

Ciottoli di fiume  $\varnothing$  15÷30 cm o pietrame; scatolare in filo di acciaio zincato (e plastificato se a contatto con l'acqua), maglia tipo 8 x 10 a doppia torsione; filo di ferro zincato  $\varnothing$  2,2 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio  $\varnothing$  3,0 mm; talee di salice o tamerice di lunghezza tale da toccare il terreno naturale dietro il gabbione, almeno 1,5 – 2 m e  $\varnothing$  min. 2 cm.

# MATERASSI RINVERDITI



## DESCRIZIONE

Moduli prefabbricati in rete metallica zincata, con spessore di 20 - 30 cm, rivestiti nella parte superiore con geostuoia o biofeltri, riempiti con materiale inerte e assemblati con punti metallici in acciaio zincato in modo tale da costituire una struttura monolitica. Alcuni moduli non soggetti a sommersione possono essere riempiti con terreno vegetale e possono essere effettuate sulla superficie la semina e la messa a dimora di talee, rizomi, cespi e arbusti radicati di specie autoctone, previo taglio di alcune maglie della rete. Le talee, inserite in preferenza in concomitanza di substrati in roccia sciolta (ghiaie, sabbie), devono avere una lunghezza tale da passare attraverso l'intera struttura ed inserirsi nel terreno retrostante, in modo tale che venga assicurata la radicazione in profondità. La realizzazione si basa sulla disponibilità in loco di idoneo materiale lapideo per i riempimenti (l'uso di materiale litoide alloctono incrementa i costi e non è coerente con il principio dell'impiego di risorsa locale con l'effetto paesaggistico). I materassi hanno un'elevata durata temporale, si adattano alla morfologia di sponde, alvei, scarpate e vengono in tempi brevi rivegetati e riassorbiti nelle morfologie che diventano naturaliformi. Sono strutture permeabili che non ostacolano la filtrazione dell'acqua da e verso le sponde.

## CAMPI DI APPLICAZIONE

Possono essere impiegati anche per il rinverdimento di scarpate e sponde in roccia sino a 45-50° di pendenza, salvo opportune chiodature di fissaggio. Sponde di fiumi e canali con energia idraulica significativa, ma comunque velocità della corrente inferiore a 6 m/sec e diametro di trasporto solido inferiore a 20 cm.

## MATERIALI

Moduli prefabbricati in rete metallica zincata con maglia tipo 6 x 8, filo  $\varnothing$  2,2 mm, eventualmente plastificato (larghezza minima 1 m e spessore di 20-30 cm), all'interno foderati con stuoie sintetiche (nelle parti sommerse) o in fibra vegetale, con funzione di filtro e ritenzione di fini. Filo di ferro zincato  $\varnothing$  2.0 mm o punti metallici meccanizzati in acciaio  $\varnothing$  3.0 mm. Materiale di riempimento: inerte misto a terreno vegetale. Geostuoia tridimensionale o biostuoia per il controllo dell'erosione superficiale. Miscela di sementi per idrosemina. Talee di salici, tamerici, etc. Specie arbustive autoctone. Barre metalliche di lunghezza e diametro dipendenti dalla condizione del substrato per ancorare la struttura su pendii a forte inclinazione (40-50°).

## SPECIE VEGETALI ADATTE:

### Cornus sanguinea

Specie botanica della famiglia delle cornaceae.

Arbusto cespuglioso, raramente piccolo alberello; deciduo, con tronco eretto spesso sinuoso, molto ramificato in modo irregolare anche in prossimità del suolo; corteccia liscia, lucida, grigia con crepe rossastre, rugosa con l'età; rami rossastri sparsamente pubescenti; chioma irregolare, ampia e larga sin dalla base, di colore verde chiaro in estate, rosso cupo in autunno. Altezza compresa fra 2-6 m.

Predilige terreni calcarei e cresce spesso ai margini di foreste o presso corsi d'acqua.

**DISTRIBUZIONE** in Italia: Comune in tutto il territorio.

**HABITAT:** cresce dal piano sino a 1.300m s.l.m.

Tra filari degli alberi, nei boschi misti di latifoglie, al margine dei prati, nelle macchie in riva all'acqua .



### Ligustrum vulgare

Specie botanica della famiglia delle oleaceae.

Arbusto generalmente caducifoglio, alto da 0,5 a 2m, con apparato radicale forte, rizomatoso e pollonifero, chioma densa, rami giovani spesso pubescenti; legno molto duro, color avorio, con midollo più chiaro.

**DISTRIBUZIONE:** in Italia: Specie Europeo-W-Asiat., diffusa in tutta l'Europa centro-occidentale.

**HABITAT:** con predilezione per i suoli calcarei; specie eliofila, frequente dall'orizzonte submediterraneo al submontano (raramente raggiunge i 1300 m di quota); si rinviene spesso (coltivata) in siepi o (spontanea) in boscaglie e boschi radi caducifogli.



### Salix purpurea

Specie botanica della famiglia delle oleaceae.

Arbusto policormico (fino a 5-6 m), raramente a portamento arboreo, con corteccia grigia.

Apparato radicale forte e capace di adattamento alla variazione in profondità della falda freatica. Rami sottili, il primo anno rosso-bruni, in seguito giallo-grigiastri  
**DISTRIBUZIONE:** diffuso in Europa a nord fino al Baltico danese e tedesco, sporadicamente nelle Isole britanniche, in Italia è presente su tutto il territorio.

**HABITAT:** E' diffuso lungo le sponde ed i greti dei corsi d'acqua, su suoli ghiaiosi e/o sabbiosi poco evoluti dalla pianura alla montagna, costituendo ecosistemi ripari in unione con altri salici. Specie indifferente al substrato litologico, resiste bene sia al gelo che all'aridità.

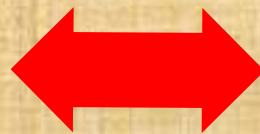


# LA MANUNTENZIONE E' IMPORTANTISSIMA !

La fase operativa non si esaurisce nella realizzazione finale di un intervento di Ingegneria Naturalistica, ma continua nel tempo, tramite la manutenzione, per garantire un adeguato sviluppo della componente vegetale viva anche considerandone i rapporti con la parte strutturale e con il contesto ambientale in cui l'intervento stesso è inserito.



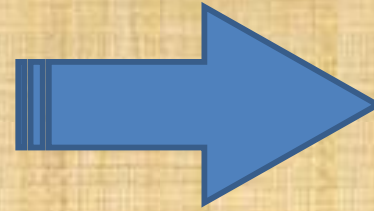
L'esigenza di adeguate cure è più sentita e necessaria quanto più gli interventi sono inseriti in contesti antropici, mentre interventi inseriti in ambiti più naturali risentono meno della necessità di manutenzioni regolari.



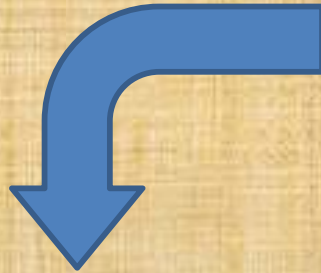
Manutenzione ordinaria (sempre indicata):

- irrigazioni durante la fase realizzativa
- irrigazioni alla fine della fase realizzativa
- potature (durante gli idonei periodi, mediante sistemi non invasivi)
- sfalcature (durante gli idonei periodi, mediante sistemi non invasivi)

# CONCLUSIONI:

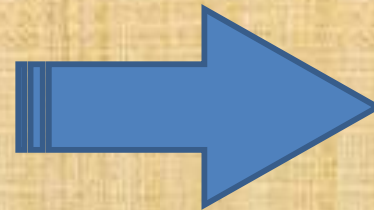
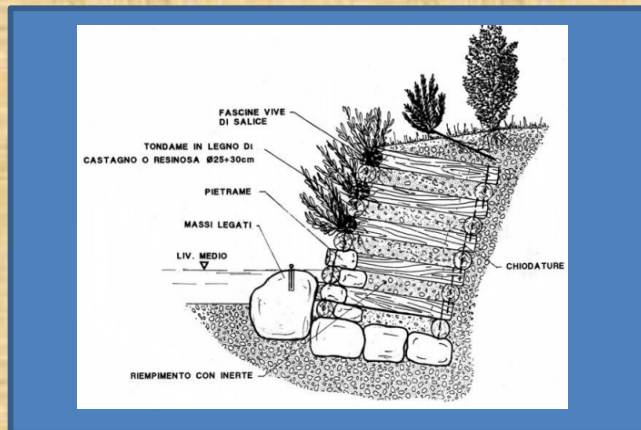
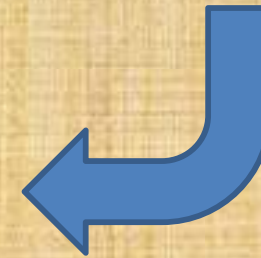


ANALISI  
TERRITORIALE



FORZA DI  
TRASCINAMENTO

$$\tau_w(\text{N/m}^3) = \gamma \cdot R \cdot i$$



GISOTTI Giuseppe, *il dissesto idrogeologico*, editore, anno

PIGNATTI Sandro, *i boschi d'italia – sinecologia e biodiversità*, Utet, anno

VENTRIGLIA, *idrogeologia della provincia di roma - regione tolfatana*, 1988

LEONE Antonio, *ambiente e territorio agroforestale*, franco angeli, 2004

GISOTTI Giuseppe, *geologia ambientale – principi e metodi*, flaccovio, anno

CORONA Pier maria, BARBATI Anna, FERRARI Barbara, PORTOGHESI Luigi, *pianificazione ecologica dei sistemi forestali*, Arezzo, Compagnia delle foreste, 2011.

Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, *Mitigazioni a verde con tecniche di rivegetazione e ingegneria naturalistica nel settore delle strade*, Roma, ISPRA - Settore editoria, 2010

Testo *Convenzione europea del paesaggio*, Firenze, 2000

REGIONE LAZIO (assessorato per l'ambiente), *manuale di I.N. applicabile al settore idraulico*

Cornelini, 2002 - Criteri e tecniche per la manutenzione del territorio ai fini della prevenzione del rischio idrogeologico –  
Sito internet del Ministero dell'Ambiente

## **MATERIALE DIDATTICO CONSULTATO:**

- Dispense Professoressa Iacoangeli
- Dispense Professor Cortignani
- Dispense Professor Fraticelli
- Dispense Professoressa Biasi
- Dispense Professoressa Peppoloni
- Dispense Professor Petroselli

<http://people.unica.it/adm/files/2007/11/presentazione-ambiente-paesaggio-territorio.pdf>

<http://www.disat.unimib.it/ita/corso/File/Comolli/Lab%20Geopedologia/05a%20-%20Tassonomia%20WRB%20e%20tipi%20di%20suolo.pdf>

<http://www.pcn.minambiente.it/viewer/>

[http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/idropdf/testo06.pdf//www.arpa.veneto.it/suolo/htm/ecopedo\\_ita.asp](http://www.crestsnc.it/divulgazione/media/idropdf/testo06.pdf//www.arpa.veneto.it/suolo/htm/ecopedo_ita.asp)

[https://www.google.it/search?q=ZPS+IT6030005+&oq=ZPS+IT6030005+&aqs=chrome..69i57.18748j0j8&sourceid=chrome&es\\_sm=93&ie=UTF-8](https://www.google.it/search?q=ZPS+IT6030005+&oq=ZPS+IT6030005+&aqs=chrome..69i57.18748j0j8&sourceid=chrome&es_sm=93&ie=UTF-8)

[http://www.regione.lazio.it/rl\\_ambiente/?vw=contenutiDettaglio&id=294](http://www.regione.lazio.it/rl_ambiente/?vw=contenutiDettaglio&id=294)

[http://dm.unife.it/matematicainsieme/matpropor/profilo\\_velocita.html](http://dm.unife.it/matematicainsieme/matpropor/profilo_velocita.html)

<http://www.ebah.com.br/content/ABAAABiJAAG/capitolo7-engenharia-naturalistica?part=4>

[http://www.comune.varenna.lc.it/resources/pagina/N14029c3285304447db7/N14029c3285304447db7/schede\\_interventi.pdf](http://www.comune.varenna.lc.it/resources/pagina/N14029c3285304447db7/N14029c3285304447db7/schede_interventi.pdf)

[http://www.regione.lazio.it/rl\\_ingegneria\\_naturalistica/manuale\\_settore\\_idraulico/parte2/CAP13\\_Schede\\_tecniche/025-Palificata\\_viva\\_spondale.pdf](http://www.regione.lazio.it/rl_ingegneria_naturalistica/manuale_settore_idraulico/parte2/CAP13_Schede_tecniche/025-Palificata_viva_spondale.pdf)

[http://www.regione.lazio.it/rl\\_ingegneria\\_naturalistica/argomento.php?vms=8&id=34](http://www.regione.lazio.it/rl_ingegneria_naturalistica/argomento.php?vms=8&id=34)

**GRAZIE PER L'ATTENZIONE !**

## SUMMARY

---

Area of interest : River MIGNONE - No River Basin . # 7

Following a hydrogeological , referring in particular to the way the banks of watercourses , it is possible to provide for the recovery of the banks themselves, through the use of interventions of Bioengineering , which are characterized by a low environmental impact , as that the actions planned are guaranteed by the exclusive use of natural materials - plants, such as cuttings.

In my proposed methodology I refer to an important aspect , namely the choice of the most appropriate type of intervention in the wake of a careful and detailed analysis of the affected area , which takes into account the land and all its components through geological analysis , hydrogeological, landslides , land use, etc. ...

Second important aspect is the calculation of the Force Power of motion (  $\tau_w (N / m) = \gamma \cdot R \cdot i$  ) of the waterway that acts on the banks of the river itself .

The result of this calculation allows to choose which one is the most suitable type , taking into consideration the resistance to erosion of the work and the drag force of the water course . The choice of plant species that are adapted to the climatic and geological characteristics of the intervention , it will be crucial to get a good result , always accompanied by an adequate and constant maintenance.