

**Workshop de projecto  
Nascentes para a Vida  
22-23 giugno 2009**

***ABORDAGENS PRATICAS A GESTAO DO  
BALANCO HIDROLOGICO E DA  
BIODIVERSIDADE NAS BACIAS  
DE ALBUFEIRAS***

**Paolo Cornelini**

**AIPIN Associazione Italiana Per l'Ingegneria Naturalistica**

**paolocornelini@libero.it**

## Diapositivo 1

---

**MSOffice1** ; 03-05-2005

# SP Colle Melfa (FR)

2000



2002





Aprile 2000

Settembre 2000

Foto Cornelini



## Tabella 5 - Tipiche opere romane riferibili all'ingegneria naturalistica (Manuale Lazio 2)

- Talee di salice *Taleae sesquipedales terreno immersae paulum obruuntur.* Columella De Re Rustica IV, 30.1-5
- Zolle erbose a semplici file *Singulis ordinibus cespitem* Cesare De Bello Gallico 5, 51
- Vimate *Contexa viminibus membra* Cesare De Bello Gallico 6, 16
- Graticciate di rivestimento delle torri *Vimineae loricae* Cesare De Bello Gallico 8, 9
- Drenaggi tecnici, fascinate drenanti *Si lapis non erit, perticis saligneis viridibus controversus conlatis consternito ; si pertica non erit, sarmentis conligatis* Catone De Agricultura, 43

ALCUNI ESEMPI DI TECNICHE  
TIPO DI INGEGNERIA  
NATURALISTICA DELLE OLTRE  
100 TECNICHE ATTUABILI IN  
ITALIA

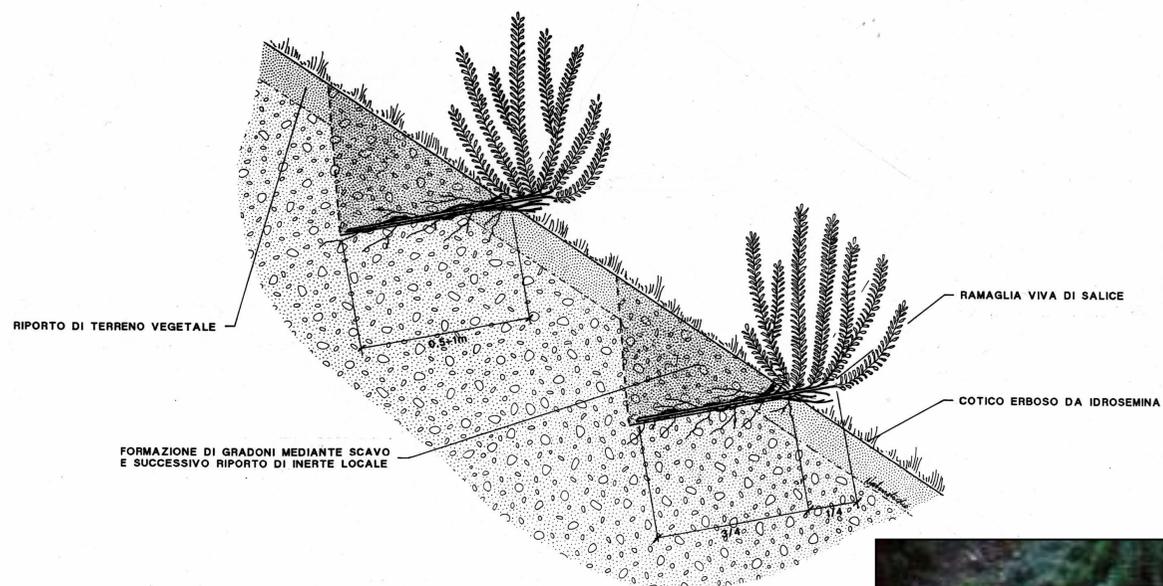
# INTERVENTI ANTIEROSIVI E DI RIVESTIMENTO

## IDROSEMINA



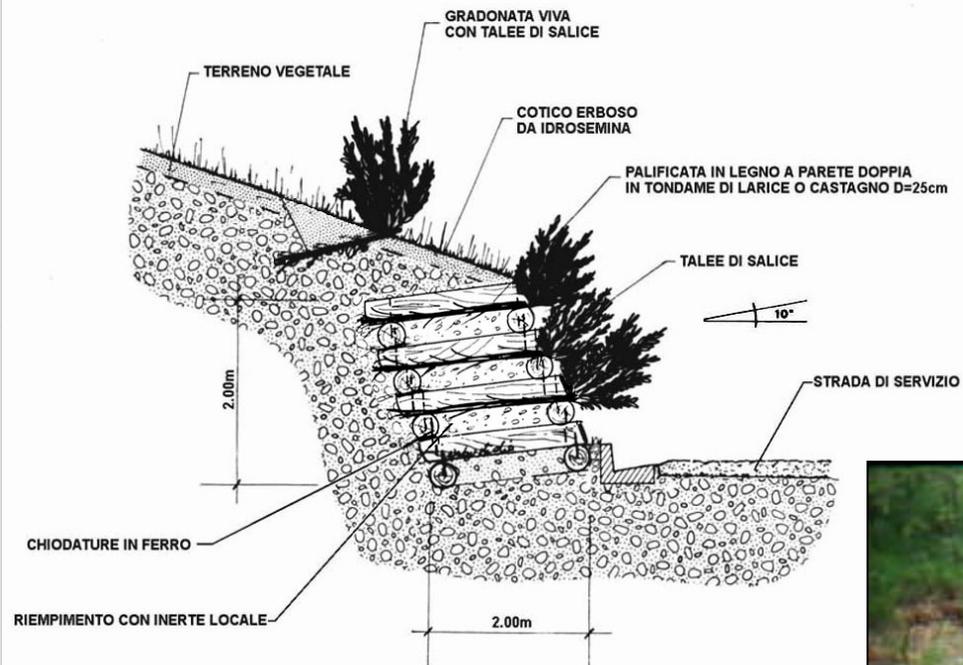
# INTERVENTI STABILIZZANTI

## GRADONATA VIVA



# INTERVENTI COMBINATI DI CONSOLIDAMENTO

## PALIFICATA VIVA





Scala risalita pesci

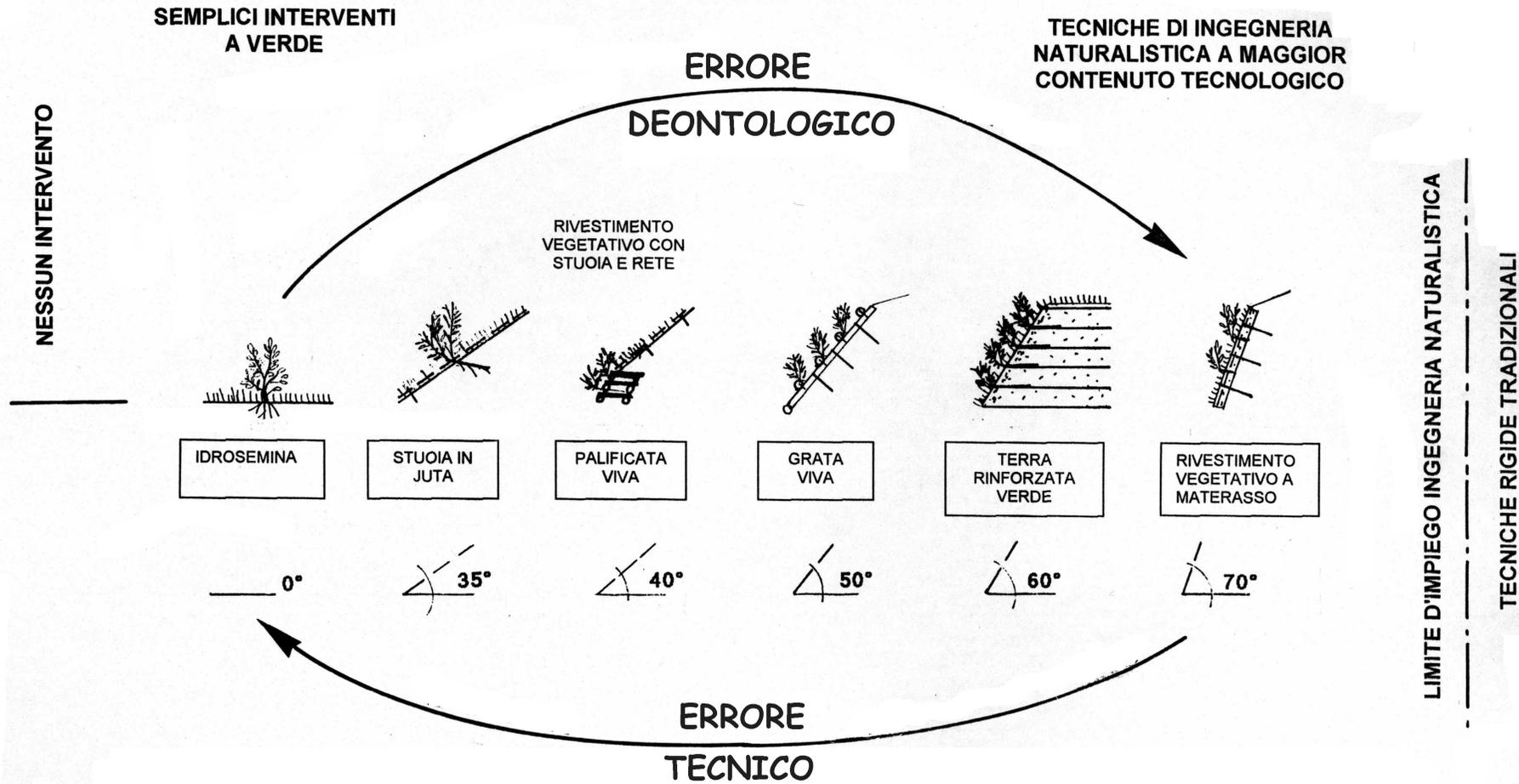
Cavalcavia per orsi

Foto Cornelini



# LIVELLO MINIMO DI ENERGIA

## INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

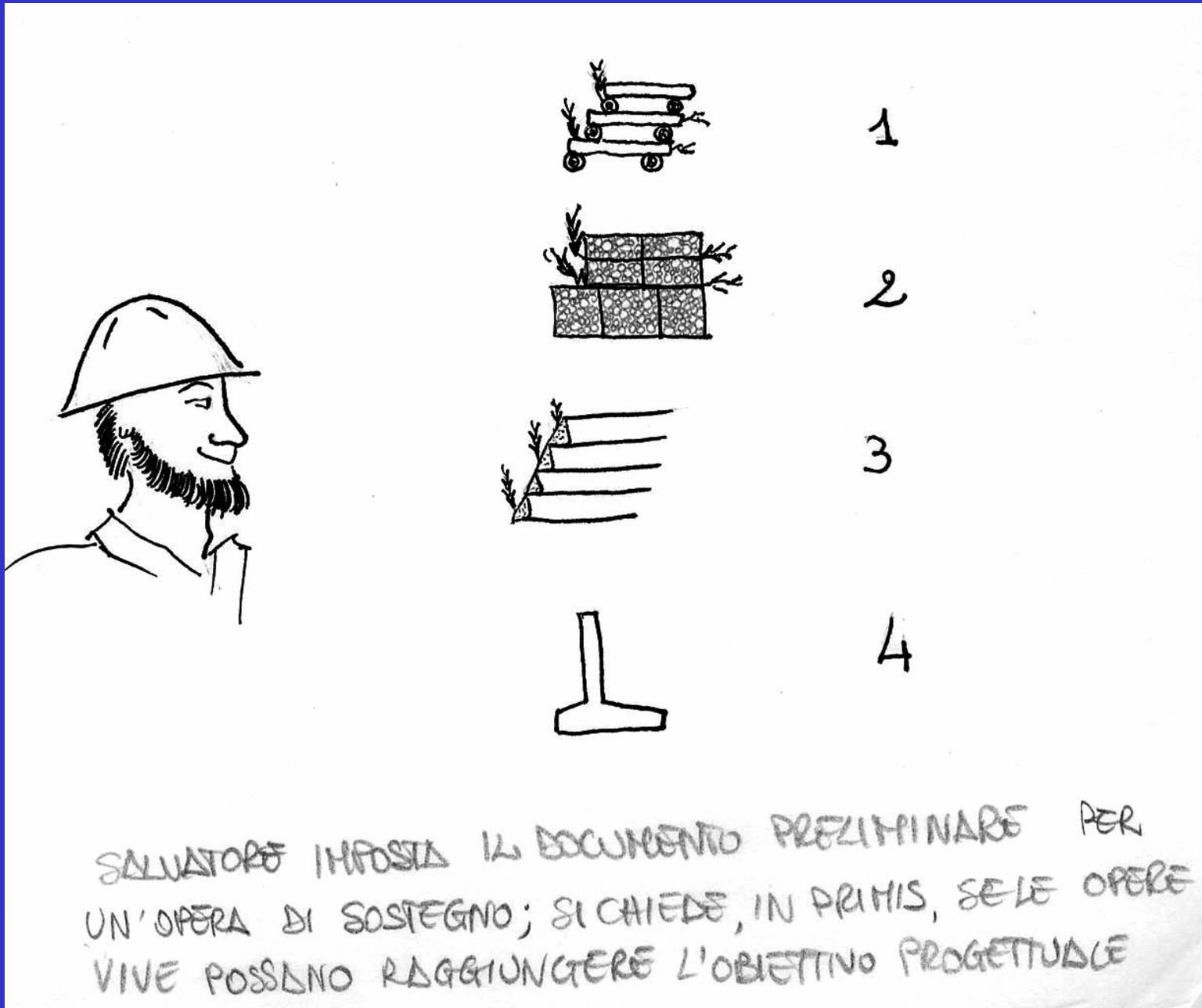


"....SE FOSSE STATO SUFFICIENTE USARE UNA STUOIA IN JUTA, AVER USATO UNA GRATA VIVA O UN RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO : SAREBBE UN ERRORE (DEONTOLOGICO)....."

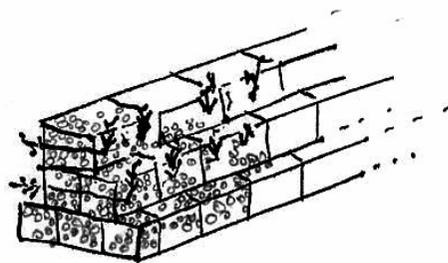
MA

"....SE FOSSE STATO NECESSARIO USARE UNA GRATA VIVA O UN RIVESTIMENTO VEGETATIVO A MATERASSO ,AVER USATO UNA STUOIA IN JUTA : SAREBBE UN ERRORE (TECNICO)....."

# Ex Cornelini e Sauli Manuale Indirizzo PODIS Minambiente



# Ex Cornelini e Sauli Manuale Indirizzo PODIS Minambiente

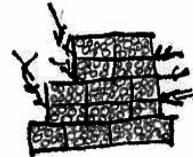


L = 1 Km  
GABBIONATA

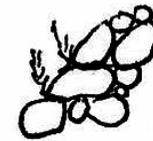
No!



L = 200 m  
PDRIFICATA VIVA



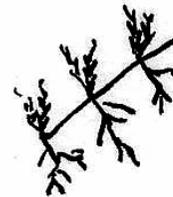
L = 200 m  
GABBIONATA



L = 200 m  
SCOGLIERA



L = 200 m  
COBERTURA  
DIFFUSA



L = 200 m  
TALVEE

SI!

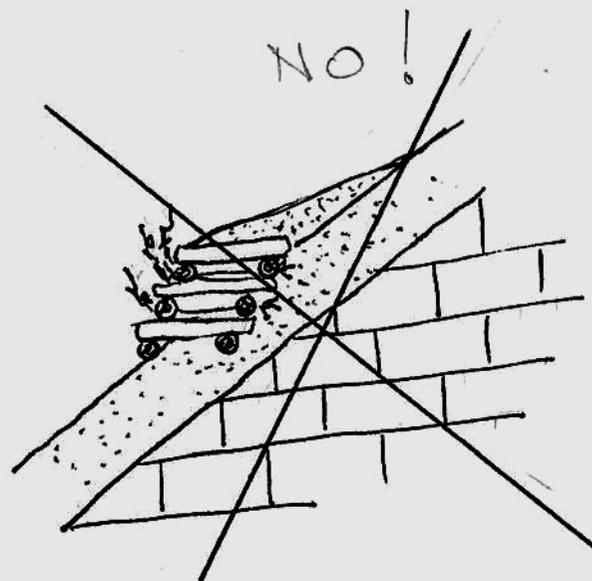
SALVATORE SI ASSICURA  
CHE IL PROGETTO DEGLI  
INTERVENTI IDRAULICI SIA ARTICOLATO  
IL PIU' POSSIBILE IN FUNZIONE DELLE  
CARATTERISTICHE ECONOMORFOLOGICHE E CHE  
NON SIA BASATO, PER PIGRIZIA PROGETTUALE,  
SU UNA SOLA TIPOLOGIA

Un progetto di ingegneria naturalistica deve basarsi su una approfondita conoscenza della stazione di intervento



SALVATORE ESAMINA IL PROGETTO  
E RICHIEDE LE ANALISI  
MANGANTI

# Ex Cornelini e Sauli Manuale Indirizzo PODIS Minambiente



SALVATORE RICHIEDE IL PROFILO  
STRATIGRAFICO PER VERIFICARE LA  
FATTIBILITA' DELLE OPERE DI INGEGNERIA  
NATURALISTICA RIGUARDO LE FONDAZIONI



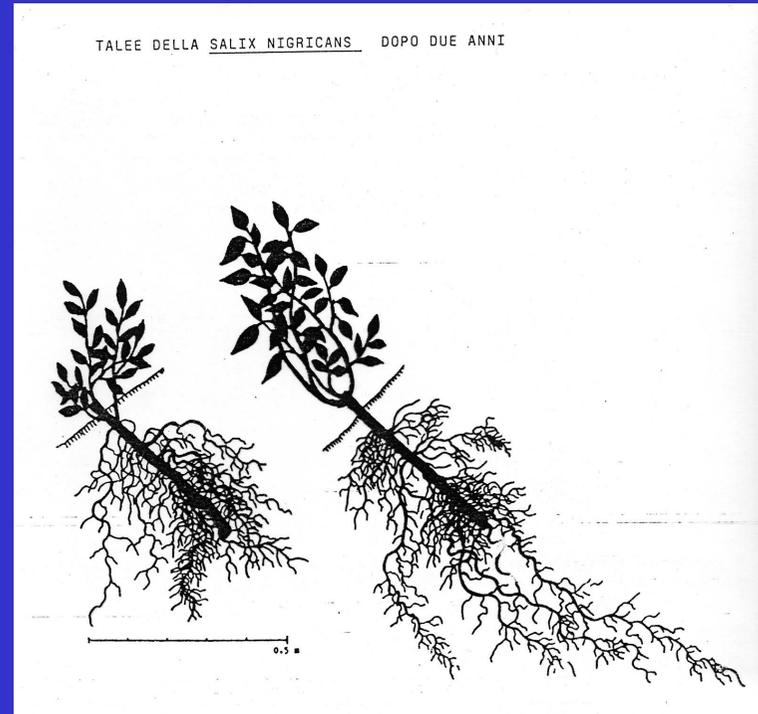
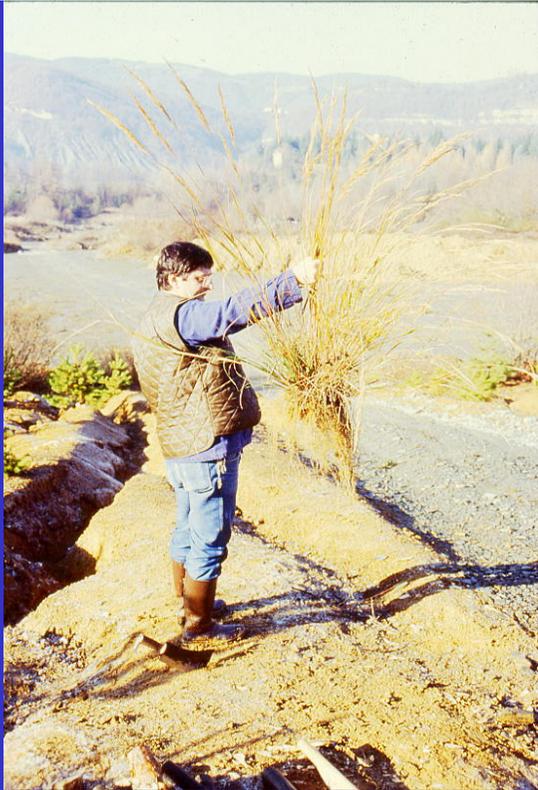


Foto Cornelini

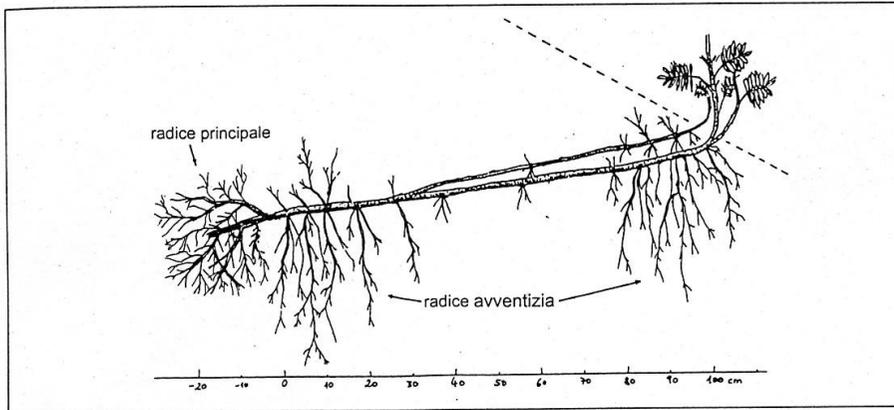


Fig. 3- Radicazione avventizia del *Sorbus aucuparia* dopo 6 mesi nella gradonata viva sul campo sperimentale a Vienna (GROHMANN, 1998)

Sperimentazione emissione  
radici avventizie dal fusto  
interrato

Facoltà Agraria  
Università Vienna



AIPIN LAZIO  
Facoltà Agraria  
Università Tuscia VT



Foto Cornelini

**TORRE SALSA RISERVA WWF (SICILIA, 2006)**



*Calicotome spinosa*

Sperimentazione biotecnica  
AIPIN LAZIO-AIPIN SICILIA



*Artemisia arborescens*

Foto Cornelini

## Vivaio Parco Aurunci LT



**INTERVENTI DI CONSERVAZIONE DELLA  
BIODIVERSITA' E DI RINATURAZIONE**

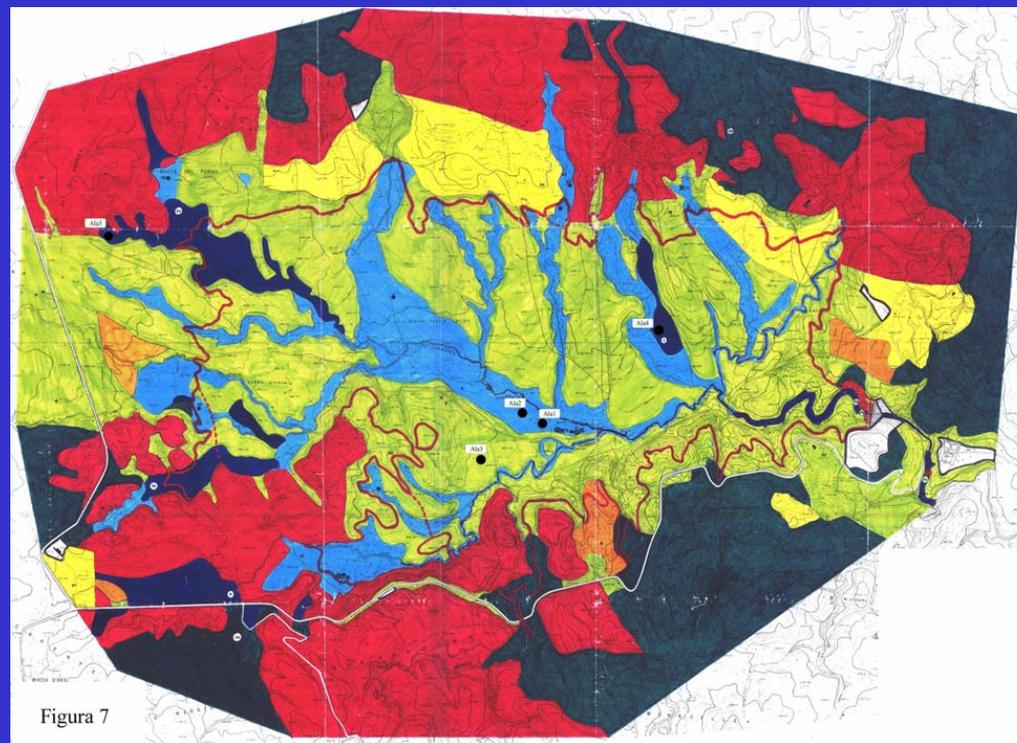
Flora  
265 entità  
Briofite  
83

50  
rilievi fitosociologici

18  
profili pedologici

Studi erpetofauna  
ed entomofauna

### Diga di Alaco VV



Studi opere mitigazione diga Alaco (periodo 1998-2002)



Foto Notaro 2002

Dighe in terra per la salvaguardia  
delle stazioni di elevatissimo valore  
naturalistico



Foto Bosco 2005





2002



Trapianto *Menyanthes trifoliata*



Foto Cornelini



2003



2002

Trapianto ecocelle di  
torbiere appenniniche

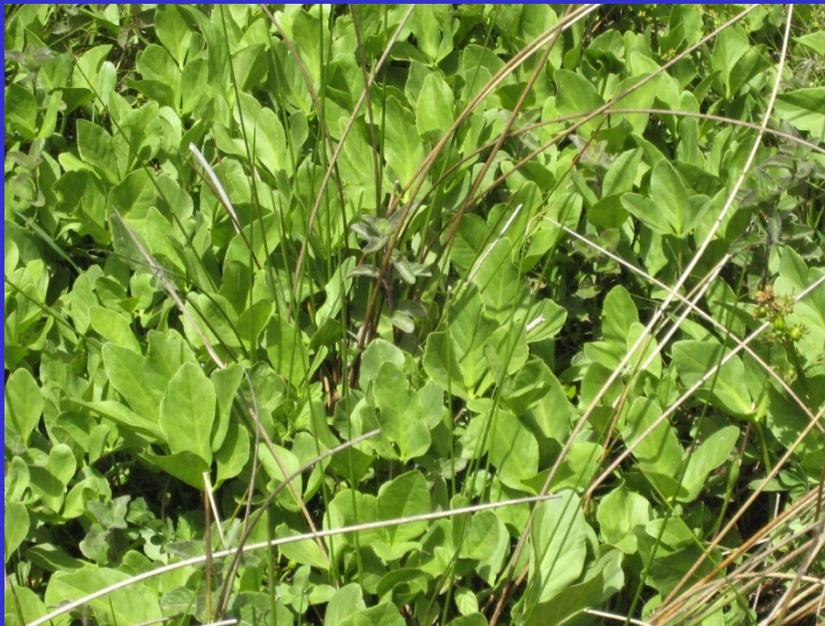
Foto Cornelini



2003



2008





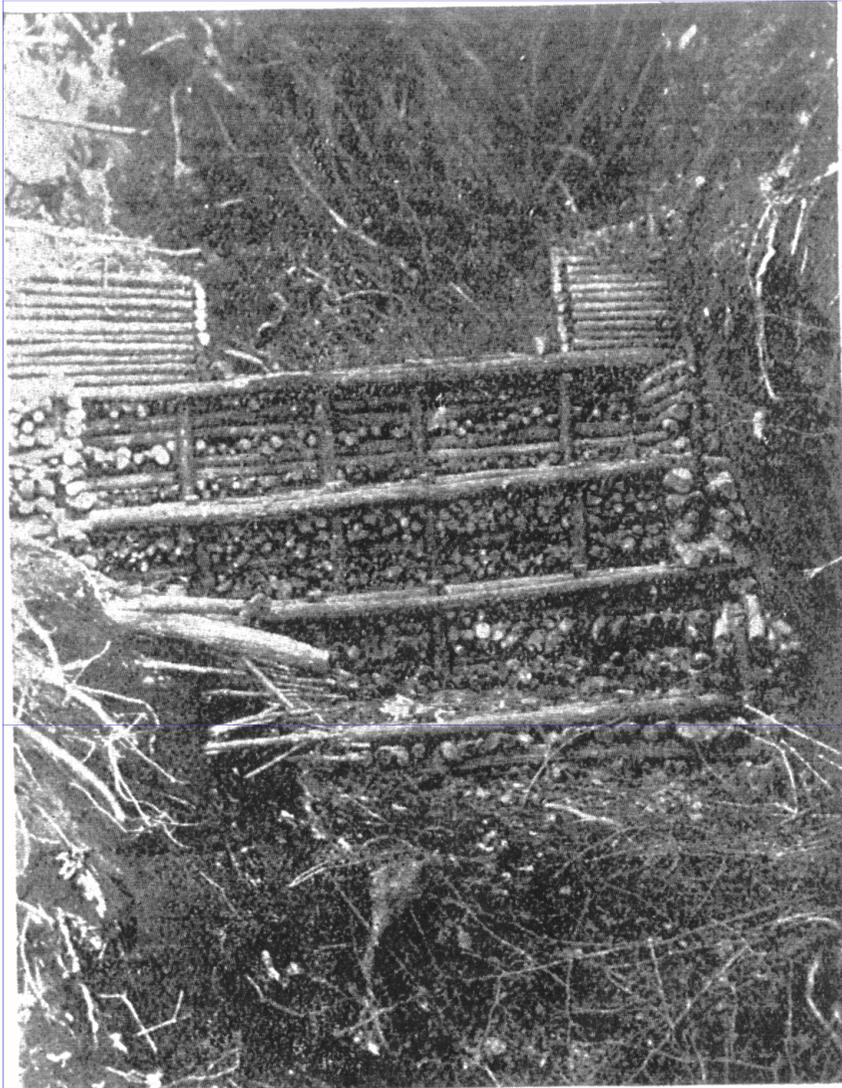
**INTERVENTI IN AREE COLLINARI E  
MONTANE**



## Bonifica calanchi San Marino

Foto Guidi RSM





1912



2001

Parco Nazionale Vesuvio

## Parco Nazionale Vesuvio



Foto Cornelini



## Parco Nazionale Vesuvio



Foto Cornelini

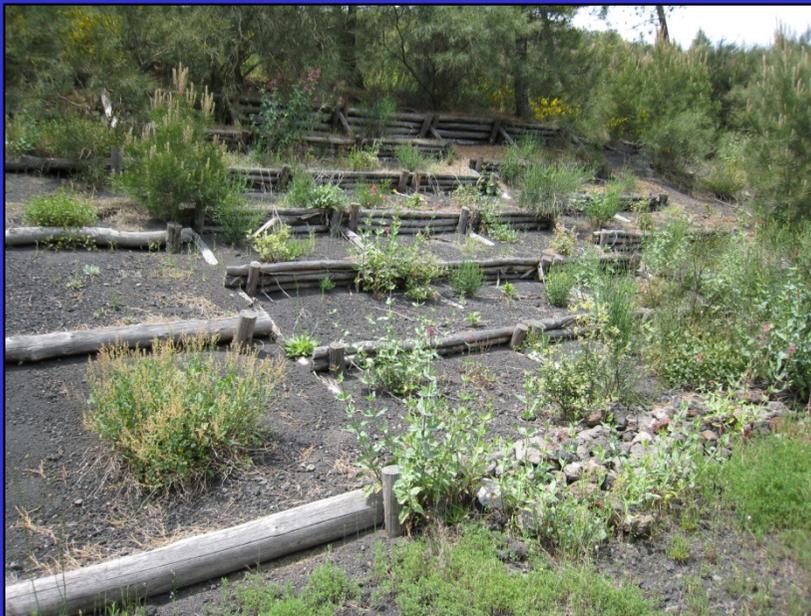


Foto Cornelini

Parco Nazionale Vesuvio



Realizzazione palificata latina sec. Cornellini 2007

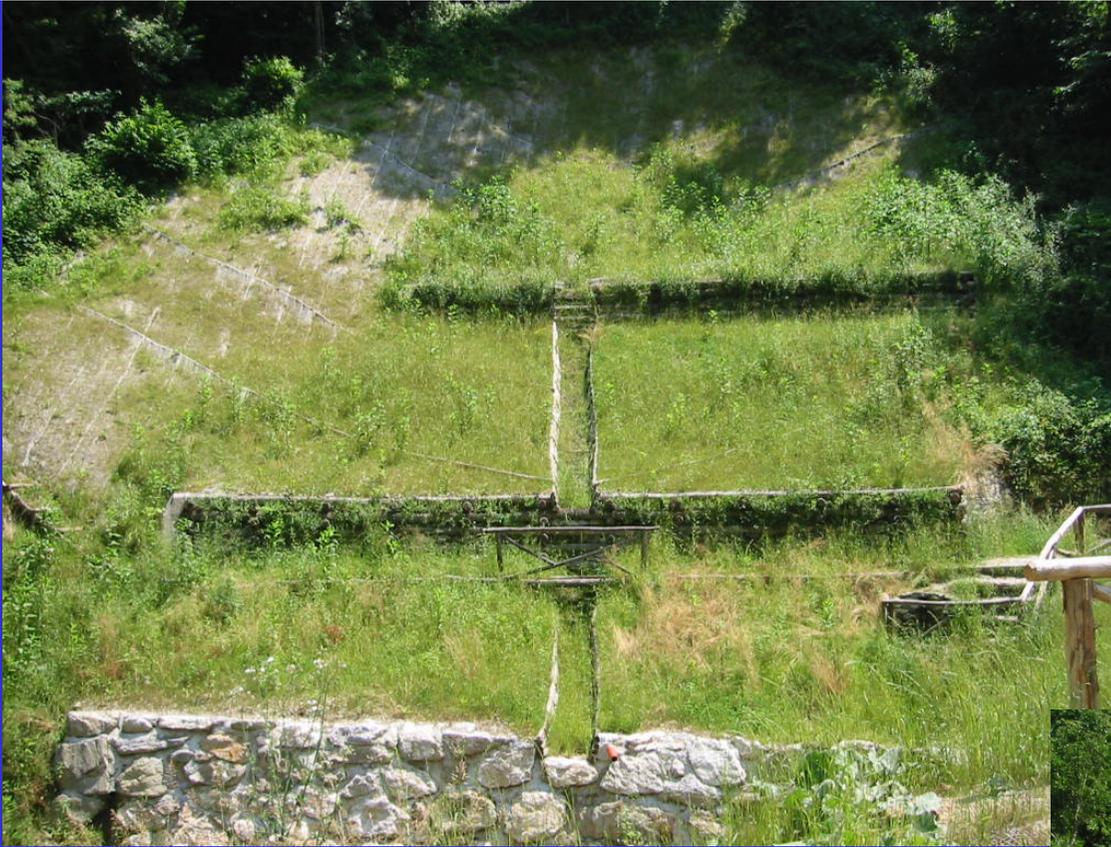




Palificata latina sec. Cornelini 2009



Palificate vive tirantate  
Versilia



## Sistemazioni alluvione Versilia



**2000**

Foto Trigila



**2003**

37





Trampolino Free style



Opere di mitigazione Olimpiadi  
invernali Val di Susa 2006  
pari a 3,5 milioni Euro



Foto Cornelini



n. 42 opere di compensazione- Olimpiadi  
invernali Val di Susa 2006  
pari a 3,5 milioni Euro  
3% importo totale lavori



Foto Cornelini

Con quali criteri ?

## 1 . INTEGRALITA'

=

BILANCIAMENTO TRA PROVVEDIMENTI  
INTENSIVI ED ESTENSIVI

UNITARIETA' DEL BACINO

UNITARIETA' SISTEMA ALVEO -VERSANTE

## 2 . GRADUALITA'

=

PROGRAMMARE GLI INTERVENTI

NON ESISTE UNA SISTEMAZIONE FINALE

CONCEPIRE IN MODO DINAMICO L'INTERVENTO

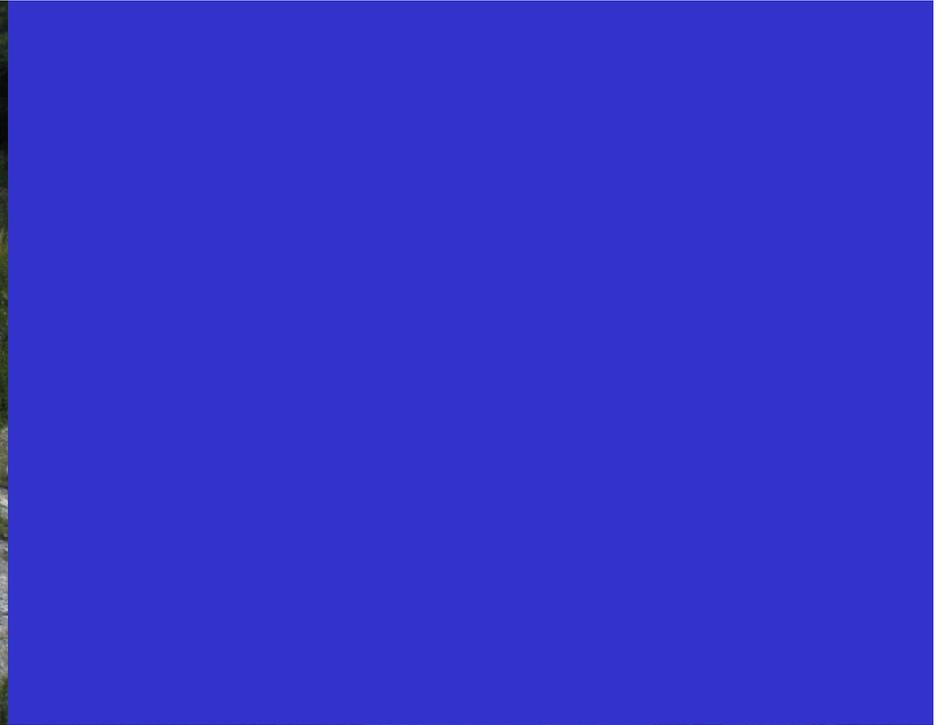
## 3 . CONTINUITA'

=

PRESIDIO NEL TEMPO DEL BACINO

MANUTENZIONE E MONITORAGGIO OPERE

PRESENZA SUL TERRITORIO



Briglie in massi a secco



Paolo Cornelini Bilbao  
2008



Briglia selettiva lascia passare i sedimenti per le portate ordinarie

**Paolo Cornelini Bilbao**  
**2008**

43



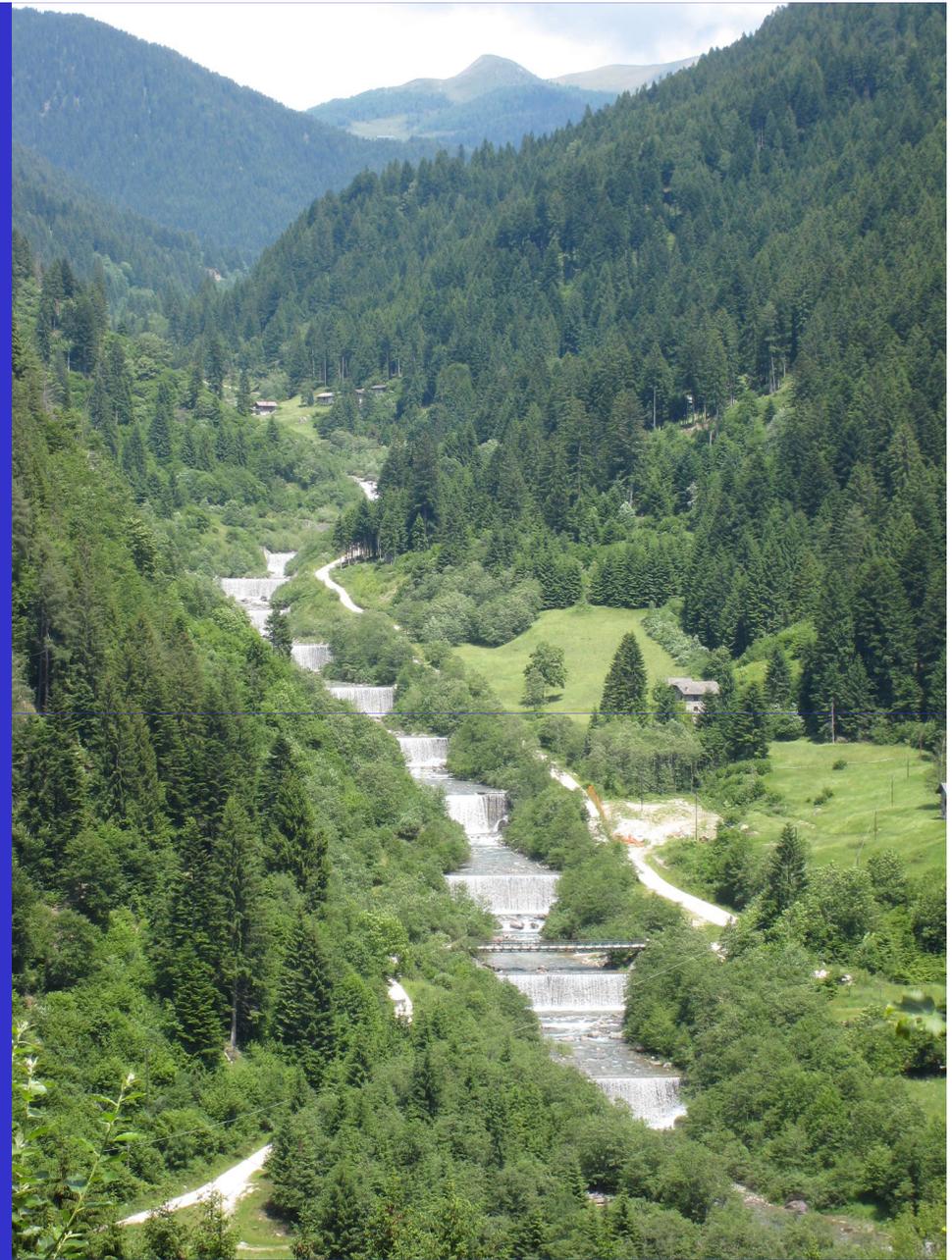
## Sistemazioni montane



**Paolo Cornelini Bilbao**  
**2008**



Torrente Maso (TN)





Sistemazione a step e pools  
alternativa alle briglie



Paolo Cornelini Bilbao  
2008



**i media**

**Paolo Cornelini Bilbao  
2008**

# **INTERVENTI NELLE INFRASTRUTTURE LINEARI**





**DD RM-FI 1989**



**DD RM-FI**



**1990**

**1995**





**2001**

**DD RM-FI**

**2004**





Cantiere sperimentale AIPIN UNITUS  
ANAS Prov.VT per sistemazione scarpate  
stradali in argille Bagnoregio (VT) 2003

2004

Foto Cornelini





Foto Cornelini  
Piroli



Sistemazione frana linea FS SV-TO Cadibona  
1995-1996



SISTEMAZIONE FRANA  
SP Colle Melfa (FR)

2000



2002



Foto Cornelini



Escursione associazione Spagnola  
2008

Terra rinforzata rinverdita svincolo  
Morgex (AO)



1993 Foto Sauli

Terra rinforzata rinverdita svincolo  
Morgex (AO)



Foto Sauli

1993



Foto Cornelini

2006



*MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO*  
*DIREZIONE PER LA DIFESA DEL TERRITORIO*  
*Segreteria Tecnica Difesa del Suolo*

Paolo Cornelini

**CRITERI E TECNICHE PER LA MANUTENZIONE DEL TERRITORIO AI  
FINI DELLA PREVENZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO**



maggio 2002

## I vantaggi derivanti dal programma di manutenzione del territorio con interventi diffusi sono:

- la diminuzione di interventi strutturali per la riduzione del rischio, in quanto gli interventi nella parte superiore del bacino contrastano il fenomeno erosivo, laddove inizia a manifestarsi
- la riqualificazione ambientale delle aree in erosione con le tecniche di ingegneria naturalistica, la rinaturazione dei territori con l'aumento della biodiversità
- un contributo degli interventi di rivegetazione dei versanti alla riduzione dell'effetto serra
- il miglioramento delle condizioni socioeconomiche delle aree interne della montagna e della collina, attuando le finalità della legge della montagna con la realizzazione di nuovi posti di lavoro



Palificata Roma -Viabilità Istituto Agrario Palmi (RC)- foto Cornelini

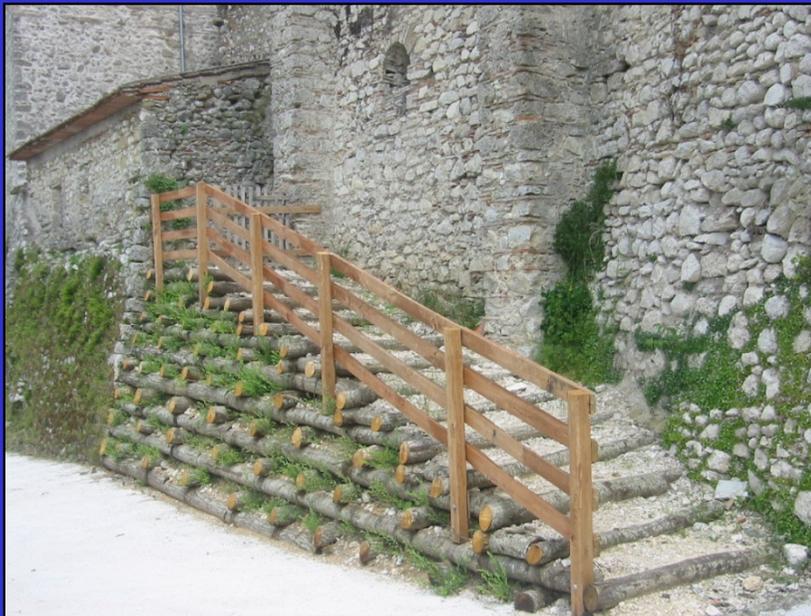
# **INTERVENTI IN AMBITO URBANO**



Villa Sciarra Roma



Cogne - Parco Nazionale Gran Paradiso



Concerviano (RI)



Chiavari foto Amprino



Punta Ala (GR)



Foto Cornelini



Palificate Roma al posto di muri  
in cemento

Foto Cornelini



2009

# **SISTEMAZIONI IDRAULICHE**



Demolizione tratti cementificati  
Fiume Tanagro (SA)

Rampe a blocchi su briglie in cemento  
Fiume Tanagro (SA)

Foto Cornelini





Casse espansione per la  
sicurezza idraulica di  
Rocca di Papa RM 2000

2001

Foto Cornelini





Belforte all'Isauro (PU) 1999

2000



Foto Cornelini



Gabbionate spondali rinverdite  
Rio Valleluce  
S.Elia Fiumerapido FR





Sistemazione idraulica  
Rio Inferno  
Cassino FR  
Aprile 2000



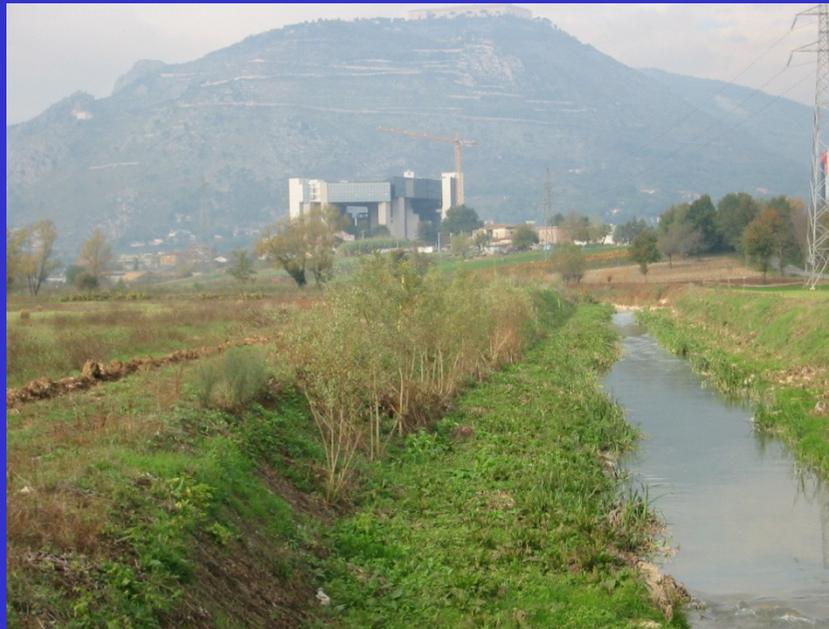
Maggio 2001

Foto Cornelini



Talee salice D 3-8 cm, h 8 m 2004

Rio Fontanelle (FR) 2000



Interventi per l'aumento della biodiversità, 2001

Foto Cornelini





**1999**

**2000**



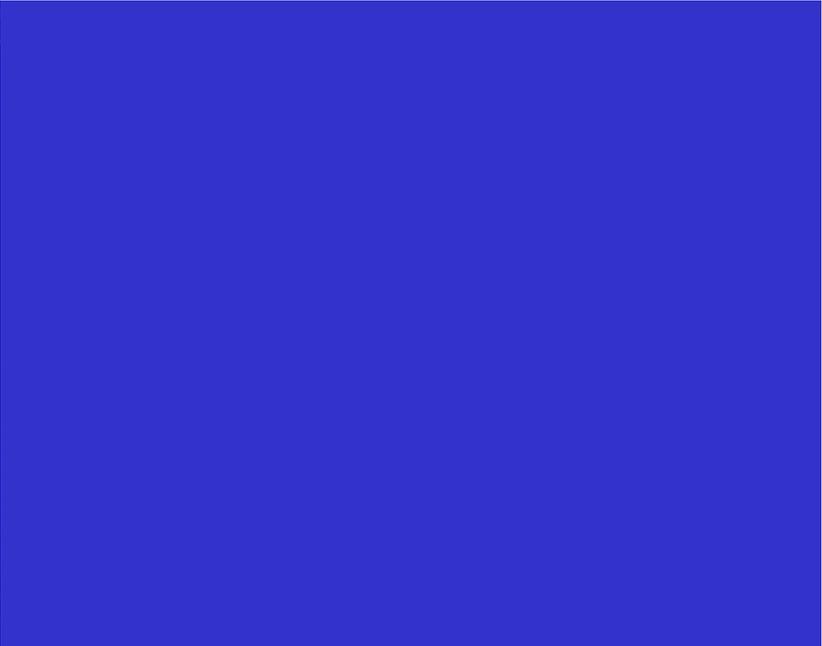


2000

Monitoraggio Unitus 2007

Foto Cornelini



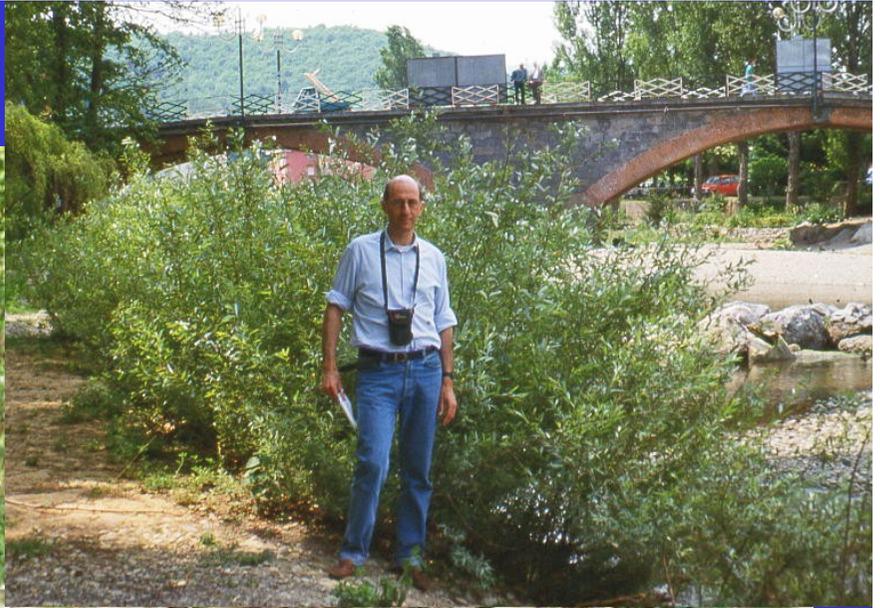




Fiume Bormida Carcare (SV)



Foto Cornelini



# ANTE OPERAM



**Canale in cls da  
smantellare**

**1998**

## Realizzazione interventi sponda sinistra: Fase I

















Didattica con minicantieri

Foto Cornelini

**MINISTERO DELL'AMBIENTE  
E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO**

**REGIONE LIGURIA**

**LINEE GUIDA**

**PER GLI INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE IDROGEOLOGICA E  
VEGETAZIONALE NELLE AREE PERCORSE DAL FUOCO**

**ELABORATO PRODOTTO SULLA SCORTA DI ESPERIENZE REALIZZATE IN AREE  
INTERESSATE DA INCENDI BOSCHIVI IN LIGURIA**



Esempio di palificate in legname a doppia parete, a 30 giorni dalla ripresa vegetativa  
Rio Crovetto, Spotorno (SV), maggio 2004 (foto U.Bruschini)

# Il fuoco componente naturale dell'ecosistema mediterraneo



Nel bacino del Mediterraneo l'evoluzione delle fitocenosi in presenza del fuoco ha premiato le specie sempreverdi della macchia e della lecceta (leccio, fillirea, lentisco alaterno, etc.), che possiedono capacità di riproduzione vegetativa, rispetto alle specie sempreverdi con riproduzione da seme (pini, cisti).



La resilienza della vegetazione mediterranea nel ricostituire l'assetto vegetazionale preesistente l'incendio trova un limite nella frequenza degli incendi. Gli incendi ripetuti alterano la vegetazione mantenendola negli stadi pionieri e causano l'impoverimento del suolo e l'erosione.



## Dati dell'erosione del suolo in g/mq/anno (da Giovannini e Lucchesi, 1992 in Bruschini et al., 2002)

A-Parcella ricoperta da vegetazione	3	g/mq/anno
B- Parcella percorsa da fuoco leggero	14	g/mq/anno
C- Parcella percorsa da fuoco forte	148	g/mq/anno
D- Parcella con vegetazione tagliata	9	g/mq/anno



Anche prescindendo dalla pendenza , i fenomeni erosivi indotti dall'incendio forte determinano:

- **erosione del suolo in misura pari a circa 50 volte l'erosione registrata in suolo con copertura vegetale, pari, indicativamente, a 8-10 cm. di spessore di suolo**
- **in caso di incendi leggeri i valori di erosione scendono drasticamente a 4-5 volte la situazione con copertura, con perdite di circa 1 cm. di spessore di suolo**

## Interventi per la riduzione del rischio di incendi ripetuti

Dal momento che i fenomeni principali di degrado sono legati agli incendi ripetuti, andranno previsti alcuni interventi per evitarli, ad esempio :

- tracciati tagliafuoco
- torri di avvistamento
- situazioni naturali di interruzione del fuoco quali prati o colture erbacee
- formazione del volontariato
- incentivi ai proprietari o cooperative per la manutenzione.
-

**In caso di incendi forti, occorre intervenire entro due mesi dall'incendio in quanto nei primi due mesi le perdite di suolo sono pari a 12-15 volte le perdite subite nei 3-4 anni successivi all'evento**

# FASCE TAGLIAFUOCO



Santa Ninfa Sicilia



Livorno  
Toscana



Argentario  
Toscana

Anche in termini di **contributo alla formazione delle piene**, i suoli percorsi dal fuoco presentano, nei mesi immediatamente successivi all'evento, **valori bassissimi di capacità di infiltrazione, pari a quasi 1/100 del valore di un bosco indisturbato**



Noli Liguria

## Gli interventi di recupero e ricostituzione della copertura vegetazionale

Data la grande capacità di recupero spontaneo delle fitocenosi mediterranee va valutata sempre l'ipotesi del non intervento,

Una volta verificata l'incapacità di un recupero spontaneo i valgono i seguenti principi :

- **intervenire prima possibile**
- pianificare e progettare **interventi combinati di recupero della copertura vegetazionale e difesa del suolo**
- utilizzare prioritariamente **tecniche di ingegneria naturalistica** per le opere di difesa del suolo
- utilizzare prioritariamente **criteri ecologici e di selvicoltura naturalistica** nella ricostruzione della vegetazione
- **reintegrare le perdite di sostanza organica e di biomassa vegetale** mediante il reimpiego di materiali naturali (materiali legnosi, prodotti derivati da compostaggio, chip, ecc.)

# Interventi di recupero della copertura vegetazionale

Innanzitutto si deve distinguere tra il trattamento della vegetazione esistente a seguito dell'incendio e l'impianto *ex-novo*.

# Trattamento della vegetazione esistente a seguito dell'incendio

- gli interventi comprendono la bonifica della vegetazione esistente con la pulizia del terreno delle specie morte per allontanare il materiale combustibile che aumenta il rischio di incendi; si procederà al taglio al colletto di tutte le piante, che saranno sramate e depezzate in misure adatte ad un eventuale reimpiego in opere di I.N. (quando lo stato di degrado ed i diametri del legname siano soddisfacenti).
- La ramaglia ed il materiale minuto devono essere preferibilmente sminuzzati con cippatrice, ridotto in scaglie (chips) che potranno essere reimpiegate sul terreno.
- Il legname non utilizzabile per opere di I.N. potrà comunque essere depezzato e posato sul terreno, lungo le curve di livello, fissandolo sommariamente con picchetti reperiti in loco o altro, svolgendo comunque una azione di rallentamento dell'acqua

# RIUTILIZZO MATERIALI IN POSTO: ramaglia per fascine



Gola Rossa  
Marche



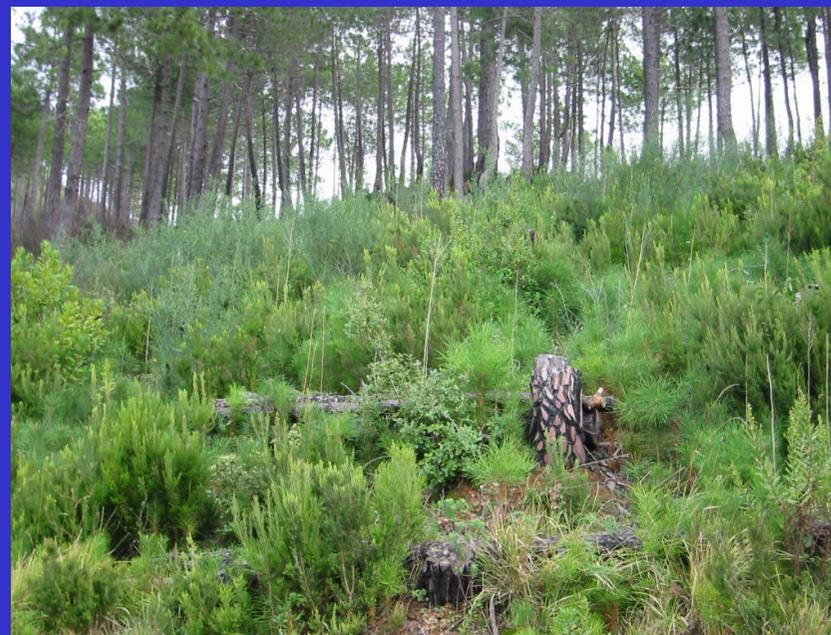
Isola d'Elba  
Toscana



# RIUTILIZZO MATERIALI IN POSTO: tronchi bruciati per palizzate



Marche



Sestri Levante Liguria

## Impianto della vegetazione ex-novo Criteri generali (Bruschini et.al., 2002):

- utilizzare prevalentemente arbusti pionieri autoctoni, in misura pari ad almeno il 70-90 % della composizione
- riservare una quota del 30-40 % delle specie arbustive alle leguminose (come le ginestre) che consentono buone garanzie di attecchimento ed ottime qualità di miglioramento del suolo
- riservare una quota del 10-30 % alle specie arboree pioniere, evitando l'impiego di specie climaciche

- nella scelta del miscuglio di sementi per le idrosemine e le semine manuali, usare sempre miscugli molto diversificati, purchè di specie adatte ai siti di intervento
- nel miscuglio per le semine inserire sempre leguminose arbustive (ginestre) ed erbacee (ginestrino, trifoglie, erba medica, ecc.), purchè compatibili con il sito, in misura pari ad almeno il 25-35 % del miscuglio
- per quanto riguarda il materiale vegetale di impianto, privilegiare la fornitura di vivai esistenti in loco
- utilizzare sempre, salvo casi particolari, piantine con pane di terra (fitocella, paper pot, ecc.) per ridurre gli stress di impianto

- utilizzare sempre piante giovani (1-2 anni) che meglio si adattano alle difficili condizioni dei siti di intervento
- utilizzare chips legnosi per la pacciamatura intorno alle piantine, per il mantenimento dell'umidità

## Interventi di difesa del suolo

Valgono i seguenti criteri:

- intervenire solo nelle situazioni più degradate, curando la protezione antierosiva superficiale, favorendo l'inerbimento ed il cespugliamento con specie autoctone; nelle altre situazioni sarà sufficiente favorire lo sviluppo delle pirofite presenti
- nel caso di incendi in rimboschimenti di conifere iniziare la riconversione verso i boschi di latifoglie autoctone, a partire dagli stadi pionieri erbacei ed arbustivi
- effettuare le sistemazioni del drenaggio superficiale e le piccole sistemazioni idraulico forestali, per evitare l'erosione diffusa dei suoli
- impiegare le tecniche antierosive, stabilizzanti e consolidanti dell'ingegneria naturalistica

Le tecniche sperimentate negli interventi di recupero delle aree percorse dal fuoco dei due Piani stralcio del Ministero dell'Ambiente (2002) che hanno riguardato 26 interventi in tutta l'Italia mediterranea, sono risultate:

- messa a dimora di arbusti autoctoni
- fascinate
- palizzate vive
- palificate vive doppie
- palificate in legname e pietrame





Sestri 2002



Sestri 2003



# Sistemazioni idrauliche



Sestri 2002



Sestri 2003

# Sistemazioni idrauliche



Isola d'Elba Toscana



Monti Lucchesi Toscana

# Sistemazioni idrauliche



Monti Lucchesi Toscana

# Sistemazioni strade forestali



Argentario Toscana



Joppolo Calabria



# Sistemazione frane



Colline lucchesi Toscana



Armento Basilicata

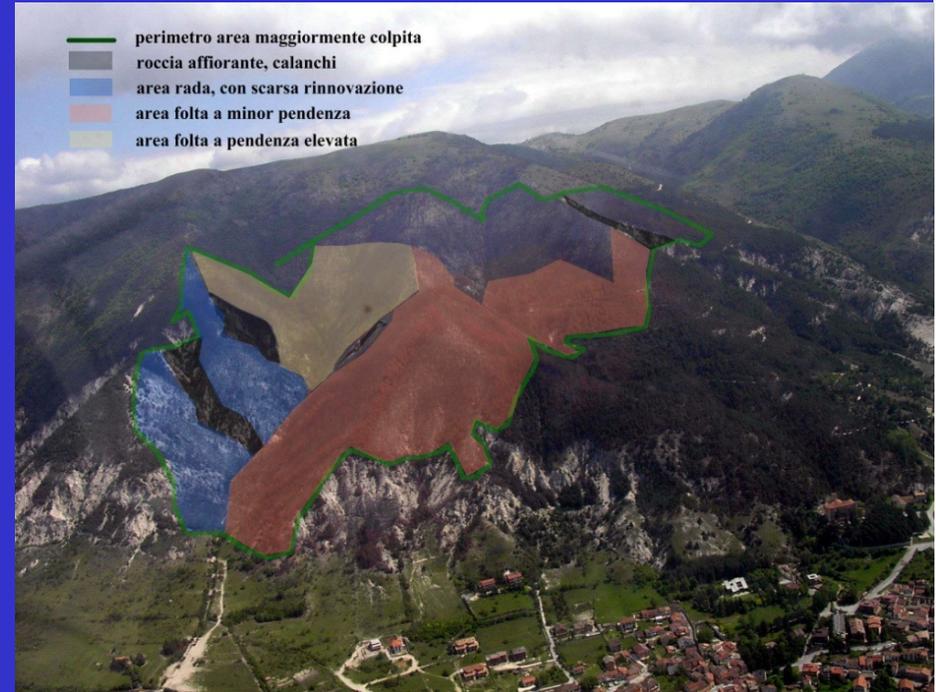
# Interventi ingegneria naturalistica sui versanti



Noli Spotorno Liguria



# Pizzoli (L'Aquila), un caso esemplare



2002

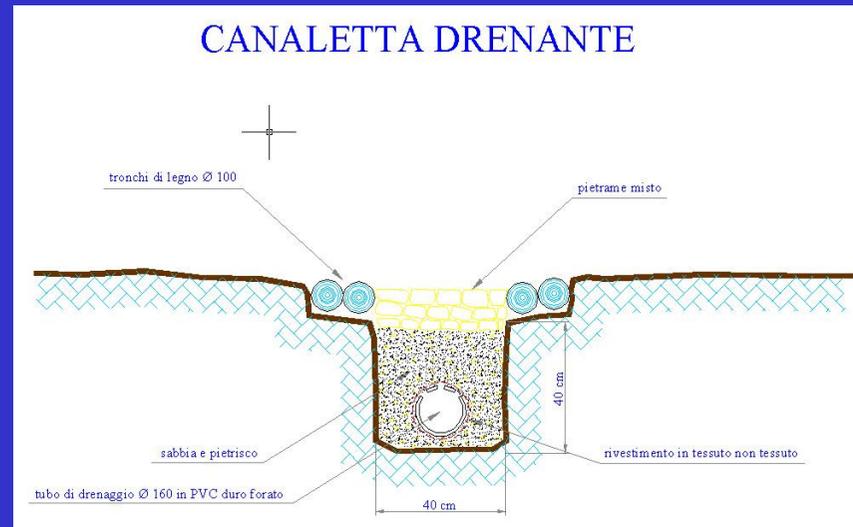
# Pericolo colate detritiche



# Regimazione idraulica



foto Sacchetti





Pizzoli (AQ) 2002-2006

Foto Sacchetti



Pizzoli (AQ) 2006-2007

Foto Sacchetti



2005



2006



foto Sacchetti



foto Cornelini



Cantiere sperimentale AIPIN LAZIO 2007 - SPONSOR JemmBuild



Maggio 2008  
SUD



foto Cornelini

Maggio 2008 NORD



Palificata loricata sec. Cornelini



