

PROTEZIONE SUPERFICIALE DEI VERSANTI CON TECNICHE DI INERBIMENTO

Dott. For. Tiziana VERRASCINA
PRATI ARMATI SRL



Roma, 10 giugno 2011
Aula convegni del CNR - Piazzale Aldo Moro, 7



Convegno Nazionale

DISSESTO IDROGEOLOGICO
Il pericolo geoidrologico e la
gestione del territorio in Italia

IL PROBLEMA EROSIVO

In Italia, circa il 77% del territorio (cfr. De Rosa, 2003 e APAT) è a rischio di erosione accelerata, anche a causa della mancanza di misure conservative del suolo.

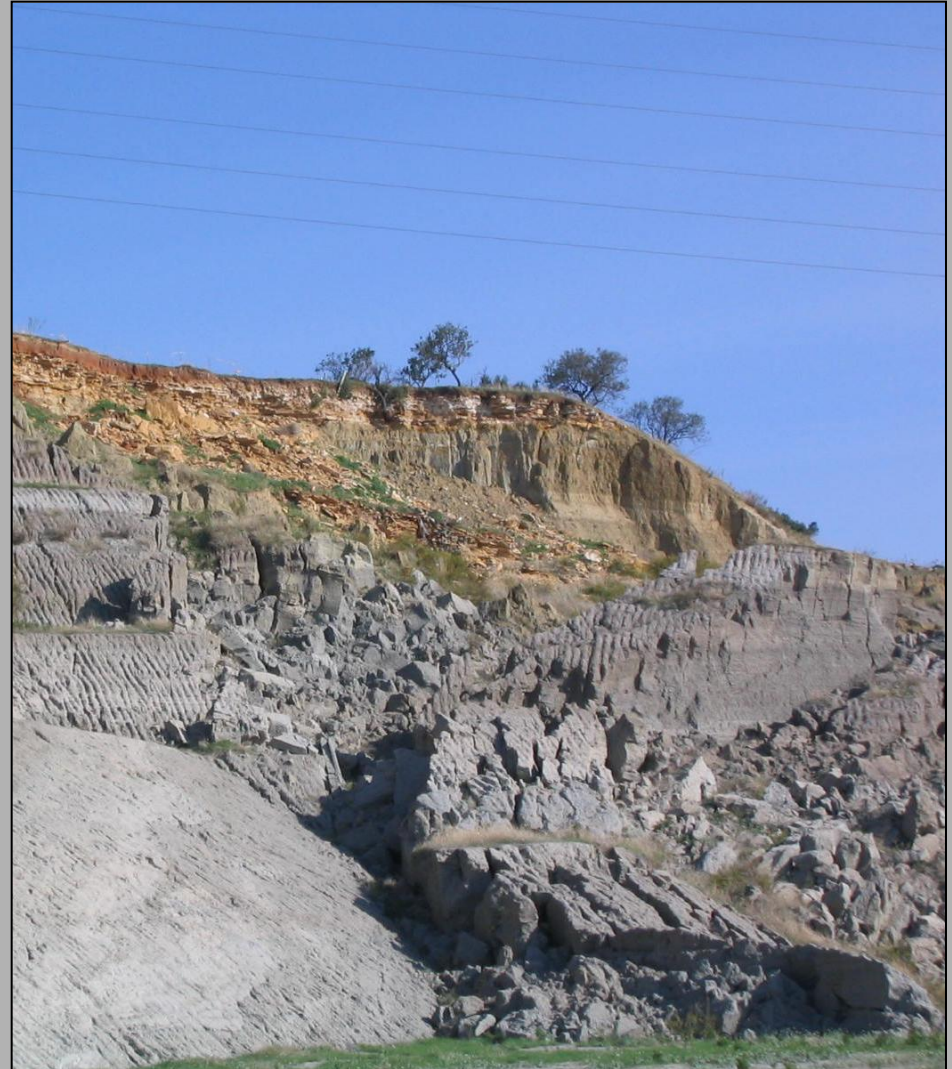


EROSIONE - Autostrada A1 MI-NA, zona Fabro (TR)

L'EROSIONE è un fenomeno naturale generalmente accelerato dall'attività antropica: scarsa gestione del territorio, deforestazione, cementificazione, scavi e così via.

EROSIONE e **FRANE** sono fenomeni distinti.

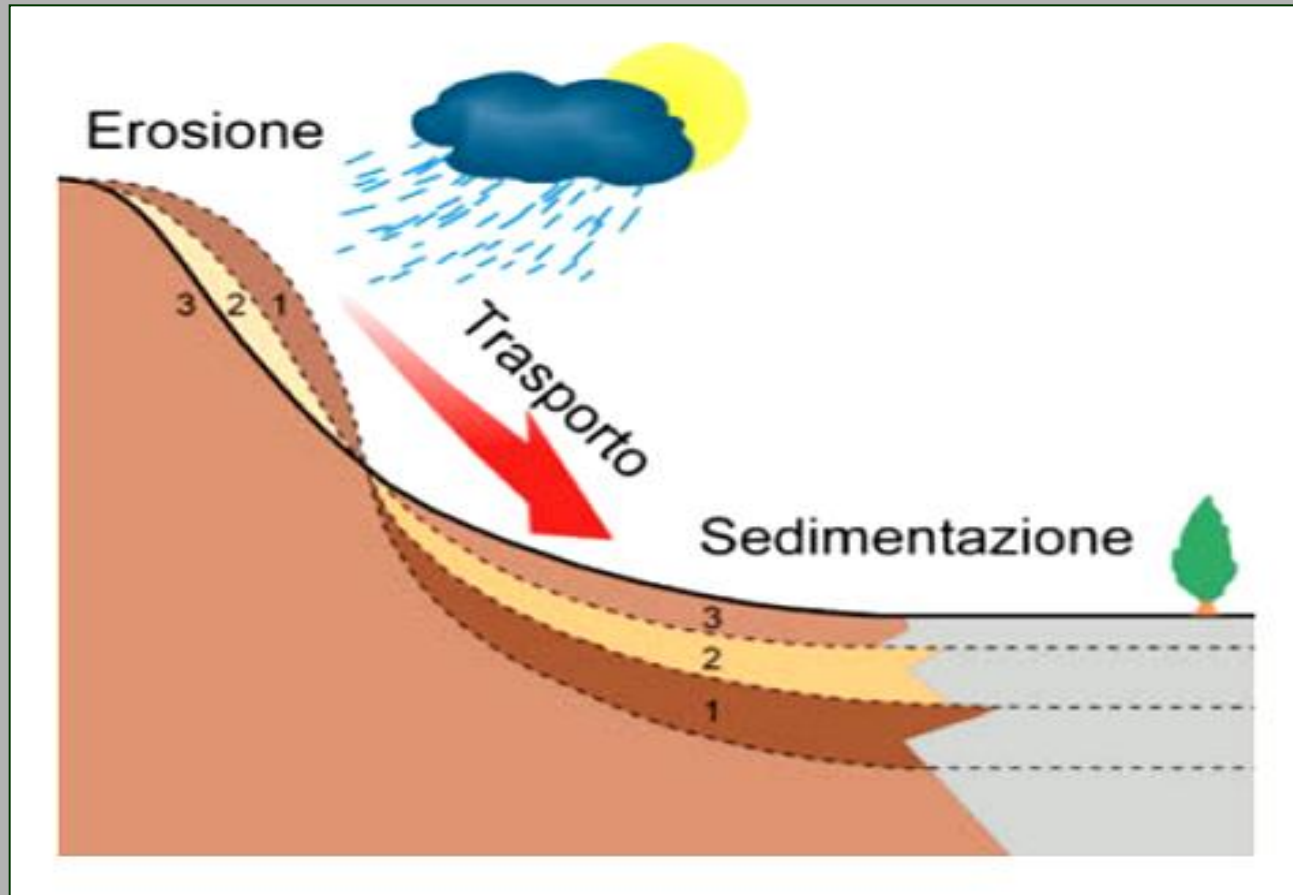
Le **FRANE**
consistono nel
movimento verso
valle di porzioni di
terreno e rocce di
varia forma e con
diversi
cinematismi, ad
opera della
gravità.



L'EROSIONE è la progressiva rimozione dalla superficie del suolo di strati di terreno, attraverso distacco e trasporto di singole particelle ad opera di vari agenti fisici quali acqua, vento, ghiaccio, etc.



Nel nostro clima ed ambiente la pioggia è il principale agente erosivo (EROSIONE IDRICA).



IL PROBLEMA EROSIVO

L'Equazione Universale per il calcolo della Perdita di Suolo (Universal Soil Loss Equation, USLE - Wischmeier e Smith) consente una quantificazione dell'erosione misurata come perdita specifica di suolo

$$A = R \times K \times LS \times P \times C \quad \text{dove:}$$

FATTORE	DESCRIZIONE	UNITA' DI MISURA	NOTE
A	perdita specifica di suolo (erosione)	$\frac{t}{ha \text{ anno}}$	
R	fattore climatico relativo a intensità e durata delle precipitazioni	$\frac{MJ \text{ mm}}{ha \text{ h anno}}$	varia tra 50-600
K	fattore pedologico, esprime l'erodibilità del suolo	$\frac{t \text{ h}}{MJ \text{ mm}}$	varia tra 0,05-0,7
LS	fattori topografici: lunghezza e pendenza scarpata	adimensionale	varia tra 1-40
P	fattore relativo all'adozione di tecniche conservative del suolo	adimensionale	varia tra 1-0,5
C	fattore relativo alla copertura vegetale	adimensionale	varia tra 0,003-1 in funzione di tipo e densità della vegetazione

PER RIDURRE GLI EFFETTI DELL'EROSIONE SUPERFICIALE SI DEVE QUINDI:

1. intervenire sulla pendenza e sulla lunghezza delle scarpate (fattore LS);
2. sviluppare azioni finalizzate alla conservazione del suolo (fattore P);
3. ricostituire rapidamente la copertura vegetale in modo tale da far tendere il fattore C a zero. Se il fattore C tende a zero, la perdita specifica di suolo A (e quindi l'erosione) tende a zero. E' il sistema più rapido, meno costoso e più efficiente per contrastare l'erosione.

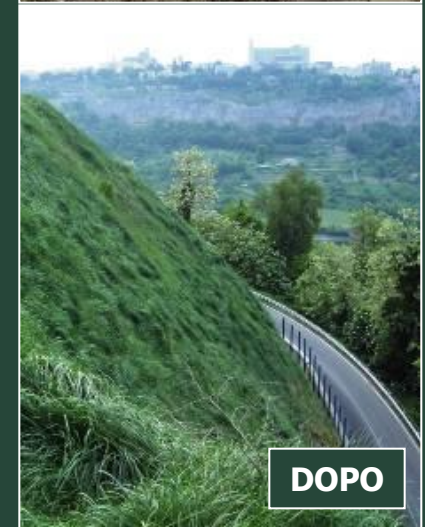
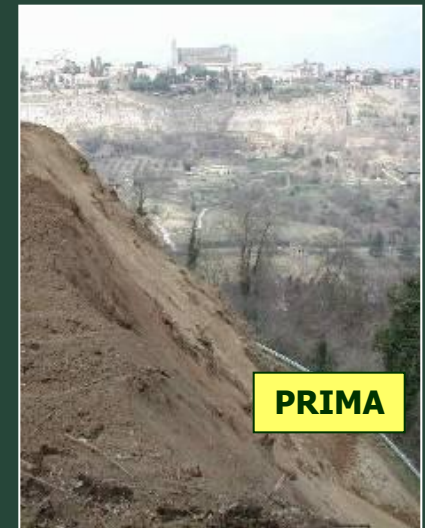
Nel corso degli anni sono state sviluppate diverse tecniche di protezione del suolo e di rinaturalizzazione.

Fra queste emerge un'innovativa tecnologia naturale che impiega esclusivamente piante erbacee perenni a radicazione profonda: la tecnologia dei PRATI ARMATI®.



Radice di PRATI ARMATI®

Le applicazioni sono svariate:
blocco dell'erosione e
rinaturalizzazione di versanti,
scarpate stradali, autostradali e
ferroviarie, protezione di sponde
di fiumi e torrenti, recupero e
rinaturalizzazione di zone
degradate quali cave, miniere e
discariche.



Orvieto (Terni)

La vegetazione generalmente riduce l'erosione idrica e influisce (anche se marginalmente) sull'equilibrio di un pendio e quindi sulla sua suscettibilità al collasso, tramite effetti "diretti" ed "indiretti".



L'intensa erosione nell'area non inerbita

Effetti indiretti:

- ✓ diminuzione dell'infiltrazione;
- ✓ aumento della suzione radicale e successiva traspirazione delle piante;
- ✓ diminuzione del grado di saturazione del terreno dovuta alla traspirazione;
- ✓ diminuzione della pressione "interstiziale" (dell'acqua).

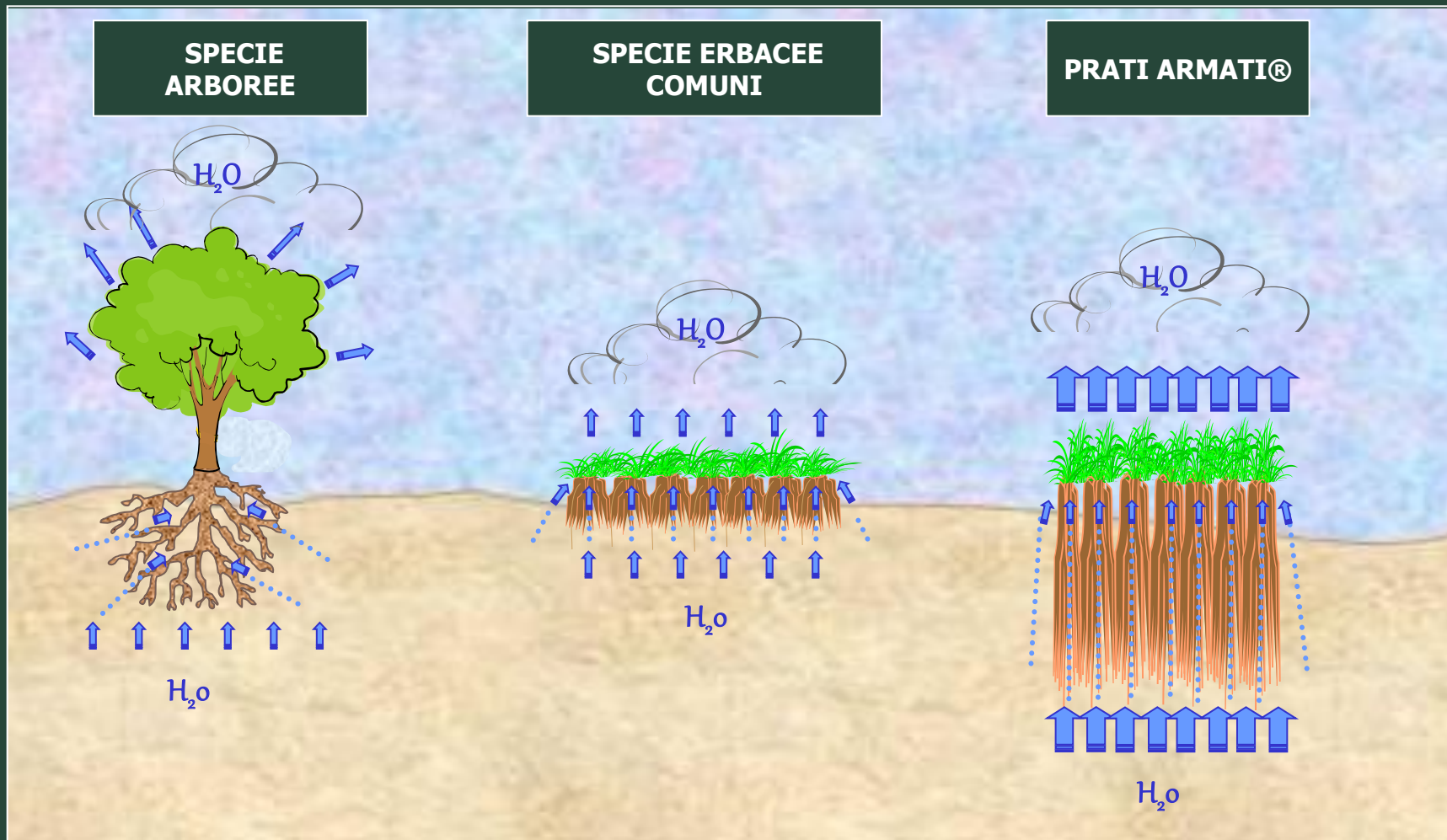
Effetti diretti (su corpi di piccolo spessore): conferimento al terreno di resistenza meccanica attraverso gli apparati radicali.

La coltre vegetale dei PRATI ARMATI® - sia verde, sia disseccata - si comporta come i tetti delle capanne, realizzati con foglie, che consentono lo scorrimento dell'acqua al di sopra della coltre vegetale allettata, soprattutto in caso di precipitazioni intense, impermeabilizzando la zona sottostante.



DIMINUIZIONE DEL GRADO DI SATURAZIONE DEL TERRENO

La vegetazione assorbe l'acqua dal suolo trasferendola all'atmosfera, determinando una riduzione della saturazione dei terreni e della pressione interstiziale: migliorano così alcuni parametri geomeccanici dei terreni quali la coesione.

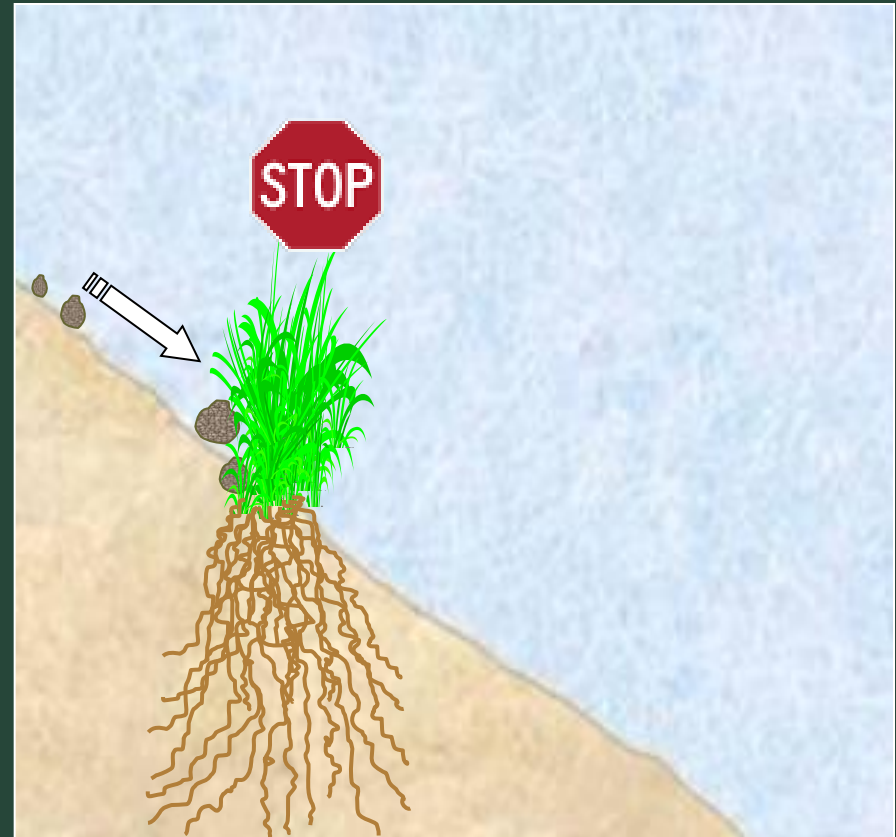




Oxford, Mississippi. In a recent trial, a plant edge held back water almost as if it were a dam. This test was conducted in a flume (61 cm wide) and the water (flowing at 28 liters per second) was ponded to a depth of 30 cm behind the hedge. This result was all the more remarkable because the hedge was young and less than 15 cm thick. (Sedimentation Laboratory, Agricultural Research Service, U.S. Department of Agriculture)

Perdite di carico dovute alla coltre vegetale che rallenta il flusso dell'acqua

La fitta e robusta coltre epigea dei PRATI ARMATI® trattiene le particelle del terreno, evitando l'erosione.

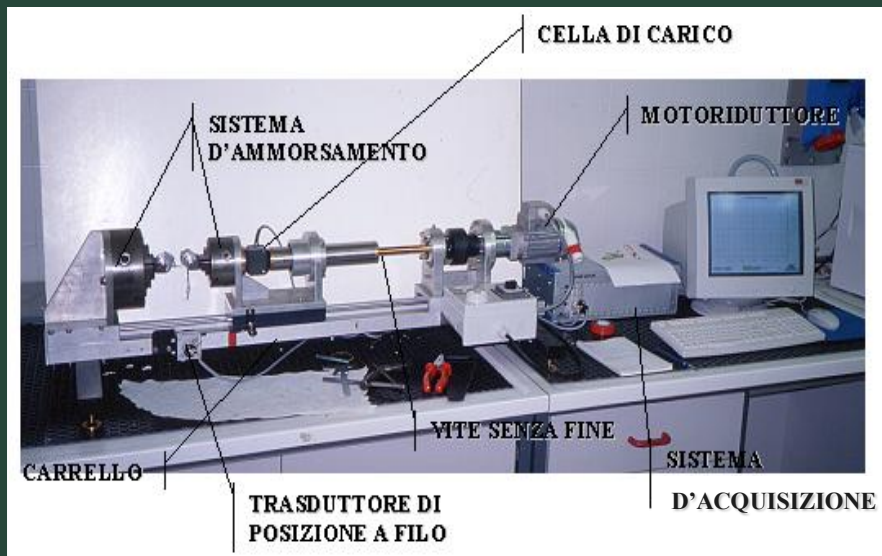


Un apparato radicale fitto e con buone proprietà meccaniche, arma il terreno e ne aumenta la resistenza al taglio.

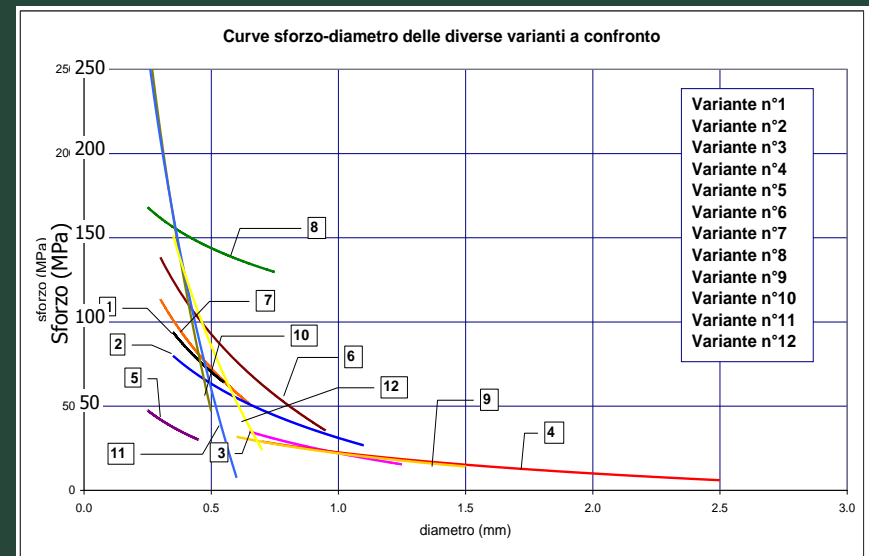


Particolare delle radici di PRATI ARMATI®

Per valutare la resistenza meccanica delle radici sono state effettuate prove di trazione presso il Dipartimento di Ingegneria Agraria dell'Università degli Studi di Milano.

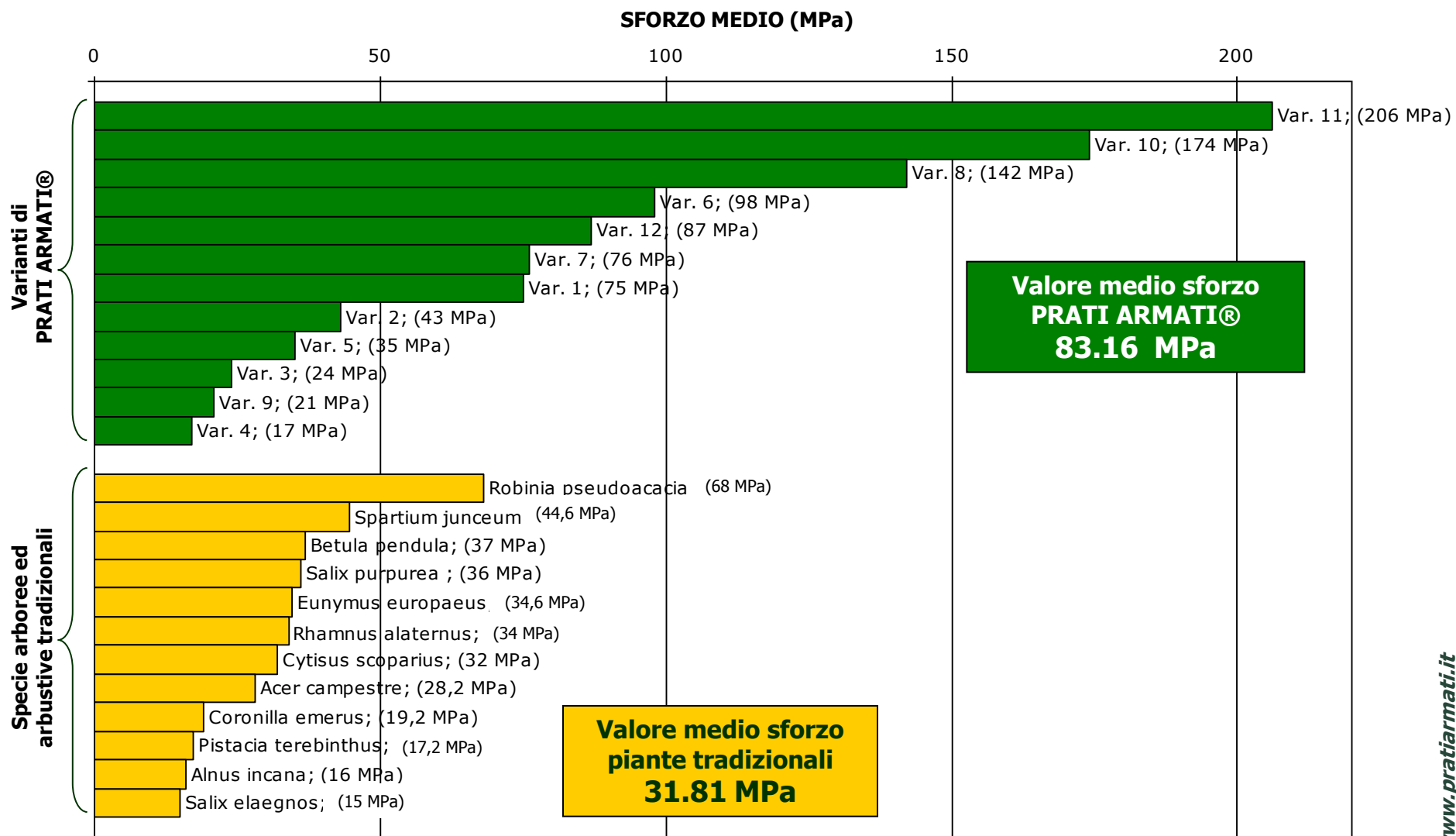


La strumentazione utilizzata per le prove di trazione



Curve sforzo-diametro di alcune specie PRATI ARMATI®

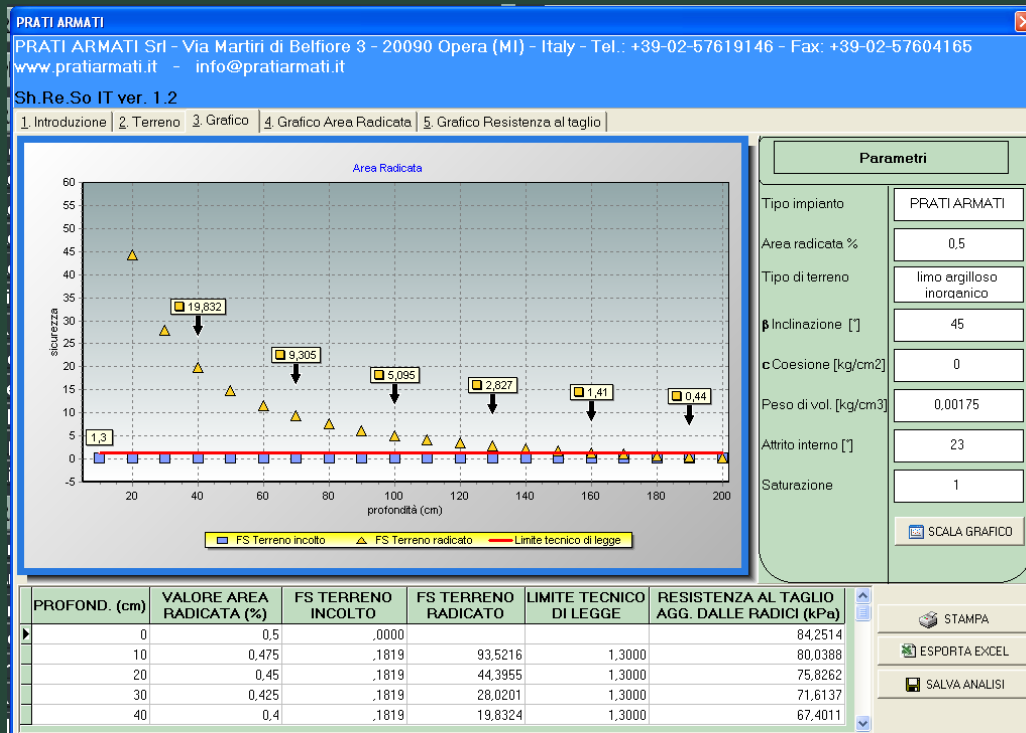
Le prove effettuate hanno accertato l'elevato valore di resistenza a trazione delle radici, con valori di sforzo medio a rottura fino a 206 MPa (kg/mm²) e in media valori quasi tripli rispetto alle piante tradizionali



PRATI ARMATI srl, in collaborazione con l'Università degli Studi di Milano, Dipartimento di Ingegneria Agraria, ha sviluppato un software che consente di calcolare, per pendii stabili dal punto di vista geotecnico ($F_s > 1$) l'incremento della resistenza al taglio e del fattore di sicurezza dovuti all'azione dei PRATI ARMATI®.

Tale software si può scaricare gratuitamente dal sito web www.pratiarmati.it

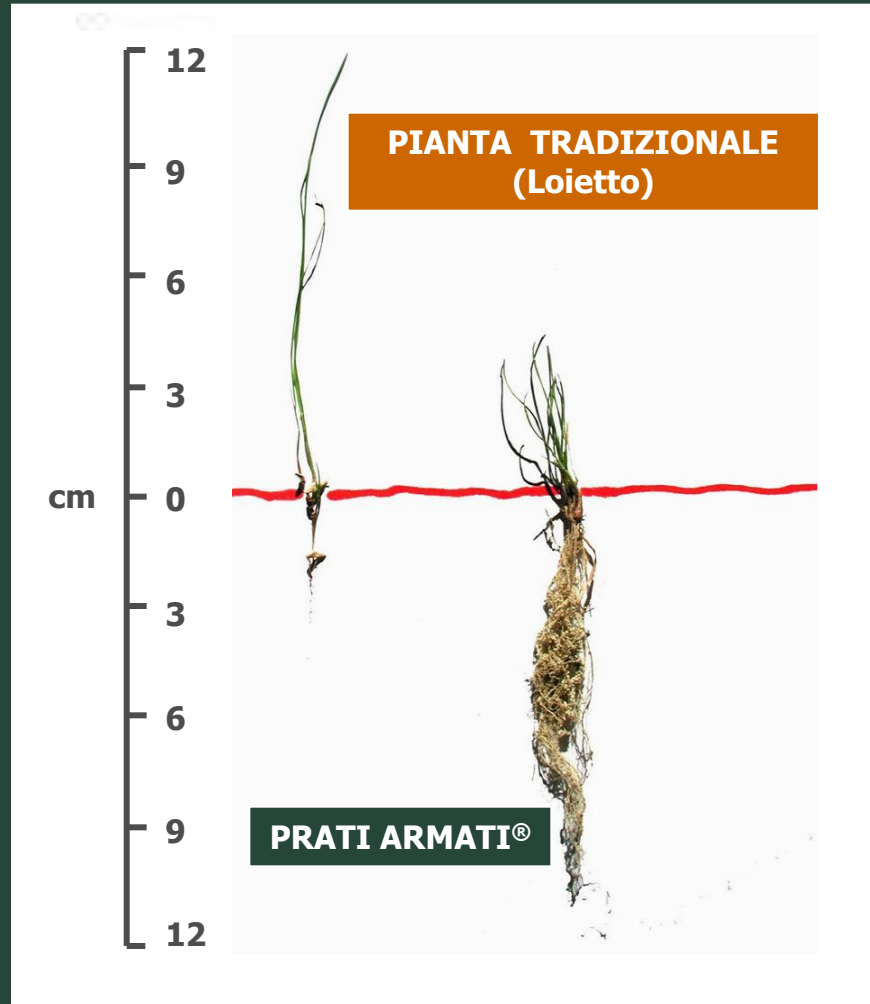
Sono attualmente in fase di studio e di implementazione, da parte della Università di Perugia, Facoltà di Ingegneria, ulteriori sviluppi del codice di calcolo per tener conto della riduzione della saturazione idrica dei terreni.



Esempio di output del codice per il calcolo dell'incremento della resistenza al taglio e del F_s per terreni armati con radici di PRATI ARMATI®

VANTAGGI RISPETTO A COMUNI PIANTE ERBACEE

A parità di età, I PRATI ARMATI® hanno un apparato radicale molto più profondo di una comune pianta erbacea, sia durante lo sviluppo, sia a regime.



Sviluppo un mese dopo la germinazione



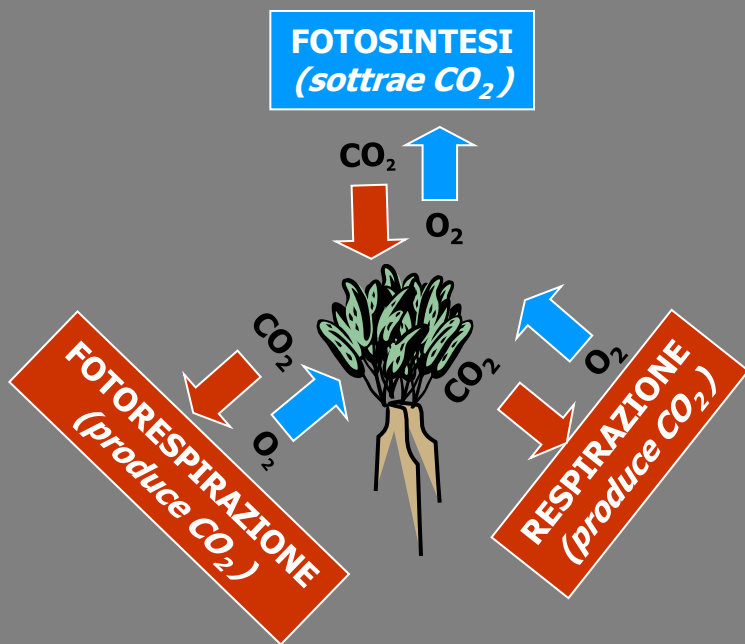
I PRATI ARMATI® possono immagazzinare fino a 5 volte l'anidride carbonica (CO₂) assorbita dalle più comuni piante erbacee impiegate negli inerbimenti tradizionali, contribuendo così ai crediti stabiliti dal Protocollo di Kyoto.

TIPOLOGIE VEGETALI	TONNELLATE DI CO ₂ ASSORBITA PER ETTARO OGNI ANNO (t/ha/anno)
Foresta decidua temperata (piante C3)	20
Prateria temperata (piante C3)	8
Coltura <i>annuale</i> di mais (pianta C4):	41,5
Impianto antierosivo <i>perenne</i> di PRATI ARMATI® (piante C4)	Fino a 40

Capacità di assorbimento di CO₂ di diverse tipologie vegetali espressa in tonnellate per ettaro e per anno

I PRATI ARMATI® assorbono fino al 400% in più di CO₂ rispetto alle più diffuse piante erbacee

PIANTE TRADIZIONALI

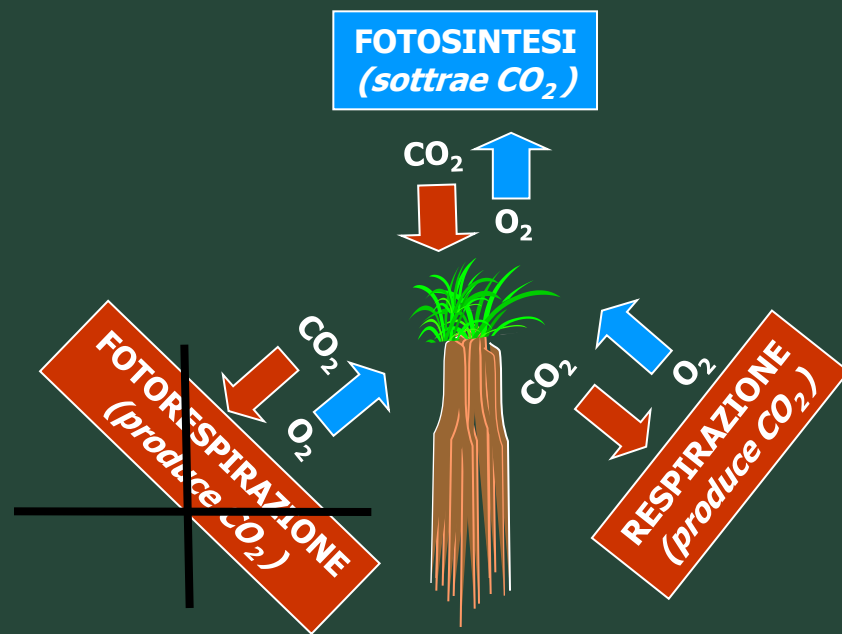


In queste piante è presente sia la respirazione sia la fotorespirazione.

La fotorespirazione può ridurre del 50% la fotosintesi

La fotosintesi è disattivata da temperatura e luminosità molto elevate

PRATI ARMATI®



I PRATI ARMATI® sono molto più efficienti delle piante tradizionali grazie a:

- maggiore efficienza fotosintetica
- resistenza a climi aridi
- tolleranza a suoli salini
- rapido accrescimento in condizioni proibitive

La fotosintesi non è disattivata da temperatura e luminosità molto elevate

VANTAGGI RISPETTO A SPECIE ARBOREE

I PRATI ARMATI® hanno radici profonde, resistenti, sottili e omogenee che non creano rigonfiamenti nel terreno come accade per le specie arboree ed arbustive.

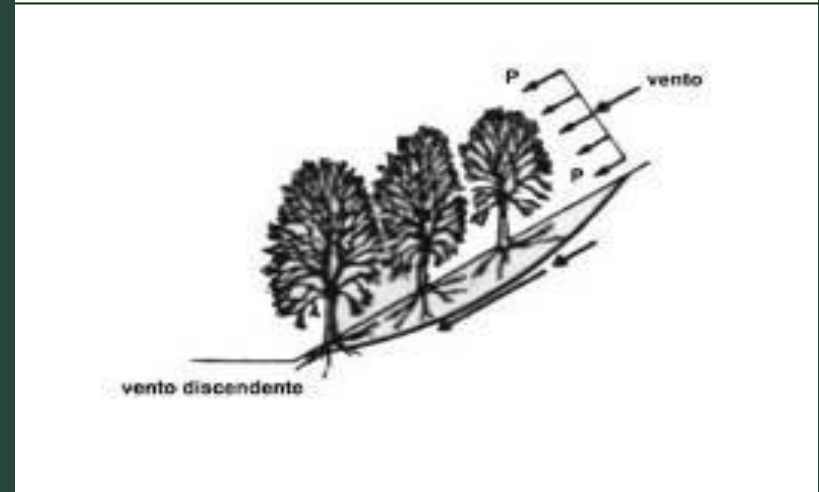
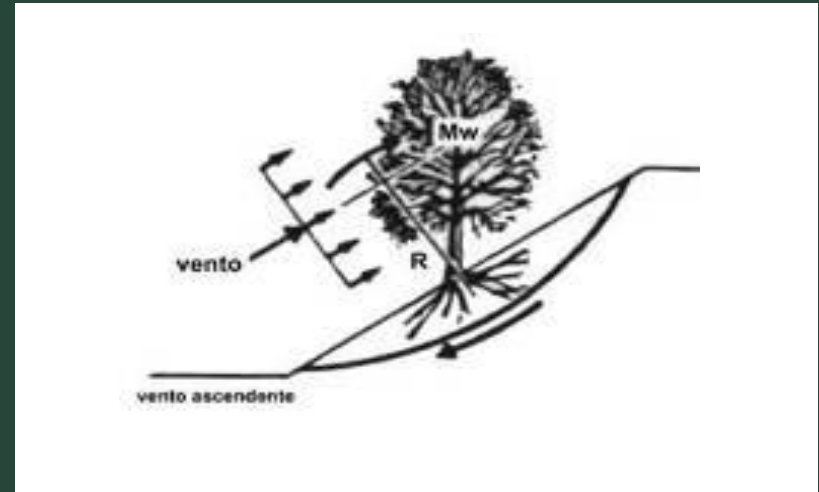


Con il passare del tempo le radici delle piante arboree si accrescono sia in profondità sia in diametro, provocando rigonfiamenti e fratture nel terreno.



Il diametro delle radici dei PRATI ARMATI® rimane inalterato anche quando si accrescono in profondità senza quindi provocare fratture e rigonfiamenti nel terreno.

I PRATI ARMATI®, a differenza degli alberi, non sovraccaricano il terreno con il loro peso e non innescano fenomeni di instabilità dovuti a momenti flettenti per l'azione dei venti (il cosiddetto effetto vela).



Fenomeni di instabilità dovuti a momenti flettenti per l'azione dei venti

LOCALITA'	Oropa (BI)
TIPOLOGIA CANTIERE	Versante in frana
OBIETTIVI INTERVENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Blocco dell'erosione su terreno e al piede di massi ciclopici; 2. Regimentazione delle acque meteoriche mediante canalette inerbite con i PRATI ARMATI®; 3. Rinaturalizzazione.
ESTENSIONE	40.000 mq
LITOTIPO	Detrito di versante eterometrico
DATA 1° INTERVENTO	Giugno 2007
NOTE	Area dei Sacri Monti del Piemonte, dichiarati nel 2003 patrimonio dell'umanità dell'UNESCO



LA FRANA OROPA (BI)



Prima dell'intervento: versante risistemato



Giugno 2008

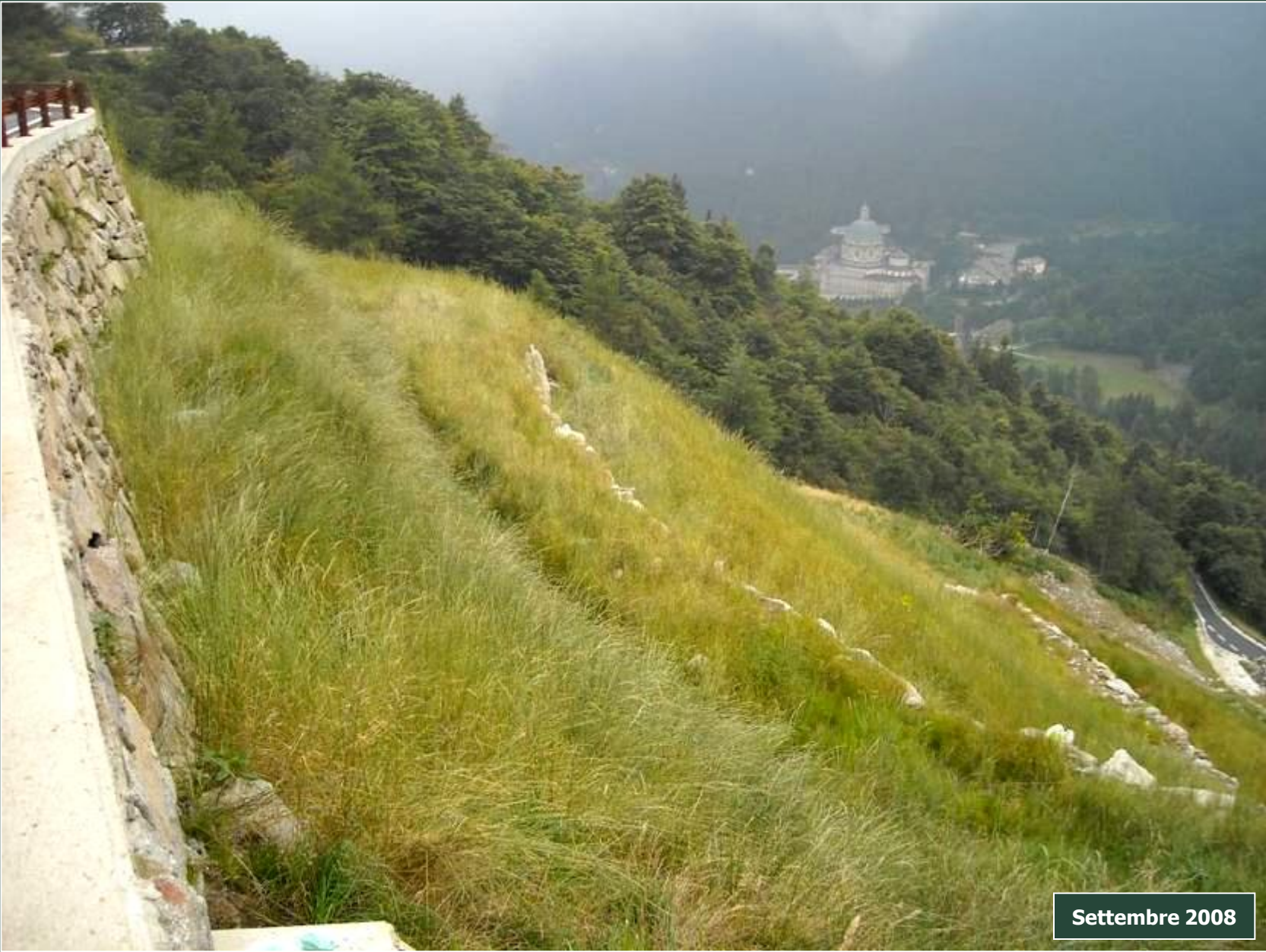
LA FRANA OROPA (BI)



Ottobre 2006

Prima dell'intervento

IMPIANTO DI PRATI ARMATI® SULLA FRANA DI OROPA (BI)



Settembre 2008

AUTOSTRADA CT-SR



PRIMA



DOPO

LOCALITA'	Autostrada A1 Milano – Napoli, zona Fabro (TR)
TIPOLOGIA CANTIERE	Scarpate autostradali
OBIETTIVI INTERVENTO	<ol style="list-style-type: none"> 1. Blocco dell'erosione; 2. Rinaturalizzazione.
ESTENSIONE	20.000 mq
LITOTIPO	Argille plioceniche sovraconsolidate di origine marina
DATA 1° INTERVENTO	Ottobre 2007
NOTE	Il cantiere è rimasto brullo da oltre 20 anni nonostante diversi tentativi falliti con tecniche classiche di I.N.



AUTOSTRADA A1 MILANO - NAPOLI



Ottobre 2007

Una delle scarpate in erosione: a dx l'Autostrada A1



Maggio 2008

Dopo 7 mesi il cantiere è un giardino. L'erosione e la calancazione sono sparite

AUTOSTRADA A1 MILANO - NAPOLI



Ottobre 2007

Sterilità e calancazione di una scarpata





28 novembre 2009

Le canalette nell'area trattata con i PRATI ARMATI® sono perfettamente pulite anche dopo gli eccezionali eventi piovosi di fine novembre 2009

I PRATI ARMATI® sono una tecnologia naturale che:

- 1. impiega sementi di piante erbacee perenni a radicazione profonda, prevalentemente autoctone, in grado di vegetare su ogni litotipo e in qualunque clima;**
- 2. blocca l'EROSIONE anche sui litotipi più sterili, quali:**
 - TERRE (argille, limi, sabbie, ghiaie e loro miscele)**
 - ROCCE (purchè alterate o fratturate) quali conglomerati debolmente cementati, marne calcareniti, flysch, piroclastiti, scisti, rocce acide o basiche**
 - terreni additivati con calce fino al 5% in peso**
 - suoli inquinati da idrocarburi e metalli pesanti in concentrazioni anche 10 volte superiori ai limiti massimi di legge.**
- 3. sostituisce in toto un intero pacchetto di lavorazioni-manufatti-materiali utilizzato negli interventi tradizionali di blocco dell'erosione: geocelle, georeti, biostuoie, mulch, matrici di fibre di legno legate, materiali plastici, terreno vegetale, con forti vantaggi tecnici, economici e ambientali;**
- 4. rinaturalizza i versanti, favorendo la biodiversità e accelerando la successione ecologica;**
- 5. sottrae fino al 400% in più di CO₂ rispetto alle piante tradizionali;**
- 6. non necessita di alcuna manutenzione (sfalci, irrigazioni, concimazioni, etc.).**

**GRAZIE
PER L'ATTENZIONE**