



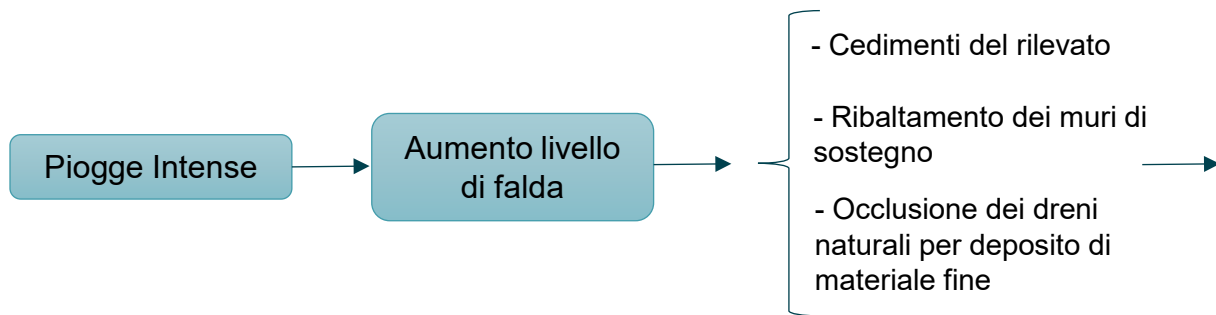
# Soluzioni Maccaferri per il drenaggio nelle infrastrutture

Ing. Carlotta De Nicolò

**MACCAFERRI**

# PROBLEMA: DESCRIZIONE & SOLUZIONE

L'Acqua: Uno dei principali fattori di rischio per l'integrità dell'infrastruttura



## DRENAGGIO IN TERRA

L'insieme di opere e dispositivi realizzati **nel terreno naturale o di riporto** per **intercettare, filtrare, raccogliere e allontanare** le acque meteoriche, di infiltrazione o di falda, così da **regolare il regime idrico del suolo, ridurre le pressioni interstiziali e migliorare stabilità, portanza e durabilità** delle opere.

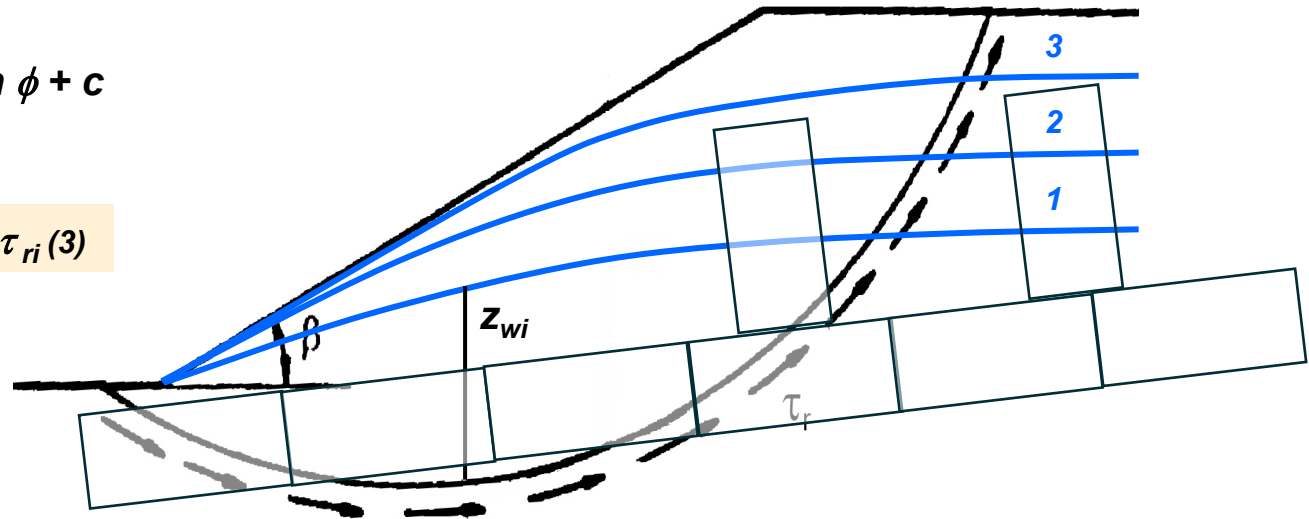


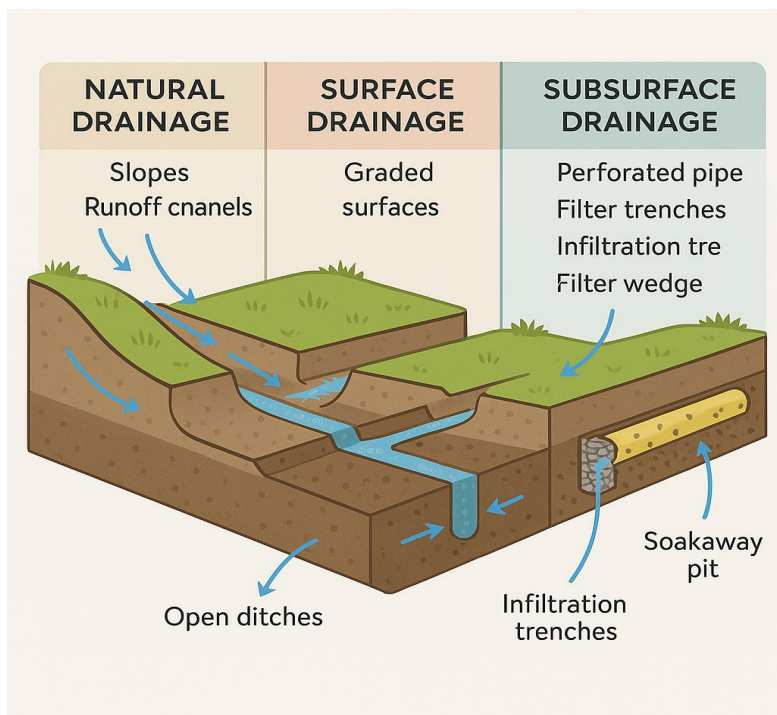
- RIDUZIONE DELLA **PRESSIONE INTERSTIZIALE**  $u$  ( $\Delta u$ )
- **AUMENTO DELLA RESISTENZA EFFETTIVA**  $\sigma' = (\sigma - \Delta u)$  (principio delle sollecitazioni effettive di Terzaghi, 1923)
- **AUMENTO DELLA RESISTENZA AL TAGLIO DISPONIBILE SULLA ZONA DI POTENZIALE CEDIMENTO**  $\tau = c' + (\sigma - \Delta u) \operatorname{tg} \phi'$  (criterio di cedimento di Coulomb, 1773 - Terzaghi)

$$\tau_{ri} = (\sigma_i - u_i) \tan \phi + c$$

$$u_i = \gamma_w z_{wi}$$

$$\tau_{ri}(1) > \tau_{ri}(2) > \tau_{ri}(3)$$





**Drenaggio naturale:** Sfrutta le pendenze naturali e i canali di deflusso

**Drenaggio superficiale:** Comprende fossati aperti e superfici livellate per gestire le acque superficiali

**Drenaggio sub-superficiale:** Prevede soluzioni ingegneristiche come:

- Tubi perforati
- Trincee filtranti
- Trincee d'infiltrazione
- Cunei filtranti
- Pozzi assorbenti
- Dreni sub-orizzontali
- Strati drenanti nelle pavimentazioni



- ✓ **Si trova al di sotto della superficie** → quindi non è drenaggio superficiale
- ✓ **Non è profondo come un pozzo drenante** → quindi è drenaggio sub-superficiale
- ✓ **È progettato per intercettare e deviare l'acqua** → tipica funzione del drenaggio

# GEOSINTETICI PER IL DRENAGGIO DELL'ACQUA

MACCAFERRI

Garantire l'efficacia del drenaggio con i prodotti Maccaferri

Maccaferri offre soluzioni su misura per assolvere funzioni di rinforzo e drenaggio

- M ParaDrain** offre un'ottima funzione di drenaggio oltre a quella di rinforzo
- M MacDrain** Garanzia di efficacia drenante a lungo termine grazie alla combinazione di più strati di geotessile, evitando l'occlusione del drenaggio dovuta al deposito fine.

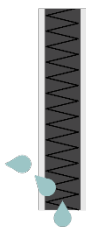


## Definizione e Funzioni

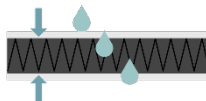
I geocompositi drenanti Maccaferri vengono chiamati **MacDrain**.

I geocompositi **MacDrain** sono costituiti da un nucleo drenante in materiale plastico che viene termosaldato a un geotessile su uno o entrambi i lati o a uno strato impermeabilizzante su un lato. Sono in grado di fornire una o più **funzioni principali**:

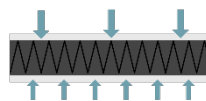
### Drenaggio



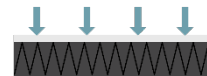
### Filtrazione



### Separazione



### Protezione



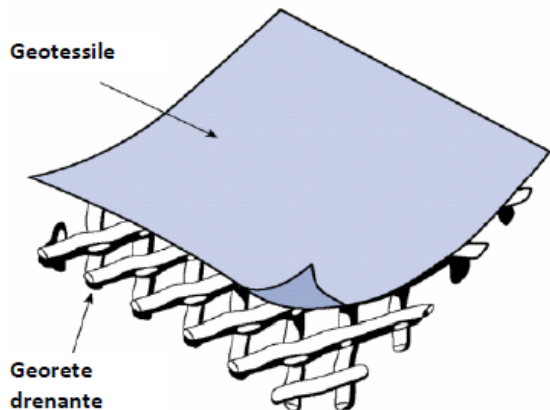
I geocompositi **MacDrain** possono svolgere una serie di funzioni aggiuntive in base ai requisiti del progetto e alle condizioni specifiche del sito.

I geocompositi **MacDrain** sono costituiti da un nucleo drenante in materiale plastico che viene termosaldato a un geotessile su uno o entrambi i lati o a uno strato impermeabilizzante su un lato.

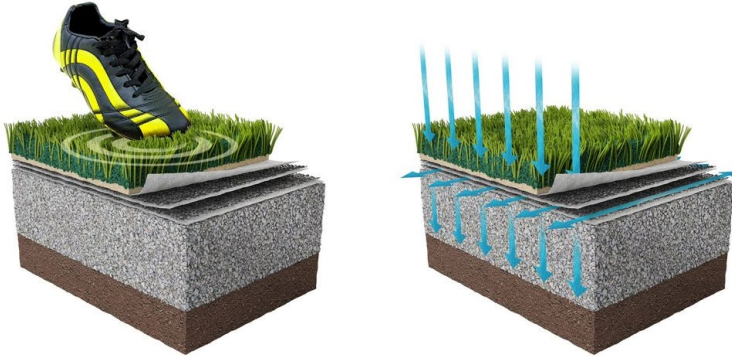
**Dreno a maglia  
romboidale  
(MacDrain N)**

**Dreno a forma  
biconica  
(MacDrain M)**

**Dreno con  
canali paralleli a  
forma "W"  
(MacDrain W)**



- Applicazioni in ambito idraulico;
- Applicazioni nei settori sportivi e industriali (campi da calcio...);
- Muri verticali e gallerie;
- Discariche e siti contaminati.

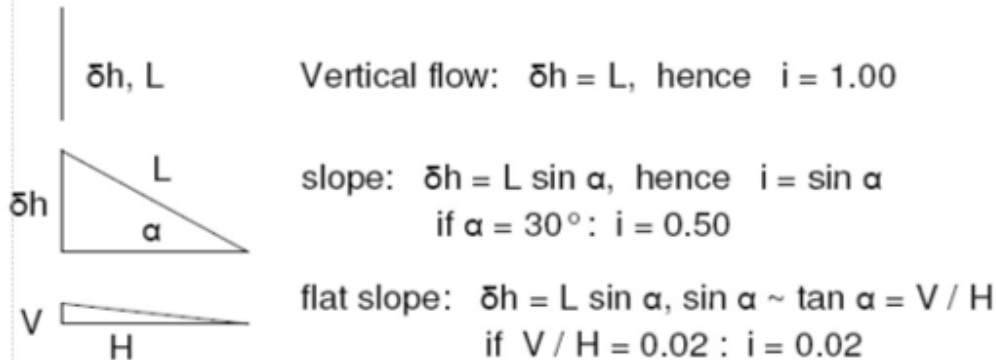




## Quale dreno scegliere ?

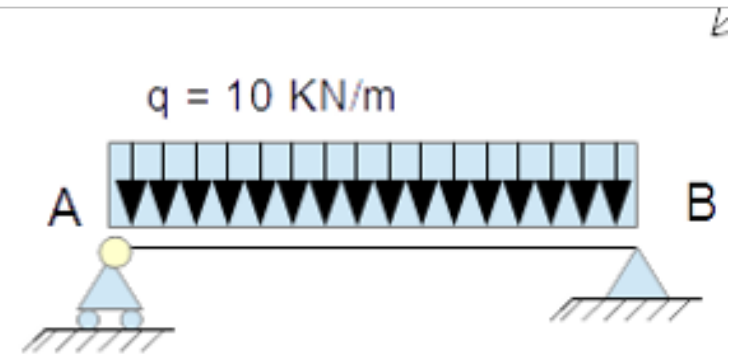
Quali sono i principali fattori, non intrinseci ad un dreno che influiscono sulle sue performance?

### Gradiente o inclinazione

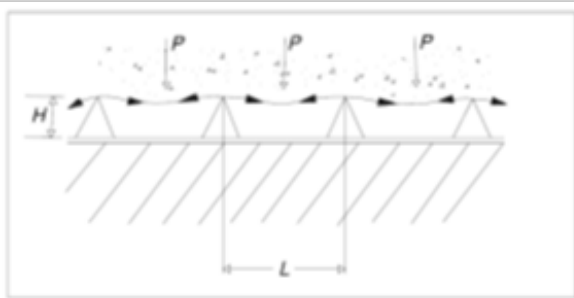


Types of fluid flow for defining the hydraulic gradient

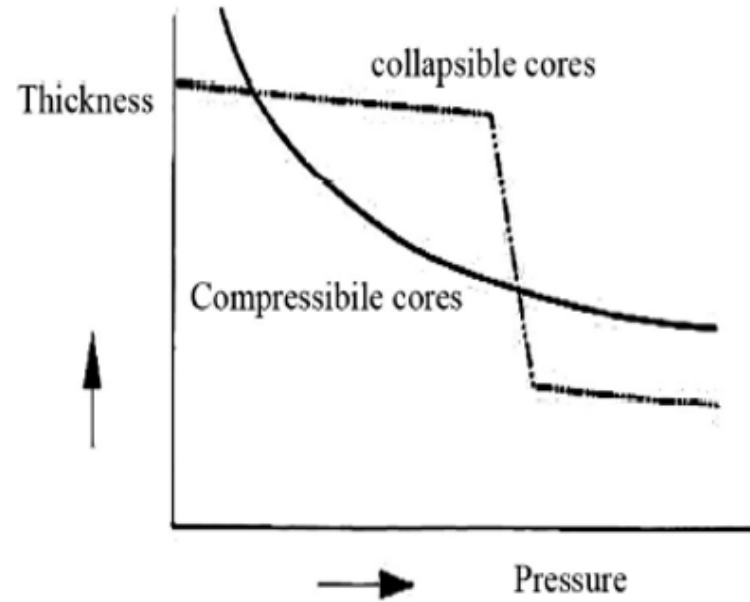
### Carico di confinamento



## Superfici di confinamento (rigide o morbide)



## Comportamento dell'anima drenante



Performance a lungo termine - il fattore (T)

$Q_a$  = portata ammissibile del dreno = ?

- Capacità drenante - EN ISO 12958:2010



$$Q_a = \frac{Q_L}{FS} = \frac{Q_L * Flr}{RF_{in} \cdot RF_{cr} \cdot RF_{cc} \cdot RF_{bc}}$$

- ✓ **RF<sub>in</sub>** = Fattore di riduzione dovuta all'introflessione del geotessile nell'anima drenante a causa del carico applicato
- ✓ **RF<sub>cr</sub>** = Fattore di riduzione dovuto al creep (deformazione a carico costante);
- ✓ **RF<sub>cc</sub>** = Fattore di riduzione dovuto all'occlusione dell'anima drenante da fattori chimici
- ✓ **RF<sub>bc</sub>** = Fattore di riduzione dovuto all'occlusione dell'anima drenante da fattori biologici
- ✓ **FI<sub>r</sub>** = Fattori di riduzione empirici legati alle diverse configurazioni di test dei materiali (test R/R – R/S – S/S)

## MACDRAIN W

## SOLUZIONE TRADIZIONALE

### POTENZIALE DI RISCALDAMENTO GLOBALE

**2.33 kg/CO<sub>2</sub>**

**2.67 kg/CO<sub>2</sub>**

### TRASPORTO



1 camion di MacDrain W equivale a circa 150 camion di sabbia/ghiaia.

### ESTRAZIONE

**0.5 m<sup>3</sup>**

di aggregati risparmiati  
per metro lineare



NOTE: 1) il PRG della ghiaia è tratto da epditaly.it; 2) stima basata sull'ipotesi che un camion (capacità 30 t) possa trasportare 5.500 m<sup>2</sup> di MacDrain mentre può trasportare 18-20 m<sup>3</sup> di inerti 3) lo spessore dello strato di inerti è di 50 cm

Eco-compatibile

## MACDRAIN W

## SOLUZIONE TRADIZIONALE

POTENZIALE DI RISCALDAMENTO GLOBALE

2.33 kg/CO<sub>2</sub>

2.67 kg/CO<sub>2</sub>

TRASPORTO



1 camion di MacDrain W equivale a circa 150 camion di sabbia/ghiaia.

ESTRAZIONE

0.5 m<sup>3</sup>

di aggregati risparmiati  
per metro lineare



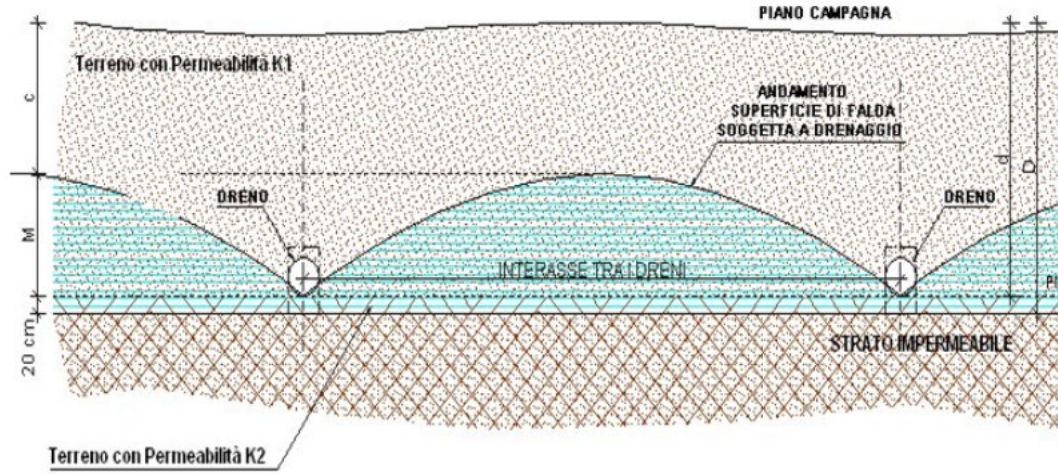
NOTE: 1) il PRG della ghiaia è tratto da epditaly.it; 2) stima basata sull'ipotesi che un camion (capacità 30 t) possa trasportare 5.500 m<sup>2</sup> di MacDrain mentre può trasportare 18-20 m<sup>3</sup> di inerti 3) lo spessore dello strato di inerti è di 50 cm

Su quale principio fisico si basano le trincee drenanti a gravità?

## DIFFERENZA DI PRESSIONE

Un flusso di filtrazione viene attivato all'interno del terreno (con permeabilità  $k_1$ ) verso il drenaggio (dove  $k^D \gg k_1$ ).

Di conseguenza, la pressione interstiziale dell'acqua si riduce dal valore iniziale  $u_0$  a un nuovo valore  $u$ .

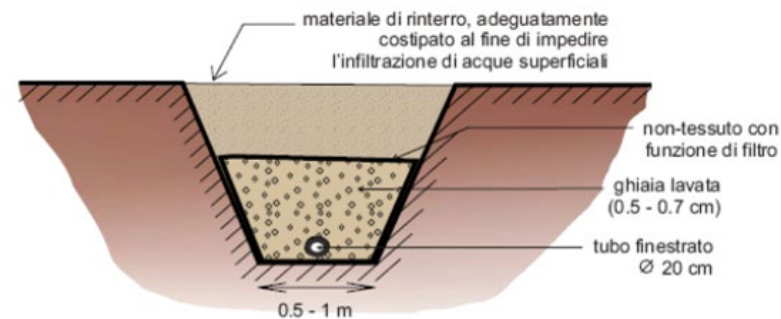


Drenaggio sotterraneo mediante trincee drenanti



## Criteri chiave:

- Chiara separazione dei flussi idrici
- Superficie di captazione aumentata (trincee drenanti di maggiori dimensioni)
- Maggiore capacità idraulica del sistema (ad es., tubi fessurati/perforati)
- Miglioramento tecnico e funzionale (uso di tessuti separatori e filtranti)



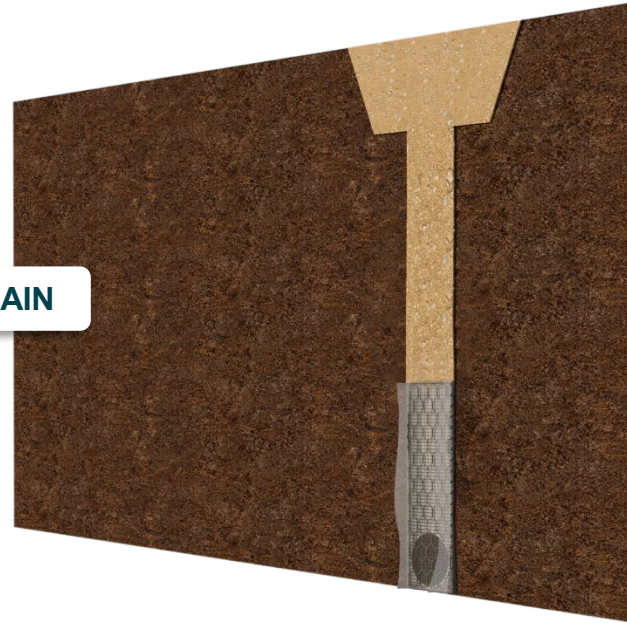




TRINCEA  
DRENANTE  
TRADIZIONALE

VS

GABIODRAIN





GABIODRAIN

GABIODRAIN FLOW

GABIODRAIN STRONG

GABIODRAIN CATCH

## TIPOLOGIE DI RIEMPIMENTO



**GABIODRAIN**

TRUCIOLI DI  
EPS



**GABIODRAIN  
STRONG**

TUBI HDPE



**FLOW  
OPTION**

TUBO  
MICROFORATO





## TRASMISSIVITÀ IDRAULICA

Misurata secondo la norma EN ISO 12958-2, rappresenta la portata volumetrica dell'acqua per unità di larghezza in condizioni specifiche di tensione di compressione e gradiente idraulico.

FINO A

**74.5** l/(m/s)

Il valore si riferisce alla versione GabioDrain Strong nelle condizioni  $\sigma = 20$  kPa e  $i = 0,4$

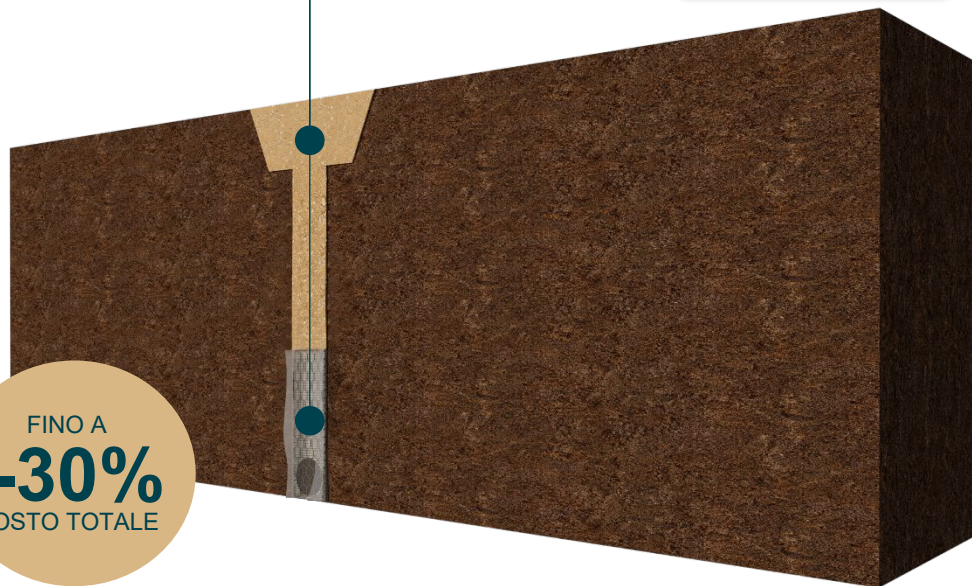




FINO A  
**-80%**  
SEZIONE DRENANTE

FINO A  
**-85%**  
SEZIONE DI SCAVO

GABIODRAIN



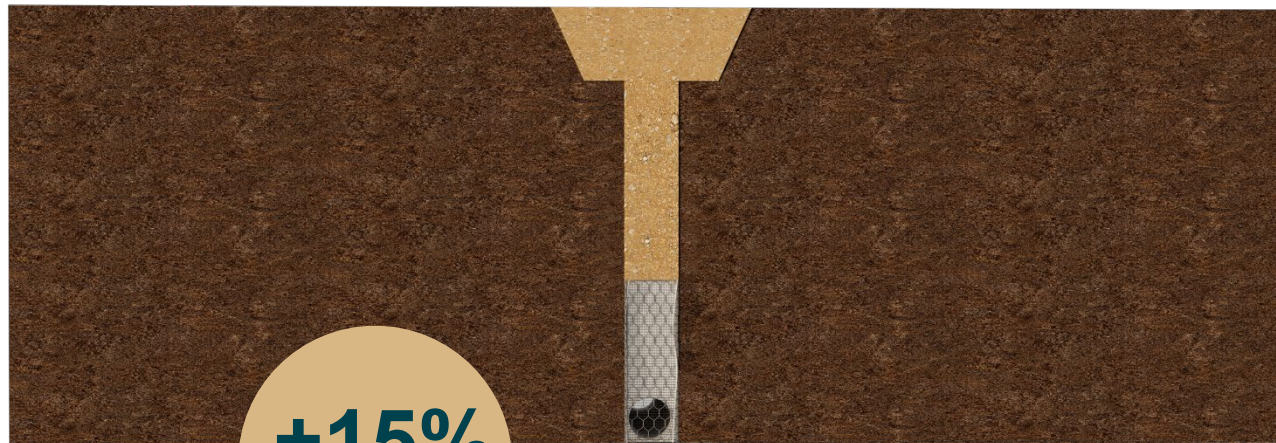
FINO A  
**-30%**  
COSTO TOTALE

TRINCEE  
TRADIZIONALI

VS

## CONFRONTO SPERIMENTALE

Tra il 2009 e il 2014, uno studio condotto in Italia con l'Università e le autorità regionali ha dimostrato che GabioDrain, nonostante utilizzi meno materiale drenante ( $0,30 \text{ m}^2$  contro  $0,95 \text{ m}^2$  di sezione trasversale), offre prestazioni idrauliche paragonabili o superiori rispetto alle tradizionali trincee.



**+15%**  
VOLUMI DRENATI

## STUDIO SPERIMENTALE

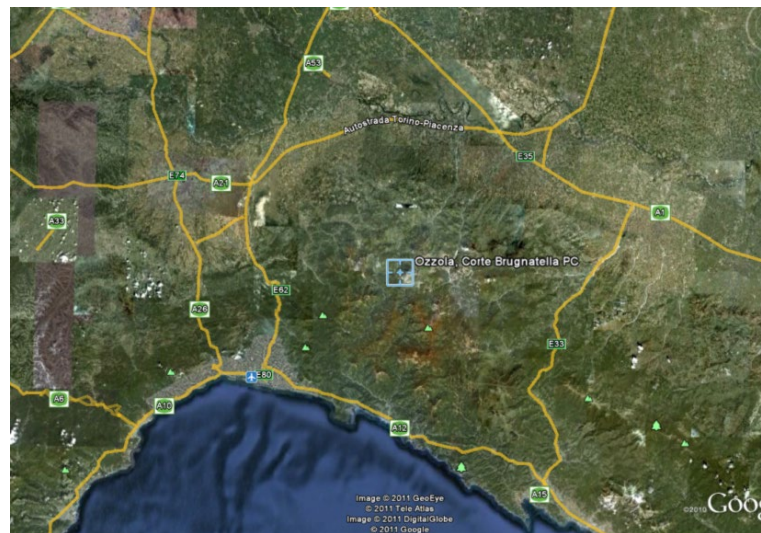
### STUDIO SPERIMENTALE PER IL MONITORAGGIO SUL CAMPO E L'ANALISI COMPARATIVA DELL'EFFICACIA DEI CANALI DI DRENAGGIO NELLA STABILIZZAZIONE DEI PENDII

Bologna University

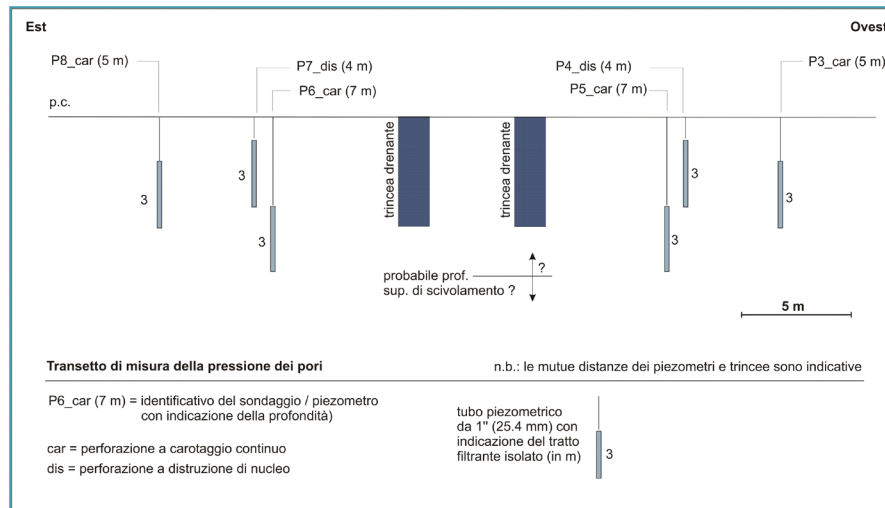
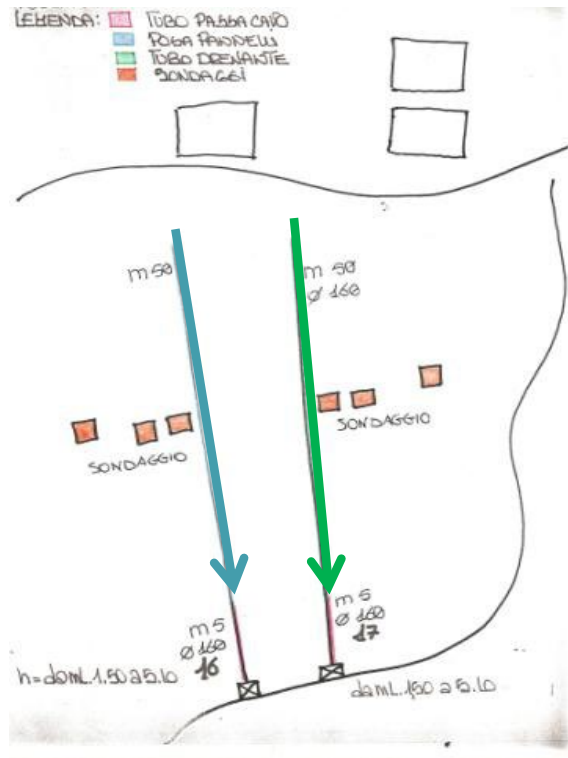
DIPARTIMENTO di SCIENZE della TERRA e GEOLOGICO-AMBIENTALI



## Relazione sintetica sulle attività di indagine e monitoraggio 2009/2014 Sito sperimentale a Ozzola – Comune di Corte Brugnatella (PC)



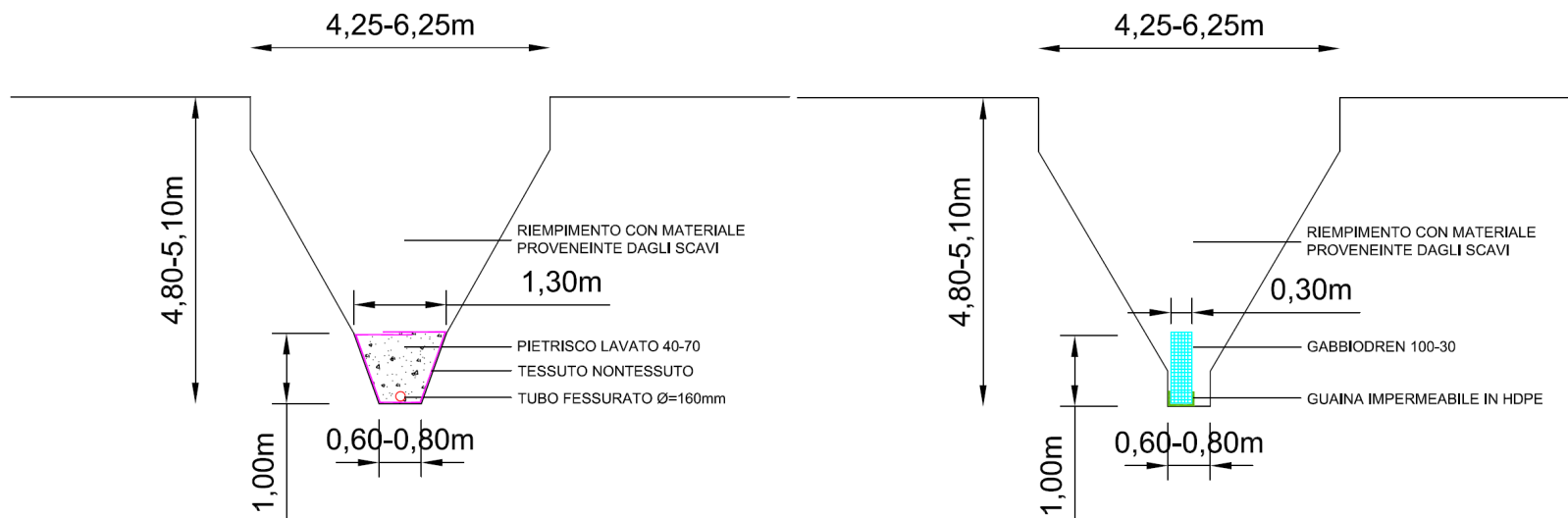
### Sito sperimentale sul campo a Ozzola – Corte Brugnatella (PC)





# TRINCEE DI DRENAGGIO TRADIZIONALI VS GABIODRAIN

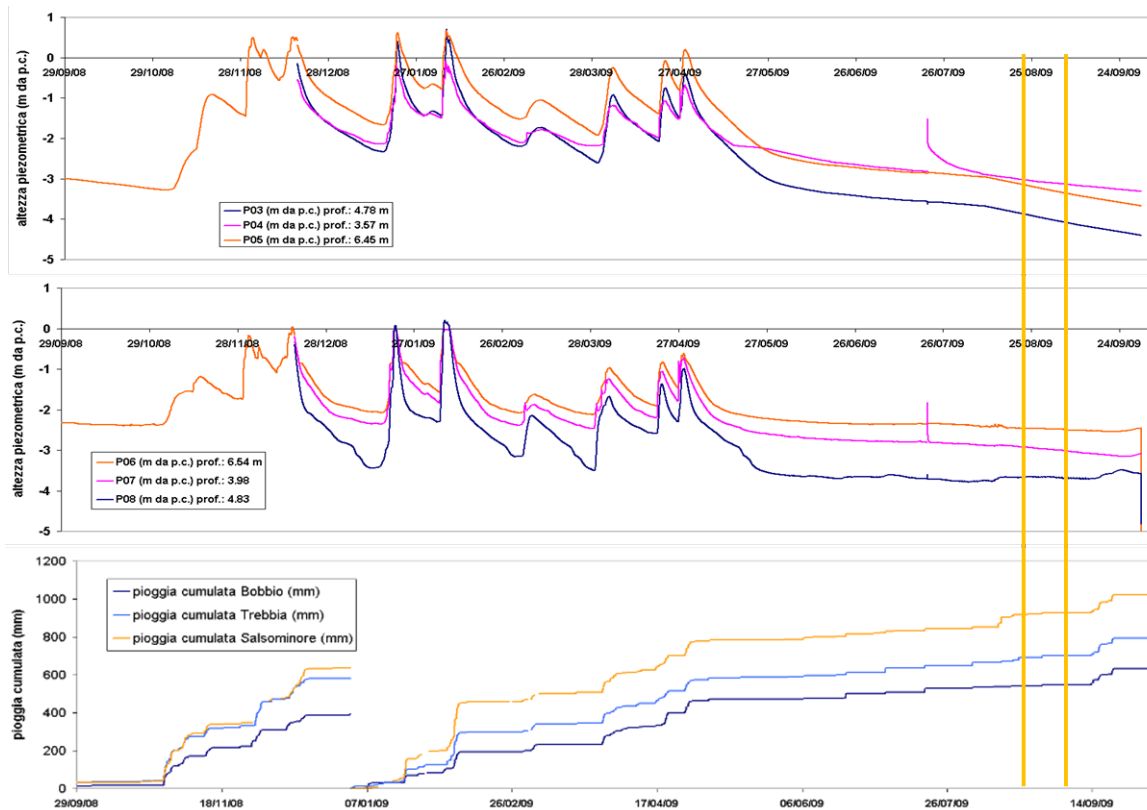
## STUDIO SPERIMENTALE



# TRINCEE DI DRENAGGIO TRADIZIONALI VS GABIODRAIN

## STUDIO SPERIMENTALE

### Realizzazione delle due installazioni di trincee di drenaggio



# TRINCEE DI DRENAGGIO TRADIZIONALI VS GABIODRAIN

MACCAFERRI

STUDIO SPERIMENTALE



**INSTALLAZIONE DI UN CANALE DI SCARICO TRADIZIONALE – INIZIO SETTEMBRE 2009**

Sezione drenante: 0.95 m<sup>2</sup>

Larghezza base della sezione di drenaggio: 0,60 m – Larghezza superiore: 1,30 m

Altezza della sezione di drenaggio: 1,00 m – Tubo forato Ø = 160 mm – Ghiaia 40/70

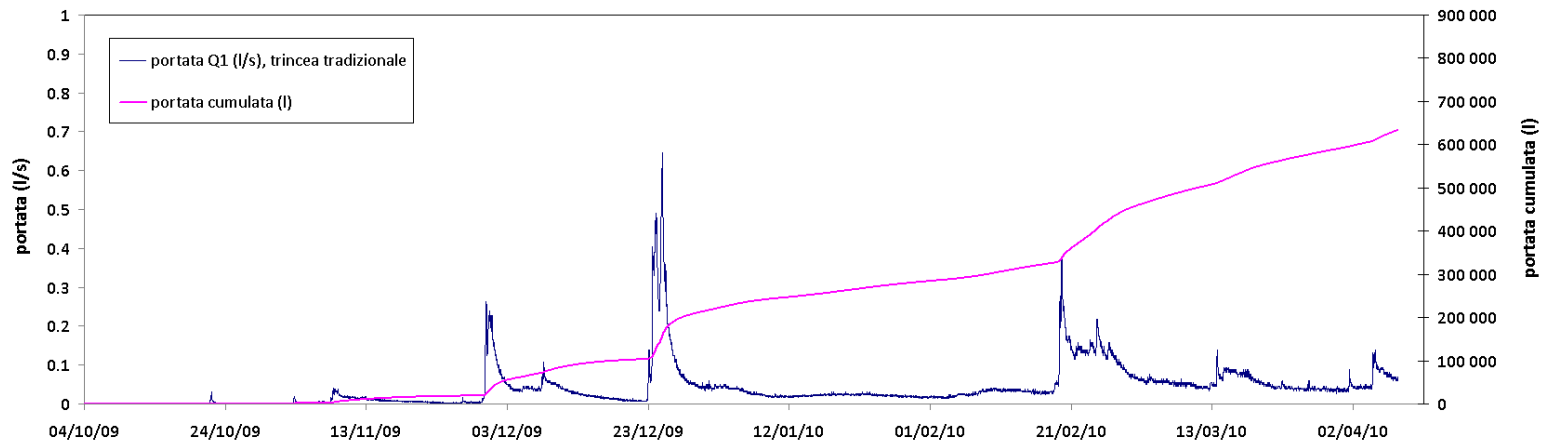
# TRINCEE DI DRENAGGIO TRADIZIONALI VS GABIODRAIN

STUDIO SPERIMENTALE



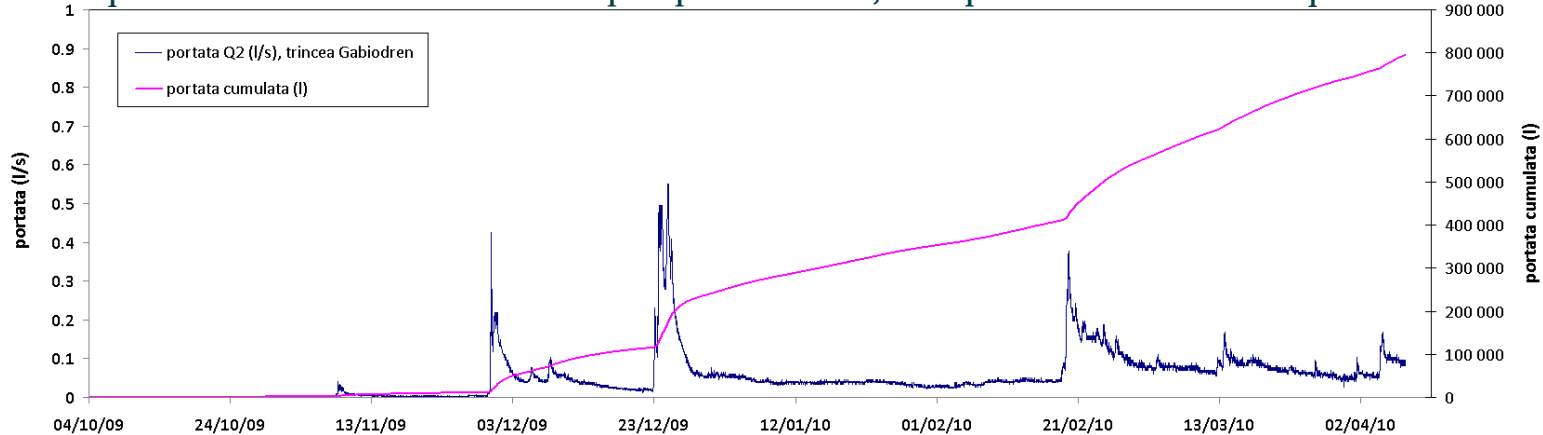
INSTALLAZIONE DEL SISTEMA GABIODRAIN TRENCH – FINE AGOSTO 2009 Panel 100x30 m with a

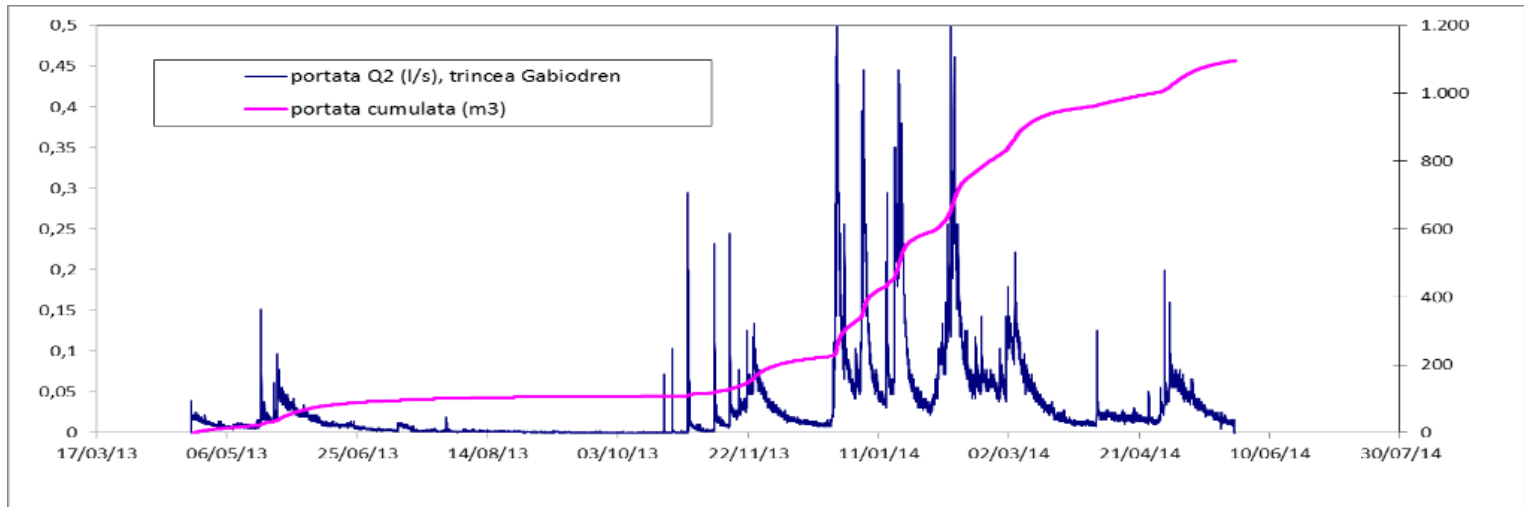
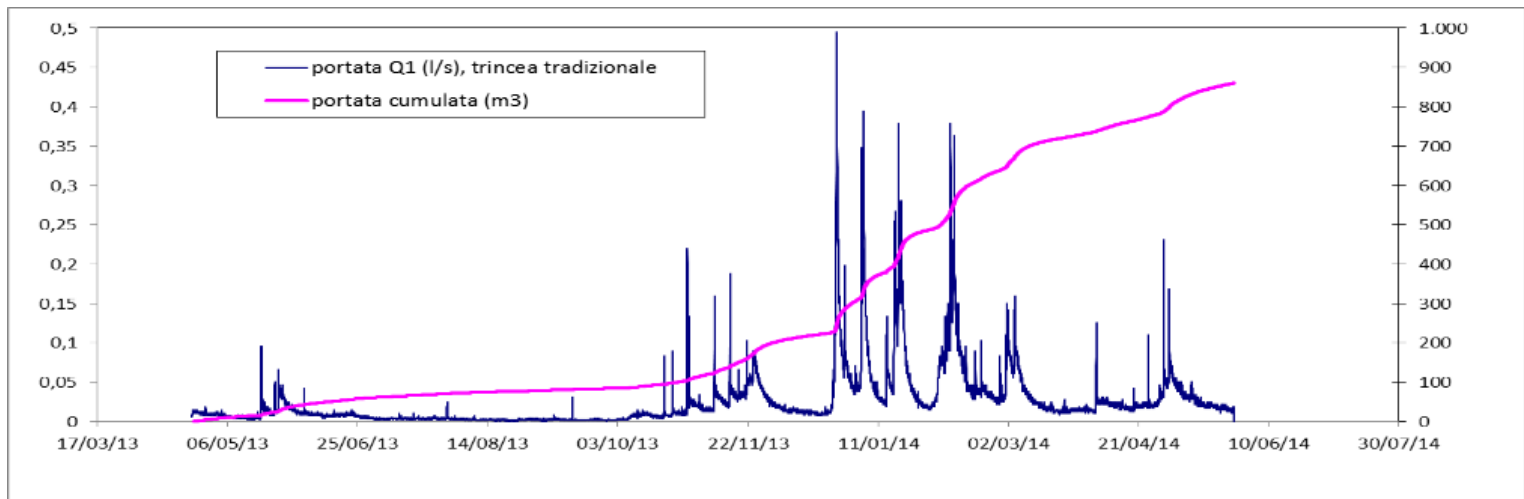
Sezione drenante: 0.30 m<sup>2</sup>



**Precipitazioni totali durante il periodo: 1210 mm      Bacino idrografico contributivo: ~5000 m<sup>2</sup>Volume totale delle precipitazioni sul bacino idrografico: ~6000 m<sup>3</sup>      Coefficiente di infiltrazione: 0,4**

**Acqua drenata dalle trincee: ~25% delle precipitazioni totali, corrispondente a ~60% dell'acqua infiltrata**

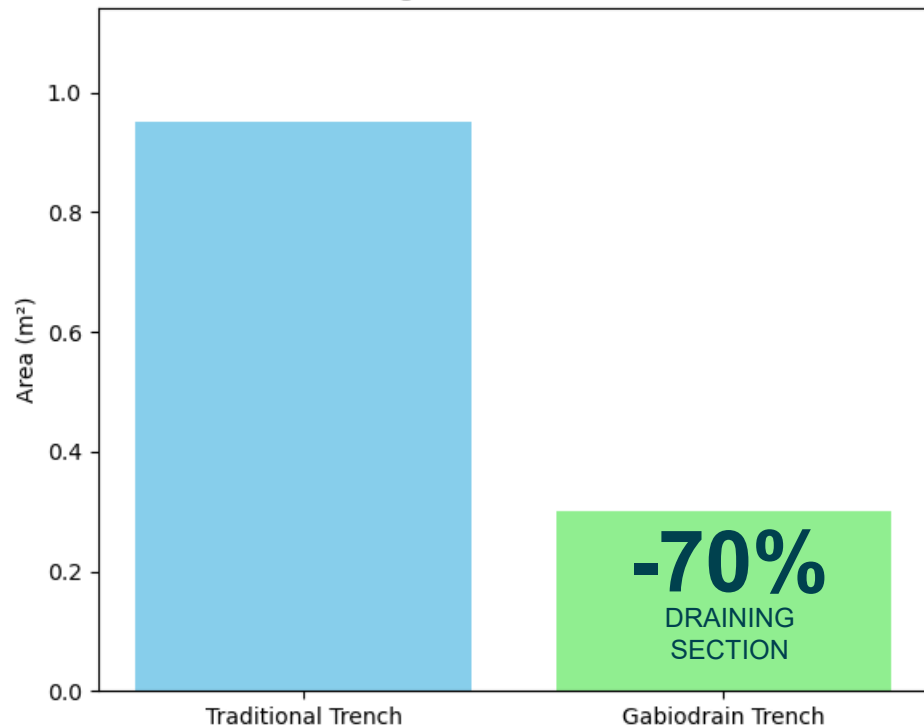




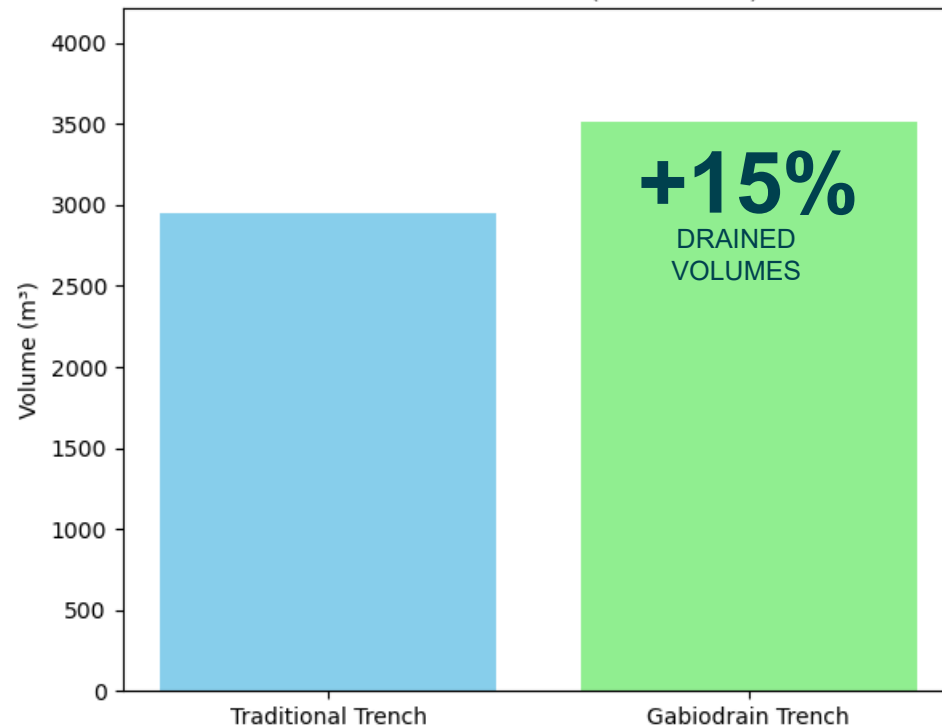
# TRINCEE DI DRENAGGIO TRADIZIONALI VS GABIODRAIN

## STUDIO SPERIMENTALE

Drainage Cross-Sectional Area



Total Water Drained (2009-2014)



# Trincee drenanti con pannelli drenanti

MACCAFERRI

## DRENAGGI IN FRANA

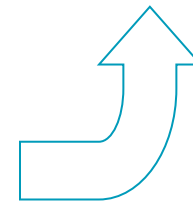
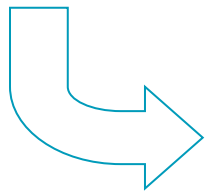
*Il sistema nasce come alternativa all'utilizzo di trincee drenanti tradizionali nel consolidamento dei versanti attivamente o potenzialmente in movimento e nella stabilizzazione di corpi franosi.*





# Trincee drenanti con pannelli drenanti

*DRENAGGI NEI CONSOLIDAMENTI DI CORPI STRADALI*



## DRENAGGI IN AREE GEOLOGICAMENTE FRAGILI – PREVENZIONE DEL DISSESTO



# Trincee drenanti con pannelli drenanti

MACCAFERRI

## DRENAGGI IN EDILIZIA

*Largamente impiegato per la risoluzione di problemi legati ad oscillazioni della falda e infiltrazioni di acqua dai muri e dai solai. L'utilizzo in contesto residenziale assicura lo stoccaggio rapido e ordinato dei materiali, la massima pulizia nella zona dei lavori, massima velocità realizzativa, minimo uso di mezzi con riduzione di ingombri, rumori e disagi*





# Trincee drenanti con pannelli drenanti

DRENAGGI NEI PARCHI FOTOVOLTAICI O NEI FONDI AGRICOLI – Aumento della superficie utile

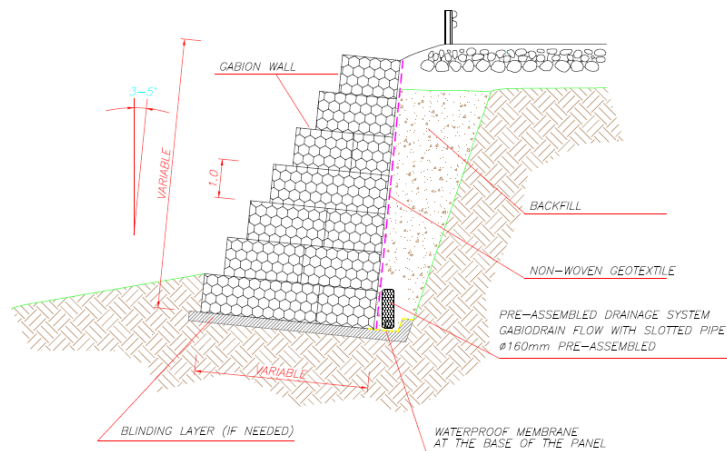


en°  
.5 m dal p.c. L= 580 metri lineari

1 "Gabbiodren" tipo T sezione drenante  
to Ø160mm preassemblato internamente alla  
ari



GABIODRAIN TYPICAL APPLICATION  
DRAINAGE AT THE BACK OF GABION RETAINING WALLS



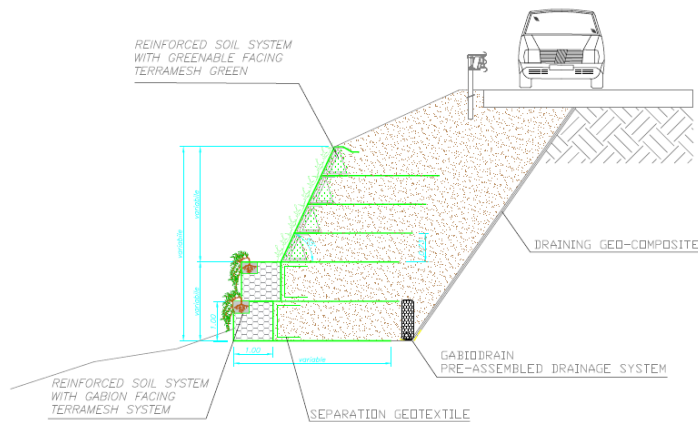
GABIODRAIN SPECS

MESH TYPE	WIRE DIAM. AND COATING
6 x 6	Ø 2.7mm/0.7mm Zn-Aluminum Coated

DIMENSIONS ARE PER EN 10223-3:2013

Office Maccaferri S.p.A. provides this document and other data for Buyer's information only. Office Maccaferri S.p.A. sells only Products and not any architectural, design, engineering, procurement requirement review, construction, or other services that Buyer may require. Buyer is solely responsible for determining a Product's fitness for Buyer's use. See General Conditions of Sales Contract for Office Maccaferri S.p.A. Products.		Drawing Title: <b>GABIODRAIN Sheet 03</b>		Designed: S.R. Date: 03/07/2025	Project: <b>TYPICAL DRAWING</b>
		Project No.:	Client:	Drawn: G.B. Date: 03/07/2025	
Drawing No.:	Units:	Scale:	Rev: 0	Checked: M.V. Date: 03/07/2025	<b>MACCAFERRI</b> Office Maccaferri S.p.A. Via J.F. Kennedy 10, 40090 Zola Predosa (BO) - Italy T: (+39) 051 643 6000 www.maccaferri.com
Rev:	Issue / Revision:	Drawn:	App:	Date:	

GABIODRAIN TYPICAL APPLICATION  
AS DRAINAGE AT THE BACK OF REINFORCED SOIL

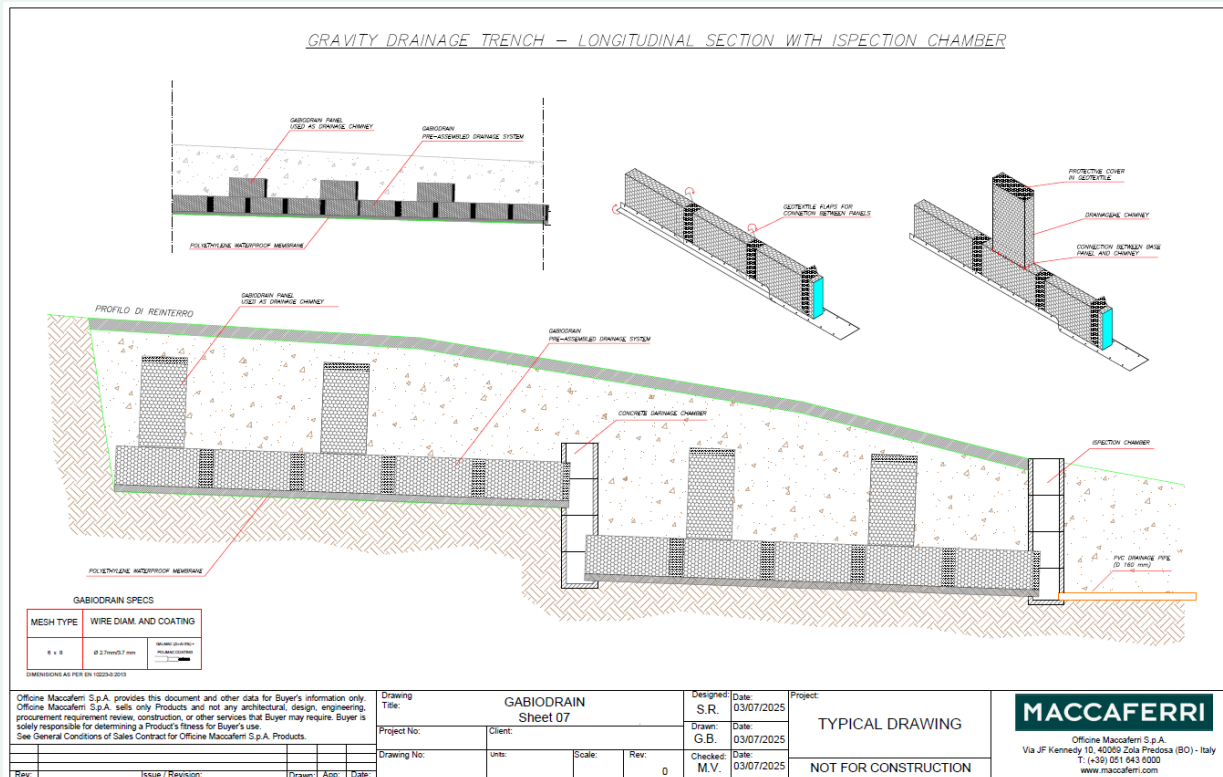


GABIODRAIN SPECS

MESH TYPE	WIRE DIAM. AND COATING
6 x 6	Ø 2.7mm/2.7 mm

DIMENSIONI AD FOLIO EN 10253:2013

Officine Maccaferri S.p.A. provides this document and other data for Buyer's information only. Officine Maccaferri S.p.A. sells only Products and not any architectural, design, engineering, procurement requirement review, construction, or other services that Buyer may require. Buyer is solely responsible for determining a Product's fitness for Buyer's use. See General Conditions of Sales Contract for Officine Maccaferri S.p.A. Products.		Drawing Title: <b>GABIODRAIN Sheet 04</b>		Designer S.R.: <b>03/07/2025</b>		Project: <b>TYPICAL DRAWING</b>	
Project No.:		Client:		Drawn: <b>03/07/2025</b>		Checked: <b>03/07/2025</b>	
Drawing No.:		Units:		Scale:		Rev: <b>0</b>	
Rev:		Issue / Revision:		Drawn:		App:	
						<b>MACCAFERRI</b> Officine Maccaferri S.p.A. Via J.F. Kennedy 10, 40099 Zola Predosa (BO) - Italy T. (+39) 051 943 5000 www.maccaferri.com	





## Software suite



ECoMac Design

The ECoMac Design is a suite of software tools used for designing Erosion Control applications. It has been developed to assist use ...

[START THE DESIGN](#)



GabioDrain Design

GabioDrain Design is software for geotechnical engineering. This software is intended to support the design and dimensioning of soil d...

[START THE DESIGN](#)



Mac S-Design

Mac S-Design software is used to determine suitable facing systems for pinned drapery solutions. It has been developed to help the user to ...

[START THE DESIGN](#)



MacBars Design

MacBars Design is a software used to design basal reinforcement solutions for embankments over soft and very soft foundation soils, piled embankment ...

[START THE DESIGN](#)



MacQuay Design

MacQuay Design is a software for port engineering. This software focuses on the design of protection systems against scour caused by ships& ...

[START THE DESIGN](#)



MacRA Design

MacRA Design is a suite of design software for hydraulic engineering. As stated by the name, Maccaferri River Analysis focuses on the design ...

[START THE DESIGN](#)



MacRO Design

MacRO Design is a suite of design software for designing rockfall netting solutions such as simple and secured drapery systems on rocky sl ...

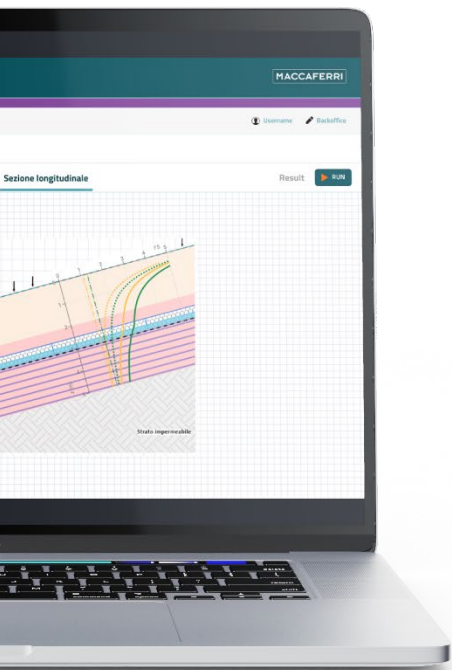
[START THE DESIGN](#)



MacTube Design

MacTubes are tubular geotextile containers made from high strength woven geotextile; MacTubes are filled in position with a sand/water slurry to cre ...

[START THE DESIGN](#)



## GabioDrain Design

PREASSEMBLED DRAINAGE TRENCHES

Dati specifici del sito:  
caratteristiche del suolo,  
precipitazioni, morfologia e  
condizioni sismiche.

Un database completo di  
pannelli  
GabioDrain testati  
e certificati in  
scala reale

Online e di  
libero uso

Report  
dettagliati dei  
calcoli e  
spunti pratici

# 3.1 RISULTATI – OUTPUT PRINCIPALI

**GABIO Drain Design**  
PREASSEMBLED DRAINAGE TRENCHES

Back to Dashboard

MACCAFERRI

New Open Save Export Language Help

User Name

1 Project information 2 Slope and loads 3 Drainage Trenches Design

Drain design

Drain Input

Discharge Input

Preliminary calculation 3D view Cross Section Longitudinal Section

Results RUN

Spacing between drains not respected

Output Bill of Quantities

Time for system stabilization with chimneys 24 hours (1 days)

**Soil pressures on drainage panels**

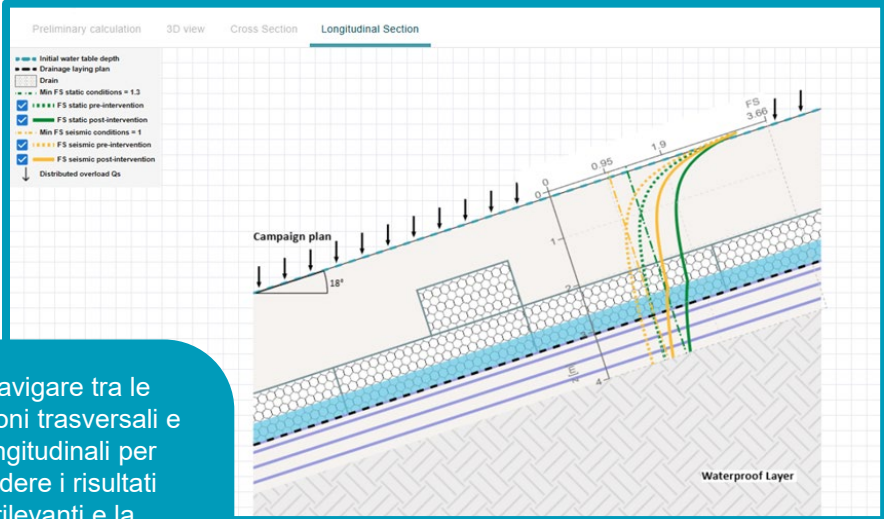
Coefficient of earth pressure at rest	0.56
Coefficient of active earth pressure	0.39
Vertical pressure [kN/m <sup>2</sup> ]	62
<b>Drain compression check - long term</b>	
Horizontal pressure - Drained conditions [kN/m <sup>2</sup> ]	24.21
Primary drain	✓
Secondary drain	✓
Depth of zero horizontal stress - Drained conditions [m]	0.84
<b>Drain compression check - short term</b>	
Horizontal pressure - Undrained conditions [kN/m <sup>2</sup> ]	24
Primary drain	✓
Secondary drain	✓
Depth of zero horizontal stress - Undrained conditions [m]	3.2

Nella scheda dei risultati sono riportati:

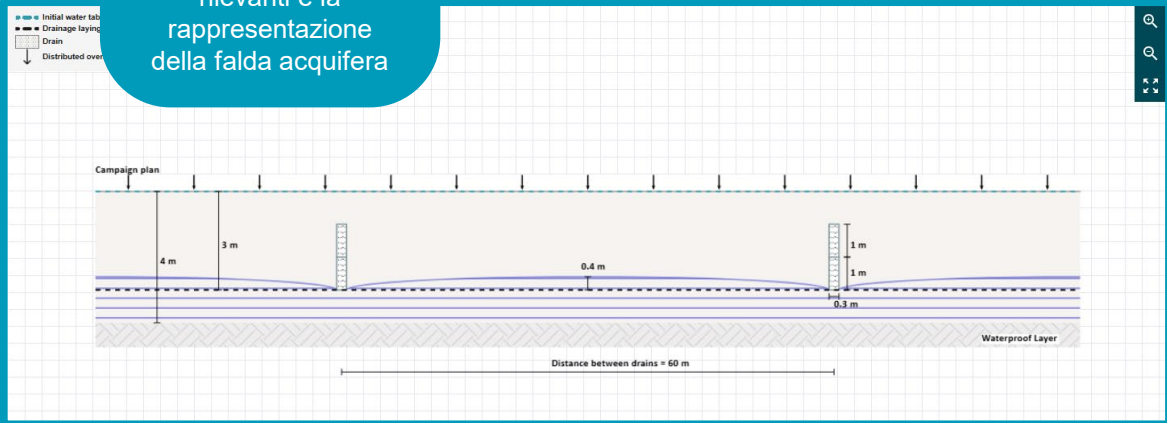
- Analisi di stabilità dei pendii pre e post intervento
- Verifiche della capacità di drenaggio
- Verifiche della distanza tra i drenaggi
- Valutazione del regime transitorio rilevante
- Spinte del terreno e verifiche pertinenti



Navigare tra le sezioni trasversali e longitudinali per vedere i risultati rilevanti e la rappresentazione della falda acquifera



In questa vista 3D è rappresentata una schematizzazione del sistema di drenaggio finale, con le dimensioni delle pendenze e la distanza tra i drenaggi.



# Grazie!

Ing Carlotta De Nicolò  
[c.denicolo@maccaferri.com](mailto:c.denicolo@maccaferri.com)  
+39 3316095603