



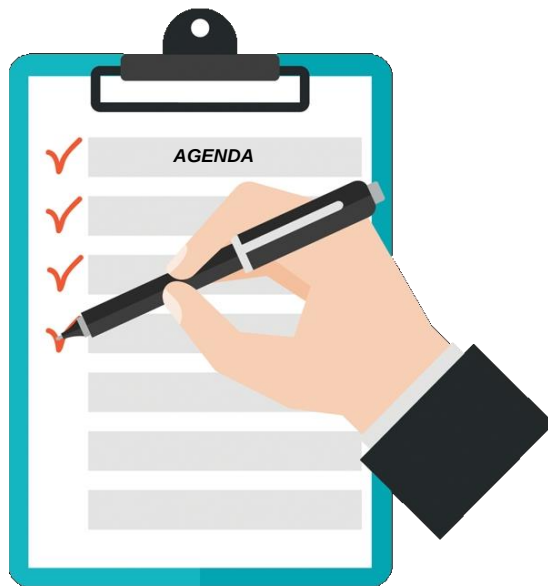
USO DI GEOSINTETICI AD ELEVATE PRESTAZIONI IN PROGETTI FERROVIARI

Data

30 Settembre 2021

MACCAFERRI

Agenda del Webinar



10' *Introduzione*

30' *Sfide ingegneristiche, soluzioni e casi di studio*

5' *Conclusioni*

Sessione di Domande & Risposte

Presentatore: Pietro Pezzano

Technical Expertise Center of Excellence for the GSY & MacRes Business Unit

Fondata nel 1879, Officine Maccaferri è basata su valori di innovazione, integrità e rispetto per l'ambiente.

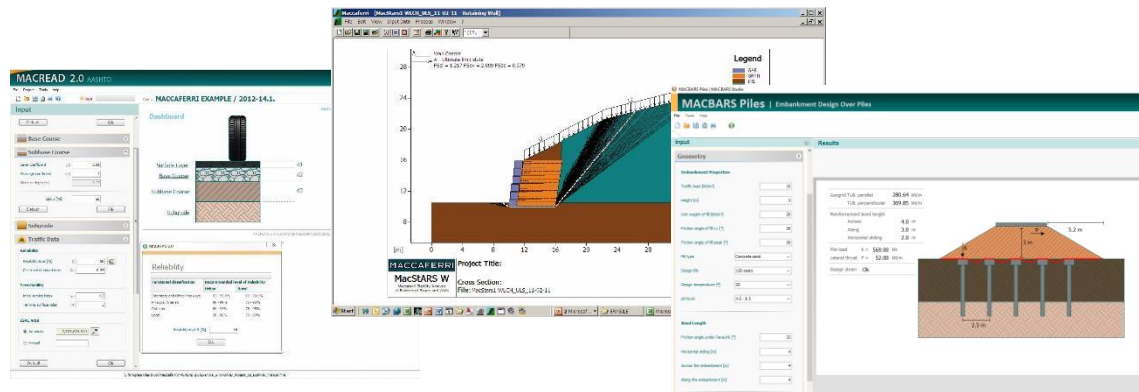
Siamo leader internazionali per lo sviluppo di soluzioni avanzate nel settore dell'ingegneria civile ed ambientale.

Ingegnerizziamo e forniamo soluzioni che vanno dalle terre rinforzate alle opere idrauliche, dalle opere paramassi alla stabilizzazione dei terreni e molto altro



Da **ingegneri** ma anche **produttori** delle nostre soluzioni, riusciamo a combinare materiali e soluzioni per creare sistemi su misura per ogni opera.

- M** **140 anni** di esperienza
- M** Presenza **globale**, mentalità vicina al **territorio**
- M** Centro di **Ricerca & Sviluppo** interno
- M** Il più ampio portfolio di prodotti e soluzioni a livello globale
- M** **Software** sviluppati con università ed esperti internazionali





Attività in **100+** Paesi



Ricavi ~ **500 M€**



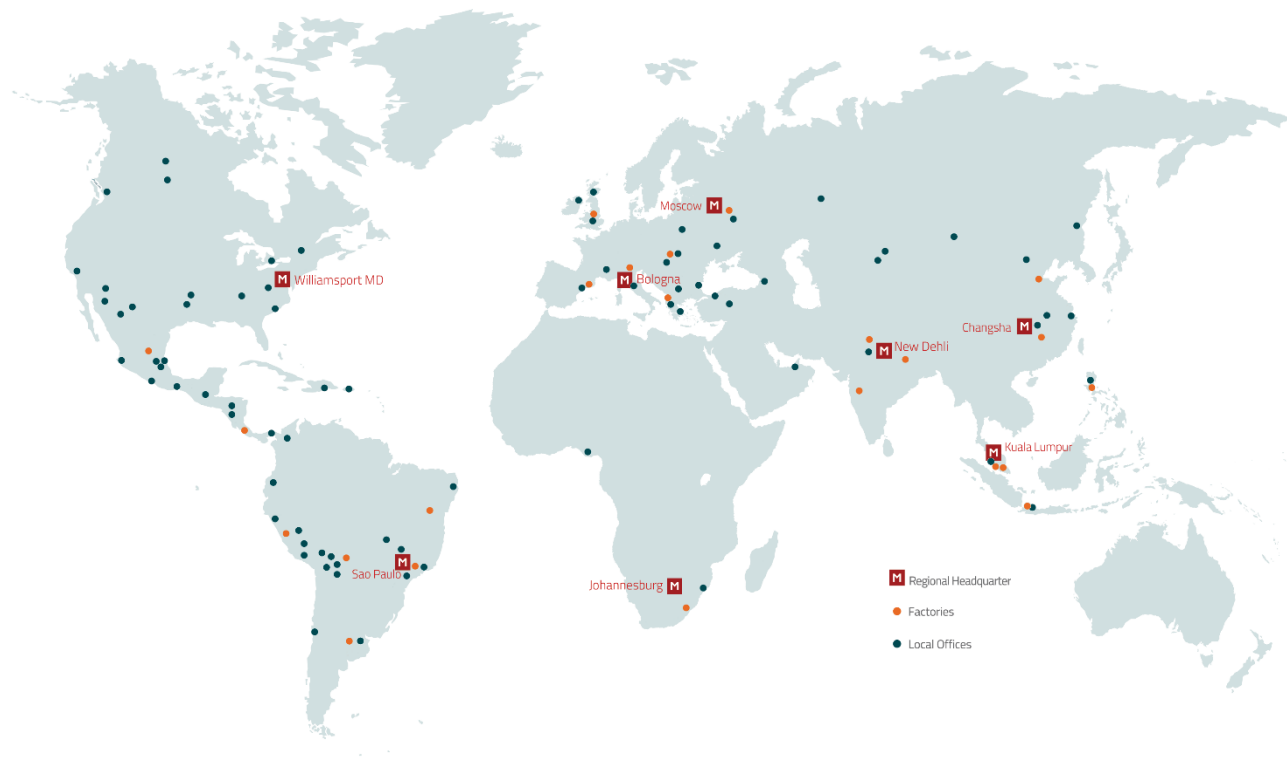
2,500+ dipendenti



25+ stabilimenti



60+ consociate



Maccaferri dispone di un centro di eccellenza interamente dedicato alla **ricerca e sviluppo** delle proprie soluzioni. Il **Maccaferri Innovation Center (M.I.C.)** lavora costantemente per innovare il portfolio di soluzioni che offriamo sul mercato.

INNOVATION CENTER

MACCAFERRI



MIC in NoiPark Centro di ricerca



Test di controllo qualità



Prove in campo

Maccaferri offre molteplici soluzioni per il settore ferroviario dando risposta alle sfide ingegneristiche che si affrontano nel corso dello sviluppo di una infrastruttura ferroviaria. Maccaferri mette il proprio know-how industriale e tecnico al servizio dei propri clienti. Questo permette alla Maccaferri di offrire soluzioni e supporto tecnico durante tutte le fasi di progetto.



Rinforzo di base



Muri a gravità &
Terre rinforzate



Drenaggio



Controllo
dell'erosione



Protezioni paramassi &
Barriere anti-neve



Lavori idraulici



Barriere di sicurezza
e anti-rumore



Gallerie



Stabilizzazione
del suolo &
Pavimentazioni



Recinzioni &
Fili metallici

Focus sui Geosynthetics



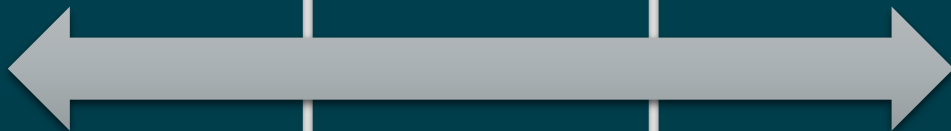
**Ingegneria
Idraulica**



**Ingegneria
Geotecnica**



**Controllo
dell'Erosione**



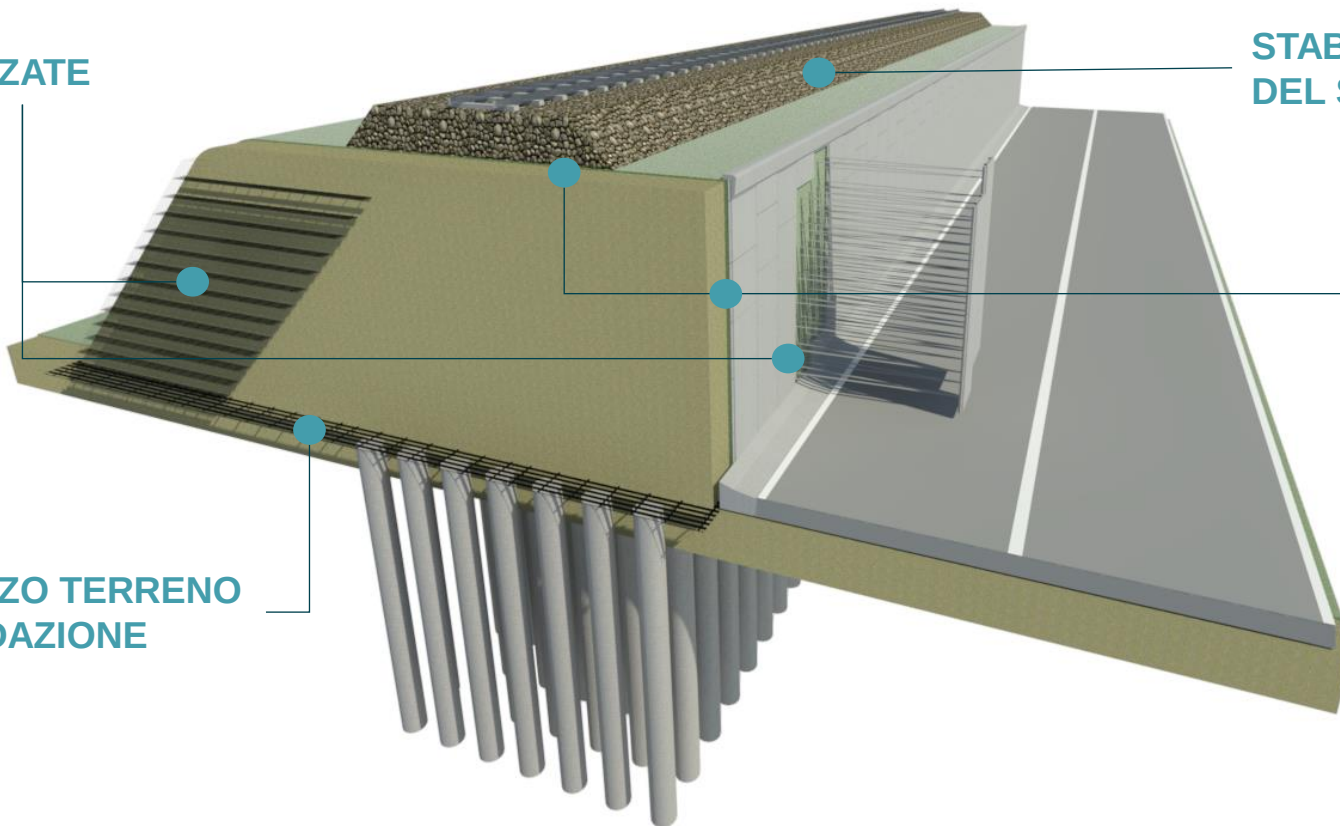
Applicazioni tipiche per rilevati ferroviari

TERRE
RINFORZATE

STABILIZZAZIONE
DEL SUOLO

DRENAGGIO

RINFORZO TERRENO
DI FONDAZIONE



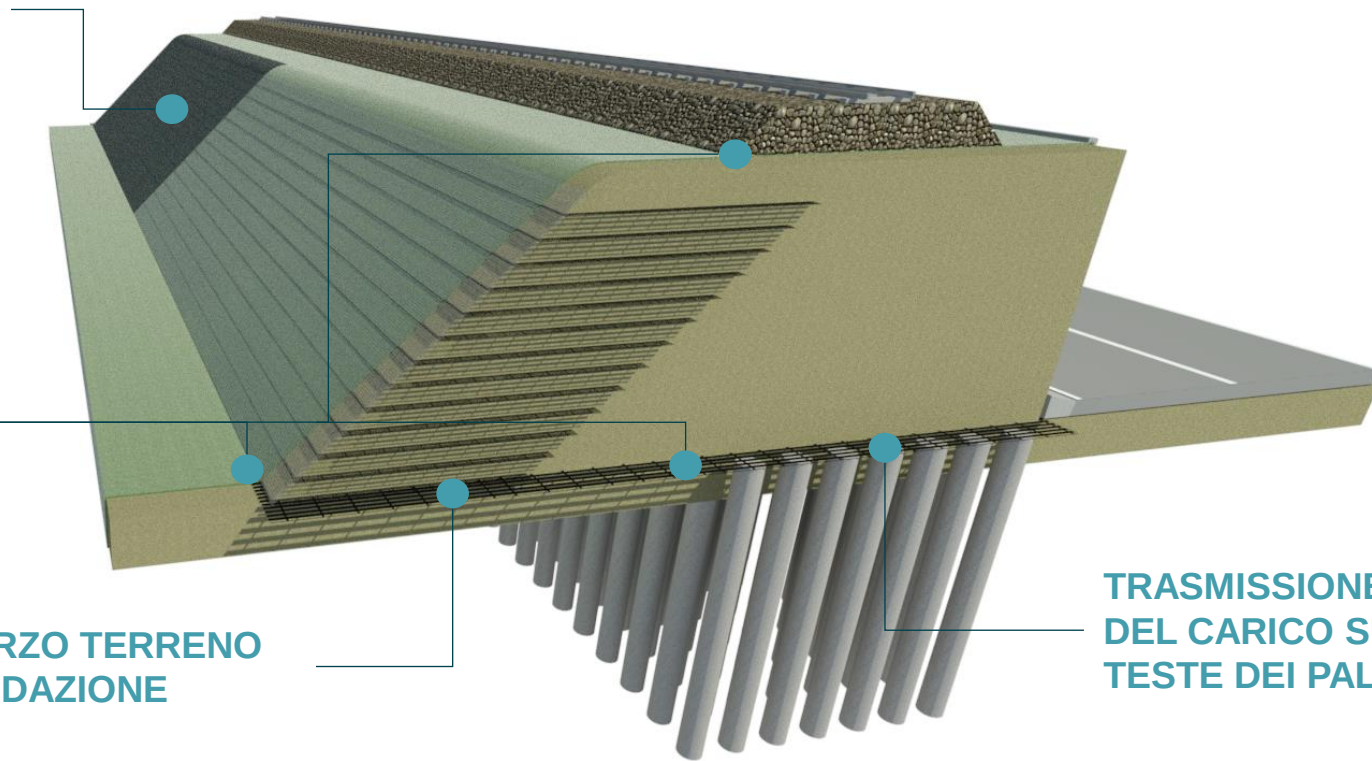
Applicazioni tipiche per rilevati ferroviari

CONTROLLO
DELL'EROSIONE

DRENAGGIO

RINFORZO TERRENO
DI FONDAZIONE

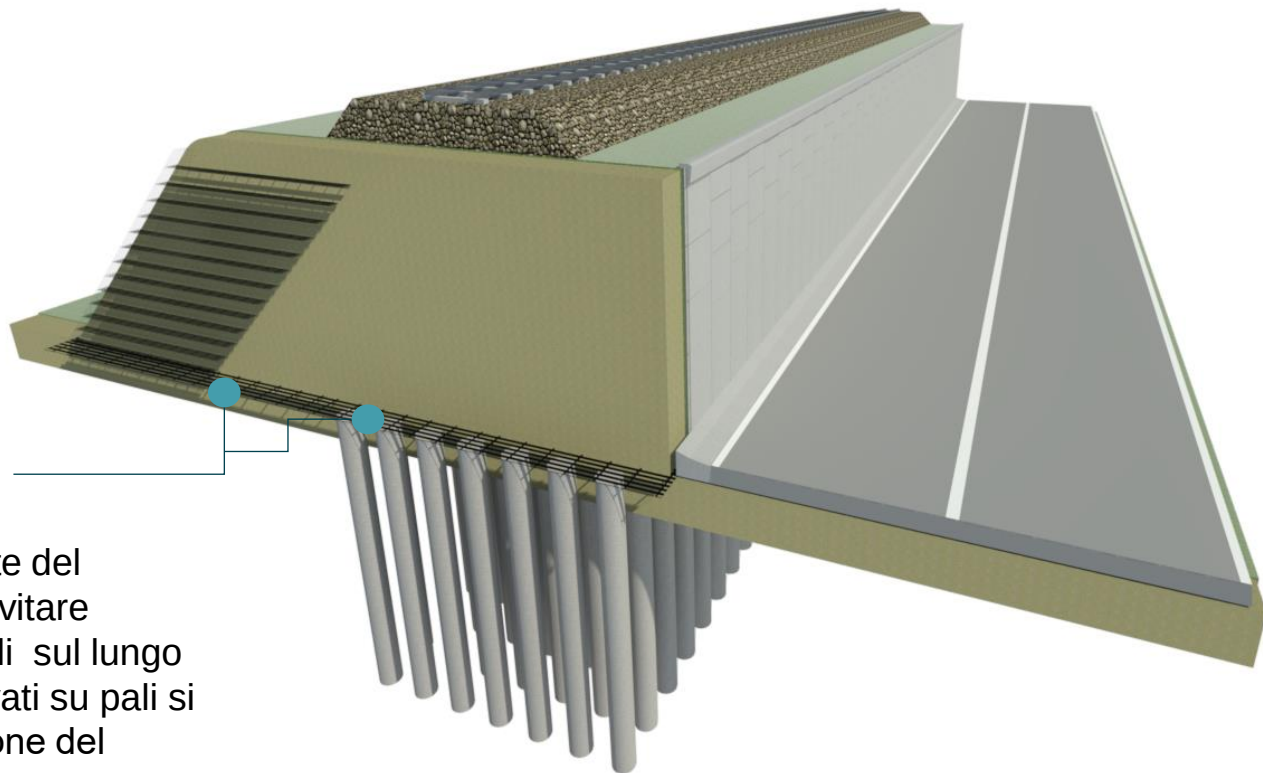
TRASMISSIONE
DEL CARICO SULLE
TESTE DEI PALI





RINFORZO DEL TERRENO DI FONDAZIONE

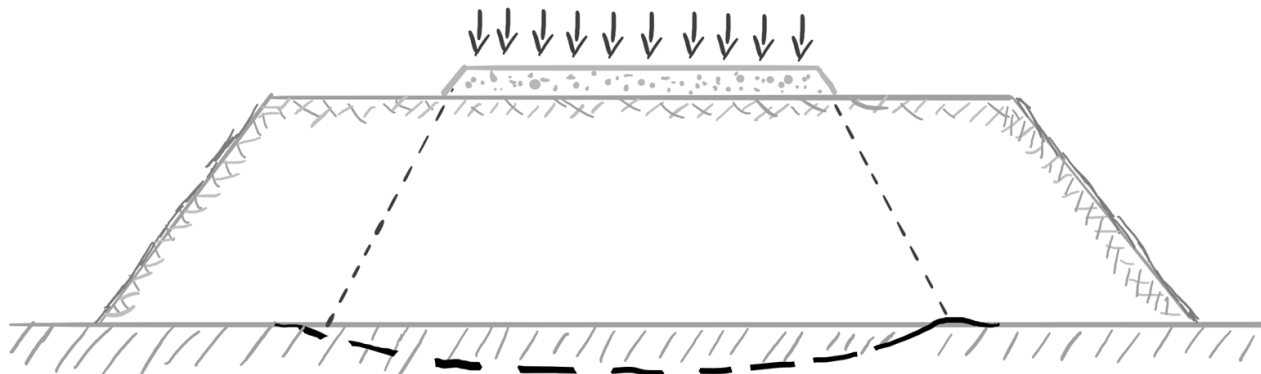
Applicazioni tipiche per rilevati ferroviari



RINFORZO DEL TERRENO DI FONDAZIONE

Aumento della capacità portante del terreno di fondazione così da evitare potenziali cedimenti differenziali sul lungo periodo, inoltre nel caso di rilevati su pali si consente un'efficace trasmissione del carico alla testa del singolo palo.

Problematiche comuni per i rilevati su terreni cedevoli



PROBLEMI COMUNI

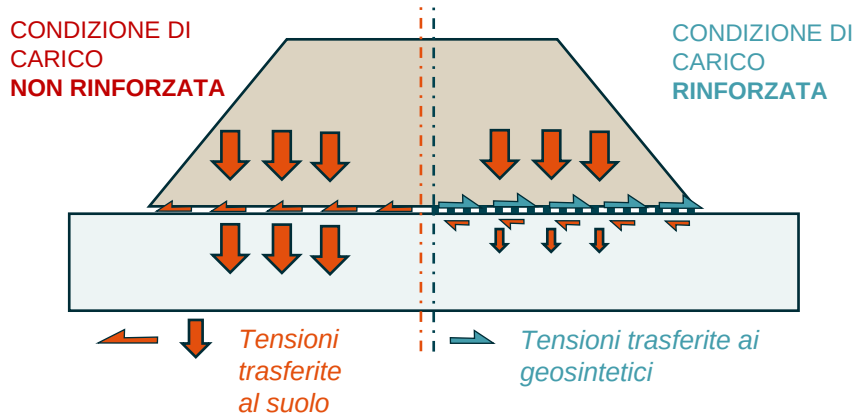
- Cedimenti differenziali
- Costruzione di un secondo binario ferroviario accanto ad uno esistente
- Consolidamento ritardato



SOLUZIONI

- **Ottimizzazione** dei carichi trasferiti dal rilevato alla fondazione
- Velocizzazione del processo di consolidamento

Incremento della capacità portante del terreno di fondazione mediante i geosintetici



Rinforzi in geosintetico come **ParaLink** e **ParaGrid**, garantiscono:

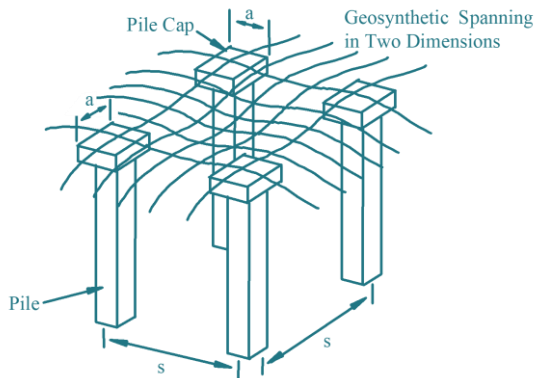
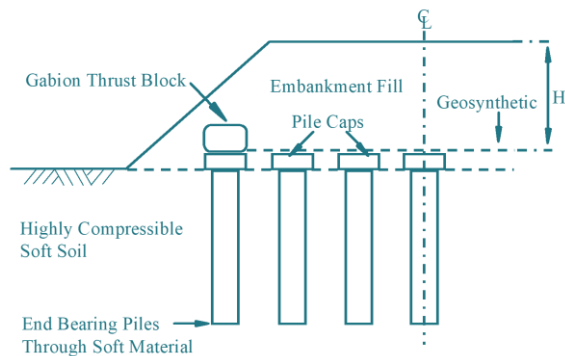
- M** Valori di FS più alti in termini di stabilità globale e capacità portante
- M** Riduzione dei costi e tempi d'installazione
- M** Trasferimento efficace dei carichi alla testa dei pali di fondazione (*in presenza di rilevati su pali*)



GEOSINTETICI PER IL RINFORZO ALLA BASE

MACCAFERRI

Rinforzo alla base: Rilevati su pali



Rilevati su pali

Quando?

Obbligatorio in presenza di terreno di fondazione cedevole e altamente comprimibile

Perchè i geosintetici?

ParaLink fa sì che il terreno agisca come una piastra rigida (LTP) per garantire un'efficace distribuzione del carico su ciascun palo

DESCRIZIONE DEL PROBLEMA E SOLUZIONI

MACCAFERRI

Rinforzo del terreno di fondazione: Linea ferroviaria AV/AC, RFI, Italia

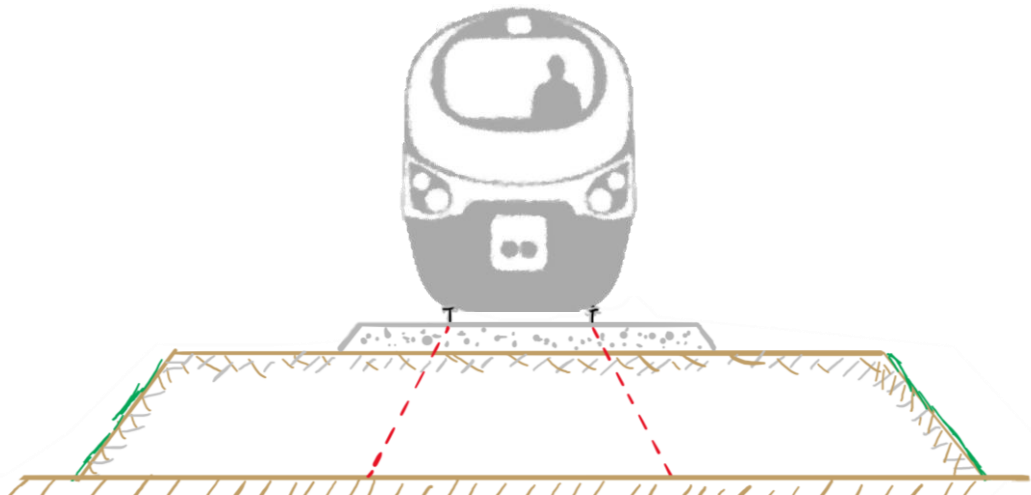


- M** Miglioramento delle performances in termini di stabilità dei rilevati ferroviari
- M** Limitazione dei cedimenti differenziali anche nel lungo periodo



STABILIZZAZIONE DEL SUOLO

Problematiche comuni per la sovrastruttura ferroviaria



PROBLEMI COMUNI

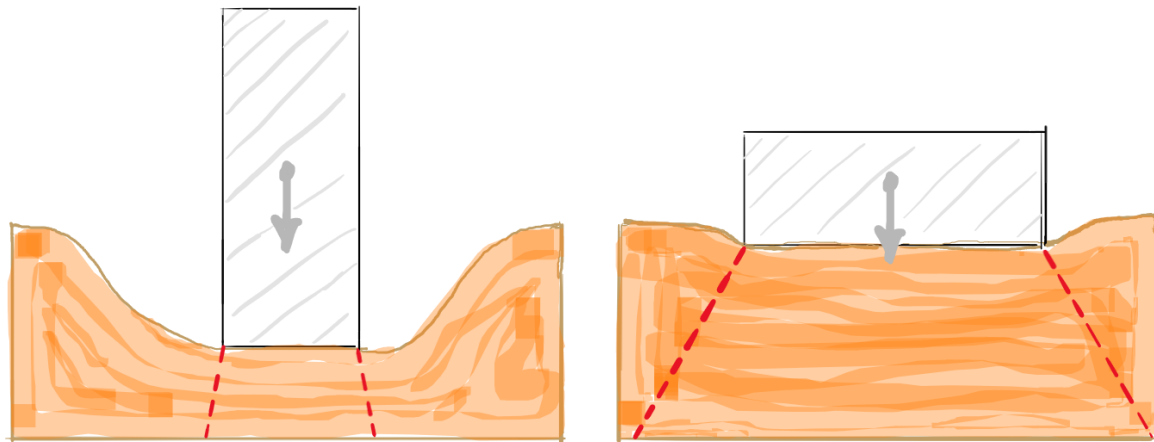
- M** Carichi dinamici elevati
- M** Danni permanenti alle infrastrutture



SOLUZIONI

- M Ottimizzazione** del trasferimento dei carichi viaggianti
- M** Miglioramento delle caratteristiche geo meccaniche del terreno

L'importanza di una distribuzione efficace del peso



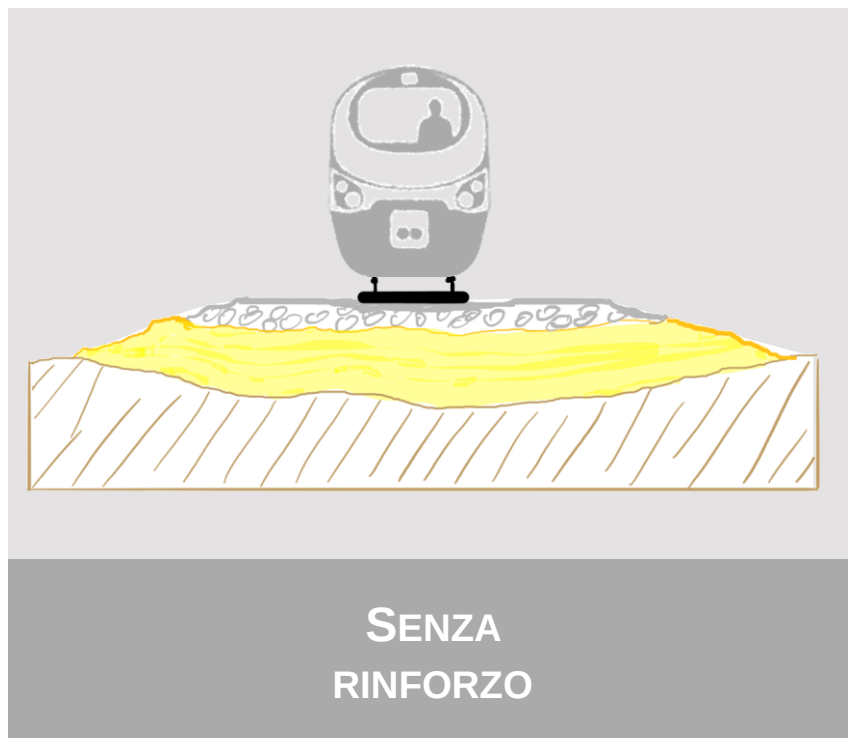
“Un’efficace distribuzione del peso su un’impronta più ampia possibile è il principio chiave per limitare i cedimenti anche su terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche...”

..purtroppo a causa di vincoli tecnici l’impronta del rilevato è spesso limitata”

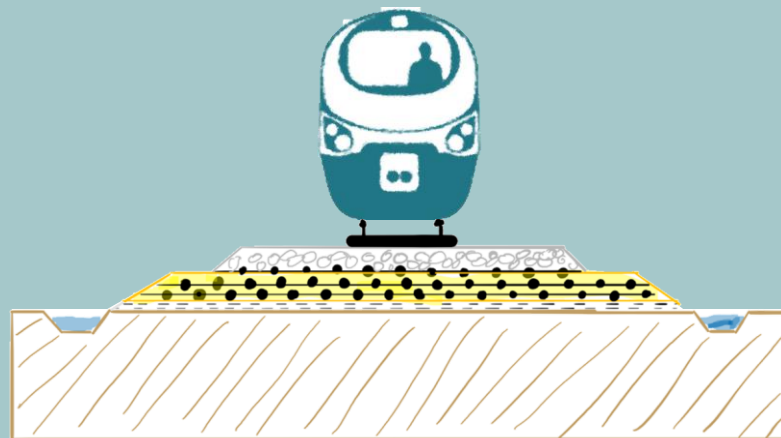
VINCOLI TECNICI

- M** Spazio limitato/ Infrastrutture pre-esistenti
- M** Morfologia del sottosuolo



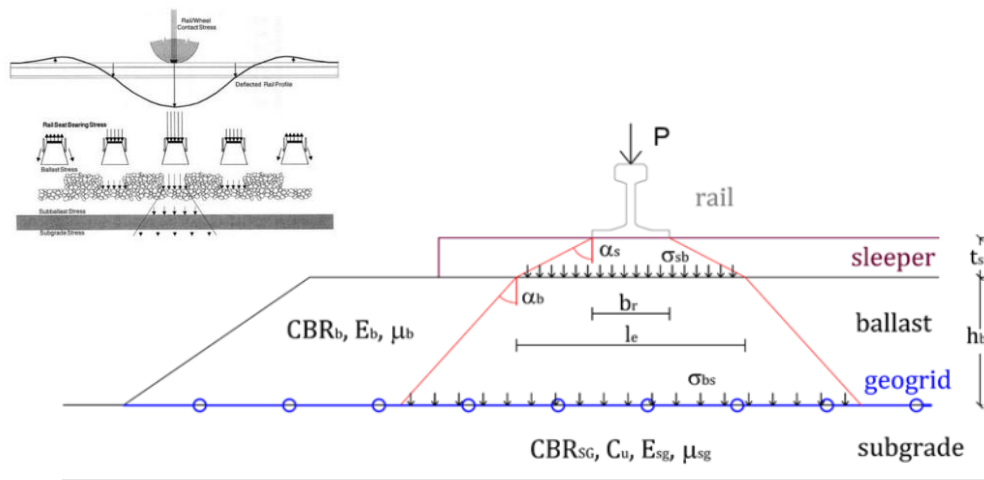


CON
RINFORZO MEDIANTE
GEOGRIGLIE



Progettazione per l'uso dei geosintetici nei progetto ferroviari

Dalla nostra esperienza in progettazione di infrastrutture ferroviarie, abbiamo sviluppato un software progettuale per l'ottimizzazione del ballast e sub-ballast ferroviario.



INPUT DATA	SYMBOL	CARGO TRAIN		PASSENGERS TRAIN	
		VALUE	UNIT	VALUE	UNIT
Design axle load	W	250	kN	170	kN
Train speed	C	100,00	km/h	300,00	km/h
Wheel diameter	D_w	0,90	m	0,92	m
Rail width	b_r	0,15	m	0,15	m
sleeper thickness	t_s	0,16	m	0,16	m
sleeper width	b_s	0,26	m	0,26	m
Load spreading angle in sleepers	α_s	60,00	deg	60,00	deg
Number of trains/day	N_t	5	kN	15	kN
Number of cars/train	N_w	20	-	8	-
Number of axis/car	N_p	4	-	4	-
design life	T	20	years	20	years
Thickness of soft subgrade	H_s	5	m	-	-
CBR of ballast	CBR_b	100,0	-	-	-
CBR of subballast	CBR_{sp}	30,0	-	-	-
CBR of subgrade	CBR_{sg}	1,50	-	-	-
Poisson ratio of ballast	μ_b	0,35	-	-	-
Poisson ratio of subballast	μ_{sb}	0,42	-	-	-
Poisson ratio of subgrade	μ_{sg}	0,30	-	-	-
Ballast type (1 = Basalt, 2 = Granite, 3 = Dolomite)		2	-	-	-
Subgrade soil type (1 = Fat clay; 2 = Lean clay; 3 = Elastic silt; 4 = Silt)		1	-	-	-
Tensile strength of geogrid reinforcement at 2	$T_{2\%}$	10,50	kN/m	-	-

Figure 11. Input data for the design example.

DESIGN SUMMARY	SYMBOL	UNSTABILISED		STABILISED	
		VALUE	UNIT	VALUE	UNIT
Ballast thickness without subballast	h_u	2,30	m	h_s	0,86 m
Ballast vertical deformation without subballast	d_{vu}	0,104	m	d_{vs}	0,039 m
Rut depth at the ballast – subgrade interface	r_u	0,012	m	r_s	0,003 m
Ballast thickness with subballast below	h_b with sb.u	0,97	m	h_b with sb.s	0,36 m
Subballast thickness	h_{sbu}	1,57	m	h_{sb}	0,59 m
Ballast vertical deformation with subballast below	d_v with sb. u	0,044	m	d_v with sb. s	0,014 m

Linea ferroviaria Plovdiv-Burgas, Bulgaria

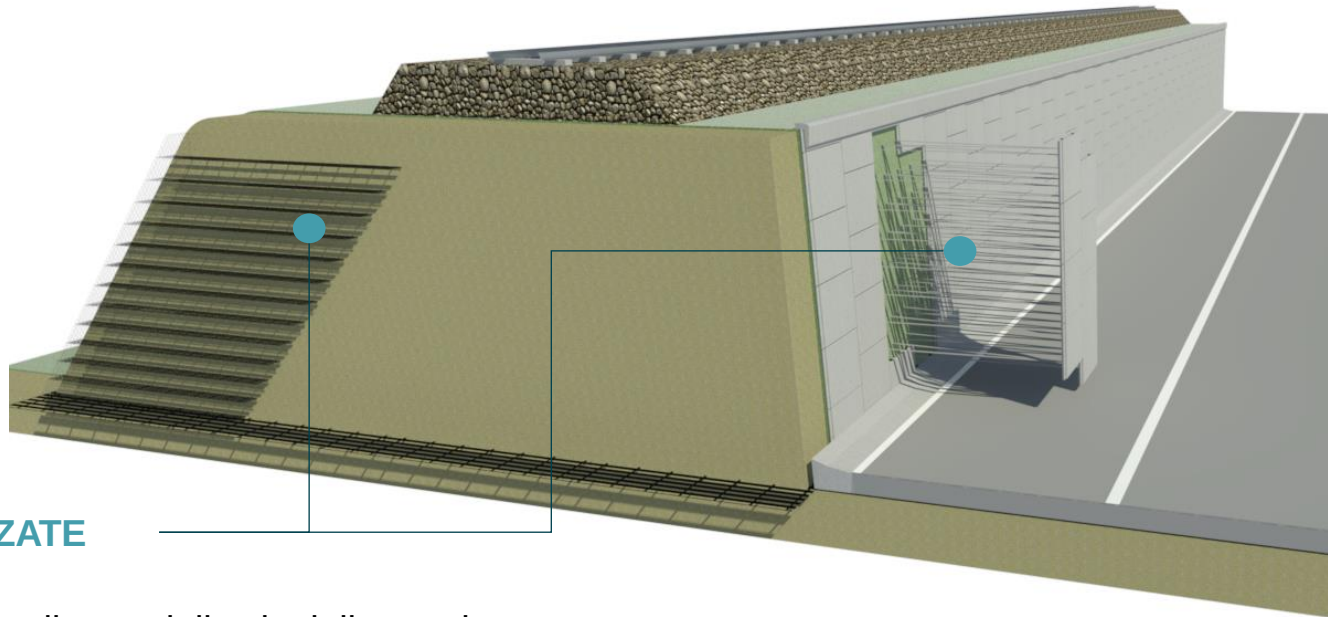


- M** Costruzione su terreni cedevoli e comprimibili senza cedimenti differenziali
- M** Importante riduzione dello spessore del ballast
- M** Tempi e costi del progetto ridotti



TERRE RINFORZATE

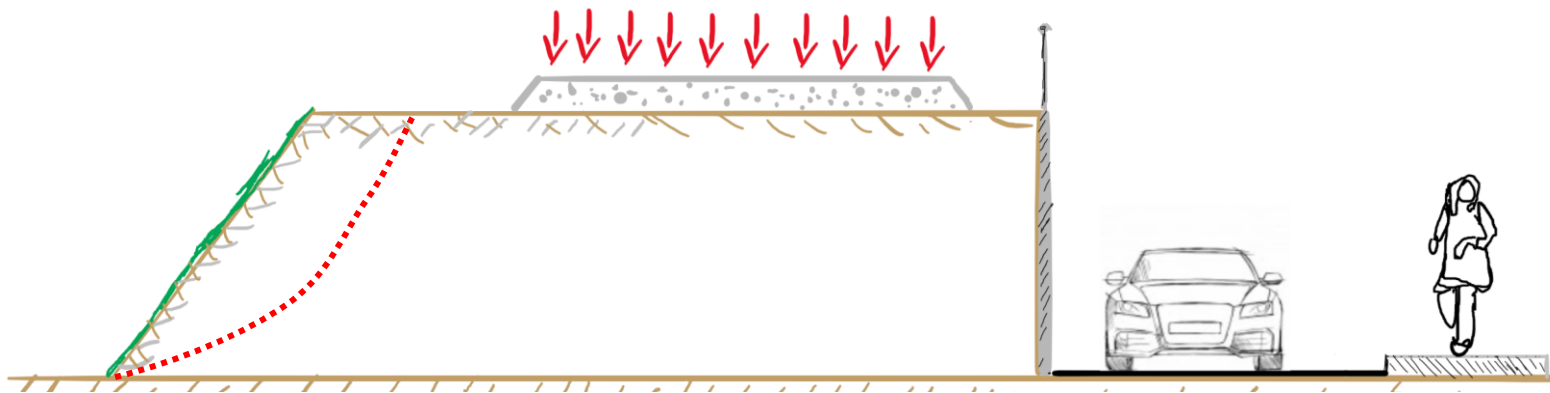
Typical Applications for Railway Embankments



TERRE RINFORZATE

Grazie all'aggiunta di geogriglie si migliorano le caratteristiche originarie del terreno, riducendo l'impronta del rilevato e migliorandone le caratteristiche di resistenza nel breve e lungo periodo.

Miglioramento delle proprietà Meccaniche del terreno



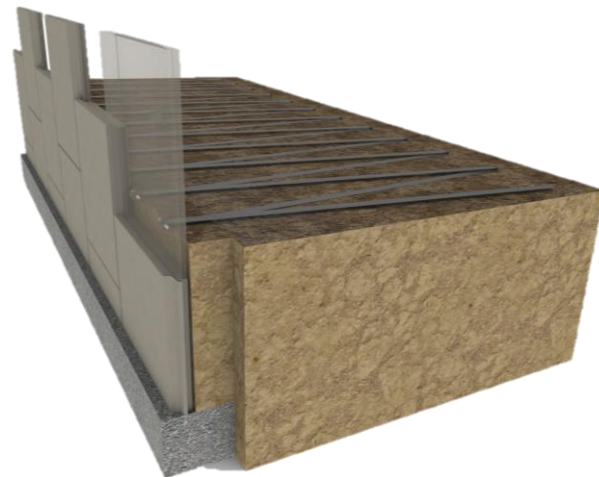
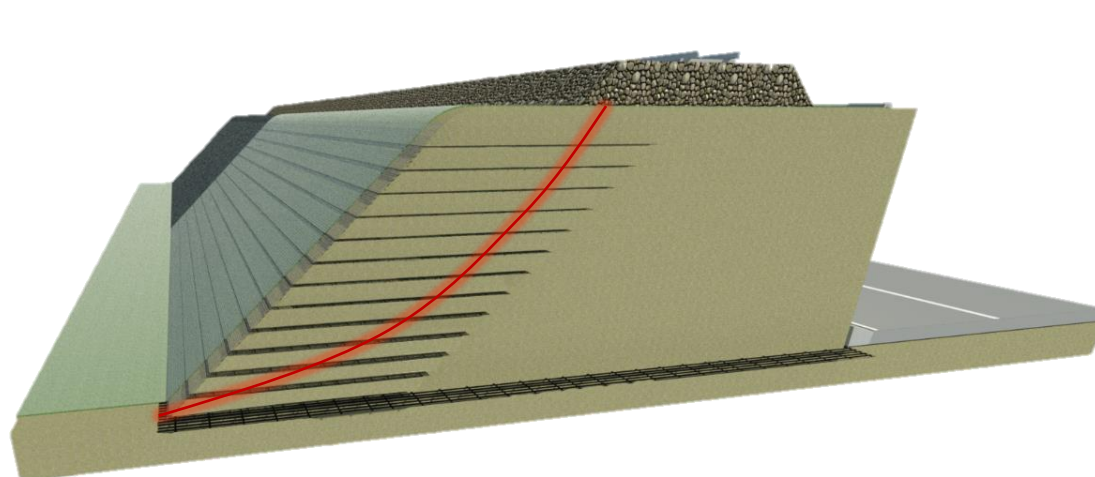
PROBLEMI COMUNI

- Stabilità del rilevato
- Cedimenti differenziali
- Interazione con l'ambiente urbano

SOLUZIONI

- Rilevati rinforzati con geosintetici
- Terra rinforzata a paramento verticale in calcestruzzo

Miglioramento delle proprietà geomeccaniche del terreno



**Maggiore
resistenza a
trazione**

**Aumento del
confinamento
laterale**

**Aumento dell'angolo
di distribuzione dei
carichi**

**Miglior comportamento
ai carichi sismici/ciclici**

Benefici dell'uso dei geosintetici nelle infrastrutture ferroviarie

TECNICI

- M** Impronta del rilevato ridotta
- M** Spessore del ballast ridotto
- M** Fattori di sicurezza più alti, in condizioni statiche, dinamiche e cicliche



AMBIENTALI

- M** Riutilizzo del terreno in situ come riempimento
- M** Minori emissioni di CO₂
- M** Minor impatto ambientale
- M** Prodotti Certificati EPD



ECONOMICI

- M** Minori costi di materiale
- M** Installazione veloce
- M** Bassa manutenzione



Terra rinforzata con sistema MacRes – Anversa, Belgio

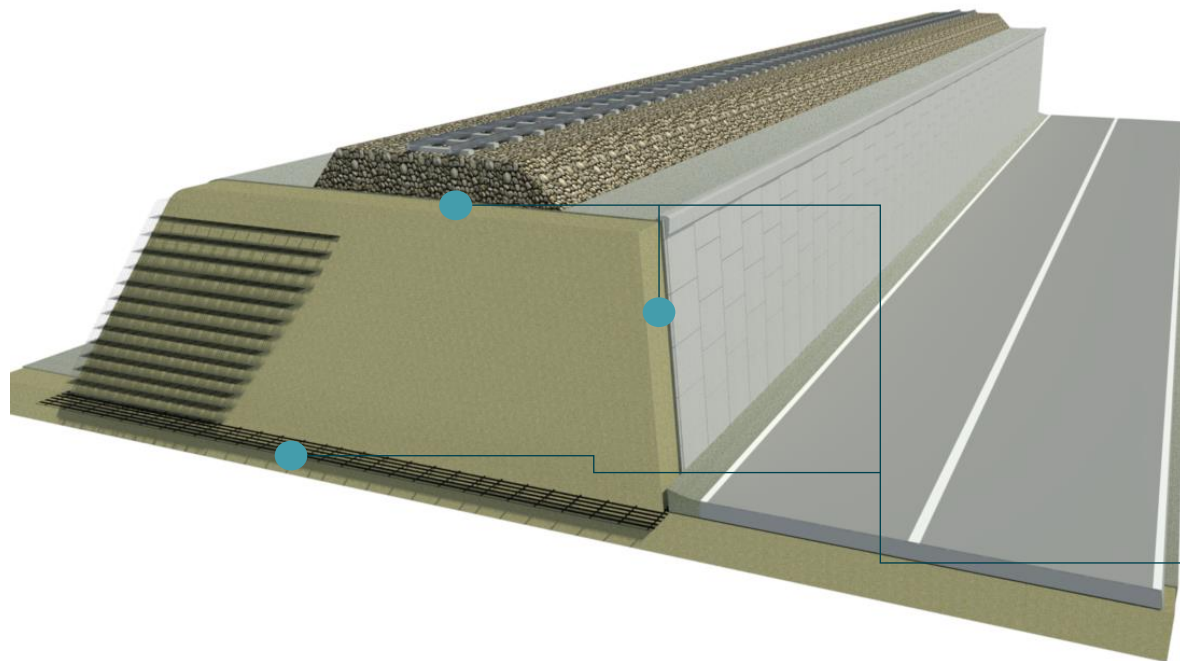


- M** Costruzione in ambiente altamente urbanizzato
- M** Tempi e costi ridotti
- M** Rispetta l'ambiente, nessun bisogno di cemento per il corpo del rilevato



SOLUZIONI DI DRENAGGIO

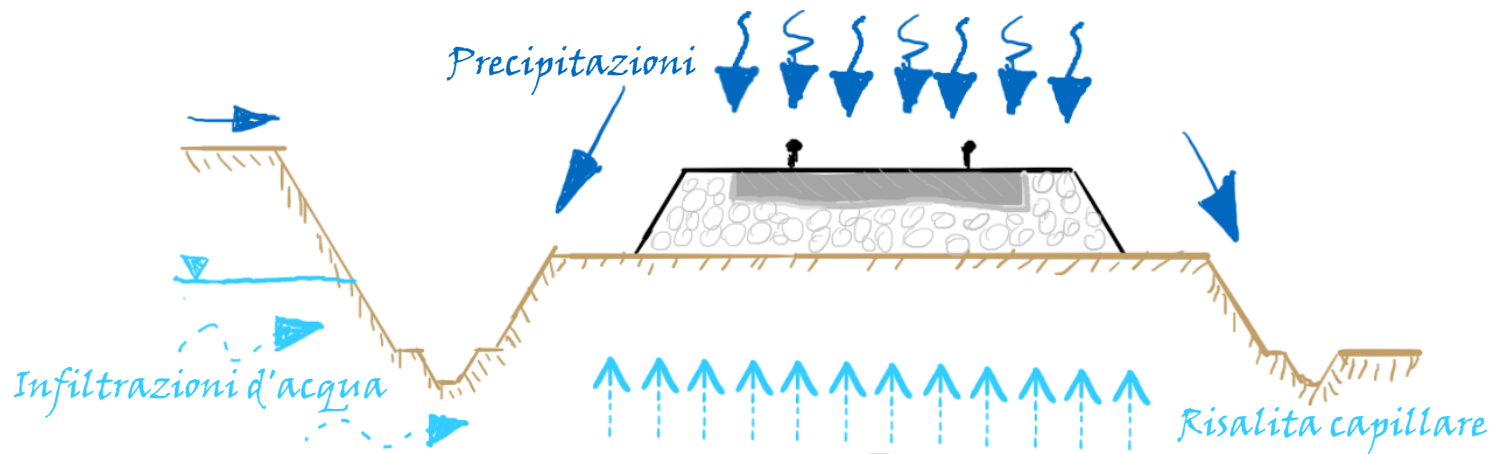
Applicazioni tipiche per i rilevati ferroviari



DRENAGGIO

Soluzioni in geosintetico per drenare l'acqua dal rilevato, evitando il cedimento del terreno/muro di sostegno a causa della spinta dell'acqua causata dall'innalzamento del livello di falda.

Raccolta e allontanamento delle acque dal rilevato



PROBLEMI COMUNI

- M** Aumento del livello di falda ai piedi del rilevato
- M** Risalita d'acqua per capillarità
- M** Erosione delle sponde da piogge intense

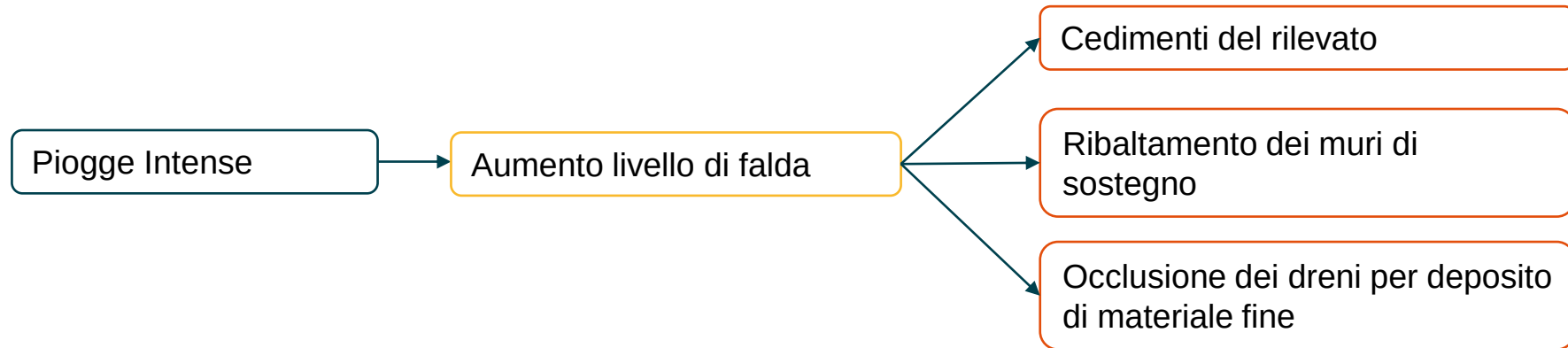


SOLUZIONI

- M** Strati di geosintetici drenanti tra i diversi elementi della sovrastruttura ferroviaria (fondazione, rilevato, ballast)
- M** Geogriglie drenanti all'interno del rilevato

PROBLEMA: DESCRIZIONE & SOLUZIONE

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



GEOSINTETICI PER IL DRENAGGIO DELL'ACQUA

MACCAFERRI

Garantire l'efficacia del drenaggio con i prodotti Maccaferri

- M** 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** Garanzia di efficacia drenante a lungo termine grazie alla combinazione di più strati di geotessile, evitando l'occlusione del drenaggio dovuta al deposito fine.



Test specifici per applicazioni in ambito ferroviario

Una **campagna di ricerca sperimentale** è stata effettuata presso l'Istituto Geosintetici (GSI) per l'applicazione di geocompositi per il drenaggio delle linee ferroviarie AV/AC.

L'apparato di trasmissività è conforme alle **ASTM D4716**

Un “vibratory controller” è stato usato per i **test dinamici**. Questo dispositivo è stato applicato alla piastra di carico posizionata sulla parte superiore del provino GCD



Apparatus

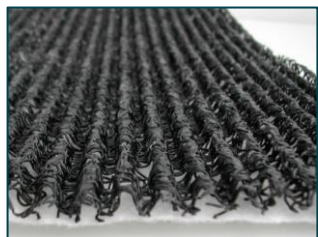


Vibratory controller

TRI-COMPOSITO DRENANTE

MACCAFERRI

Soluzione unica che fornisce drenaggio, separazione e funzione antierosiva



Prova di eccellenza certificata dall'Azienda Ferroviaria Italiana dell'Alta Velocità

ITALFERR, parte del Gruppo RFI, ha adottato le nostre soluzioni per il drenaggio delle sovrastrutture ferroviarie delle nuove linee AV/AC.

- M** 150.000 m2 di **MacDrain** installati
- M** Installato dal 2000

I tracciati ferroviari sono in **servizio dal 2007 senza nessun problema** riguardante i sistemi di drenaggio Maccaferri.



Direzione Tecnica
UO Corpo Stradale e Geotecnica
Il Responsabile

DIREZIONE TECNICA
PROGETTAZIONE AREA NORD-
INFRASTRUTTURE NORD
Data: 01.08.2015
Prot.: DT_A4_INF_0054344.16.U
Scenario: CRV 2016

Officine Maccaferri S.p.A.
c.a. Ing. Moreno Scotto
Corporate Manager -
Geosynthetics Business Unit

Via Kennedy, 10
40069 - Zola Predosa (BO) Italy

Oggetto: Use of Maccaferri MacDrain Drainage Composite in the construction of new embankments for the Italian Railways

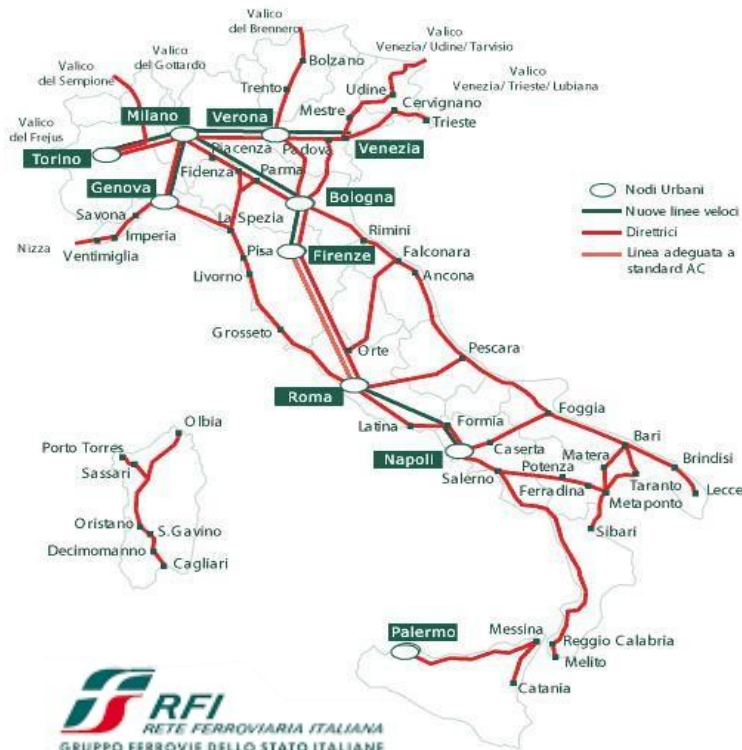
Drainage composites have been widely used by the Italian Railway authorities during the construction of the High Speed tracks connecting Milano to Venice and Milano to Bologna (year 2000-2007) as also in the ordinary non high speed network as the track connecting in Sardinia Cagliari to Golfo Aranci and Padova to Mestre (years 2004-2007). Different grades of drainage composites have been successfully used either to replace the drainage capillarity natural layer and to drain retaining walls structures build on the railway track depending on the loads applied and the drainage properties requested as per the Italfer Specifications.

Maccaferri MacDrain Drainage Composite was among the selected and approved materials to be used and approx. 150.000 m2 has been successfully applied under several embankments of the mentioned jobsites as anticapillarity layer and/or behind the walls as drainage layer to reduce hydrostatic pressure on the retaining concrete structures.

The mentioned track are currently in service and no problem has been detected up to know related to the use of the drainage composite as replacement of the natural gravel layers in the sites where such replacement of a natural layer with a geosynthetic drainage layer took place.

Francesco Sicchi

Via V. G. Galati, 71 - 00153 Roma
Italian S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane
Società con unico socio: Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane e controllante di Ferrovie dello Stato Italiane S.p.A.
Sede Legale: Via V. G. Galati, 71 - 00153 Roma
Capitale Sociale Euro 14.000.000.000
Iscrizione al Registro delle Imprese di Roma
Cod. Fis. 0676200960 - C. Iva 0151200960 - R.E.A. 58120

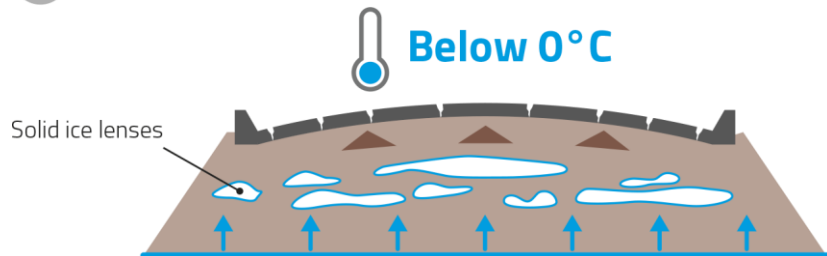


PROBLEMI PER I RILEVATI SOGGETTI AI CICLI DI GELO-DISGELO

MACCAFERRI

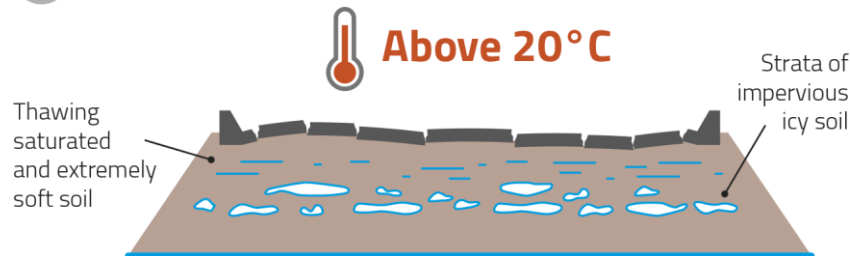
Rigonfiamento del terreno dovuto all'aumento di volume dell'acqua congelata

1 FROST HEAVE DEFORMATION AND CRACKING OF SURFACE ROAD LAYERS



Nei terreni soggetti a cicli di congelamento, se vi è la presenza di acqua nel rilevato (es. risalita capillare) si avrà un rigonfiamento dovuto all'aumento di volume dell'acqua. Questo comporta nell'immediato lesioni dovute a un rigonfiamento della parte superiore del rilevato

2 SURFACE ROAD DESTRUCTION DUE TO TRAFFIC AND THAWING



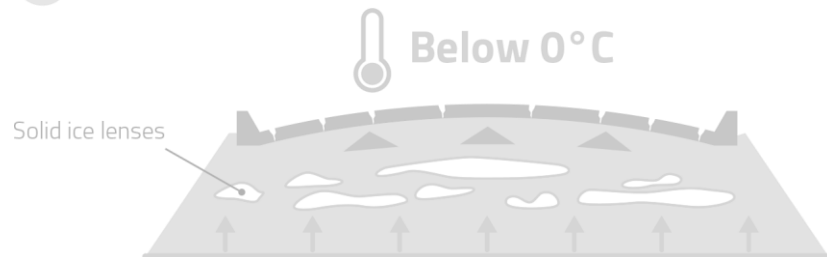
Quando la temperatura sale oltre i 4°C si inizia il disgelo del ghiaccio all'interno del terreno. Lo scioglimento porta a una creazione di vuoti nel rilevato con successivi cedimenti sulla parte superiore del rilevato, già precedentemente danneggiato.

PROBLEMI PER I RILEVATI SOGGETTI AI CICLI DI GELO-DISGELO

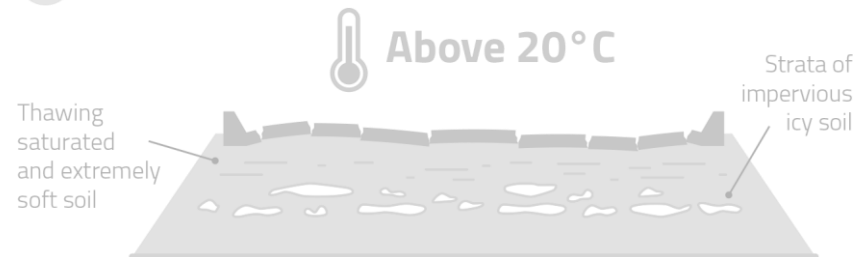
MACCAFERRI

MacDrain Arctic Blanket

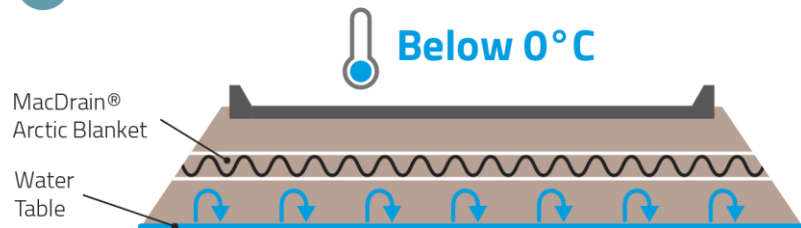
1 FROST HEAVE DEFORMATION AND CRACKING OF SURFACE ROAD LAYERS



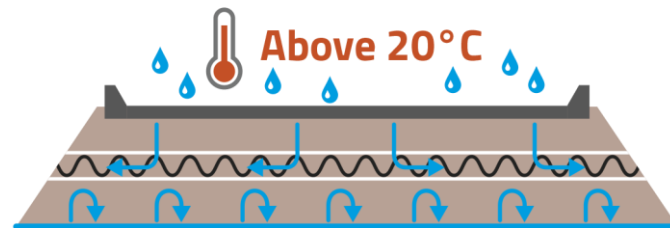
2 SURFACE ROAD DESTRUCTION DUE TO TRAFFIC AND THAWING



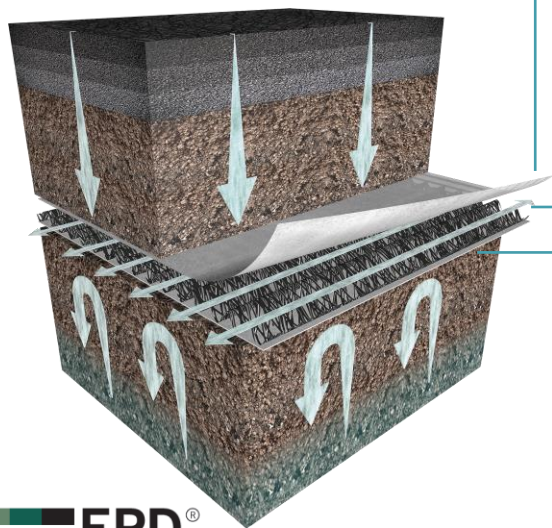
1 NO DEFORMATION AND CRACKING OF THE ROAD SURFACE



2 NO ACCUMULATION OF WATER IN THE ROAD SUB-BASE LAYER



MacDrain® ARCTIC BLANKET



Geotessile non tessuto

Selezionato per soddisfare i più elevati standard di resistenza durante la fase di carico e compattazione della struttura sovrastante. Lo strato superiore funge da filtro consentendo all'acqua del terreno di entrare nel nucleo di drenaggio sottostante, migliorando il drenaggio lungo il piano del geosintetico e fornendo migliori prestazioni di stabilizzazione del suolo.

Geostuoia con sezione a W

Sviluppato per fornire migliori performance di drenaggio con un'elevata portata e un'elevata resistenza ai carichi di compressione, riducendo così al minimo la rottura per «creep».

Geotessile non tessuto con trattamento migliorativo polimerico idrofobico

Progettato per prevenire la risalita capillare dell'acqua di falda rimanendo comunque permeabile all'infiltrazione acqua meteorica.



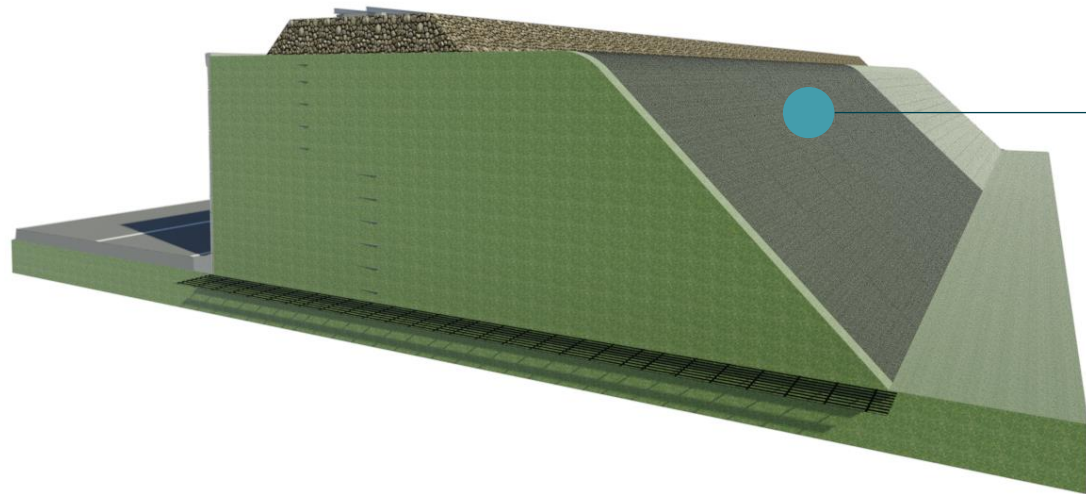
CERTIFIED ENVIRONMENTAL PRODUCT DECLARATION

S-P-01461 S-P-01464 S-P-01465 S-P-01471
S-P-01462 S-P-01463 S-P-01466 S-P-01470

www.environdec.com

CONTROLLO DELL'EROSIONE

Applicazioni tipiche per i rilevati ferroviari

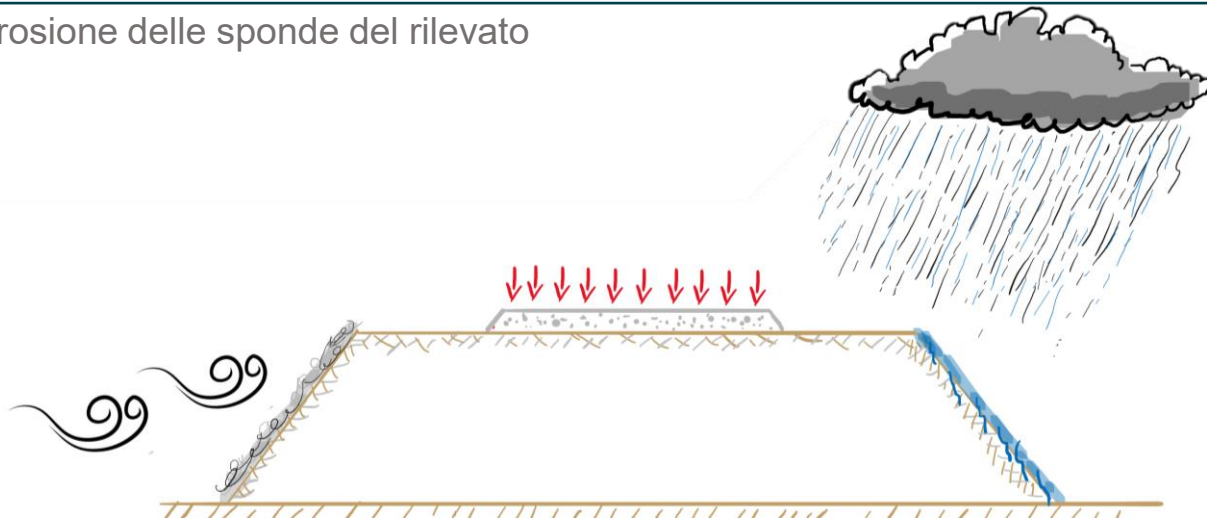


CONTROLLO DELL'EROSIONE

Protezione delle spalle del rilevato dall'azione erosiva degli agenti atmosferici, aggiungendo inoltre un'azione stabilizzante.

Le soluzioni anti erosione mediante l'utilizzo di geosintetici Maccaferri prevengono attivamente i fenomeni di erosione superficiale tipicamente dovute alla forza erosiva di pioggia e vento.

Controllo dell'erosione delle sponde del rilevato



PROBLEMATICHE COMUNI

- M** Instabilizzazione delle scarpate del rilevato
- M** Infiltrazione d'acqua all'interno del rilevato
- M** Erosione superficiale dovuta agli agenti atmosferici



SOLUZIONE

- M** Geostuoie rinforzate capaci di evitare smottamenti e erosione dei primi strati di terreno

Utilizzo di geosintetici per prevenire l'erosione superficiale delle scarpate del rilevato

TECNICI



- M** Protezione dall'azione erosiva della pioggia e dei forti venti
- M** Stabilizzazione della coltre e convogliamento delle acque

AMBIENTALI



- M** Rinverdimento naturale facilitato dalla penetrazione della luce attraverso la geostuoia



**ECCEZIONALE
PENETRAZIONE
DELLA LUCE SOLARE**



INDICATORI CHIAVE

- M** Penetrazione della luce
- M** Spessore
- M** Colore
- M** Ritenzione d'acqua
- M** Peso
- M** Texture
- M** Uniformità



Geostuoia – MacMat® è realizzata con filamenti sintetici aggrovigliati tra di loro per formare uno strato altamente indeformabile spesso 10-20 mm, così da fornire un'altissima porosità (maggiore del 90% in media).

Il **MacMat®** può essere usato su versanti, sponde di fiumi e canali sia per ridurre l'erosione superficiale sia per convogliare e allontanare l'acqua meteorica se installati con geotessili e/o geo membrane.



Protezione dell'infrastruttura ferroviaria a servizio del Amur Gas Processing Plant



- M** 640.000,00 m² di **MacMat-R** installati
- M** Protezione delle sponde del rilevato dall'erosione
- M** Materiale resistente ai cicli di congelamento / scongelamento

ParaFence per la protezione da vento e trasporto di sabbia

- È la soluzione ideata da Maccaferri per le recinzioni antivento
- **ParaFence®** riduce efficacemente la velocità del vento, può essere usato per controllare il trasporto aereo di sabbia
- **ParaFence®** è leggero di facile installazione e durevole nel tempo. È a prova di corrosione chimica e biologica e non suscettibile alle alterazioni dei raggi solari. Ciò lo rende perfetto per le applicazioni in climi aridi e desertici.





Non solo certificazioni **prestazionali**, ma anche **ambientali** e **digitali**.



THE INTERNATIONAL EPD® SYSTEM

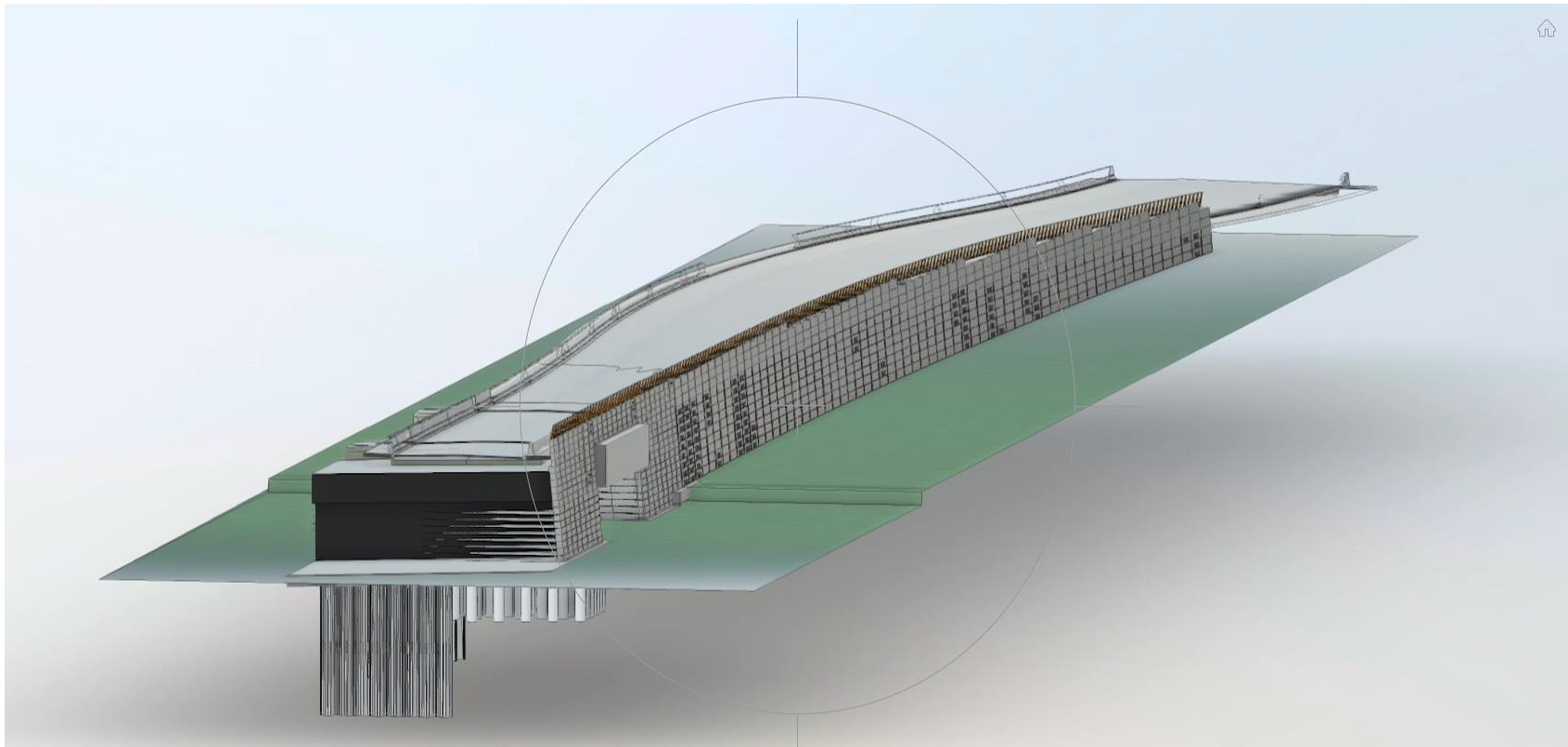
Forniamo informazioni certificate e comparabili sugli impatti ambientali dell'intero ciclo di vita dei prodotti, **riducendo** il **consumo di energia e materiale**.

visita maccaferri.com/EPD



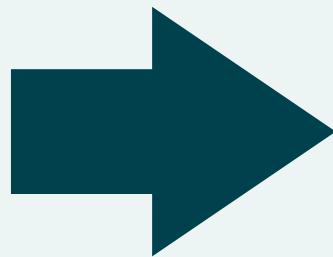
I nostri prodotti sono disponibili anche in formato digitale. I nostri oggetti BIM sono stati convalidati dal British Board Agreement (BBA) come una rappresentazione veritiera e corretta del prodotto/sistema fisico. Il sistema BIM **riduce tempi e costi di progettazione** e facilita la cooperazione tra le parti interessate del progetto

visita maccaferri.com/BIM



- M** **Diamo supporto** durante la fase di progettazione delle infrastrutture ferroviarie
- M** I nostri geosintetici sono i **più utilizzati e testati** al mondo.
- M** Migliaia di referenze disponibili che dimostrano l'**efficienza in termini di costi**

SCRIVI «**PROGETTO**»
IN CHAT PER
RICEVERE
ASSISTENZA NEL
TUO PROGETTO!



LIVE Q&A