



MURI VERTICALI PER L'INFRASTRUTTURA URBANA

Data

14 Giugno, 2022

MACCAFERRI



5' Introduzione

20' Il sistema MacRes: applicazioni e caratteristiche della soluzione

15' Progettazione e installazione

Sessione Q&A Live

Relatrice

G. Lugli – Group Business Development GSY Unit

Negli ultimi decenni, il mondo è andato incontro a una rapida urbanizzazione



In ogni momento in tutto il mondo vengono costruite nuove infrastrutture, per far fronte alle esigenze di sviluppo economico e crescita demografica



In ambiente urbano, lo spazio a disposizione è una risorsa preziosa
che sta diventando sempre più limitata



È il motivo per cui negli ultimi anni sono state costruite
sempre più strutture sviluppate in verticale



Opere di ingegneria civile che minimizzano il consumo di suolo
contribuiscono a migliorare la qualità della vita

Il mondo Maccaferri



Vendite in **100+** paesi



Fatturato ~ **500 M€**



3,000+ dipendenti



23 fabbriche



60+ consociate

La nostra storia e la nostra consolidata esperienza tecnica ci hanno permesso di studiare, progettare e sviluppare nuove diverse tipologie di **opere di sostegno**.

M OPERE DI SOSTEGNO A GRAVITÀ

M TERRE RINFORZATE

- Verticale con paramento in pietrame
- Inclinata con paremento in pietrame
- Inclinata con paramento rinverdibile
- Paramento verticale in calcestruzzo



La nostra storia e la nostra consolidata esperienza tecnica ci hanno permesso di studiare, progettare e sviluppare nuove diverse tipologie di **opere di sostegno**.

M OPERE DI SOSTEGNO A GRAVITÀ

M TERRE RINFORZATE

- Verticale con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento rinverdibile
- Paramento verticale in calcestruzzo



La nostra storia e la nostra consolidata esperienza tecnica ci hanno permesso di studiare, progettare e sviluppare nuove diverse tipologie di **opere di sostegno**.

M OPERE DI SOSTEGNO A GRAVITÀ

M TERRE RINFORZATE

- Verticale con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento rinverdibile
- Paramento verticale in calcestruzzo



La nostra storia e la nostra consolidata esperienza tecnica ci hanno permesso di studiare, progettare e sviluppare nuove diverse tipologie di **opere di sostegno**.

M OPERE DI SOSTEGNO A GRAVITÀ

M TERRE RINFORZATE

- Verticale con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento rinverdibile
- Paramento verticale in calcestruzzo



La nostra storia e la nostra consolidata esperienza tecnica ci hanno permesso di studiare, progettare e sviluppare nuove diverse tipologie di **opere di sostegno**.

M OPERE DI SOSTEGNO A GRAVITÀ

M TERRE RINFORZATE

- Verticale con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento rinverdibile
- Paramento verticale in blocchi di calcestruzzo



La nostra storia e la nostra consolidata esperienza tecnica ci hanno permesso di studiare, progettare e sviluppare nuove diverse tipologie di **opere di sostegno**.

M OPERE DI SOSTEGNO A GRAVITÀ

M TERRE RINFORZATE

- Verticale con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento in pietrame
- Inclinata con paramento rinverdibile
- Paramento verticale in pannelli di calcestruzzo



APPLICAZIONI





SISTEMA MACRES

South Ring Road
Sofia, Bulgaria

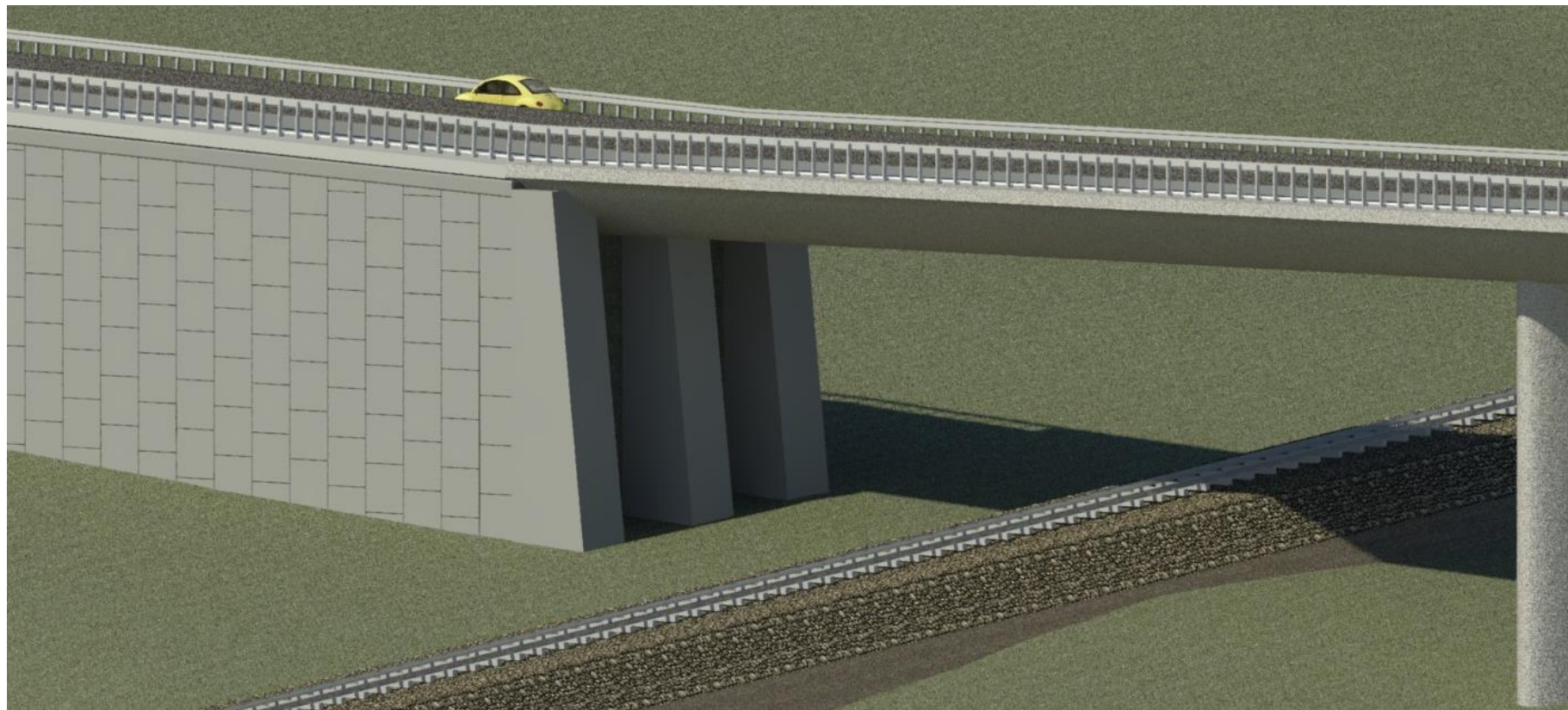
Gli sforzi vengono trasmessi in modo continuo lungo l'interfaccia suolo-rinforzo

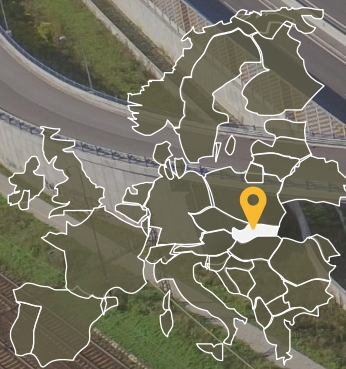


SISTEMA MACRES

Klipspruite Mine
Sud Africa







SISTEMA MACRES

D1 Dubna Skala
Slovacchia

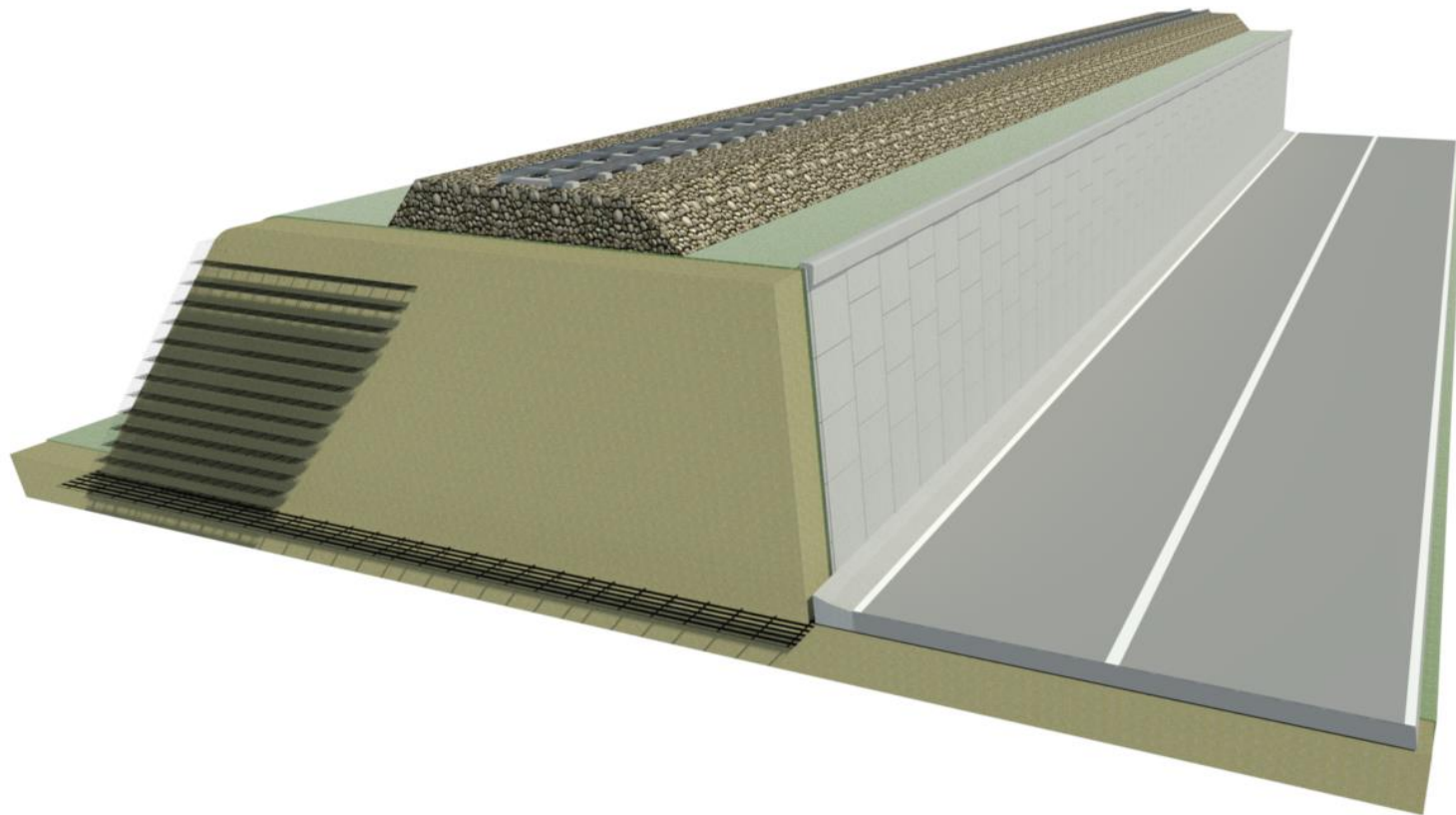


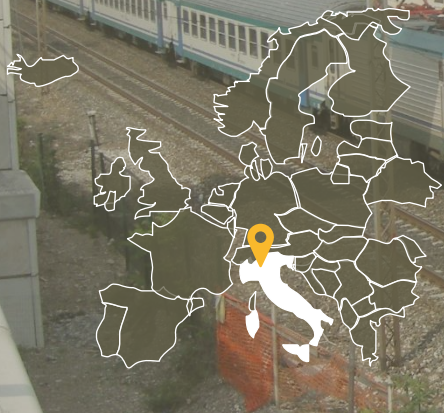
MACCAFERRI



SISTEMA MACRES

D3 Svrčinovec
Skalite, Slovacchia





SISTEMA MACRES

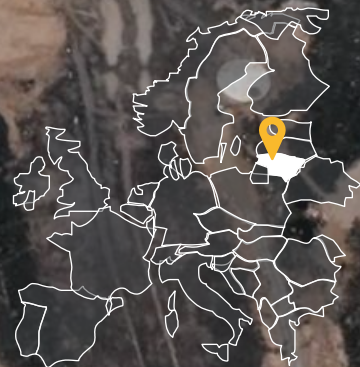
Arluno, Italia



SISTEMA MACRES

Muro di sostegno per ferrovia
Reading, UK

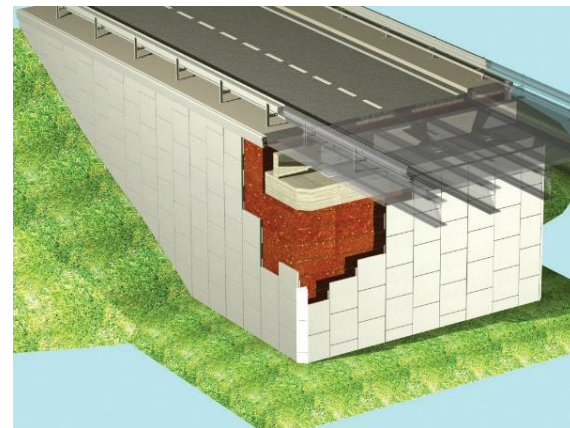
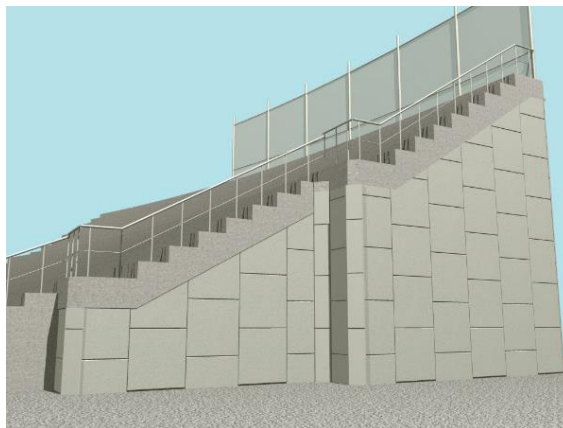
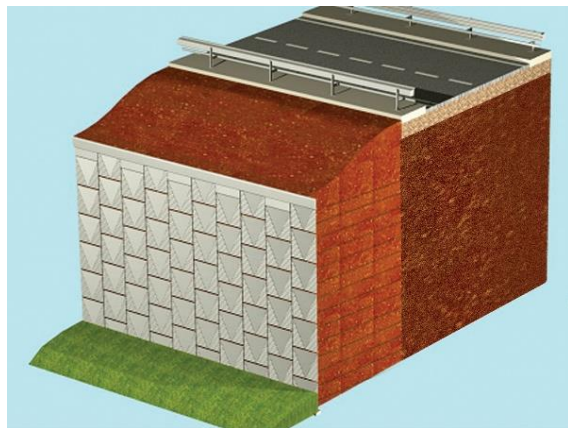
MACCAFERRI



SISTEMA MACRES

Baltic railway
Lituania

Altre tipiche applicazioni del Sistema MacRes:
muri per box culvert, portali di gallerie, rampe, muri di inondazione, strutture di sostegno per il waterfront e per il settore minerario, etc.



IL SISTEMA MACRES



I componenti

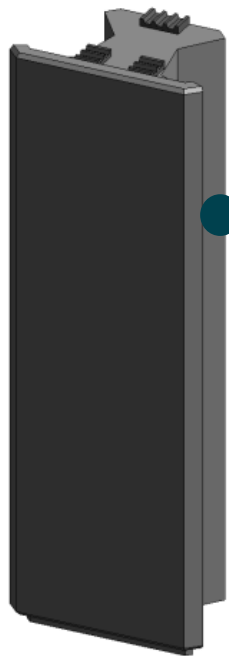


PANNELLO IN CALCESTRUZZO

La tipologia di calcestruzzo ***dipende dalle specifiche di progetto***, ma esistono dei requisiti minimi:

- M** classe XF1 e XC4 (secondo la EN 206 o equivalente, resistente a pioggia e a sali antigelo)
- M** Resistenza a compressione minima R_{ck} a 28 giorni, >37 MPa
- M** Tolleranze geometriche e finiture devono seguire la EN13369
- M** Spessore minimo del pannello 14cm

I componenti



PANNELLI IN CALCESTRUZZO (VARIANTI)

Sono disponibili diverse geometrie di pannelli in modo da venire incontro alle esigenze dell'opera.

Gli **elementi d'angolo** vengono usati quando il raggio di curvatura planimetrico è inferiore a quello ammissibile dei pannelli

Per velocizzare la messa in posa, la **parte superiore dei pannelli di testa** viene coronata da una lastra di copertura prefabbricata.

I pannelli possono essere modificati in base alle richieste del cliente o di necessità legate al cantiere.

I componenti



STRIPS POLIMERICHE PARAWEB

Strips polimeriche Paraweb™ PET con rivestimento in LLDPE

Diverse tipologie di strip sono disponibili per ottimizzare il Progetto – Paraweb™ M & 2

Qual'è la differenza?

Il materiale è lo stesso ma cambia lo spessore e la larghezza del rinforzo.

Perché sono necessari rinforzi più spessi?

Perché negli strati di rinforzo in testa al muro il meccanismo di rottura critico è il pullout, mentre nella parte inferiore del muro, il meccanismo di rottura è determinato dalla resistenza a trazione del rinforzo.



I componenti



GEOTESSILE NON TESSUTO

- M** Geotessile non tessuto per ricoprire i giunti verticali e orizzontali tra i pannelli
- M** Il geotessile deve rispettare i requisiti minimi di filtrazione dettati dagli standard nazionali e internazionali ma può anche variare se richiesto dalle specifiche di progetto
- M** Lo scopo del geotessile è quello di impedire la fuoriuscita di materiale fine dal terreno del rilevato che costituisce il muro
- M** In alternativa, possono essere usati dei geocompositi drenanti per favorire il libero drenaggio dello strato di riempimento



I componenti



MACLOOP / MACBOX

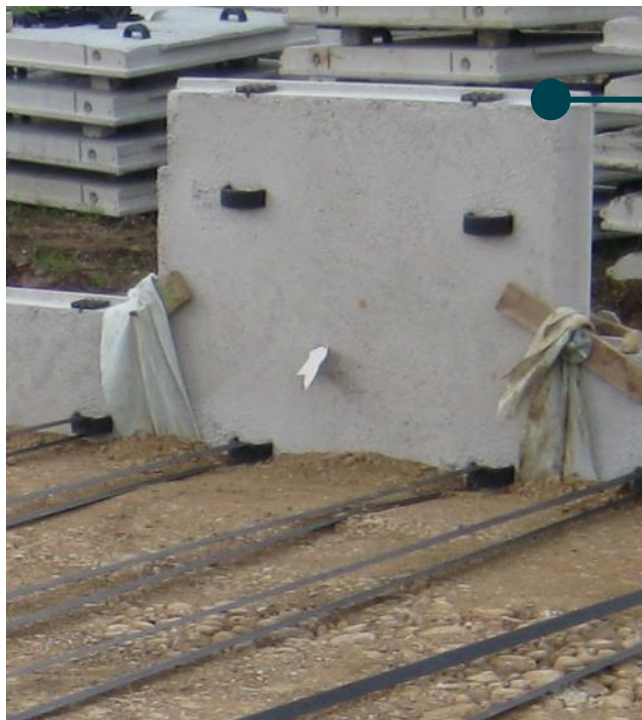
MacLoop: anello costituito da Paraweb™, protetto da una sella polimerica per semplificare l'installazione dei rinforzi.

MacBox: inserto polimerico fissato all'interno del pannello tramite una barra in acciaio protetta da una guaina polimerica.

La resistenza di tutte e due le tipologie di connessioni è stata determinata tramite test al pullout svolti presso laboratori esterni.

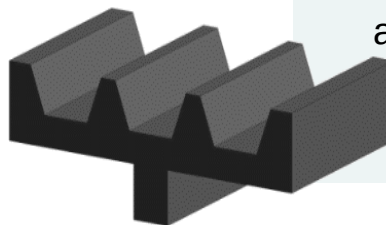


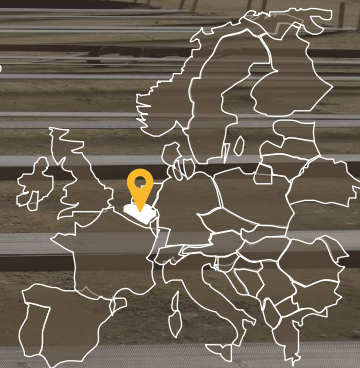
I componenti



PLACCHE DI APPOGGIO IN EPDM

- M** Cuscinetti di appoggio sagomati, realizzati con gomma EPDM, tipicamente di spessore 2 cm
- M** Spessore, dimensioni e rigidezza sono supportati da test di laboratorio e calcoli progettuali
- M** Lo scopo dei cuscinetti è quello di evitare il contatto tra i due pannelli di calcestruzzo e assorbire i cedimenti.





SISTEMA MACRES
Anversa, Belgio

PARAWEB

Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in
PET con rivestimento
LLDPE

Superficie ruvida che
sviluppa un'eccellente
frizione

Resistenti alla
corrosione

Diverse tipologie di
strip disponibili per
ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino
a 120 anni

Maneggevole in
cantiere e facilità di
trasportare

Certificazioni ed
esperienza
internazionali

Installazione flessibile
ed facilmente
adattabile



Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in
PET con rivestimento
LLDPE

Superficie ruvida che
sviluppa un'eccellente
frizione

Resistenti alla
corrosione

Diverse tipologie di
strip disponibili per
ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino
a 120 anni

Maneggevole in
cantiere e facilità di
trasportare

Certificazioni ed
esperienza
internazionali

Installazione flessibile
ed facilmente
adattabile



Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in
PET con rivestimento
LLDPE

Superficie ruvida che
sviluppa un'eccellente
frizione

Resistenti alla
corrosione

Diverse tipologie di
strip disponibili per
ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino
a 120 anni

Maneggevole in
cantiere e facilità di
trasportare

Certificazioni ed
esperienza
internazionali

Installazione flessibile
ed facilmente
adattabile



La corrosione dei rinforzi può provocare in
casi estremi il **collasso della struttura**

Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in
PET con rivestimento
LLDPE

Superficie ruvida che
sviluppa un'eccellente
frizione

**Resistenti alla
corrosione**

Diverse tipologie di
strip disponibili per
ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino
a 120 anni

Maneggevole in
cantiere e facilità di
trasportare

Certificazioni ed
esperienza
internazionali

Installazione flessibile
ed facilmente
adattabile



Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in
PET con rivestimento
LLDPE

Superficie ruvida che
sviluppa un'eccellente
frizione

Resistenti alla
corrosione

Diverse tipologie di
strip disponibili per
ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino
a 120 anni

Maneggevole in
cantiere e facilità di
trasportare

Certificazioni ed
esperienza
internazionali

Installazione flessibile
ed facilmente
adattabile

BRITISH STANDARD

BS 8006-1:2010+A1:2016

Section 4: Testing for design purposes

4.1 General

An objective of this code is to permit a wide range of choice of fill and soil reinforcement to the design engineer, and since the properties of the soil reinforcement, and in some cases the fill, will be time dependent it is essential that the design engineer has knowledge of how these properties change with time so that these can be matched with any selected design life. Examples of service lives are given in Table 7.

It should be borne in mind that reinforced soil comprises three component parts:

- a) fill;
- b) soil reinforcement; and
- c) facing, except for reinforced soil foundations and some slopes.

Design parameters should be defined for each of these components. This section should be followed to define the available test methods to establish basic design strengths for fill/soil and reinforcements. It should be noted that no consideration is given to the materials used in facing units, as adequate specifications for both materials and test methods exist for concrete, reinforced concrete, metal and timber facing units. Soft faces may usually be formed of geotextile or geogrid sheets. Specifications and test methods are as for reinforcements.

Table 7 Examples of E design working life

Design working life category (BS EN 1990:2002+A1)	Category	Typical E design working life years	Example
1	Temporary works	1 to 5	Contractors site structures Piling platforms
1	Short term	5 to 10	Contractors site structures Basal reinforced platforms for settlement control or in association with ground improvement
3/4	Industrial	10 to 50	Structures at mines
4/5	Long term	60	Marine structures in accordance with BS 5594 Highway embankments Railway embankments (NR/SIC/071 (17)) Basal reinforcement in association with piles or other supports under embankments
5	Long term	120	Highway and railway retaining walls and highway structures and bridge abutments Basal reinforcement in association with piles or other supports under retaining walls and structures

Void spanning depending upon application and reason for use, may fall in any one of these categories, see Section 8.

Test secondo la
ISO/TR 20432
Linee guida per la
determinazione della
resistenza a lungo termine
dei rinforzi in geosintetico
in terre rinforzate.

Vita utile fino a 120 anni,
in linea con i requisiti
della BS 8006

5	Long term	120	Highway and railway retaining walls and highway structures and bridge abutments Basal reinforcement in association with piles or other supports under retaining walls and structures
---	-----------	-----	---

Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in PET con rivestimento LLDPE

Superficie ruvida che sviluppa un'eccellente frizione

Resistenti alla corrosione

Diverse tipologie di strip disponibili per ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino a 120 anni

Maneggevole in cantiere e facilità di trasportare

Certificazioni ed esperienza internazionali

Installazione flessibile ed facilmente adattabile



Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in PET con rivestimento LLDPE

Superficie ruvida che sviluppa un'eccellente frizione

Resistenti alla corrosione

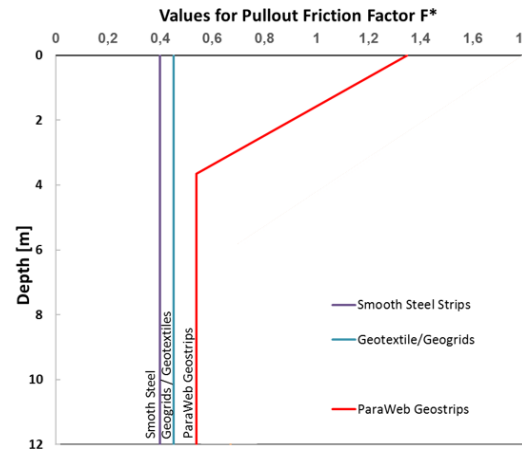
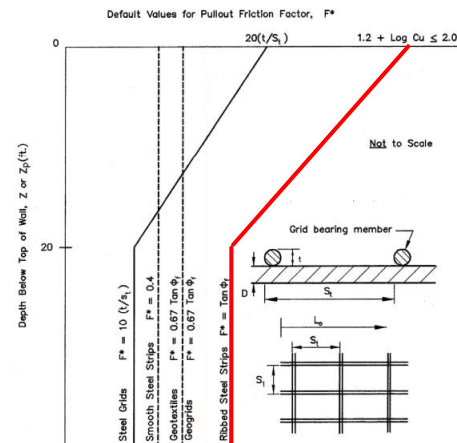
Diverse tipologie di strip disponibili per ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino a 120 anni

Maneggevole in cantiere e facilità di trasportare

Certificazioni ed esperienza internazionali

Installazione flessibile ed facilmente adattabile



Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in PET con rivestimento LLDPE

Superficie ruvida che sviluppa un'eccellente frizione

Resistenti alla corrosione

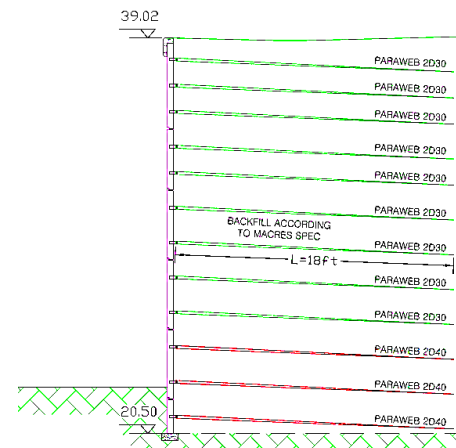
Diverse tipologie di strip disponibili per ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino a 120 anni

Maneggevole in cantiere e facilità di trasportare

Certificazioni ed esperienza internazionali

Installazione flessibile ed facilmente adattabile



PARAWEB® 2
GEOSYNTHETICS REINFORCEMENT STRIPS

Description
ParaWeb® strips are p
sheath. The strips are:

PARAWEB® M
GEOSYNTHETICS REINFORCEMENT STRIPS

MECHANICAL PROPERTIES
Ultimate Tensile Strength
Strain at UTS (EN ISO 10319)

Description

ParaWeb® strips are planar structures consisting of a core of high tenacity polyester yarn tendons encased in a polyethylene sheath. The strips are suitable for reinforcement applications in combination with concrete wall facing panels.

		27	36	45	54	63	
MECHANICAL PROPERTIES							
Ultimate Tensile Strength (EN ISO 10319)	kN	27.4	36.2	45.2	54.3	63.3	1
Strain at UTS (EN ISO 10319)	%			9.5			

Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in
PET con rivestimento
LLDPE

Superficie ruvida che
sviluppa un'eccellente
frizione

Resistenti alla
corrosione

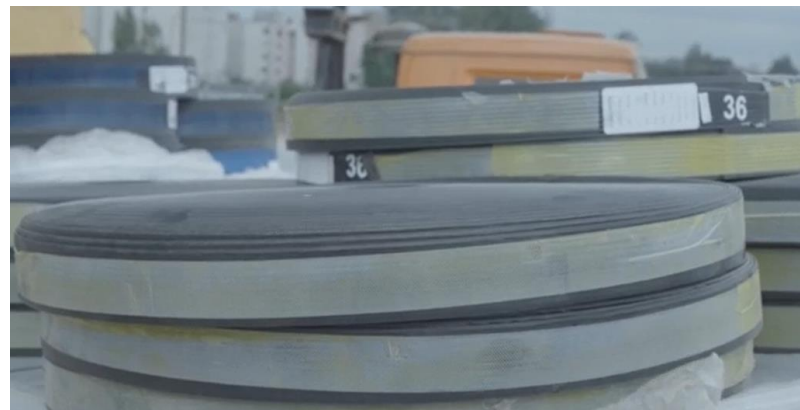
Diverse tipologie di
strip disponibili per
ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino
a 120 anni

**Maneggevole in
cantiere e facilità di
trasportare**

Certificazioni ed
esperienza
internazionali

Installazione flessibile
ed facilmente
adattabile



Rinforzi polimerici

Strip Paraweb™ in PET con rivestimento LLDPE

Superficie ruvida che sviluppa un'eccellente frizione

Resistenti alla corrosione

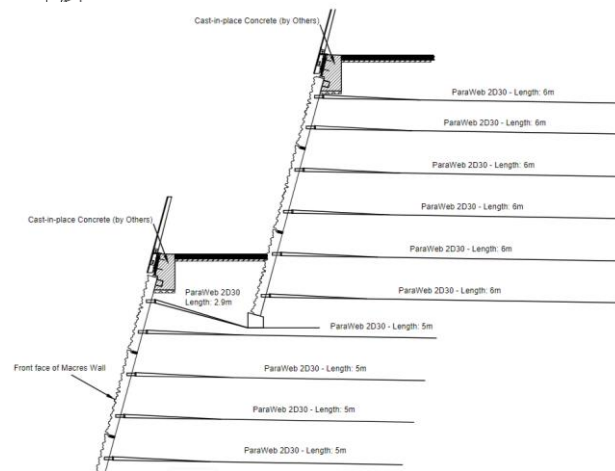
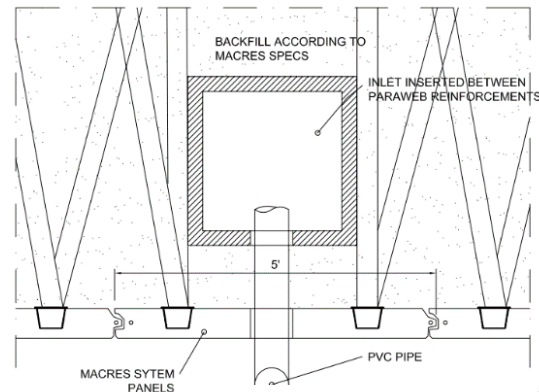
Diverse tipologie di strip disponibili per ottimizzare il progetto

Durabilità testata fino a 120 anni

Maneggevole in cantiere e facilità di trasportare

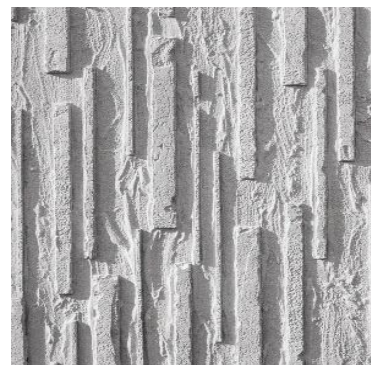
Certificazioni ed esperienza internazionali

Installazione flessibile ed facilmente adattabile





- M** La finitura della superficie di calcestruzzo può variare in base alle richieste del cliente e alle specifiche di progetto.
- M** I casseri sono progettati per permettere l'utilizzo di stampi polimerici, oppure di pietrame sul fondo degli stessi
- M** Su richiesta, il calcestruzzo può essere fornito in diversi colori o trame



Brug van den Azijn



Muro verticale con pannelli dipinti in Francia



PROGETTAZIONE



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

Durabilità e
manutenzione

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

Durabilità e
manutenzione

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

Durabilità e
manutenzione

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

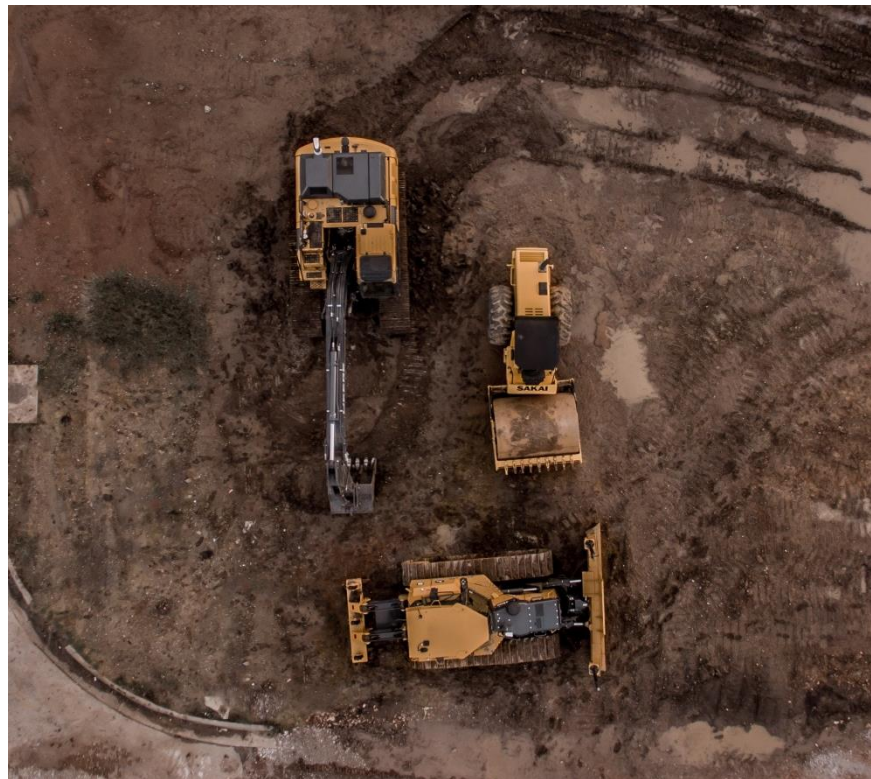
Durabilità e
manutenzione

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

Durabilità e
manutenzione

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

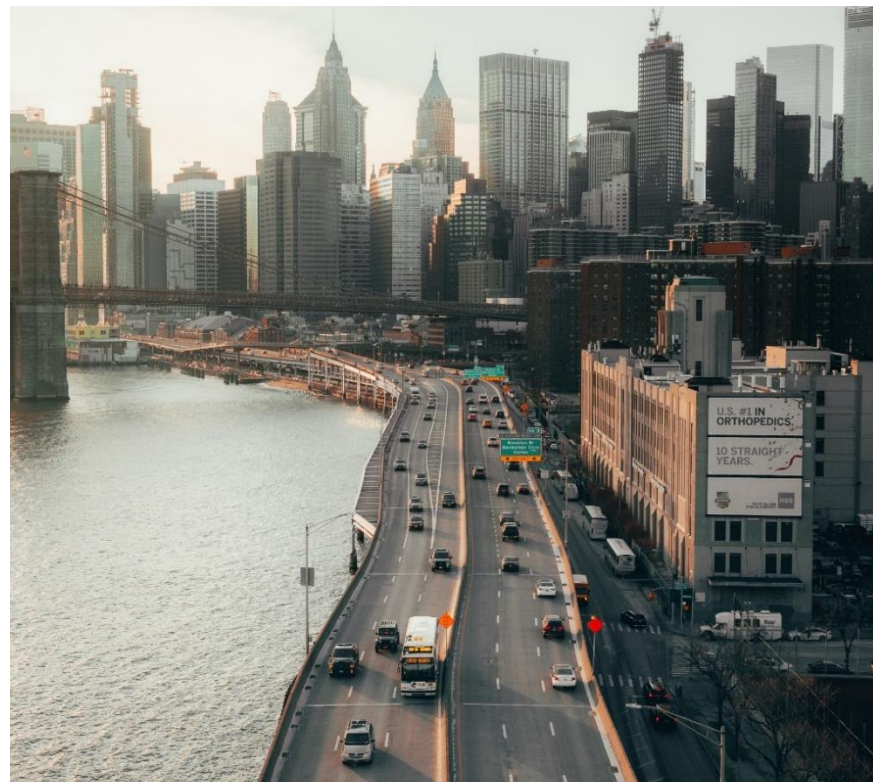
Durabilità e
manutenzione

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

**Durabilità e
manutenzione**

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

Durabilità e
manutenzione

Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione



PROGETTAZIONE: COSA DOBBIAMO CONOSCERE?

MACCAFERRI

Terreno

Estetica

Falde acquifere

Durabilità e
manutenzione

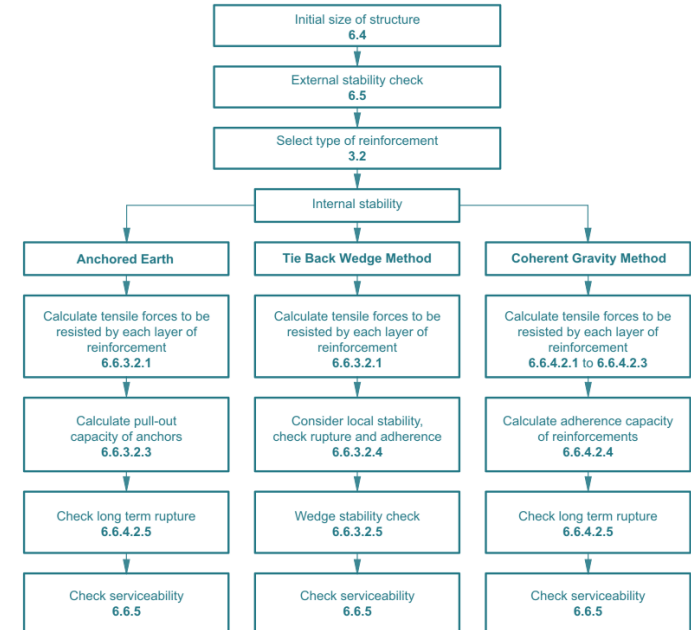
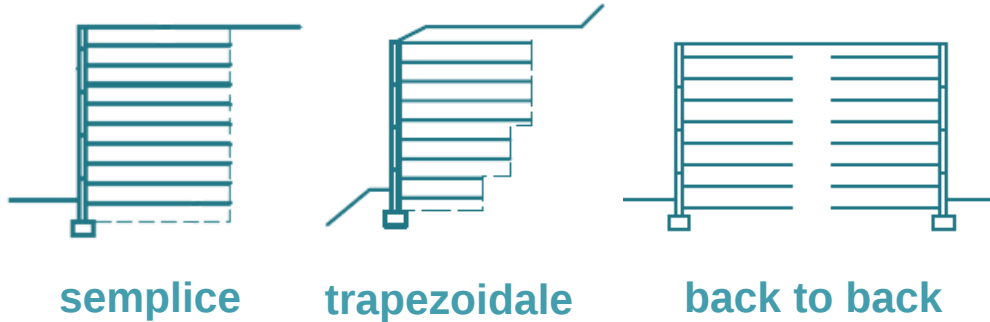
Requisiti costruttivi

Esproprio

Considerazioni
ambientali

Tradizione





Il carico di progetto viene sostenuto dalla resistenza a lungo termine di progetto LTDS ($T_{al} = T_d$) del rinforzo, che viene calcolata applicando gli appositi RF per creep, danneggiamento dovuto all'installazione e durabilità.

$$T_{al} = T_{ult} / (RF_{cr} \times RF_{id} \times RF_d)$$

Start New Design
(Save the file before you start new design)

MACRES 2.0 v2.02

Project Name	
Project Number	
Revision	
Date	
Client	
Code	BS 8006 : 2010
Panel Type	MacRes Square
Reinforcement	Polymeric

Today?

Next

Help?

General Details

Geometric Input

Surcharge/Loading

Geotechnical Input

Struct. Type & Location

Reinforcement Input

External Stability

Internal Sta. - Rupture

PROGRAM MANAGER

Select DESIGN or ANALYSIS

Project Identification

-- DESIGN MODE --
 Performance: Specify target values

-- ANALYSIS MODE --
 Performance: Acceptable reference values

Method :

AASHTO 96 / Demo 82 (ASD)

AASHTO 2002 / NHI-043 (ASD)

NCMA - 1997

AASHTO 2007-2010 (LRFD)

Geometry :

Simple

Complex

Reinforcement :

Geogrid

Geotextile

Metal Mat

Metal Strip

Facia :

Wrap Around

Full Height Precast

Segmental Panels

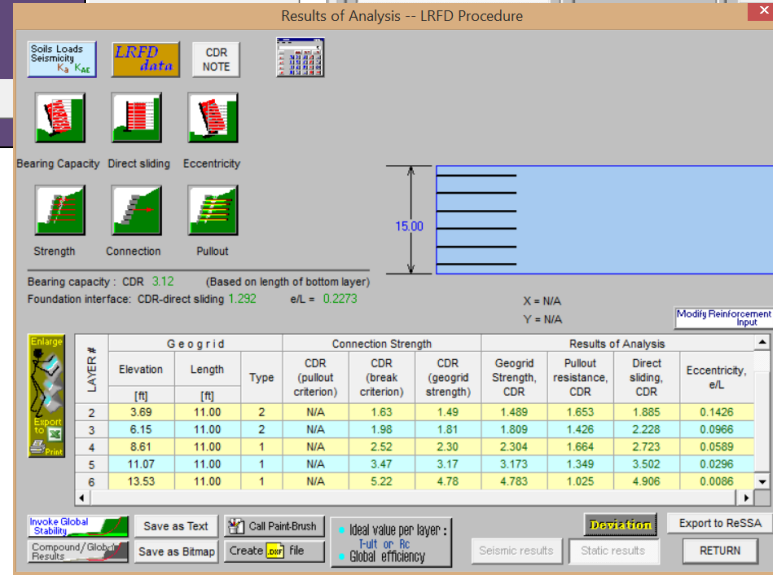
Modular Blocks

Version :

Western

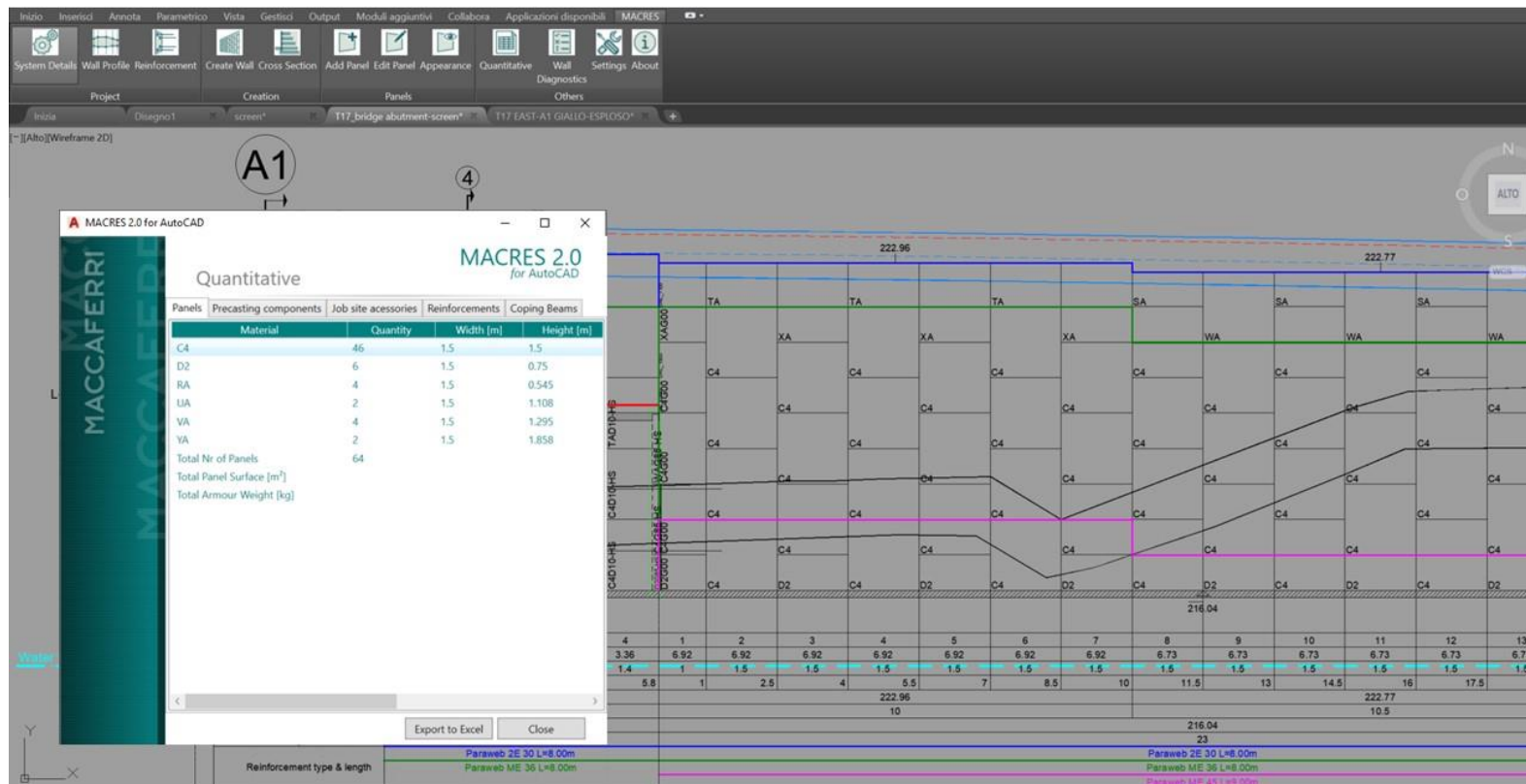
Asian Pacific

DESIGN – MacRes v 2.0



MSEW

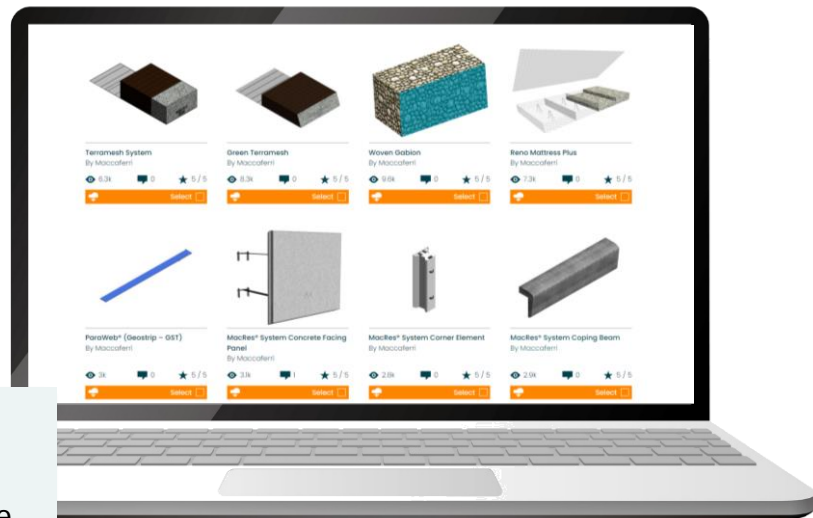
MacRes per Autocad



BIM Library disponibile!

Scannerizza!

E scopri la nostra libreria BIM
Oppure visita il nostro sito
maccaferri.com/bim



I nostri prodotti sono disponibili anche in BIM. 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

INSTALLAZIONE





LIVE Q&A

Chat box

