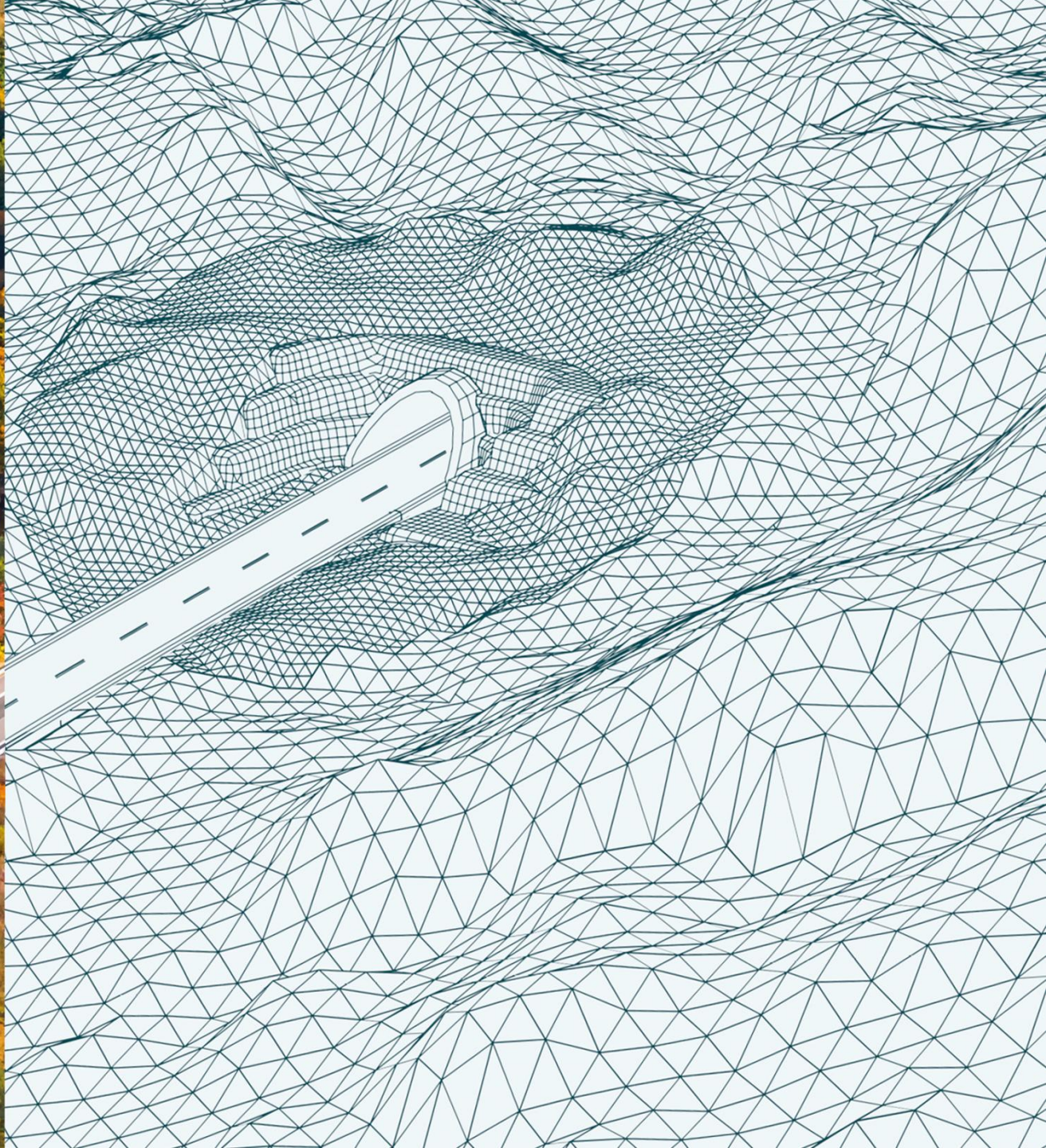




Soluzioni per il tunnelling

Un nuovo  
portfolio a 360°  
guidato  
dall'innovazione

MACCAFERRI



## AGENDA DEL WEBINAR



### Introduzione

5' Chi siamo e come vogliamo posizionarci

5' La nostra proposta a 360° per il tunnelling

### Un focus dedicato a ogni stakeholder

10' Scavo tradizionale

10' Scavo meccanizzato

5' Oltre lo scavo

### Progetti di riferimento

5' Case histories

Sessione Q&A al termine della presentazione

Relatori: Anna Bortolussi e Klaus Giorgio Pini



# Chi siamo e posizionamento



# Proteggiamo le persone, le infrastrutture e gli ecosistemi attraverso un'innovazione orientata al futuro

Su scala globale, sosteniamo l'urgente necessità del pianeta di adattarsi ai cambiamenti climatici, con una presenza in oltre 130 paesi e più di 145 anni di eccellenza ingegneristica.

Le nostre soluzioni **integrate**, **sostenibili** e **resilienti** ci pongono all'avanguardia nell'ingegneria che accompagna l'adattamento climatico: molto prima che il settore andasse oltre i materiali prodotti in serie, avevamo già immaginato un nuovo modo di costruire infrastrutture sostenibili.



## Chi siamo

**Siamo una piattaforma industriale globale per le infrastrutture sostenibili, che si adatta costantemente agli impatti dei cambiamenti climatici attraverso l'ingegneria e la produzione industriale.**

Con attività in 5 continenti e oltre 145 anni di esperienza, siamo leader globali nella fornitura di soluzioni avanzate e sostenibili per **l'ingegneria civile, geotecnica ed ambientale**. Le nostre innovazioni includono opere di sostegno, opere idrauliche, mitigazione dei rischi geologici, rinforzo del suolo e sistemi proattivi di adattamento climatico, come la difesa dalle inondazioni e la resilienza costiera.

Chi siamo

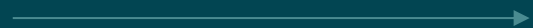
# Presenza Globale

- M** Filiali
- ◆ Uffici locali
- ◆ Sedi produttive



# La struttura multi-business di Maccaferri

Officine Maccaferri è il cuore di una piattaforma multi-business in crescita. Operiamo in oltre 130 paesi, guidati dall'innovazione sostenibile e dalla resilienza climatica. Espandiamo le nostre capacità attraverso acquisizioni strategiche e società affiliate, aggiungendo valore in tutto il mondo.:



Questo ecosistema flessibile rafforza le nostre soluzioni, dai geosintetici ai sistemi di allerta preventiva.



## Materiali Innovativi



## Monitoraggio Smart



## Servizi di Ingegneria



## Tessili Tecnici



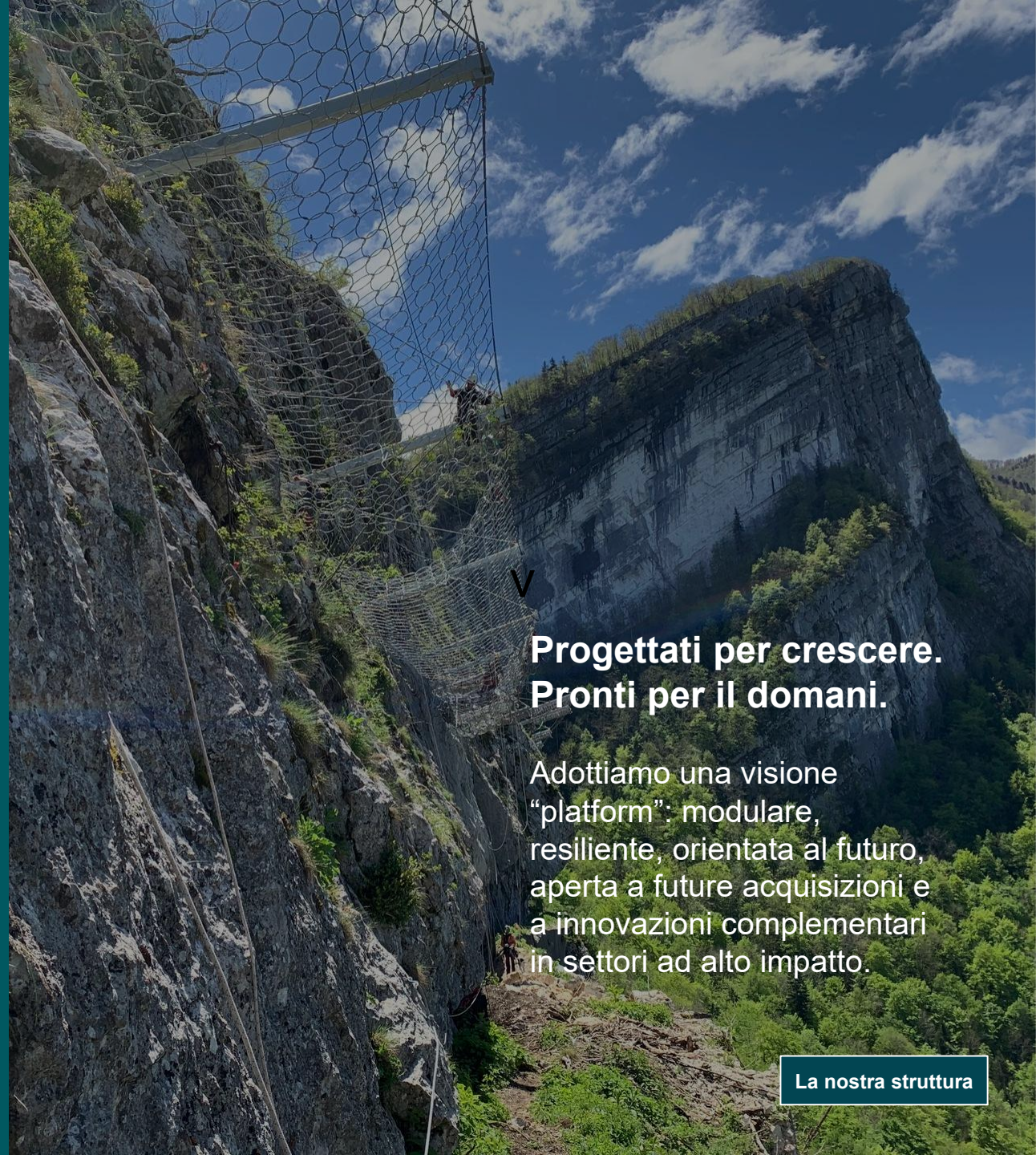
## Soluzioni per il Tunneling



## Attività Specialistiche



## Joint Venture



**Progettati per crescere.  
Pronti per il domani.**

Adottiamo una visione “platform”: modulare, resiliente, orientata al futuro, aperta a future acquisizioni e a innovazioni complementari in settori ad alto impatto.

La nostra struttura



# Un hub completo e integrato che connette l'intera filiera delle costruzioni

Maccaferri agisce come partner strategico in ogni fase del progetto, fornendo un ecosistema integrato di soluzioni ingegneristiche per rendere il settore delle costruzioni più efficiente, innovativo e sostenibile.

## **Soluzioni complete**

- > Prodotti certificati e tecnologie avanzate
- > Proprietary software per la progettazione
- > Supporto tecnico e training in continuo

## **Un unico partner per ogni interlocutore della filiera delle infrastrutture**

- > Committenti Pubblici e Privati
- > Progettisti
- > Imprese ed Applicatori
- > Clienti finali

## **Contributo ad alto valore aggiunto per la filiera delle costruzioni**

- > Dall'idea all'esecuzione, riducendo gli impatti su costi ed ambiente
- > Soluzioni modulari e preassemblate per costruzioni più efficienti e sostenibili
- > Approccio collaborativo per ottimizzare l'efficienza e l'impatto in cantiere.

# Settori di mercato

- Agribusiness
- Edilizia, Industria, Sport
- Lavori per Controllo dell'Erosione Costiera e delle Rive
- Difesa e Sicurezza
- Opere per Emergenze e Alluvioni
- Salvaguardia Ambientale
- Cave e Miniere
- Petrolio e Gas / Energia
- Infrastrutture di Trasporto
- Infrastrutture Urbane

# Il nostro mondo di applicazioni

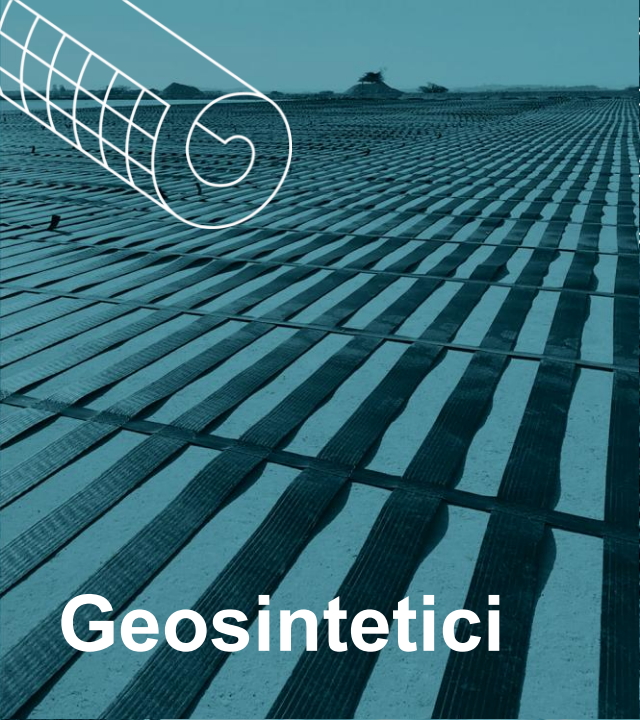


1. Protezione dalla Caduta Massi e Reti Fermaneve
2. Tunnelling
3. Controllo dell'Erosione
4. Produzioni Industriali
5. Opere di Sostegno e Rinforzo del Terreno
6. Drenaggio
7. Barriere di Sicurezza e Antirumore
8. Protezione Costiera, Opere a Mare e Protezione Condotte Sottomarine
9. Paesaggio e Architettura
10. Ambiente, Discariche e Bonifiche
11. Opere idrauliche
12. Stabilizzazione del Sottofondo e Pavimentazioni Stradali
13. Rinforzo basale
14. Reti acquacultura e Gabbie
15. Pavimentazioni in Calcestruzzo; prefabbricazione ed altro
16. Sistemi di recinzione

# Portfolio overview



**Doppia torsione**



**Geosintetici**



**Paramassi**



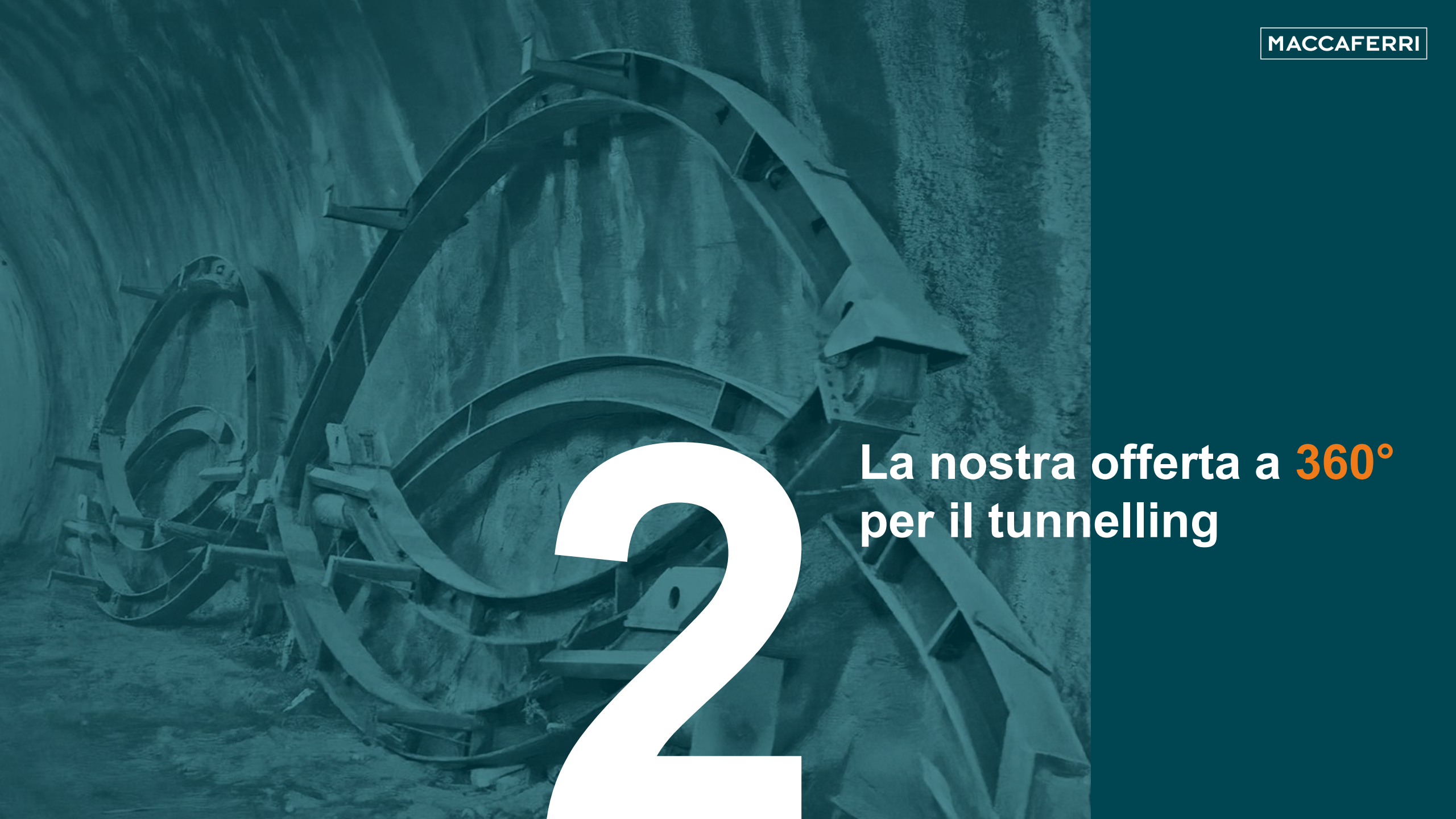
**Tunnelling**



**IoT & Smart  
Monitoring**



**Altri portafogli  
di soluzioni in  
crescita**



La nostra offerta a **360°**  
per il tunnelling

# Per Maccaferri l'**innovazione** è un impegno concreto plasmato dalle reali esigenze dei clienti.

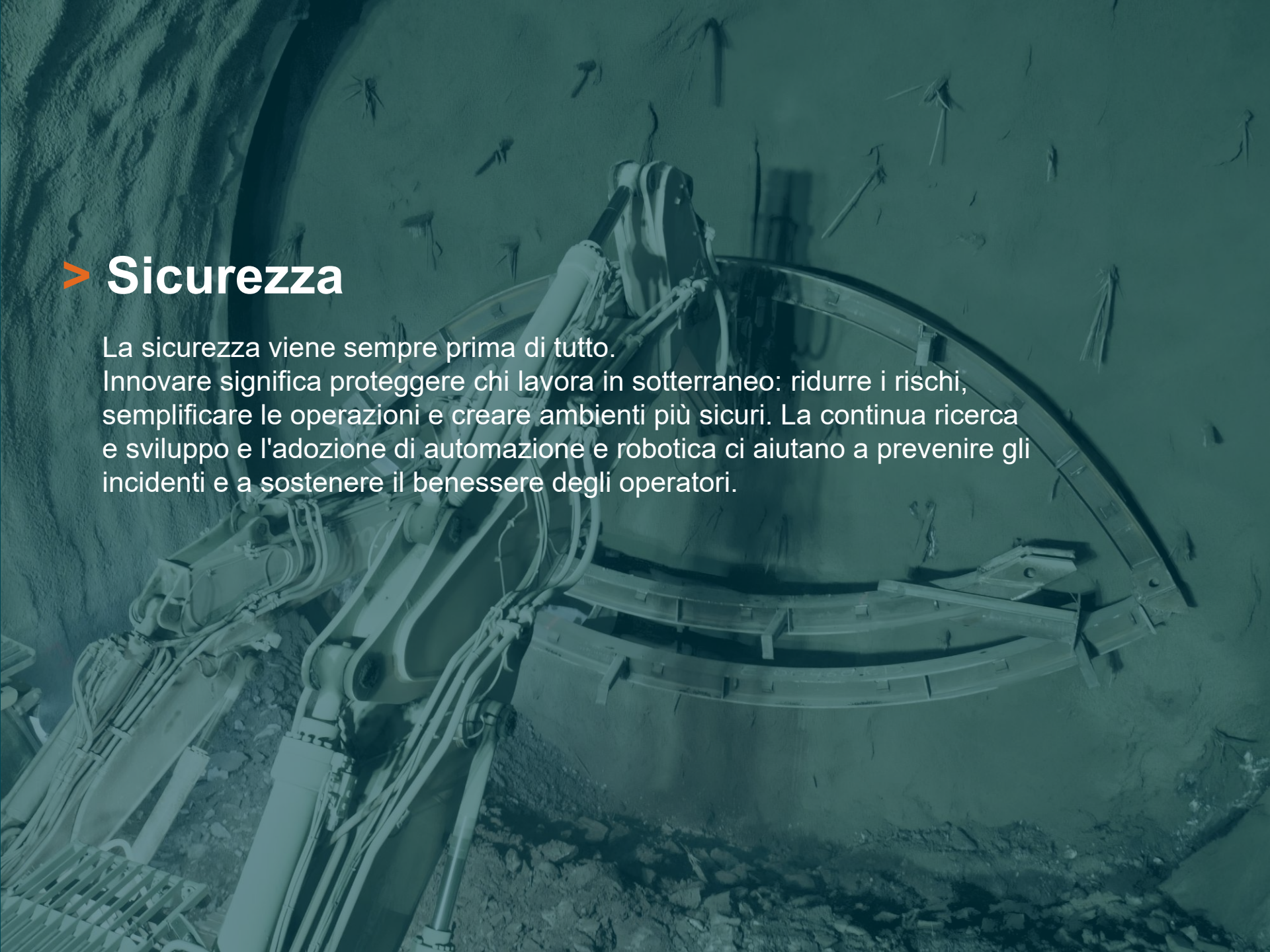
Tutto inizia ascoltando il territorio, e si concretizza in soluzioni affidabili e sostenibili che migliorano ogni giorno il lavoro di scavo.

La nostra visione si basa su quattro principi fondamentali.

# Innovazione al centro

## > Sicurezza

La sicurezza viene sempre prima di tutto. Innovare significa proteggere chi lavora in sotterraneo: ridurre i rischi, semplificare le operazioni e creare ambienti più sicuri. La continua ricerca e sviluppo e l'adozione di automazione e robotica ci aiutano a prevenire gli incidenti e a sostenere il benessere degli operatori.



# Innovazione al centro

- > **Sicurezza**
- > **Eccellenza dell'opera finale**

Le nostre soluzioni garantiscono la qualità tecnica ed estetica a lungo termine del lavoro finito: precisione, durata, prestazioni certificate e attenzione ai dettagli. Strumenti digitali e processi avanzati supportano risultati costanti e di alta qualità.

# Innovazione al centro

- > Sicurezza
- > Eccellenza dell'opera finale
- > Ottimizzazione delle risorse

In un contesto di manodopera, attrezzature e materiali limitati, progettiamo soluzioni che massimizzano l'efficienza. Ridurre il fabbisogno di risorse, aumentare la produttività e semplificare le operazioni significa anche ridurre l'esposizione di personale e macchinari, trasformando l'ottimizzazione in un fattore di sicurezza.



# Innovazione al centro

- Sicurezza
- Eccellenza dell'opera finale
- Ottimizzazione delle risorse
- Industrializzazione

Portiamo la logica industriale evoluta in galleria: standardizzazione, prefabbricazione, installazione rapida e manutenzione semplificata. Automazione e robotica, combinate con processi controllati e ripetibili, trasformano la complessità in operazioni semplici e affidabili.





MACCAFERRI

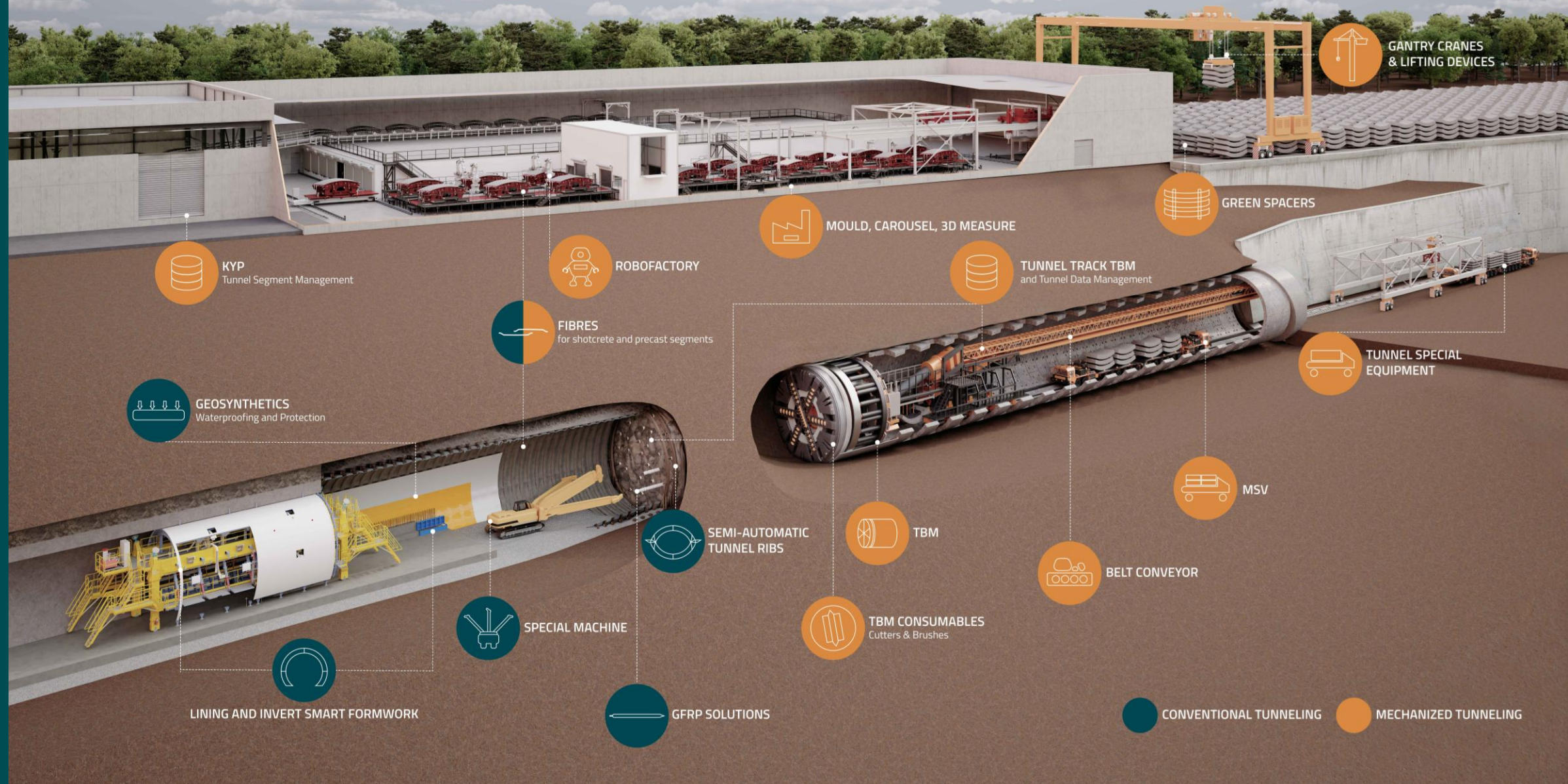
Dall'unione di un leader negli scavi convenzionali e di un leader negli scavi meccanizzati, nasce un nuovo attore chiave nel settore delle gallerie: **un partner unico** che offre un **portafoglio completo di soluzioni a 360°**, che va oltre lo scavo e comprende l'intero processo di costruzione.



**CPT**  
GROUP  
A MACCAFERRI Company

Un unico partner per tutte le necessità del progetto

MACCAFERRI



Scavo Tradizionale

Scavo Meccanizzato

3

Un focus dedicato a  
**ogni** stakeholder

# 3.a

Un focus dedicato a  
**ogni** stakeholder

Scavo tradizionale





## Capire cosa succede durante gli scavi e reagire rapidamente

NATM è un metodo di scavo reattivo in cui le deformazioni vengono accettate e gestite durante l'avanzamento. Misure di stabilizzazione come rinforzi locali e supporti temporanei vengono applicate progressivamente, adattandosi alle mutevoli condizioni del terreno. L'approccio offre elevata flessibilità, una velocità di avanzamento variabile in base al comportamento del terreno e costi iniziali generalmente inferiori.

### Quando usare NATM

- Scavo a sezioni parzializzate
- Ammassi rocciosi da medi a buoni
- Deformazioni gestibili senza rischi per le infrastrutture di superficie
- Geometrie non critiche
- Siti con buona accessibilità e programmazione flessibile
- Budget iniziale limitato



## Creare le condizioni ottimali prima di iniziare gli scavi

ADECO-RS è un metodo di scavo preventivo in cui il terreno viene stabilizzato prima dell'avanzamento. Il pre-confinamento e il pre-consolidamento vengono applicati in primis al fronte di scavo, per controllarne la deformabilità e garantire condizioni definite durante lo scavo. L'approccio supporta velocità di avanzamento costanti e programmabili in coperture superficiali, terreni sciolti o eterogenei e laddove sia richiesta una deformazione minima.

### Quando usare ADECO-RS

- Scavo a piena sezione
- Coperture superficiali o scavi in prossimità della superficie
- Terreni sciolti o eterogenei
- Sezione a rischio di crollo
- Presenza di edifici o infrastrutture sensibili soprastanti
- Necessità di deformazioni minime
- Progetti che richiedono velocità di avanzamento costanti e prevedibili

## Centina semi-automatica

Grazie alla nostra tecnologia innovativa, le tradizionali centine per gallerie si evolvono in un sistema rivoluzionario che supporta il fronte di scavo senza esporre gli operatori a rischi.

L'automazione allontana i lavoratori dalle aree di maggior rischio, accelerando al contempo l'installazione e migliorando l'efficienza complessiva, garantendo un processo di scavo più sicuro e controllato.

**2x**

Installazione più rapida rispetto ai metodi alternativi

**80%**

Minor numero di lavoratori necessari sul fronte di scavo

Travi con Profilo ad H



## Centina semi-automatica

Grazie alla nostra tecnologia innovativa, le tradizionali centine per gallerie si evolvono in un sistema rivoluzionario che supporta il fronte di scavo senza esporre gli operatori a rischi.

L'automazione allontana i lavoratori dalle aree di maggior rischio, accelerando al contempo l'installazione e migliorando l'efficienza complessiva, garantendo un processo di scavo più sicuro e controllato.

2x

Installazione più rapida rispetto ai metodi alternativi

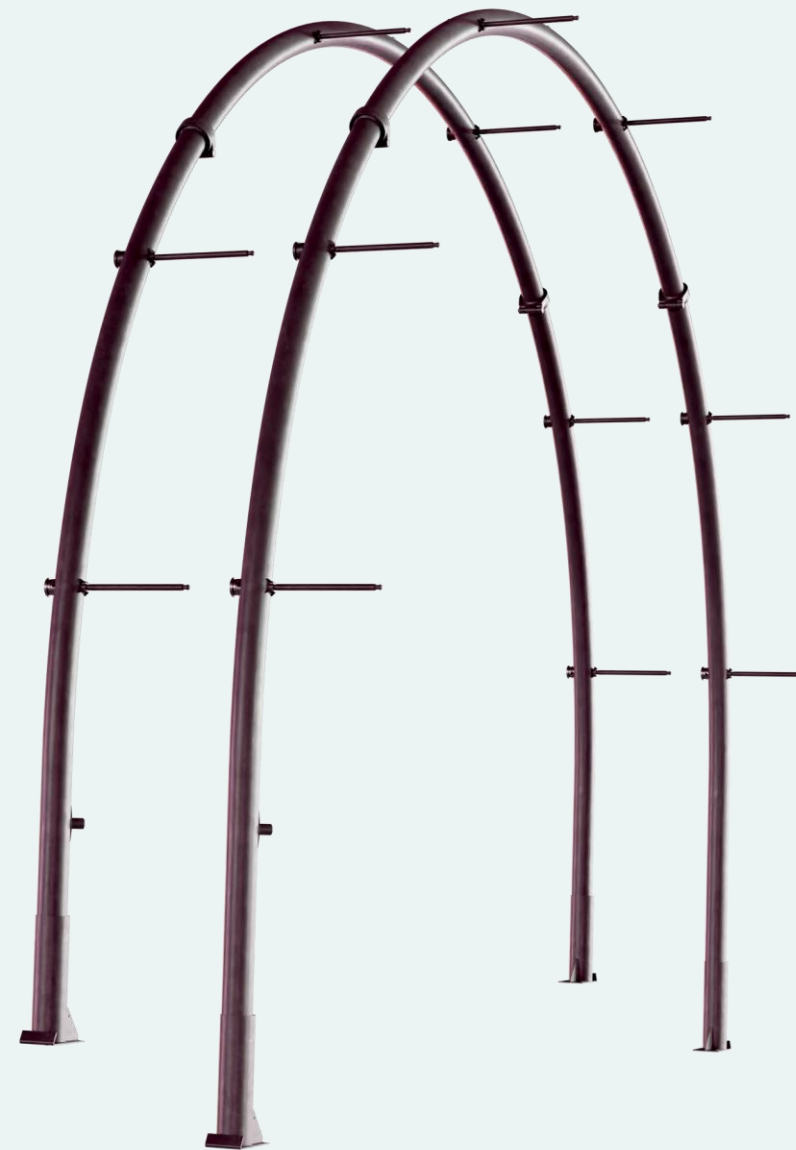
80%

Minor numero di lavoratori necessari sul fronte di scavo

14%

Risparmio sulla quantità di shotcrete

Profilo Tubolare



## Fibre metalliche Wirand per lo shotcrete

Nello scavo di gallerie convenzionali, il rivestimento primario è un sistema strutturale temporaneo ma fondamentale, applicato subito dopo la fase di msarino per stabilizzare il fronte e salvaguardare i lavoratori. In questo caso, il calcestruzzo proiettato rinforzato con fibre d'acciaio (SFRS) svolge un ruolo chiave: un composto di cemento, aggregati, acqua, fibre di Wirand e additivi, applicato a spruzzo sulle superfici appena scavate, fissa rapidamente il profilo e controllare le deformazioni.

Adattandosi istantaneamente al profilo della roccia, il calcestruzzo proiettato rinforzato con fibre offre stabilità immediata. L'eliminazione dell'installazione delle barre d'armatura semplifica e velocizza le operazioni, riducendo al contempo i tempi di esposizione al rischio e aumentando gli standard di sicurezza..

# 20%

Riduzione del calcestruzzo per un limitato effetto rimbalzo

# 3x

Operazioni più rapide grazie all'eliminazione dell'installazione delle barre d'armatura

## Un'alternativa all'acciaio: Fibromac

La fibra macro-sintetica Fibromac è utilizzata nel calcestruzzo proiettato fibrorinforzato in gallerie e caverne infrastrutturali e minerarie, garantendo prestazioni ottimali per il supporto degli scavi in applicazioni temporanee.



## PER Ground e soluzioni GFRP

Le nostre soluzioni in fibra di vetro (GFRP) garantiscono il miglioramento delle caratteristiche meccaniche del terreno o della roccia, aumentando la stabilità globale del fronte di scavo e ottimizzando il processo di consolidamento e rinforzo sia dal punto di vista operativo che economico.

L'innovativo profilo cavo corrugato consente un significativo incremento delle prestazioni. Per affrontare efficacemente le condizioni di scavo in terreni particolarmente avversi, i sistemi di ancoraggio completamente personalizzabili della serie P.E.R. Ground System (Pressurizing Element for Reinforcement of the Ground) possono svolgere molteplici funzioni.

P.E.R. Ground Drain, ad esempio, garantisce contemporaneamente il rinforzo e il drenaggio del fronte di scavo..

# 45%

Meno perforazioni necessarie, riducendo il tempo di esposizione dei lavoratori al fronte di scavo



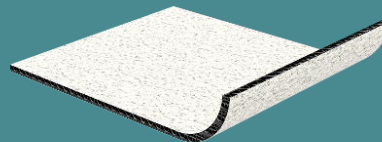
## Soluzioni per il drenaggio

Come parte del rivestimento finale del tunnel, l'impermeabilizzazione del perimetro di scavo è essenziale per garantire la stabilità strutturale e prevenire gravi rischi per la sicurezza. Questo strato deve essere adeguatamente protetto ed è inoltre necessario un drenaggio efficace per gestire l'acqua attorno al profilo di scavo.

MacDrain fornisce uno strato di protezione e drenaggio 2 in 1, mentre tubi di drenaggio dedicati offrono una soluzione aggiuntiva per specifiche esigenze di raccolta dell'acqua.

### Drenaggio e Protezione

MACDRAIN™ è un geocomposito costituito da un nucleo drenante tra due strati di geotessile. La sua duplice funzione di drenaggio e protezione consente un'unica installazione e ottimizzazione del processo.



#### Gestione efficiente dell'acqua

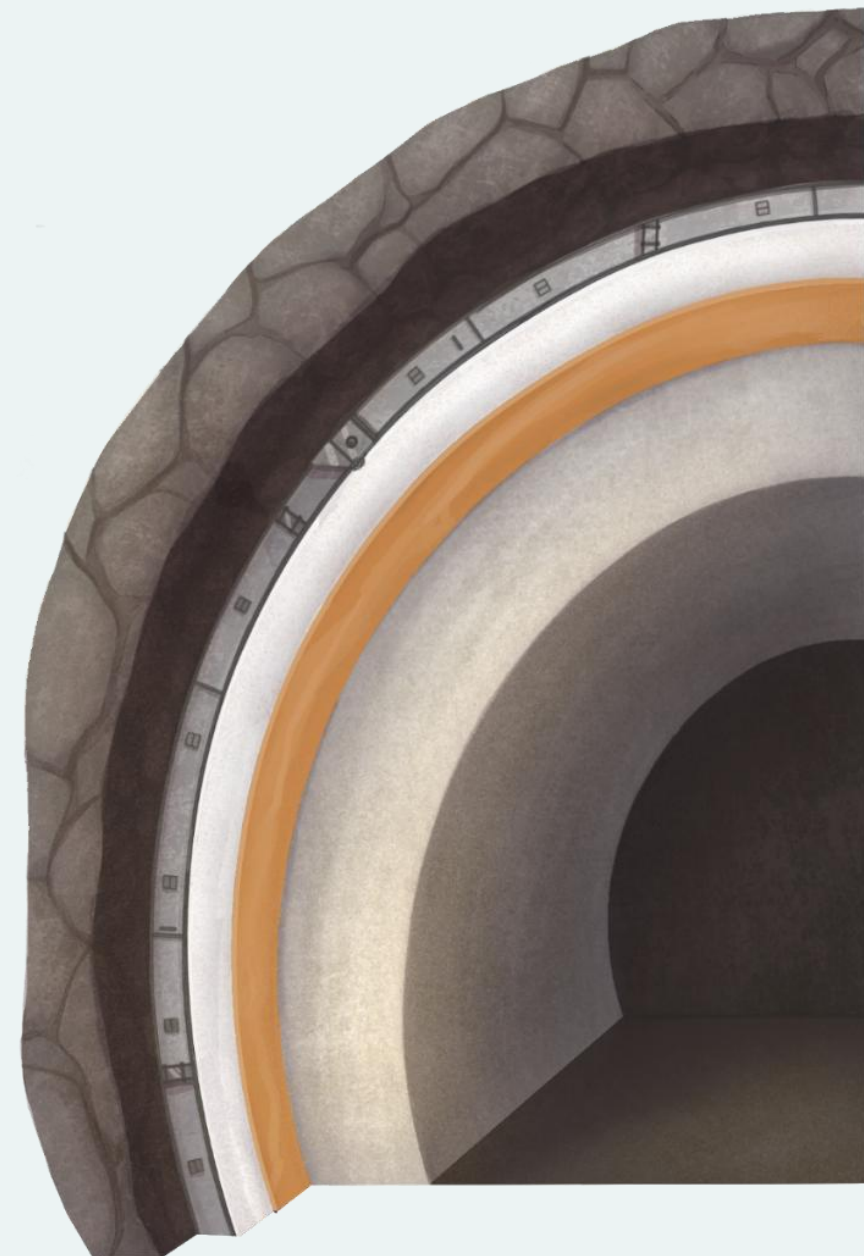
Garantisce un drenaggio rapido anche in caso di portate elevate e carichi pesanti

#### Adatto a ogni scenario

Varianti di prodotto specializzate progettate per sfide specifiche, come la prevenzione dell'extra volume causato dal gelo o condizioni di elevata compressione

#### Prestazioni affidabili

Progettato per ridurre al minimo la deformazione, lo scorrimento viscoso e mantenere la permeabilità nel tempo



## Casseri per il rivestimento definitivo ed arco rovescio

Una cassaforma di rivestimento è un'attrezzatura specializzata, meticolosamente progettata e costruita per realizzare il rivestimento finale di una sezione di galleria. La sua funzione principale è quella di fornire la cassaforma strutturale all'interno della quale il calcestruzzo può essere colato e stabilizzato.

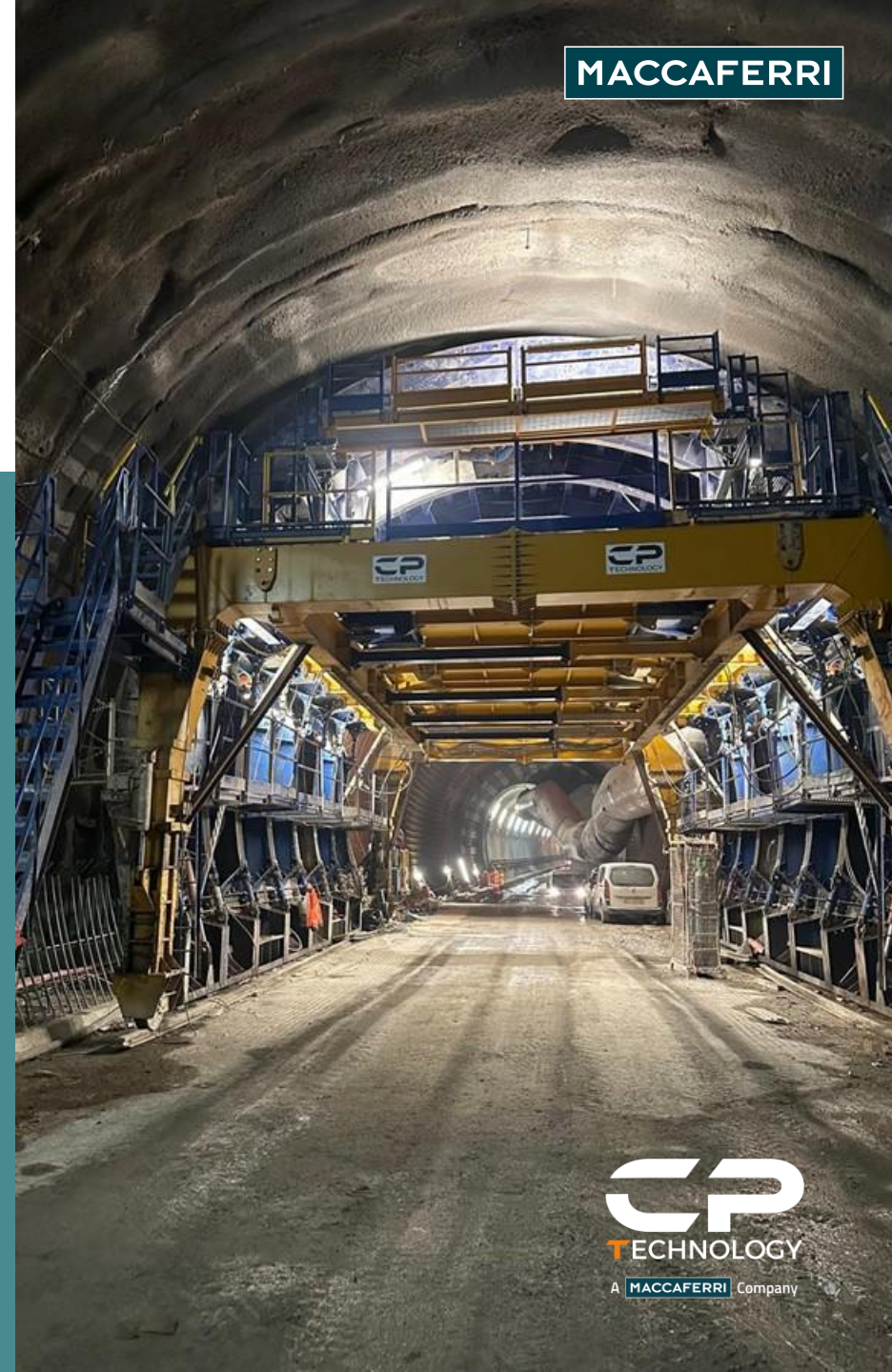
### Disponibile in varie configurazioni

Le CASSEFORME AUTOPORTANTI non richiedono alcun ancoraggio per resistere alla spinta del calcestruzzo, offrendo la massima flessibilità e un rapido riposizionamento.

Le CASSEFORME ANCORATE, invece, si affidano ad ancoraggi dedicati per contrastare la pressione del calcestruzzo.

### Funzionamento idraulico preciso

I meccanismi idraulici consentono movimenti controllati e precisi della cassaforma, garantendo un funzionamento regolare, un posizionamento preciso e una movimentazione efficiente durante tutto il processo di rivestimento.



## Macchine speciali

Il nostro team dedicato all'ingegneria delle macchine speciali progetta e sviluppa attrezzature automatizzate su misura per le specifiche esigenze logistiche e operative dei cantieri di gallerie e costruzione. Dai sistemi di movimentazione personalizzati alle unità di installazione completamente automatizzate, ogni macchina è progettata per semplificare le attività, migliorare la coerenza e ridurre i tempi di esecuzione.

### Una storia di successo – la galleria Boscaccio

Per la galleria Boscaccio, il cliente richiedeva una macchina completamente telecomandata in grado di installare centine tubolari semiautomatiche senza esporre il personale al fronte di scavo. Il sistema è stato progettato per eseguire l'intero ciclo di installazione: posizionamento e fissaggio della calotta, apertura della centina, bloccaggio dei giunti, aggancio degli elementi di collegamento e completamento del posizionamento. Una volta assemblata la centina, un braccio centrale sostiene la calotta mentre due bracci aggiuntivi abbassano i piedi nella loro posizione finale.

### Installazione remota per operazioni più sicure

L'uso combinato della macchina per l'installazione delle nervature e della nervatura tubolare in acciaio ha consentito di eseguire l'intero processo di installazione a distanza da soli due operatori, eliminando l'esposizione sul fronte di scavo e riducendo significativamente i rischi per la sicurezza.

### Automazione su misura per ogni esigenza

Ogni macchina è progettata su misura per soddisfare le esigenze logistiche, di installazione o di movimentazione specifiche del progetto, garantendo un'integrazione perfetta nel flusso di lavoro del sito.



3.b

Un focus dedicato a  
**ogni** stakeholder

Scavo meccanizzato



Scavo meccanizzato con una **TBM** (Tunnel Boring Machine) schermata, un sistema specializzato dotato di una testa fresante rotante, che avanza in modo continuo durante l'installazione di conci prefabbricati in calcestruzzo e controlla automaticamente tutti i parametri di scavo.

È la soluzione preferita per progetti che richiedono elevata **qualità costruttiva** e **avanzamento prevedibile**, e in ambienti in cui è essenziale tenere gli operatori lontani dal fronte di scavo.



## Scavo meccanizzato

## Carosello

I caroselli sono sistemi rotanti utilizzati nelle linee di produzione per trasportare i prodotti in modo efficiente, consentendo una movimentazione continua, una maggiore produttività e una riduzione della movimentazione manuale.

Introdurre un carosello nella produzione di conci prefabbricati significa industrializzare completamente il processo: una sequenza precedentemente frammentata diventa un flusso di lavoro ottimizzato a ciclo chiuso con fasi automatizzate e ripetibili. Gli impianti a carosello trasformano la produzione di conci in un ciclo produttivo controllato e ad alta efficienza, in cui layout, flusso di lavoro e attrezzature sono personalizzati in base alle esigenze del progetto, mantenendo al contempo la flessibilità e la scalabilità necessarie per future espansioni.

## Processo di Produzione Industrializzato e Costante

Una configurazione a carosello industrializzata garantisce un flusso di produzione costante, riduce al minimo la movimentazione manuale e automatizza le fasi chiave del processo, con conseguente qualità uniforme dei segmenti e output stabile e ripetibile.

## Configurazione flessibile e scalabile

I componenti modulari consentono all'impianto di evolversi in base alle esigenze di produzione, supportando nel tempo adeguamenti della produzione, attrezzature aggiuntive e requisiti di progetto in continua evoluzione.

## Progettazione su misura

I nostri impianti a carosello sono completamente personalizzabili tramite l'ottimizzazione del layout specifico del progetto, adattandosi alle dimensioni dello stabilimento, alla quantità di stampi richiesta, ai flussi di lavoro preferiti e ai vincoli logistici.



## Robofactory

Robofactory è un impianto automatizzato per la prefabbricazione di conci di tunnel, in cui la robotica e il monitoraggio digitale migliorano ulteriormente la continuità e la stabilità del ciclo produttivo.

Automatizzando le operazioni più impegnative, riduce il lavoro manuale e i rischi per la sicurezza, aumentando al contempo produttività, precisione ed efficienza.

# +170%

Capacità produttiva: l'automazione aumenta drasticamente il numero di segmenti prodotti per turno

# -30%

Difetti con automazione: la precisione robotica e il controllo digitale riducono i difetti e garantiscono una qualità costante

# -70%

Rischio di incidenti allontanando gli operatori dalle fasi rischiose

**Gli operatori passano da compiti fisici a ruoli di supervisione, creando un ambiente di lavoro più sicuro ed efficiente.**

Automatizzando i processi ripetitivi e ad alta intensità di manodopera, gli operatori possono concentrarsi su attività di maggior valore, riducendo la dipendenza dal lavoro manuale e ottimizzando l'intero flusso di lavoro.



## Casseri

Nello scavo di gallerie, la produzione dei conci TBM richiede tolleranze estremamente ristrette, spesso inferiori al decimo di millimetro. Le casseforme per conci sono quindi attrezzature altamente sensibili, la cui precisione costruttiva è essenziale per garantire la qualità finale degli elementi prefabbricati. Progettando e realizzando internamente le nostre casseforme, manteniamo il pieno controllo su ogni fase del processo, garantendo il rispetto delle linee guida ITA e l'affidabilità produttiva a lungo termine.

### Tolleranze di estrema precisione

Progettato per rimanere entro i decimi di millimetro, garantendo precisione dimensionale e qualità costante del segmento.

### Controllo di qualità rigoroso

Il nostro team di rilevamento verifica che ogni cassero rispetti pienamente le tolleranze di progetto, sia prima della messa in servizio che durante gli anni di produzione dei segmenti. Tecnici altamente specializzati utilizzano strumenti di misura all'avanguardia per garantire la massima accuratezza e precisione a lungo termine.

### Design completamente personalizzabile

I casseri possono essere configurati per adattarsi a qualsiasi configurazione di produzione: aperture idrauliche o meccaniche per operazioni più sicure e veloci, vibratori elettrici o pneumatici per una compattazione controllata, coperchi fissi o universali a seconda della disposizione dell'impianto e configurazioni fisse o a carosello per adattarsi a qualsiasi flusso di lavoro prefabbricato.



## Fibre metalliche Wirand per conci prefabbricati

Per le gallerie scavate con TBM o macchine scudate, i conci prefabbricati in calcestruzzo rinforzati con fibre Wirand offrono una soluzione più sicura, efficiente ed economica. Sostituendo completamente o parzialmente l'armatura convenzionale, queste fibre migliorano le prestazioni meccaniche del calcestruzzo. Già applicata in gallerie metropolitane, di drenaggio, idrauliche e idroelettriche in tutto il mondo, questa tecnologia è adattabile a un'ampia gamma di diametri e condizioni operative.

I segmenti prefabbricati rinforzati con fibre non solo garantiscono una maggiore resistenza agli urti durante la movimentazione e l'installazione, ma consentono anche risparmi misurabili sul rinforzo.

# -50%

Meno acciaio utilizzato durante la produzione

# 20%

Risparmio sui costi del rinforzo in barre metalliche ordinarie

## Per la protezione dal fuoco e dalle microfessure

Le microfibre sintetiche in polipropilene Fibromac possono essere utilizzate in conci prefabbricati che richiedono una protezione aggiuntiva contro le microfessurazioni, migliorando la durabilità e le prestazioni a lungo termine. Offrono inoltre una maggiore resistenza al fuoco e alla scheggiatura causata da esplosioni, aumentando la sicurezza nelle condizioni operative più impegnative.



## Green Spacers

I distanziatori Green Spacers rappresentano una nuova generazione di distanziatori sostenibili, realizzati in plastica riciclata e caratterizzati da un design leggero e ad alte prestazioni che migliora l'efficienza e la sicurezza in cantiere.

In alternativa ai tradizionali distanziatori in legno, offrono una soluzione durevole, pienamente compatibile con i sistemi di movimentazione automatizzati e già adottati in importanti progetti infrastrutturali in tutto il mondo.

# 100%

**Plastica riciclata**, che dà una seconda vita ai rifiuti e sostituisce i distanziatori in legno per contribuire a ridurre la deforestazione.

# < 4 kg

Un design leggero che riduce il rischio di infortuni per i lavoratori, soprattutto se confrontato con i tradizionali distanziatori in legno da 20 kg.

# 160 tons

La trasmissione ottimizzata del carico lo rende adatto a condizioni di accatastamento estreme.



## Tunnel Boring Machine

Siamo partner commerciali e post-vendita di CRCHI – China Railway Construction Heavy Industry per Italia e Spagna, e forniamo attrezzature CRCHI anche ad appaltatori italiani e spagnoli che operano all'estero.

CRCHI è leader nella produzione di attrezzature intelligenti per lo scavo di gallerie e di sistemi di binari ferroviari di alta gamma. Essendo uno dei maggiori produttori di TBM al mondo, CRCHI consegna oltre 200 macchine ogni anno, coniugando innovazione, affidabilità e competenza globale.

## Una gamma completa di configurazioni TBM

Forniamo tutti i principali tipi di TBM, dalle macchine aperte e per roccia dura alle configurazioni a scudo singolo, EPB, a fanghi, ibride e a doppio scudo, garantendo la disponibilità della tecnologia giusta per qualsiasi condizione del terreno e requisito di progetto.

- TBM APERTA - pinza singola e doppia pinza
- SCUDO SINGOLO - EPB, a fanghi, ad alta velocità, modalità doppia
- DOPPIA SCUDO

## Fornitura pezzi di ricambio

Un sistema di stock dedicato garantisce una consegna rapida dei pezzi di ricambio TBM, con disponibilità di magazzino locale che riduce i tempi di consegna e garantisce un supporto tempestivo in loco.

MACCAFERRI



**TBM**  
TECHNOLOGY  
A MACCAFERRI Company

## Cutters, spazzole e sensori

I taglienti (cutters) svolgono un ruolo fondamentale nello scavo di gallerie, garantendo un'efficiente penetrazione di roccia e terreno attraverso azioni di taglio, rottura o frantumazione. Costruiti con acciaio ad alta resistenza e inserti ultra-durevoli, sono progettati per offrire prestazioni costanti anche in condizioni geologiche difficili. La loro versatilità e affidabilità progettuale li rendono un elemento fondamentale per mantenere la velocità di scavo, la sicurezza e la continuità del progetto.

Forniamo anche spazzole di protezione per una sigillatura affidabile della TBM e, con Tunnel Track, tutti i dati dei sensori delle frese sono integrati in un'unica piattaforma insieme al resto della strumentazione della macchina.

## Monitoraggio in tempo reale

I sensori della TBM monitorano la forza, le vibrazioni e la velocità di rotazione in tempo reale, aiutando a rilevare l'usura e potenziali guasti, consentendo una manutenzione tempestiva e mantenendo un'elevata produttività.

## Adatti a qualsiasi condizione del terreno

Una gamma completa di taglienti garantisce prestazioni ottimali in qualsiasi contesto geologico: cutters a disco per rocce dure e abrasive, raschiatori per terreni più morbidi o misti e utensili specializzati come ripper o pinze per le condizioni più difficili.

## Fornitura di pezzi di ricambio e supporto tecnico completo

Una solida struttura globale garantisce la fornitura di pezzi di ricambio, assistenza tecnica e supporto alla manutenzione per garantire l'efficienza delle operazioni.



## KYP – Tunnel Segment Management

KYP è una piattaforma web per la gestione dei conci da galleria che offre visibilità completa e controllo centralizzato su tutti i dati relativi agli elementi prefabbricati di tunnel. Copre l'intero processo di costruzione della galleria e supporta la gestione efficiente degli stabilimenti di prefabbricazione.

Ogni segmento è identificato in modo univoco tramite codice a barre o RFID, garantendo la completa tracciabilità durante tutto il suo ciclo di vita. I dati in tempo reale sono sincronizzati su tutti i dispositivi, consentendo un processo decisionale rapido e affidabile e garantendo la tracciabilità del prodotto finale.

La sua architettura modulare consente una perfetta integrazione con software di terze parti e macchinari controllati da PLC, raccogliendo e consolidando i dati operativi per analisi avanzate e un coordinamento fluido tra tutti gli attori del progetto.

### Tracciabilità completa del processo

Un database unico per i conci tiene traccia di ogni fase del processo, dalla produzione e stoccaggio (in entrata/uscita) alla logistica e all'installazione, garantendo completa trasparenza, controllo di qualità e tracciabilità del ciclo di vita lungo l'intero processo del tunnel.

### Monitoraggio in tempo reale su qualsiasi dispositivo

Le dashboard di produzione, il monitoraggio dei KPI e la mappatura in tempo reale dello stoccaggio, forniscono visibilità immediata sulle prestazioni dell'impianto. In quanto piattaforma basata sul Web, KYP consente il monitoraggio in tempo reale da qualsiasi dispositivo, supportando un processo decisionale rapido e informato durante tutto il processo.

### Adattabile a qualsiasi esigenza progettuale

KYP si adatta ai diversi requisiti di progetto grazie alla sua architettura modulare, integrandosi con impianti di dosaggio, macchinari controllati da PLC e software di terze parti. Supporta più tipi di anello, linee di produzione e interi progetti all'interno di un unico ambiente unificato.

MACCAFERRI

**KYP**  
Tunnel Segment Management

## Tunnel Track TBM and Tunnel Data Management

Tunnel Track è una piattaforma web di gestione dati in tempo reale che raccoglie e centralizza informazioni da più TBM e altri sistemi coinvolti nel processo di scavo del tunnel. Il software offre analisi personalizzabili, report e avvisi automatici basati su soglie definite dall'utente. Progettato per ambienti multi-TBM e multi-progetto, fornisce visibilità continua e analisi affidabili durante l'intera operazione di scavo, consentendo il confronto tra progetti di tunnel passati e in corso..

### Monitoraggio profondo e di superficie

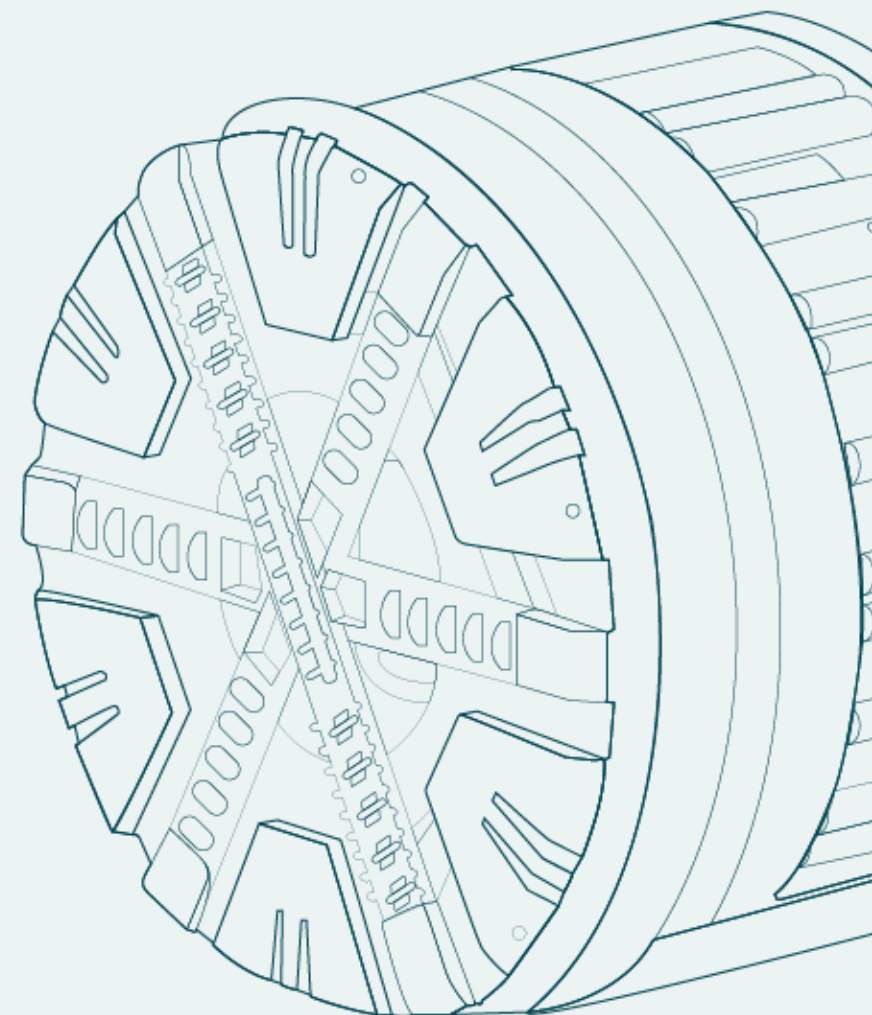
Tunnel Track raccoglie dati dalle TBM e da un'ampia gamma di sensori geotecnici e di superficie, fornendo una panoramica completa del comportamento del terreno sopra e sotto il tunnel, essenziale quando si scava in ambienti urbani.

### Confronto tra TBM e tra gallerie

Centralizzando i dati provenienti da più TBM e siti di scavo, Tunnel Track consente confronti imparziali delle prestazioni tra macchine e tunnel, offrendo informazioni utili per la pianificazione di progetti futuri con condizioni simili.

### Integrato con KYP o completamente autonomo

Tunnel Track può essere implementato autonomamente o integrato perfettamente nell'ecosistema KYP, garantendo flessibilità e un flusso di dati coerente nei flussi di lavoro di produzione, logistica e scavo.



## Soluzioni per la misurazione 3D

È disponibile un servizio di misurazione 3D che utilizza un sistema di nuova generazione per l'ispezione precisa ed efficiente di casseri e conci in calcestruzzo per gallerie. La soluzione combina i-Scanner e i-Tracker, offrendo misurazioni ad altissima risoluzione grazie a telecamere da 25 megapixel e 99 linee laser, supportate dall'elaborazione dei dati in tempo reale e dal tracciamento a lungo raggio. Il design wireless e alimentato a batteria garantisce un funzionamento fluido e una facile integrazione nei flussi di lavoro di controllo qualità esistenti..

# <5 min

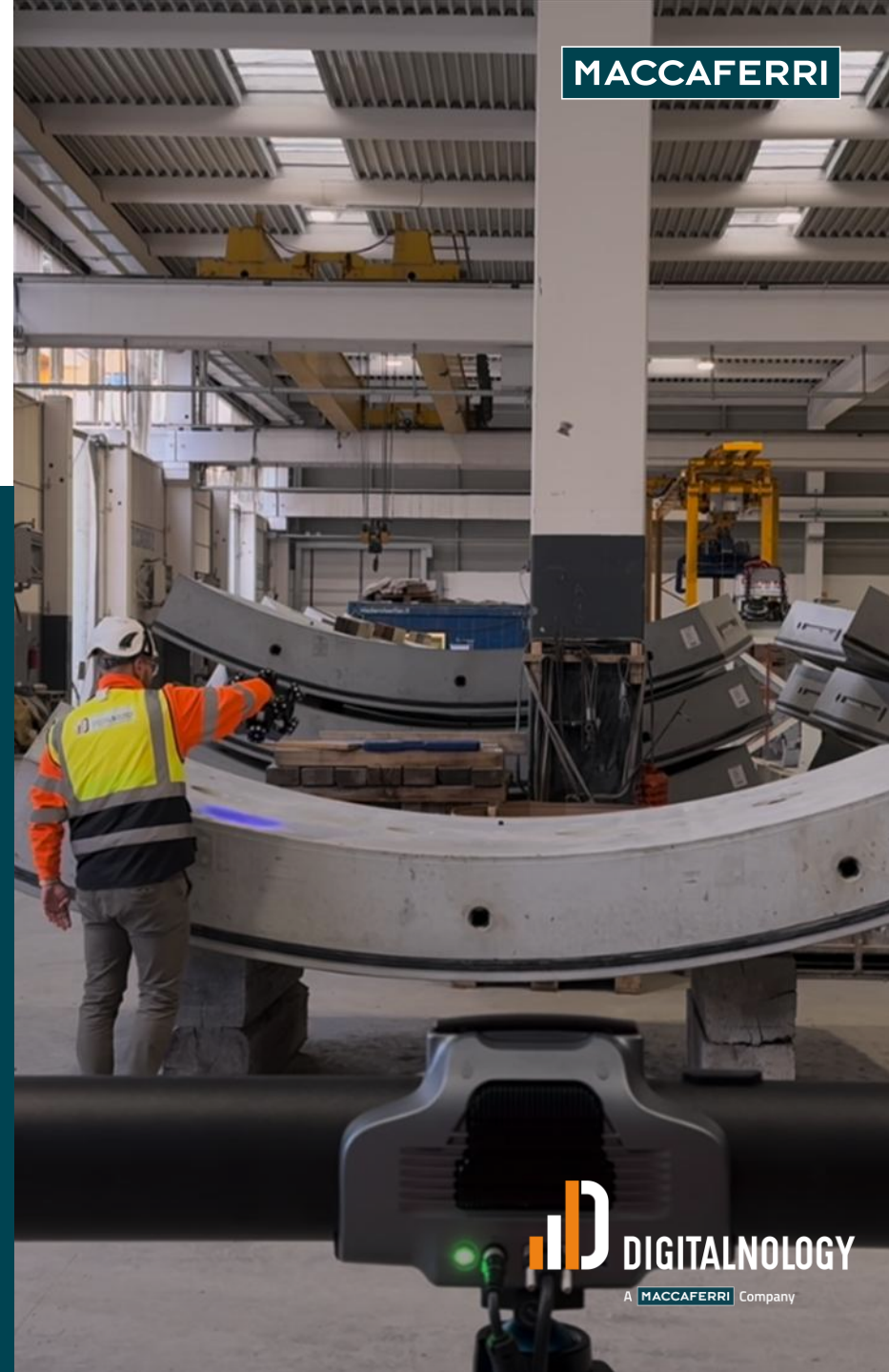
Il sistema completa il ciclo di misurazione completo in meno di cinque minuti; una riduzione drastica rispetto all'ora richiesta dai metodi tradizionali.

# 6 lati

Tutte e sei le facce del conco di calcestruzzo possono essere scansionate in posizione, evitando operazioni di sollevamento pesanti e consentendo un flusso di ispezione più rapido, sicuro e completamente continuo.

## Facile utilizzo e assistenza opzionale in loco

Il sistema è semplice da utilizzare e richiede solo una formazione minima per l'uso interno. In alternativa, il nostro team può fornire un servizio di misurazione 3D certificato in loco, utilizzando le nostre attrezzature.



## MSV (Multi Service Vehicles)

Gli MSV sono macchine appositamente progettate per supportare le operazioni di scavo e rivestimento nelle attività di scavo meccanizzato di gallerie e miniere. Garantiscono il trasporto efficiente e sicuro di conci prefabbricati, materiali di consumo, attrezzature e personale tra l'area logistica e la TBM, senza la necessità di infrastrutture ferroviarie fisse.

Grazie all'elevata capacità di carico, alle piattaforme di carico modulari e all'eccellente manovrabilità in spazi ristretti, gli MSV contribuiscono a mantenere un flusso di rifornimento continuo alla TBM, riducendo i tempi di fermo e migliorando la produttività complessiva..

### Flessibilità e configurazione personalizzata

Offrono una maggiore versatilità rispetto ai sistemi su rotaia, operando su pendenze ripide e curve strette, consentendo al contempo configurazioni personalizzate per adattarsi a diversi tipi di carico ed esigenze logistiche.

### Maggiore sicurezza dell'operatore

La loro configurazione riduce l'esposizione ai rischi operativi, migliorando la manovrabilità e il controllo in ambienti sotterranei ristretti.

### Opzioni completamente elettriche per migliori condizioni di lavoro

Le versioni elettriche riducono le emissioni, il rumore e la richiesta di ventilazione, migliorando le prestazioni ambientali e le condizioni di lavoro generali all'interno della galleria.



## Nastri Trasportatori

I trasportatori a nastro sono ampiamente utilizzati in tutti i settori industriali per un trasporto efficiente, continuo e affidabile dei materiali, per la movimentazione di carichi pesanti e per operare efficacemente in ambienti diversi. L'introduzione di questo livello di industrializzazione nella costruzione di gallerie consente la movimentazione di materiali su lunghe distanze, in modo costante e con una movimentazione ridotta direttamente nel sottosuolo.

Dotati di sensori BC, questi sistemi si evolvono in soluzioni completamente monitorate e basate sui dati, offrendo un controllo preciso delle prestazioni e delle condizioni operative..

## Flusso di materiali continuo e industrializzato

I nastri trasportatori introducono un sistema di trasporto stabile e continuo nell'ambiente di scavo delle gallerie, gestendo carichi pesanti su lunghe distanze, riducendo al contempo la movimentazione manuale e migliorando la produttività complessiva.

## Monitoraggio delle condizioni in tempo reale con sensori bc

I sensori BC forniscono dati in tempo reale su parametri quali pressione, temperatura e flusso, consentendo il rilevamento tempestivo di anomalie, operazioni più sicure e prestazioni ottimizzate nell'intero sistema di trasporto.



## Attrezzature Speciali

Il nostro team dedicato all'ingegneria delle macchine speciali progetta e sviluppa attrezzature automatizzate su misura per le specifiche esigenze logistiche e operative dei cantieri di gallerie e costruzione.

Dai sistemi di movimentazione personalizzati alle unità di installazione completamente automatizzate, ogni macchina è progettata per semplificare le attività, migliorare la coerenza e ridurre i tempi di esecuzione.

## Automazione su misura per ogni esigenza

Ogni macchina è progettata su misura per soddisfare le esigenze logistiche, di installazione o di movimentazione specifiche del progetto, garantendo un'integrazione perfetta nel flusso di lavoro del sito.

## Una storia di successo

Galleria Santa Lucia (Italia) – è stato sviluppato un cavalcavia personalizzato per l'installazione del cunicolo di sicurezza.

Un'unica attrezzatura doveva consentire:

- la rotazione degli elementi prefabbricati del tombino
- l'installazione degli elementi sul fondo della galleria
- il passaggio sicuro dei veicoli avanti e indietro verso la TBM

Grazie a questa attrezzatura, l'installazione del tombino poteva iniziare durante lo scavo della TBM.



## Gru a portale ed attrezzature di sollevamento

Una delle fasi più delicate nella produzione dei conci TBM è la loro movimentazione all'interno dell'impianto di prefabbricazione, fino al luogo di stoccaggio e all'installazione in galleria.

Questi pesanti elementi in calcestruzzo richiedono attrezzature di sollevamento speciali, attentamente progettate per adattarsi alla loro geometria. La nostra competenza ci permette di valutare la tecnologia migliore per ogni caso, con l'obiettivo di supportare il cliente nella scelta non solo in termini di investimento, ma anche in termini di affidabilità della macchina ed efficienza durante l'utilizzo.

### Gru a portale

Scorrevoli su rotaie fissate a terra, queste gru rappresentano la soluzione ideale per aree di stoccaggio interne o esterne di forma regolare, come ad esempio rettangolari o quadrate.

### Vacuum lifters

L'attrezzatura tradizionale utilizzata per sformare i segmenti di calcestruzzo è un vacuum , che solleva il segmento dallo stampo e lo sposta nell'area di inclinazione.

### Bilancino per lo scassero

Il nostro innovativo dispositivo di scassero non si basa più sulla tecnologia vacuum, ma utilizza pistoni idraulici, offrendo i seguenti vantaggi:

- scassero e rotazione con un'unica attrezzatura
- riduzione del rischio di danneggiamento dei segmenti
- riduzione del fabbisogno di manodopera
- operazioni automatizzate e costanti



MACCAFERRI

# 3.C

## Focus studiato per **ogni** stakeholder

Oltre lo Scavo: Il portafoglio completo di Maccaferri per soluzioni infrastrutturali complementari alla realizzazione delle gallerie



# C'è un mondo fuori dal tunnel e noi ce ne occupiamo.

Dai muri di contenimento per la costruzione di imbocchi ed argini, ai sistemi di protezione contro la caduta massi e alle soluzioni di allerta preventiva basate su IoT per la sicurezza delle persone.

## TerraMesh™ System

Il sistema TerraMesh è un sistema modulare utilizzato per formare un muro in terra rinforzata con rivestimento verticale con paramento a gabbione. Il sistema è stato utilizzato su alcune delle infrastrutture più note, tra cui una struttura alta 74 m.

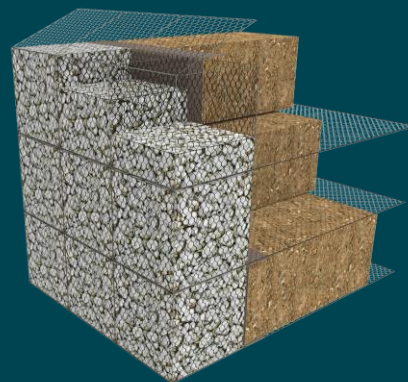
È costituito da unità preassemblate di rete metallica a doppia torsione (tipo 8x10). La sezione anteriore presenta un pannello posteriore e diaframmi posteriori, creando così un confinamento cellulare di forma rettangolare per le pietre.

# 120+ anni

Prestazioni di lunga durata: resistenza superiore alla corrosione e all'usura meccanica grazie al rivestimento PoliMac o Bio PoliMac, anche in ambienti difficili.

# 50 m2

Installati per turno di lavoro.



Ottime prestazioni sotto carichi elevati.



## TerraMesh™ Green

TerraMesh™ Green è un sistema modulare ecocompatibile per la realizzazione di scarpate e terrapieni rinforzati con paramento a verde. La sua caratteristica distintiva è la copertura vegetale integrata antierosione, progettata per accelerare la crescita della vegetazione e garantire una rapida integrazione naturale della struttura.

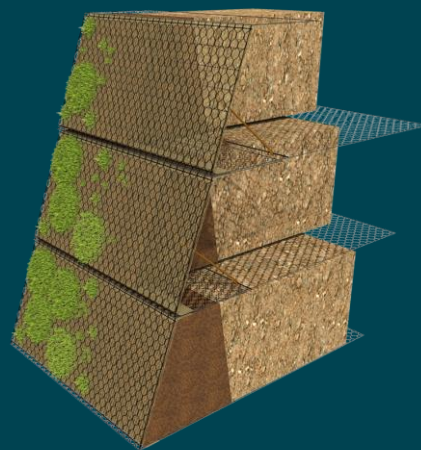
Questa migliorata copertura vegetale non solo ottimizza l'aspetto estetico ed ecologico del pendio, ma contribuisce anche al sequestro di CO<sub>2</sub>, supportando obiettivi di sostenibilità più ampi..

# 120+ anni

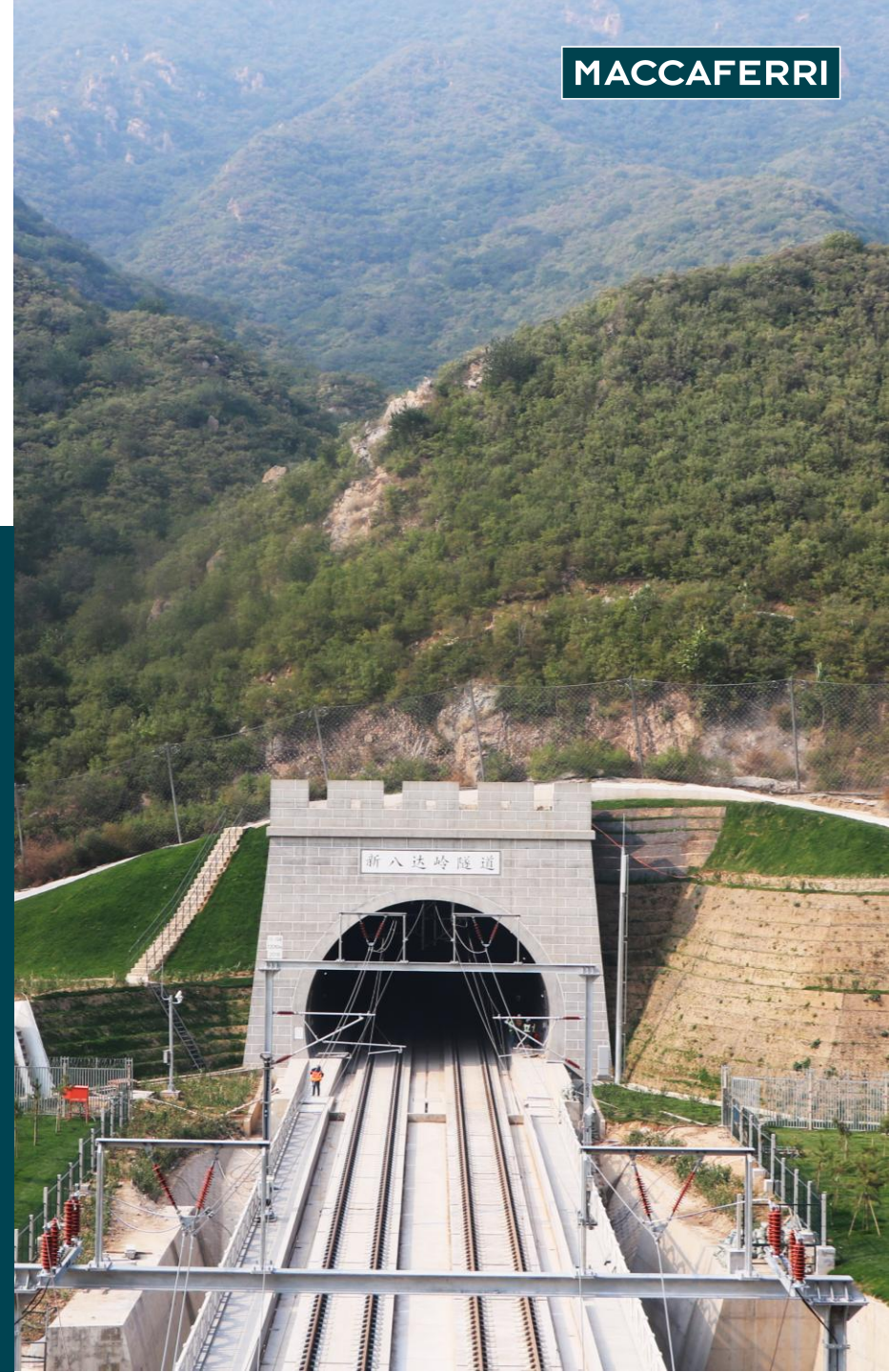
Prestazioni di lunga durata: resistenza superiore alla corrosione e all'usura meccanica grazie al rivestimento PoliMac o Bio PoliMac, anche in ambienti difficili.

# 150 m2

Installati per turno di lavoro.



Maggiore bio-diversità e cattura di CO<sub>2</sub>.



## TerraMesh™ Mineral

TerraMesh™ Mineral è un sistema di rinforzo del terreno ingegnerizzato, progettato per creare pendii ripidi con paramento in roccia, con inclinazioni fino a 87°.

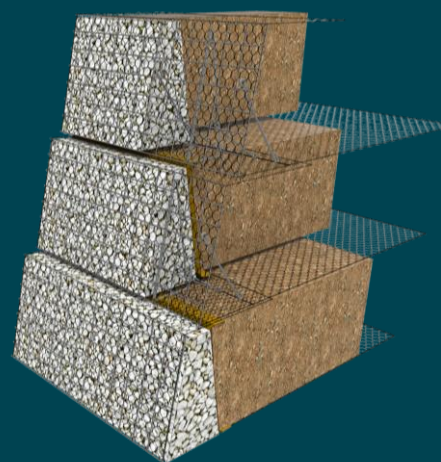
Incorpora un pannello esterno in rete elettrosaldata che fornisce una finitura stabile, durevole e dall'aspetto naturale. Questa soluzione è ideale quando un pendio in terreno rinforzato deve combinare prestazioni strutturali con un paramento quasi verticale e visivamente gradevole.

# 120+ anni

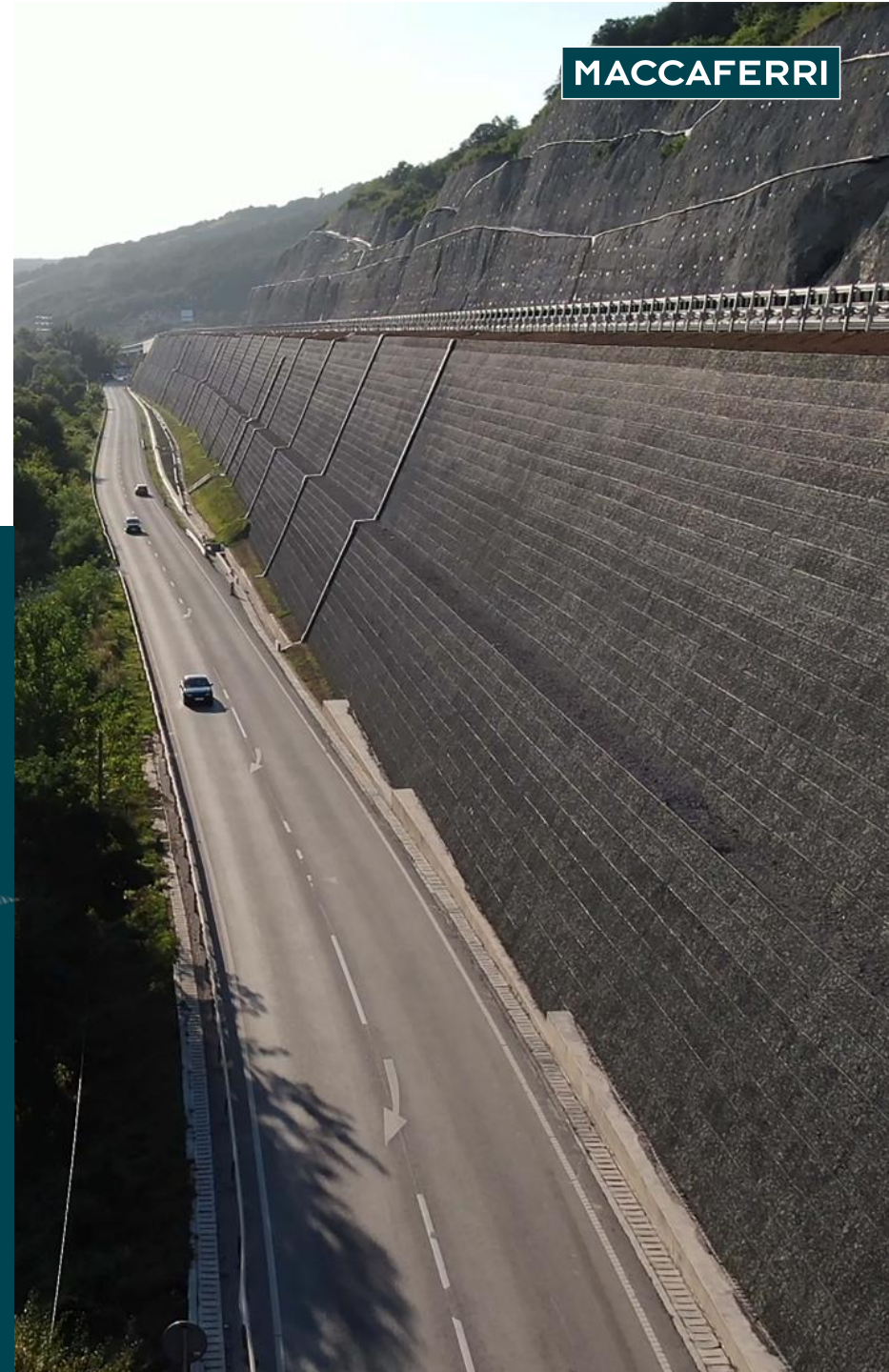
Prestazioni di lunga durata: resistenza superiore alla corrosione e all'usura meccanica grazie al rivestimento PoliMac o Bio PoliMac, anche in ambienti difficili.

# 60 m2

Installati per turno di lavoro



Ridotto consumo di roccia



## Barriere Paramassi

Le barriere paramassi sono sistemi ingegnerizzati progettati per dissipare l'energia cinetica delle rocce in caduta ad alta velocità, prima che raggiungano le infrastrutture critiche.

Sono composte da reti in acciaio ad alta resistenza e da dispositivi di dissipazione dell'energia; vengono installate lungo i pendii per fornire una protezione efficace. Grazie al loro design modulare, consentono una rapida installazione in zone critiche o ad alto rischio. Tutti i sistemi sono certificati e conformi ai pertinenti Documenti di Valutazione Europea (EAD).

# x2

Durata utile migliorata minima x2, adattando la protezione dalla corrosione alla corrosività dell'ambiente. I rivestimenti GalMac® C2 e C3 offrono resistenza alla corrosione, garantendo prestazioni di lunga durata e manutenzione ridotta durante il ciclo di vita del sistema.

## Soluzione completa

Le nostre barriere paramassi sono fornite in kit con marchio CE, comprensive di tutti i componenti: reti, pali, piastre di base, dissipatori di energia, funi e accessori.



## SteelGrid e MacArmour

I pendii rocciosi instabili richiedono un'efficace protezione superficiale per prevenire il distacco della roccia e garantire la sicurezza delle aree sottostanti. SteelGrid e MacArmour combinano reti metalliche a doppia torsione con funi in acciaio ad alta resistenza per la mitigazione della caduta massi e la stabilizzazione dei pendii. Appesi o fissati alle pareti rocciose, offrono rigidità e resistenza superiori per una protezione affidabile in condizioni difficili..

# 120+ annu

Prestazioni di lunga durata: resistenza superiore alla corrosione e all'usura meccanica grazie al rivestimento PoliMac o Bio PoliMac, anche in ambienti difficili.

# +80%

Resistenza al punzonamento rispetto ad altri sistemi. Protezione versatile, adatta sia per applicazioni di tendaggi che per rivestimenti imbullonati ad alto carico dove le reti tradizionali sono insufficienti.



## Barriere contro colate detritiche e frane superficiali

Le nostre barriere anti-colata sono progettate per contenere le colate detritiche nei canali e le frane superficiali su pendii aperti.

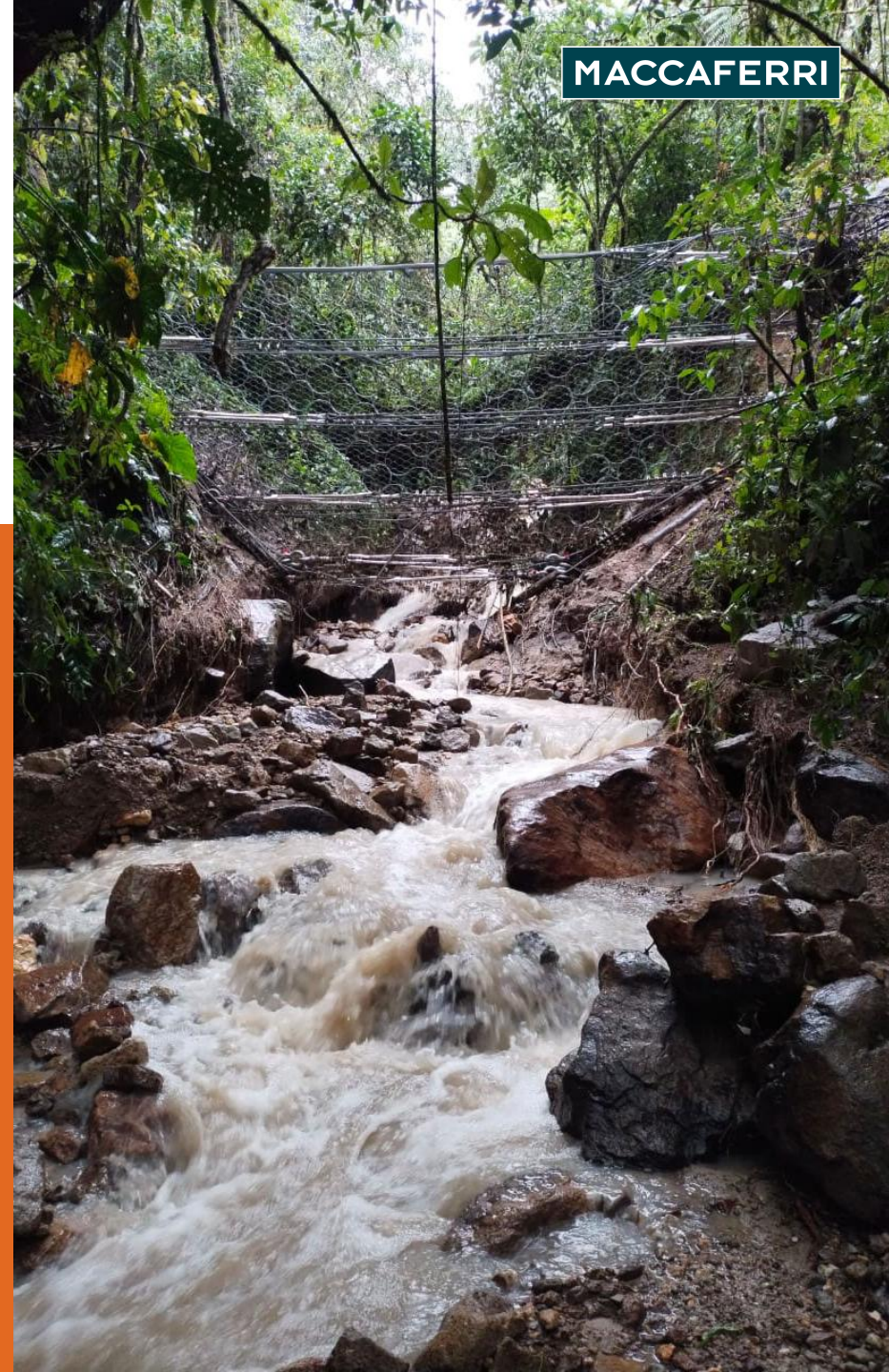
Ogni sistema è progettato su misura in base alle condizioni del sito, ai volumi del flusso ed alle caratteristiche dei materiali. Offrono una protezione efficace con un impatto visivo minimo sull'ambiente circostante..

# 185 kPa

Resistenza certificata fino a 185 kPa: installato e affidabile in ambienti montani e collinari difficili in tutto il mondo.

### Sistema adattabile

Adattato alle condizioni di ogni sito, alle caratteristiche dei detriti e ai volumi di flusso previsti



## HELLOMAC Geo

Tutte le nostre soluzioni sono progettate per migliorare la sicurezza e l'efficienza nell'ingegneria civile. Integrando sistemi intelligenti di allerta precoce, possiamo elevare queste soluzioni a nuovi livelli di intelligenza ed efficacia, contribuendo a rafforzare le comunità e a migliorare il loro benessere.

HELLOMAC Geo si presenta come una suite completa di soluzioni meticolosamente progettate per le complesse esigenze della protezione paramassi. Applicabile a tutti i sistemi di protezione paramassi e ai pendii rocciosi instabili, consente il monitoraggio in tempo reale e invia avvisi tramite app, SMS o e-mail in base alle soglie definite dal cliente.

# 3 minuti

Non serve altro per ricevere l'avviso

# 8 kg

Così leggero e piccolo, si installa facilmente ovunque

# 5 anni

Batteria a lunga durata, non necessita di manutenzione



4

**Progetti** di riferimento  
e case histories

# Terzo Valico dei Giovi, Gallerie Cravasco

In un'area caratterizzata da intensa fratturazione, discontinuità e condizioni geotecniche altamente variabili, lo scavo ha dovuto affrontare notevoli convergenze, frequenti esigenze di ripristino e critici vincoli di sicurezza. L'installazione rapida e precisa delle nervature di supporto era essenziale per mantenere stabilità e produttività.

## Soluzione:

Centina Semi-Automatica HEB300.

Una Storia di Successo

# Terzo Valico dei Giovi, Gallerie Cravasco

## Risultati:

- Riduzione del personale dal fronte di scavo durante l'installazione delle centine
- Riduzione significativa di problemi operativi ed errori di installazione
- Aumento del 23% della produttività (metri lineari scavati)
- Miglioramento complessivo della sicurezza del luogo di lavoro

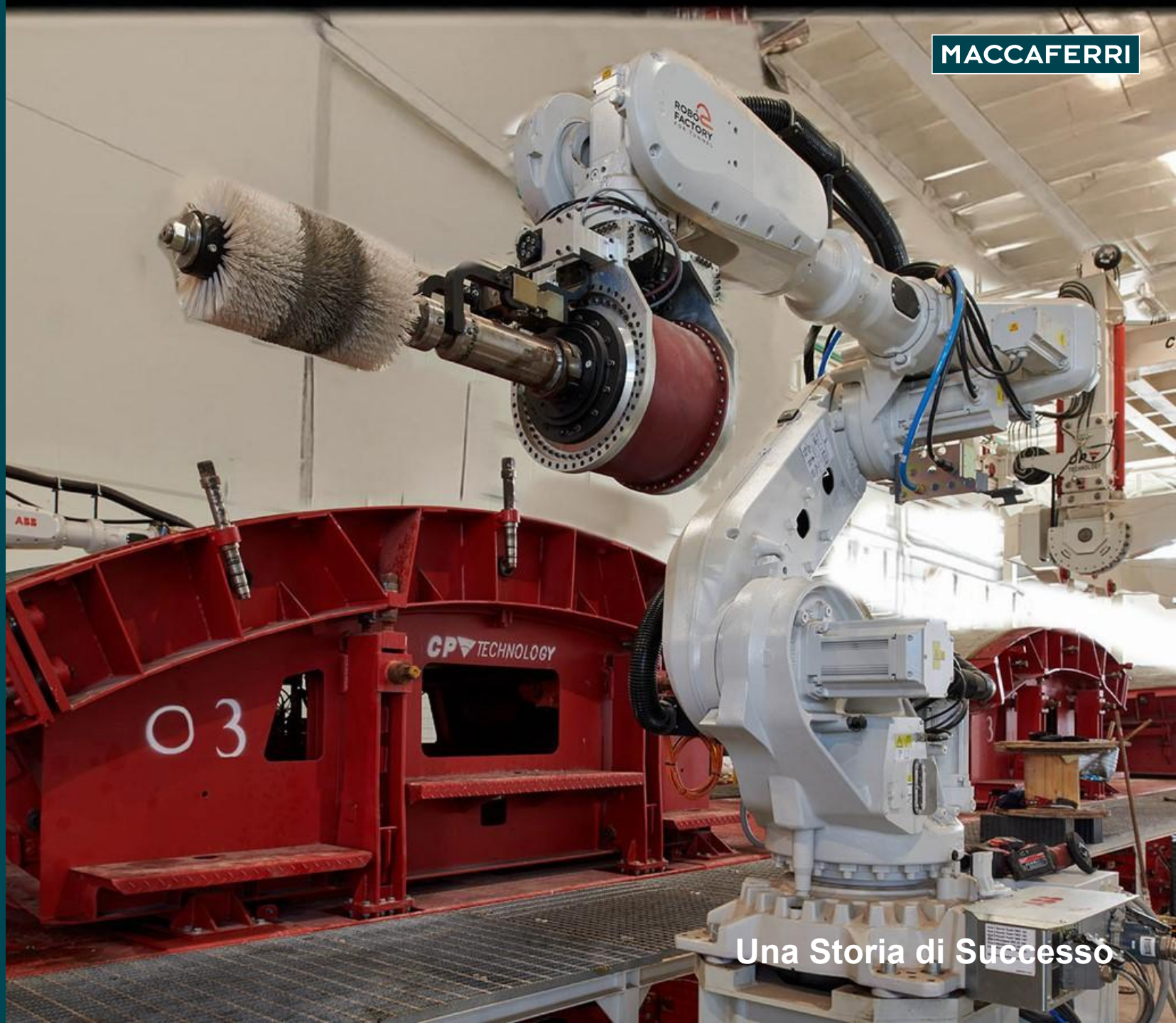
Una Storia di Successo

# Linea AV Napoli-Bari

Il progetto prevedeva la costruzione di un impianto di prefabbricazione all'avanguardia, con una capacità produttiva senza precedenti in Italia, interamente da zero su un sito completamente vuoto.

## Soluzione:

Abbiamo supportato il cliente nella progettazione dell'intera area prefabbricata, ottimizzando non solo l'impianto a carosello ma l'intero layout. Sono state sviluppate due Robofactory ad alte prestazioni, ciascuna in grado di produrre un segmento ogni 7 minuti con soli sette operatori, supportate da una piattaforma software integrata che garantisce la completa tracciabilità della produzione.

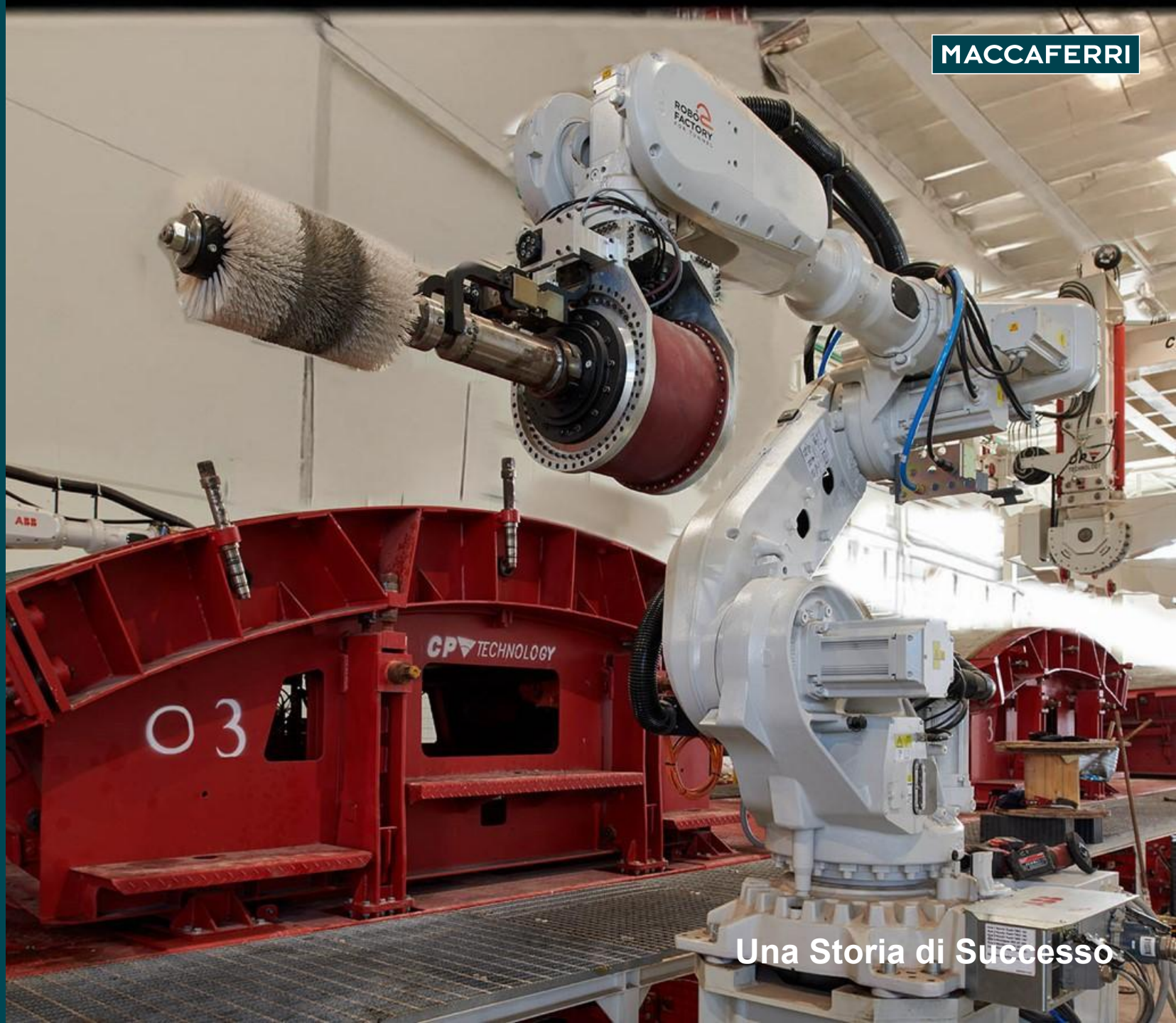


Una Storia di Successo

# Linea AV Napoli–Bari

## Risultati:

- Produzione media di 150 conci/giorno per Robofactory
- Zero infortuni nei primi 14 mesi di attività
- Eliminazione del turno di notte inizialmente previsto, con un notevole risparmio sui costi di manodopera
- Tasso di difettosità inferiore rispetto agli standard del settore



Una Storia di Successo

# Qingdao Metro Line 1, Qing Dao, Cina

La linea 1 della metropolitana di Qingdao (60,11 km) mirava a introdurre tecnologie innovative per i segmenti di tunnel e ha avviato un programma di ricerca dedicato. In base alle condizioni geologiche, sono stati selezionati due intervalli per testare segmenti in calcestruzzo rinforzato con fibre di acciaio al posto dei tradizionali progetti ad alto contenuto di acciaio.

## Soluzione:

Abbiamo supportato la ricerca utilizzando le nostre fibre Wirand FF3HS e proponendo due strategie di rinforzo, ciascuna adattata alle prestazioni di flessione richieste:

- soluzione in fibra di acciaio puro per un intervallo
- progettazione ibrida acciaio + fibra per l'altro

Una Storia di Successo

# Qingdao Metro Line 1, Qing Dao, Cina

## Risultati:

La collaborazione ha permesso di risolvere efficacemente aspetti chiave come la progettazione dei conci, i test sui materiali, l'ottimizzazione della miscela di calcestruzzo e il controllo delle quantità. In totale, sono stati installati con successo 186 anelli con la soluzione in fibra di acciaio puro e 100 anelli con rinforzo ibrido. Questo progetto ha segnato la prima applicazione su larga scala di conci in calcestruzzo rinforzato con fibra di acciaio puro in Cina, supportando il Qingdao Metro Group nella definizione di standard locali e fornendo il primo caso di studio completo per l'adozione della tecnologia SFRC nel mercato cinese.

Una Storia di Successo

# Impianto di Prefabbricazione di Belpasso, Linea Messina–Catania

Fornitura di Green Spacers per l'impianto di prefabbricazione di Belpasso, dedicato alla produzione intensiva di conci in cemento armato per la linea ferroviaria ad alta capacità Palermo–Catania–Mesina. Cliente: Consorzio Messina Catania Lotto Nord (WeBuild–Pizzarotti).

## Soluzione:

Green Spacers 17×15×50 cm, con una fornitura totale di 116.000 unità.

Una Storia di Successo



# Impianto di Prefabbricazione di Belpasso, Linea Messina–Catania

## Risultati:

Utilizzo di 430 tonnellate di plastica riciclata al 100%, in sostituzione dei tradizionali distanziatori in legno e miglioramento del posizionamento ottimale dei conci, grazie alle elevate prestazioni ed alla perfetta distribuzione del carico dei Green Spacers.

Una Storia di Successo

# Galleria San Donato, Italia

Durante la costruzione della nuova galleria San Donato, le centine originariamente previste nel progetto esecutivo sono state sostituite con centine tubolari automatizzate. La decisione è stata motivata dall'esigenza di migliorare la sicurezza in una delle fasi più critiche dello scavo: la posa delle centine, che tradizionalmente richiede agli operatori di lavorare al fronte di scavo in prossimità di elementi metallici sospesi.

## Soluzione:

650 centine tubolari semiautomatiche per tunnel, installate utilizzando un sistema di installazione a tre bracci progettato per funzionare con controllo completamente remoto. Oltre 173.000 applicazioni in GFRP.



Una Storia di Successo

# Galleria San Donato, Italia

## Risultati:

L'automazione ha eliminato la presenza di operatori sul fronte di scavo durante l'installazione delle centine, riducendo significativamente i rischi per la sicurezza nella fase iniziale del rivestimento preliminare.

L'installazione è diventata più rapida, uniforme e controllata, migliorando sia l'efficienza operativa che la sicurezza complessiva del cantiere.

Una Storia di Successo

**MACCAFERRI**