



Ringtrac[®]

Sistema affidabile per la stabilizzazione di terreni soffici

 **HUESKER**
Idee. Ingegneria. Innovazione.

Stabilizzazione Affidabile dei Terreni

Ideale per Terreni con Scarsa Capacità Portante

Sfide e obiettivi

La progettazione di fondazioni affidabili per rilevati costruiti su terreni soffici è una grande sfida. Oltre ai problemi degli elevati assestamenti e deformazioni laterali, si aggiungono i rischi potenziali di mancanza di capacità portante e di collasso delle scarpate, nonché l'estrusione dello strato di terreno soffice al di sotto del rilevato.



- Elevata stabilità durante e dopo la costruzione
- Prestazioni affidabili, anche in terreni molto soffici
- Redistribuzione dei carichi elevati causati dal rilevato
- Minimizzazione dei cedimenti
- Costruzione veloce di rilevati alti senza rischio di collasso per mancanza di portanza della fondazione
- Adattabile alle condizioni locali ed ai carichi
- Capacità di ricevere tutto il carico immediatamente dopo la posa
- Riduzione delle spinte orizzontali nel terreno soffice

Metodi di realizzazione delle fondazioni dei rilevati



Confronti tra metodi e soluzioni

La scelta del metodo di fondazione più idoneo è dettata dalle condizioni del terreno, dai carichi e dai requisiti posti alla struttura. I parametri chiave per rappresentare le condizioni del suolo includono il CBR, E_{v2} e c_u . Le colonne incapsulate Ringtrac offrono l'unico modo per realizzare fondazioni affidabili in strati soffici con $c_u < 0,5 \text{ kN/m}^2$.

Condizioni del terreno CBR [%] E_{v2} [MN/m²] c_u [kN/m²]

Condizioni del terreno	CBR [%]	E_{v2} [MN/m ²]	c_u [kN/m ²]
Buono	9	35	270
	7	30	210
Medio	6	25	180
	5	20	150
Sufficiente	4	15	120
	3	10	90
Scarso	2	5	60
	1	2	30
Molto scarso			15

Rinforzo di base

Pali in ghiaia vibrati

Elementi portanti rigidi

Colonne Ringtrac

Caratteristiche prestazionali speciali fornite dalle colonne Ringtrac

- Utilizzo in strati soffici con $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$
- Prestazioni dimostrate anche con $c_u < 0,5 \text{ kN/m}^2$
- Sistema previsto dall'EBGEO per l'utilizzo in terreni soffici con $c_u < 3 \text{ kN/m}^2$
- La consolidazione del terreno si ottiene in maggior parte già durante la fase di costruzione
- Il geosintetico tubolare evita la perdita del riempimento della colonna e la dilatazione anche in mancanza della contropinta laterale
- Nessun rischio di rottura fragile grazie all'elevata duttilità
- Le colonne agiscono come mega-dreni
- Resistente al carico di punta

CBR California bearing ratio [%]
 c_u Coesione non drenata [kN/m²]
 E_{v2} Modulo di deformazione al secondo ciclo di carico [MN/m²]



VANTAGGI

- Idoneo per substrati soffici con $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$
- Filtrazione stabile tra il terreno adiacente e il riempimento della colonna
- Nessun problema di collasso dovuto a espansione, taglio o flessione
- Sistema molto affidabile
- Elevata duttilità
- Mega-dreno
- Ottimo rapporto costi-benefici, grazie all'uso di materiali reperibili localmente

Colonne Incapsulate con Geotessile

Trasmissione di carichi elevati in terreni estremamente soffici

Sistema di fondazione innovativo

Il sistema di fondazione Ringtrac si presenta come una sequenza di colonne disposte in modo regolare, formate da un geotessile tubolare che incapsula il riempimento in materiale non coesivo. Le colonne incapsulate con geotessile rappresentano un miglioramento dei pali in ghiaia vibrati. L'azione strutturale del geotessile tubolare trasforma le colonne granulari in elementi portanti molto efficienti, capaci di assorbire carichi elevati. Le colonne possono essere posate in maniera praticamente indipendente dal grado di supporto laterale fornito dai substrati soffici, andando a creare un sistema strutturale duttile.

Come funziona il sistema

Tutte le azioni e le tensioni concentrate sulla testa della colonna inducono, all'interno delle colonne stesse, tensioni dirette verso l'esterno in direzione radiale. La peculiarità del sistema consiste nel fatto che queste tensioni sono contrastate non soltanto dalla contropinta del terreno soffice circostante, ma anche dalla resistenza radiale del geotessile tubolare ad elevato modulo. Durante la fase di consolidazione, le forze di trazione anulari mobilitate nel geotessile tubolare forniscono un incremento di rigidità alla colonna e, di conseguenza, si ottiene una concentrazione dei carichi sulla testa delle colonne.

Le colonne Ringtrac trovano il loro utilizzo ideale in terreni estremamente scadenti, come ad esempio terreni torbosi o alluvionali con $c_u < 15 \text{ kN/m}^2$ e con contropinta laterale molto bassa. Le condizioni standard di utilizzo sono terreni con c_u tra 3 e 30 kN/m^2 . Secondo l'EBGEO (Raccomandazioni tedesche per la progettazione di opere in terra rinforzate con geosintetici), possono essere utilizzate in terreni con $c_u < 3 \text{ kN/m}^2$.



Geotessile tubolare

- Senza cuciture grazie alla speciale tecnologia a telaio circolare
- Utilizzo di PET o PVA come materie prime
- Resistenza alla trazione circolare fino a 600 kN/m
- Rigidità radiale fino a 7.000 kN/m

Dimensioni delle colonne

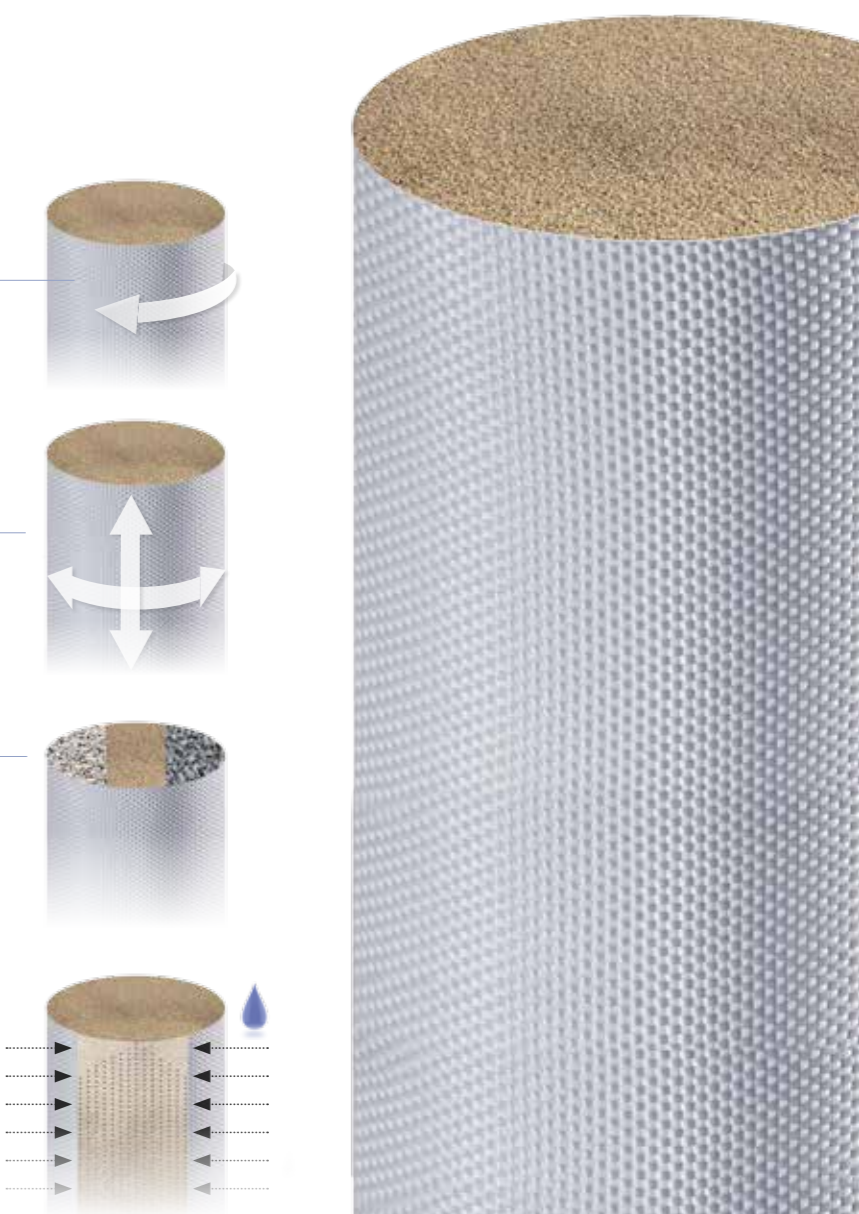
- Diametri variabili da 0,4 m a 1,0 m
- Possibilità di realizzare colonne di oltre 30 m di lunghezza
- Di facile adattabilità alle esigenze in sito

Riempimento

Per il riempimento del geotessile tubolare può essere utilizzata una ampia varietà di materiali reperibili localmente (sabbia, ghiaia, ghiaia frantumata, materiale riciclato, ecc.)

Funzione drenante

Le colonne Ringtrac captano l'acqua circostante su tutta la loro superficie. Questo accelera il processo di consolidazione.



Il Sistema di Colonne Incapsulate con Geotessile

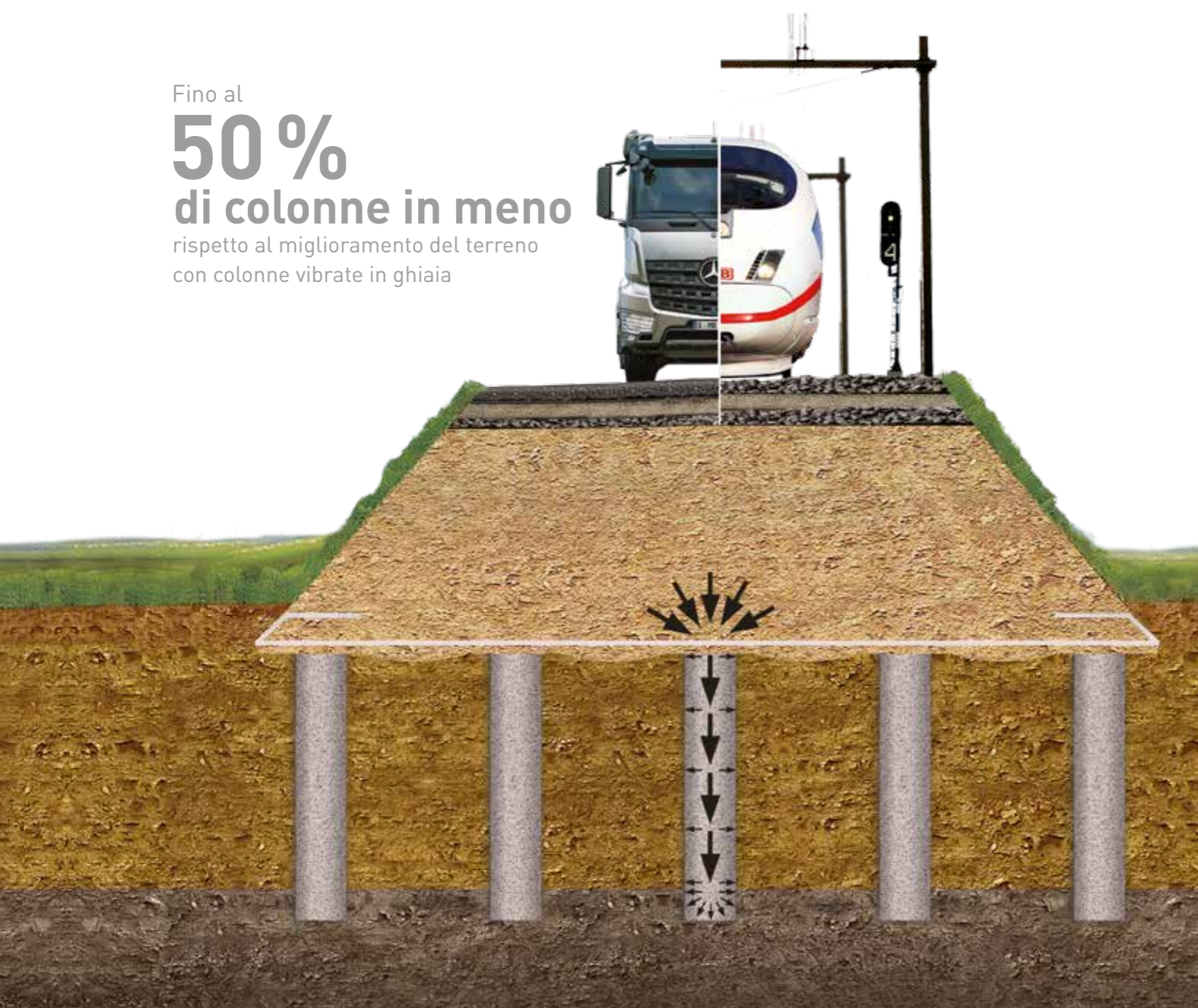
Come funziona il sistema

Le colonne assicurano che i carichi strutturali siano trasmessi attraverso il sottosuolo soffice a uno strato con capacità portante adeguata. L'elevata duttilità del sistema consente di adattare le variazioni delle azioni e delle caratteristiche del terreno attraverso la redistribuzione del carico.

Applicazioni

- Rilevati stradali e ferroviari
- Casse di colmata
- Argini e dighe
- Accessi stradali e ferroviari nelle miniere
- Miglioramento dei terreni suscettibili alla liquefazione

Fino al
50%
di colonne in meno
rispetto al miglioramento del terreno
con colonne vibrato in ghiaia

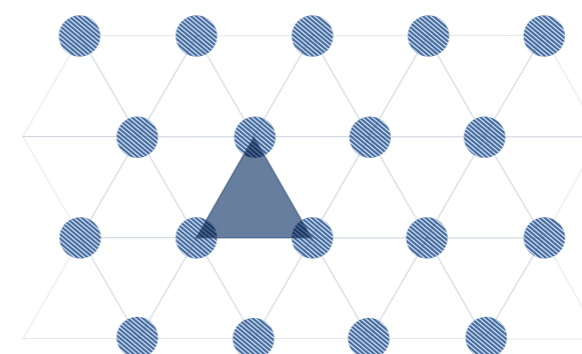


I seguenti parametri di progettazione possono essere utilizzati per adattare il sistema a qualsiasi applicazione costruttiva

- Resistenza e/o rigidità alla trazione circonferenziale
- Superficie coperta dalle colonne (normalmente 10-20%)
- Diametro (tra 40 e 100 cm)
- Materie prima (PET e PVA)
- Profondità
- Metodo di installazione
- Sovraccarico

Maglia delle colonne

Normalmente si adotta una maglia triangolare per ottenere la massima efficienza nella stabilizzazione del terreno soffice.



Rinforzo orizzontale

Il rinforzo orizzontale sopra le colonne facilita la trasmissione dei carichi strutturali alle colonne e favorisce la stabilità globale. Aiuta a uniformare gli assetamenti e a riprendere le sollecitazioni causate dalla spinta laterale.

- La funzione di separazione e filtrazione impedisce la miscelazione del terreno in sito con il materiale del rilevato
- Elevato rapporto benefici-costi: è possibile il rinforzo con uno strato singolo grazie alla disponibilità di modelli ad elevata resistenza a trazione
- L'elevata resistenza alla trazione consente la massimizzazione della maglia delle colonne



Progettazione

La progettazione si basa su informazioni fornite dal cliente relativamente a parametri del terreno, geometrie e carichi. I dati possono essere utilizzati per il calcolo delle colonne Ringtrac con il software RingtracS della HUESKER. È inoltre possibile verificare la stabilità del rilevato e il periodo di consolidamento.

Installazione Facile e Veloce

Tre Metodi di Posa Consolidati

Metodo dello spostamento

Metodo di installazione più comune per cui le forze di trazione circolari vengono attivate sotto i carichi imposti (rilevato, ecc.).

- Tubo in acciaio con alette di chiusura in punta
- Il tubo viene infisso fino allo strato portante
- Si inserisce il geosintetico nel tubo di acciaio
- Si riempie il geosintetico tubolare con materiale granulare e non coesivo, ad es. sabbia, ghiaia, pietrisco e materiale riciclato
- Si estrae il tubo d'acciaio mediante vibrator
- Si attivano le forze di trazione circolari a seguito dell'espansione della colonna sotto l'applicazione dei carichi

Metodo della sostituzione

Metodo di installazione a basso impatto senza effetti dinamici sulla zona circostante. Le forze di trazione circolari vengono attivate sotto carichi imposti (rilevato ecc.).

- Tubo di acciaio aperto
- Il tubo viene infisso fino allo strato portante
- Si estrae il terreno dal tubo di acciaio
- Si inserisce il geosintetico nel tubo di acciaio
- Si riempie il geosintetico tubolare con materiale granulare e non coesivo, ad es. sabbia, ghiaia, pietrisco e materiale riciclato
- Si estrae il tubo d'acciaio mediante vibrator
- Si attivano le forze di trazione circolari a seguito dell'espansione della colonna sotto l'applicazione dei carichi

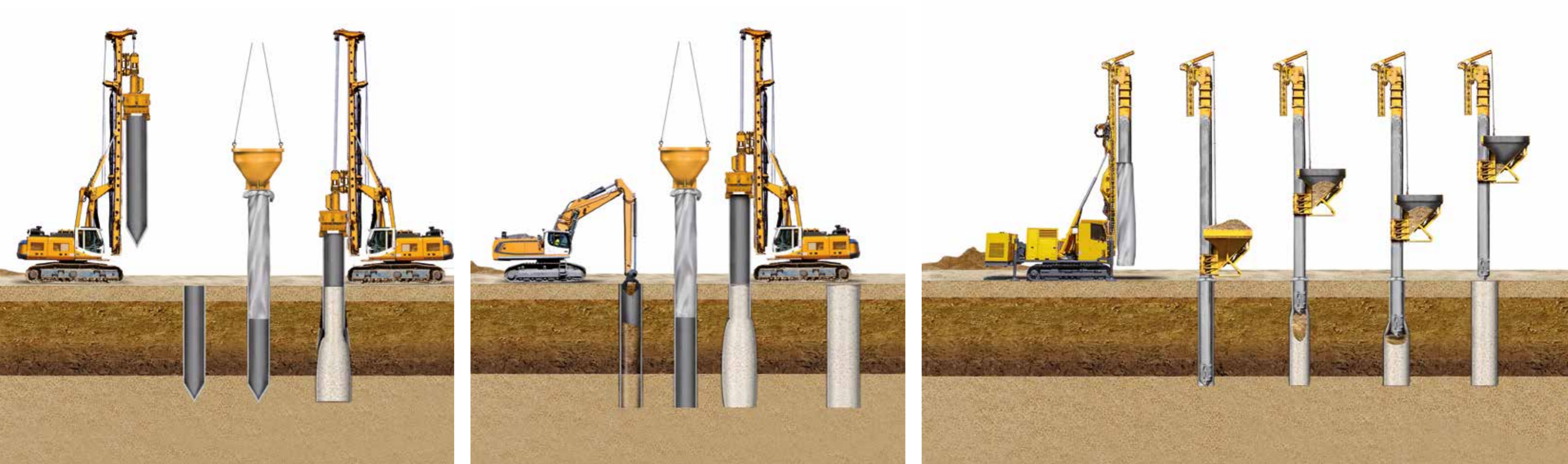
Metodo della vibroflottazione

Metodo di installazione di più recente applicazione per cui le forze di trazione circolari vengono già parzialmente attivate durante l'installazione.

- Geosintetico tubolare montato su vibratore con alimentazione dal fondo
- Il tubo viene infisso fino allo strato portante
- Il vibratore con alimentazione dal fondo si estrae gradualmente dal fondo
- La colonna viene contemporaneamente riempita con sabbia, ghiaia, pietrisco o materiale riciclato
- Compattazione mediante abbassamento ripetuto del vibratore
- Le forze di trazione circolari vengono quindi già parzialmente attivate durante l'installazione

VANTAGGI

- Disponibilità di tre metodi di installazione
- Più di 20 anni di esperienza
- Sistema già ampiamente utilizzato a livello globale
- Assistenza tecnica in sito da parte del nostro staff di ingegneri
- Trafficità e superficie stabile per l'impianto di cantiere durante le fasi di costruzione



Principali Vantaggi del Sistema Ringtrac

Affidabile



- Adatto per terreni estremamente soffici
- Riduzione del 50-75 % degli assestamenti
- I carichi dinamici (ad es. da treni) vengono assorbiti senza problemi
- Le strutture adiacenti non sono interessate dagli assestamenti
- Le strutture confinanti sono protette dalle pressioni orizzontali
- Totale capacità di carico immediatamente dopo il completamento
- Adattabilità alle condizioni ed ai carichi locali
- Sistema permeabile alle acque sotterranee
- Idoneo all'uso con falde confinate mediante l'impermeabilizzazione del fondo

Veloce



- Gli assestamenti previsti avvengono quasi tutti durante il periodo di costruzione
- Fino al 50 % in meno di colonne rispetto alla soluzione con colonne in ghiaia vibrata
- Consolidamento accelerato
- Rapida costruzione di rilevati alti senza il rischio di collasso per mancanza di capacità portante
- Adattamento semplice della lunghezza della colonna alle condizioni del sottofondo

Economico



- Utilizzo di inerti reperibili localmente come riempimento delle colonne
- Non è necessario l'utilizzo di materiali pregiati per il riempimento
- Elevata affidabilità nella stima di costi e tempi di realizzazione
- Minori assestamenti post-costruzione e conseguentemente minore apporto di terreno da rilevato
- Nessuna necessità di smaltimento di rifiuti o di terreni contaminati
- Minore volume di scavo, smaltimento e apporto di inerti



Costo equivalente rispetto alle colonne vibrata in ghiaia

Studio sui metodi di miglioramento dei terreni per fondazioni di rilevati in terreni organici soffici (Küster & Petereit Ingenieure GmbH, Elmshorn, Germany, 2017)

HUESKER RingtracS software

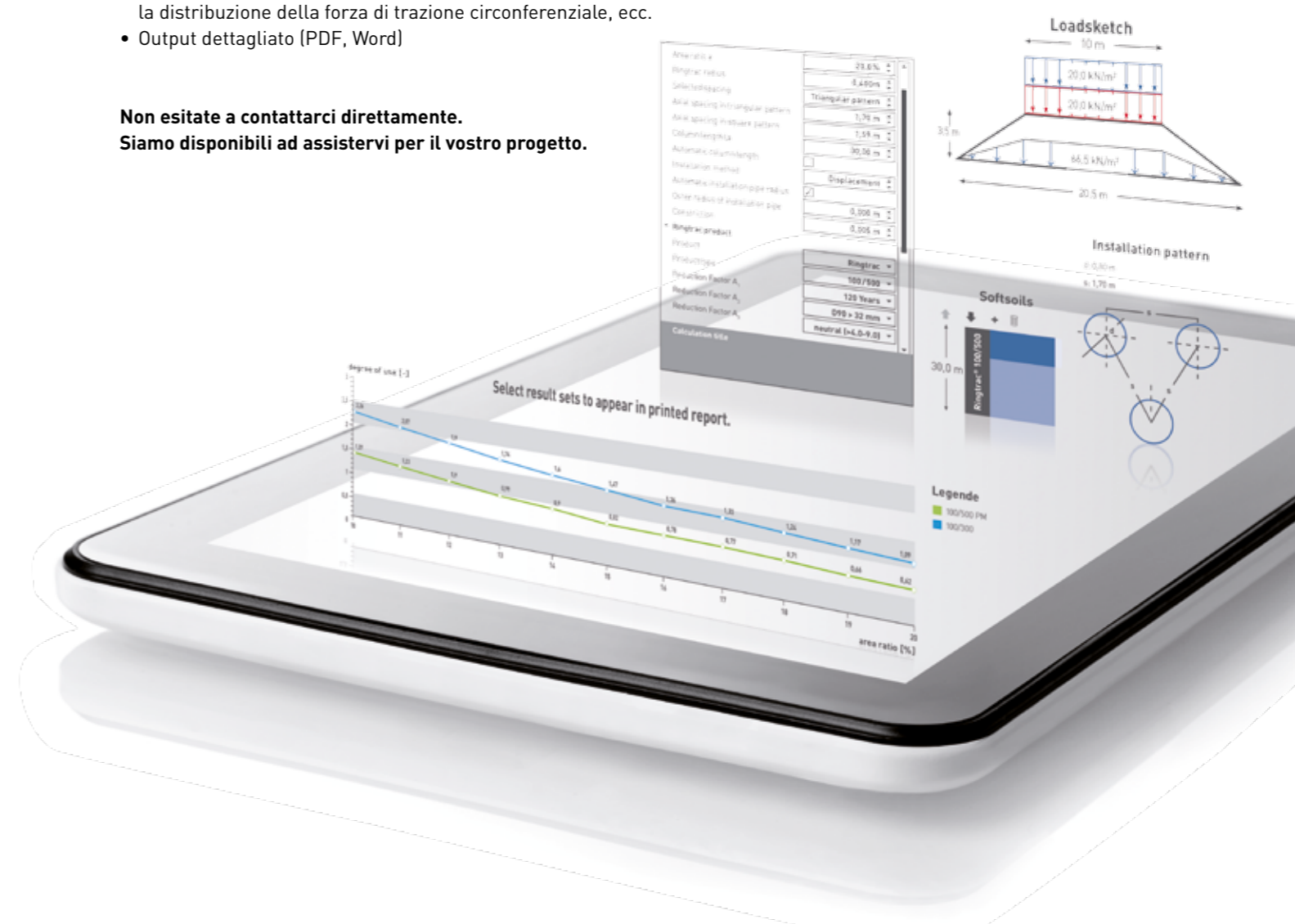
Progettazione affidabile per qualsiasi problematica

Il RingtracS è un software di progettazione sviluppato appositamente dagli ingegneri HUESKER. Assicura una progettazione affidabile di ogni possibile casistica con il sistema Ringtrac.

Caratteristiche del software

- Consente la modellazione di più strati di terreno
- Calcolo simultaneo di diverse sezioni e con diversi parametri di input
- Modellazione della distribuzione dei carichi
- Determinazione della coesione equivalente per il calcolo della stabilità globale dell'opera
- Compensazione automatica degli assestamenti
- Possibilità di calcolo con rigidità variabile in funzione della deformazione
- Analisi parametriche e rappresentazioni grafiche per gli assestamenti, la distribuzione della forza di trazione circonferenziale, ecc.
- Output dettagliato (PDF, Word)

Non esitate a contattarci direttamente.
Siamo disponibili ad assistervi per il vostro progetto.



Esempi Applicativi



Kirsehir

Turchia, 2012 – 2014, fondazione sottomarina per rilevato stradale ad elevato traffico, di altezza 20 m e in zona sismica. Posa fino a 7 m di profondità d'acqua.



Rio de Janeiro

Brasile, 2006 – 2010, sistema di fondazione per strati di terreno soffici, saturi d'acqua con ridotta capacità portante e di elevato spessore nella Baia di Sepetiba. L'area di circa 900 ettari è stata utilizzata per costruire una nuova acciaieria.



Mühlenberger Loch

Germania, 2001 – 2003, ampliamento dell'impianto DASA Airbus di Amburgo-Finkenwerder, reso possibile dalla bonifica di 140 ettari di terreno alla foce del fiume Elba. La soluzione ha previsto l'utilizzo di 60.000 colonne incapsulate con geotessile Ringtrac per la fondazione di una diga lunga 2,4 km.



Polonia, Autostrada A2

Polonia, 2010 – 2011, costruzione di un rilevato con 3.400 colonne Ringtrac per l'autostrada A2 vicino a Jordanowo. Con una lunghezza superiore a 30 m, queste sono state le colonne incapsulate con geotessile Ringtrac più lunghe posate fino ad oggi.



I servizi HUESKER

I servizi della HUESKER cominciano con il supporto tecnico in fase di progettazione e terminano con l'assistenza durante la realizzazione dell'opera. Quello che forniamo sono soluzioni progettuali sicure, fatte su misura, eco-compatibili ed economicamente convenienti.

Servizi forniti dai nostri ingegneri

- **Consulenza tecnica**
Vi sapremo consigliare il tipo di prodotto più adatto alle vostre specifiche esigenze.
- **Progettazione**
I nostri ingegneri forniscono assistenza in fase di progettazione eseguendo verifiche in conformità con i codici di calcolo internazionali.
- **Disegni esecutivi di dettagli costruttivi**
Possiamo fornire indicazioni sulla posa e sulla disposizione dei materiali sviluppando disegni esecutivi.
- **Network tecnico internazionale**
Soluzioni tecniche e progettuali all'avanguardia, grazie alle esperienze in tutto il mondo.

Servizi sui prodotti

- **Soluzioni con prodotti realizzati su misura**
Forniamo assistenza per sviluppare insieme a voi prodotti realizzati su misura per soddisfare le vostre richieste più specifiche.
- **Soluzioni alternative**
Possiamo sviluppare soluzioni progettuali alternative nonché suggerimenti per modifiche e ottimizzazioni.

Assistenza in sito

- **Assistenza alla posa**
Se necessario, i nostri tecnici possono fornire assistenza alla posa, relativa alle specifiche modalità di installazione.
- **Suggerimenti per l'installazione**
Siamo in grado di offrire consigli pratici per l'installazione per facilitare l'applicazione dei nostri prodotti.
- **Formazione tecnica**
Formazione su specifici prodotti e applicazioni.

Documenti

- **Certificati**
I nostri prodotti possiedono numerose certificazioni emesse da diversi enti internazionali, tra cui BAM, BBA, EBA, SVG e IVG.
- **Documenti di gara**
Saremo lieti di fornirvi suggerimenti per la redazione dei vostri capitolati di appalto.
- **Modalità di posa**
Le nostre linee guida vi aiuteranno a garantire la posa a regola d'arte dei nostri prodotti.

Internet

- **Sito Web**
Sul nostro sito potete trovare le ultime novità, video, report, modalità di posa, articoli tecnici, pubblicazioni scientifiche, software, brochure e molto altro.

Ci potete trovare anche su Facebook, LinkedIn e YouTube.



Ringtrac® è un marchio registrato della HUESKER Synthetic GmbH.
La HUESKER Synthetic è azienda certificata ISO 9001, ISO 14001 e ISO 50001.



HUESKER Srl

Piazza della Libertà 3
34132 - Trieste (Italy)
Tel.: +39 040363605
Fax: +39 0403481343
Mail: info@HUESKER.it
Web: www.HUESKER.it

