

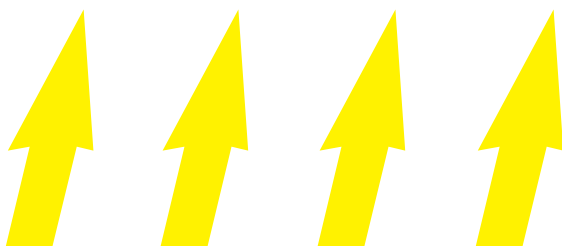
Versatilit  d'impiego

Pali in ghisa duttile



Indice

- 4 Pali in ghisa duttile
- 5 I vantaggi del sistema di fondazioni DUKTUS
- 6 Messa in opera dei pali in ghisa duttile
- 8 Parti componenti del sistema
- 9 Attrezzature
- 10 Dimensionamento statico
- 11 Campi d'applicazione
- 12 Prova d'infissione
- 13 Prova di carico
- 14 Il palo in ghisa duttile per l'estrazione di «Energia Rinnovabile»



Pali in ghisa duttile

I pali in ghisa duttile della ditta DUKTUS sono un sistema ideale di fondazione per trasmettere in profondità i carichi statici.



I tubi vengono realizzati per colata centrifugata.

Dati tecnici

Dimensioni	Spessore parete	Modulo di resistenza	Sezione trasversale
mm	mm	cm ³	cm ²
118	7.5	68	26.04
118	9.0	78	30.82
118	10.6	88	35.77
170	9.0	174	45.52
170	10.6	199	53.08

Lunghezza standard degli spezzoni: 5 m

Il sistema dei pali di fondazione in ghisa duttile

Il sistema dei pali di fondazione DUKTUS in ghisa DUTTILE è composto da spezzoni di tubo dotati di terminazioni coniche M-F. Il prolungamento del palo durante la battitura avviene per incastro rapido degli spezzoni l'uno nell'altro, senza l'utilizzo di utensili dedicati. Si viene così a formare un elemento tubolare omogeneo costituito da spezzoni giuntati rigidamente fra loro.

Il palo in ghisa DUTTILE viene realizzato, a seconda delle condizioni geologiche, come elemento caricato di punta e/o per attrito laterale; in quest'ultimo caso durante la messa in opera viene iniettata malta cementizia. La capacità portante del palo dipende dalle condizioni geologiche ed è definibile empiricamente sulla base della resistenza all'infissione.

La ghisa sferoidale duttile

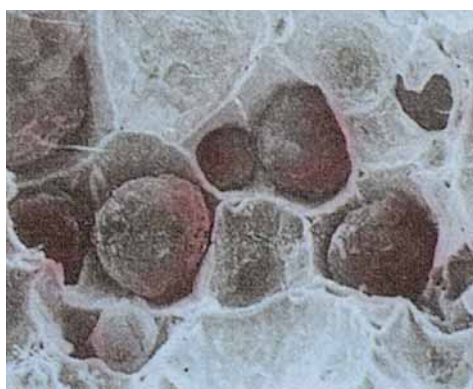
Da molti anni la ghisa viene impiegata come materiale da costruzione, tipicamente nel campo delle tubazioni, grazie alla sua elevata stabilità chimica e meccanica. La ghisa grigia lamellare è però un materiale molto fragile e poco resistente agli urti. Queste sue caratteristiche negative sono state definitivamente colmate grazie allo sviluppo della ghisa duttile: oggi questo materiale è in grado di sopportare senza danno l'energia trasmessa dal martello idraulico infissore. La ghisa duttile è ghisa con aggiunta di magnesio, la sua sigla breve è GJS.

Produzione della ghisa duttile

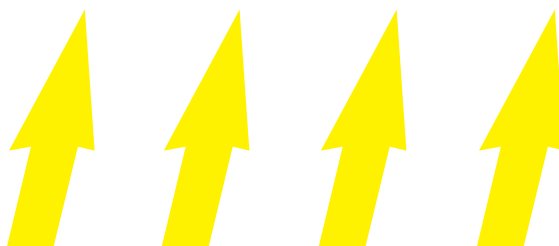
Attraverso l'aggiunta di parti di magnesio alla grafite nella colata, si ottiene la trasformazione della ghisa grigia lamellare in ghisa duttile sferoidale. Ogni singolo tubo, realizzato per colata centrifugata, viene successivamente sottoposto ad un lungo trattamento di ricottura, con durata e temperatura esattamente definiti, in modo da ottenere una profonda variazione delle caratteristiche meccaniche. Il materiale diventa così estremamente resistente e tenace, mentre le sue caratteristiche chimiche restano praticamente invariate rispetto alla ghisa grigia.



Struttura lamellare originaria della ghisa grigia.



Il trattamento di ricottura migliora le caratteristiche meccaniche.



I vantaggi del sistema di fondazioni DUKTUS

Impianto del cantiere semplice e veloce, anche in spazi ristretti, con l'utilizzo di attrezzature relativamente leggere e di uso comune (escavatore con «martellone» idraulico, pompa per calcestruzzo).

Il minimo livello di vibrazioni prodotto durante la battitura permette la messa in opera dei pali fino a 40 cm di distanza dai manufatti esistenti.

La messa in opera dei pali può avvenire sia prima che dopo il prescavo della fondazione.

Giunzione ad incastro dei tubi, rigida e sicura, direttamente sul cantiere.

Minimo sfrido. Lo spezzone di tubo tagliato a quota viene riutilizzato immediatamente come primo spezzone del palo successivo.

Nessuna scapitozzatura. Il tubo viene tagliato alla quota di progetto; in questo modo i successivi lavori di armatura e getto possono proseguire senza interruzione.

La capacità portante e la lunghezza di ogni palo vengono definiti dal criterio di rifiuto o di incremento della resistenza all'infissione.

La capacità portante può essere incrementata per mezzo dell'iniezione di malta cementizia.

Elevata economicità! Limitati costi d'investimento in macchine ed attrezzature; le interessanti produzioni medie di 200–400 ml/giorno assicurano il successo tecnico ed economico.

Elevata resistenza alla corrosione grazie alla ghisa duttile sferoidale.

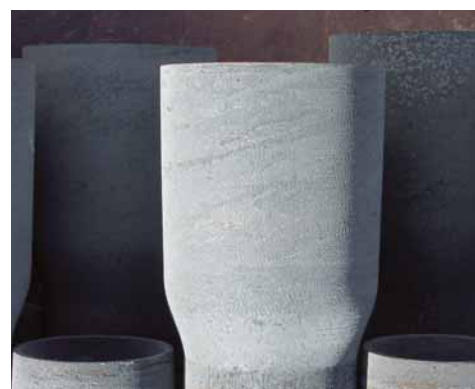
I tubi vengono forniti zincati, su richiesta.



Impianto di cantiere semplice: escavatore con martello idraulico, betoniera, pompa per calcestruzzo, tubi.



Il basso livello di vibrazioni indotte consente di lavorare nelle vicinanze di manufatti esistenti.



Le terminazioni coniche M-F assicurano una giunzione rigida e definitiva degli spezzoni.

Messa in opera dei pali in ghisa duttile



I pali vengono scaricati e movimentati sul cantiere per mezzo di muletti leggeri.



Nello spezzone di piede del palo viene ricavata la luce di fuoriuscita della malta cementizia.



Il primo spezzone di palo viene attrezzato con punta a perdere.



I pali vengono infissi in sequenza per mezzo di un martello idraulico montato su escavatore a braccio rovescio.

Il primo spezzone di palo viene attrezzato con una punta a perdere e battuto a partire dal punto di infissione precedentemente tracciato. Il secondo spezzone viene inserito nella femmina conica del primo elemento già infisso. La battitura provoca la giunzione rigida e definitiva fra le parti. Il palo viene battuto fino al raggiungimento del criterio di aumento della resistenza o di rifiuto all'infissione. L'eventuale sovrallunghezza di tubo, sporgente oltre la quota progettuale di testa del palo, viene tagliata con un flex e direttamente riutilizzata, previo attrezzaggio con punta a perdere, come primo spezzone del palo successivo. In questo modo gli sfridi vengono praticamente eliminati. Il palo battuto fino a quota viene infine riempito di malta cementizia per elevare le sue caratteristiche di portanza; la testa viene attrezzata con una piastra o con una specifica armatura aggiuntiva.



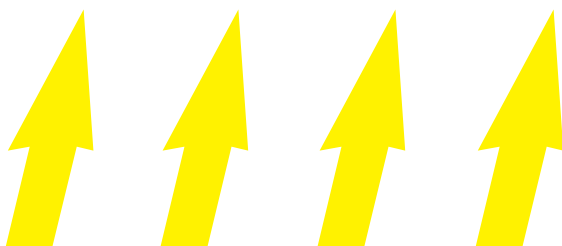
Inserimento del nuovo spezzone nel giunto F conico del tubo precedentemente infisso.



La lunghezza di tubo eccedente viene tagliata con un flex e riutilizzata come primo spezzone del palo successivo.

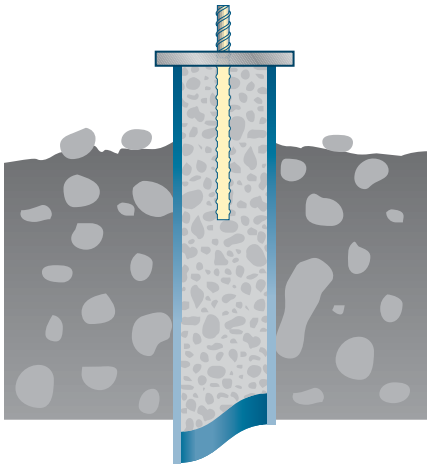


Palo duttile attrezzato con piastra di testa; visibili le barre di armatura posate prima del getto del calcestruzzo.

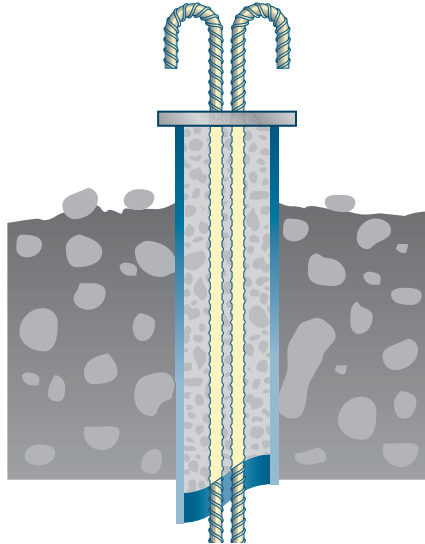


Parti componenti del sistema

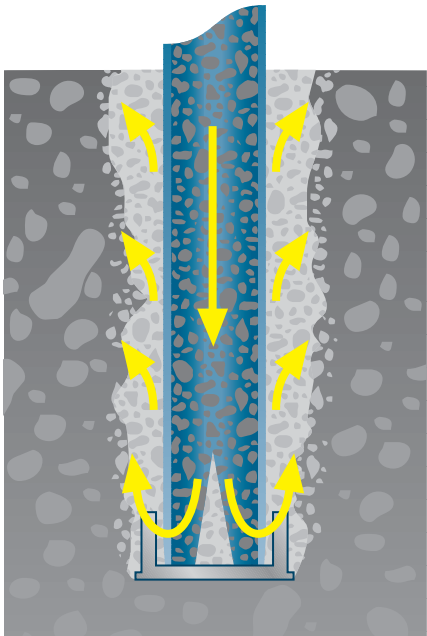
Piastra di testa



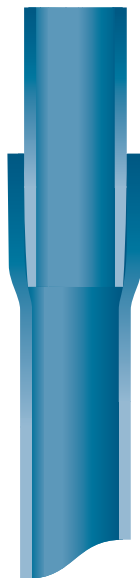
Armatura a trazione secondo le necessità statiche



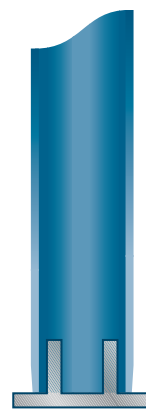
Punta a perdere per palo iniettato



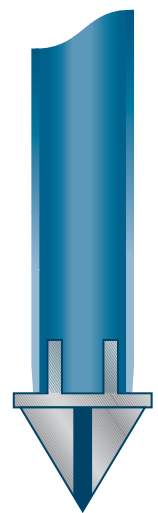
Raccordo M-F conico



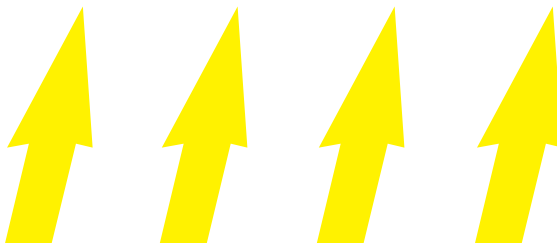
Punta a perdere per palo non iniettato



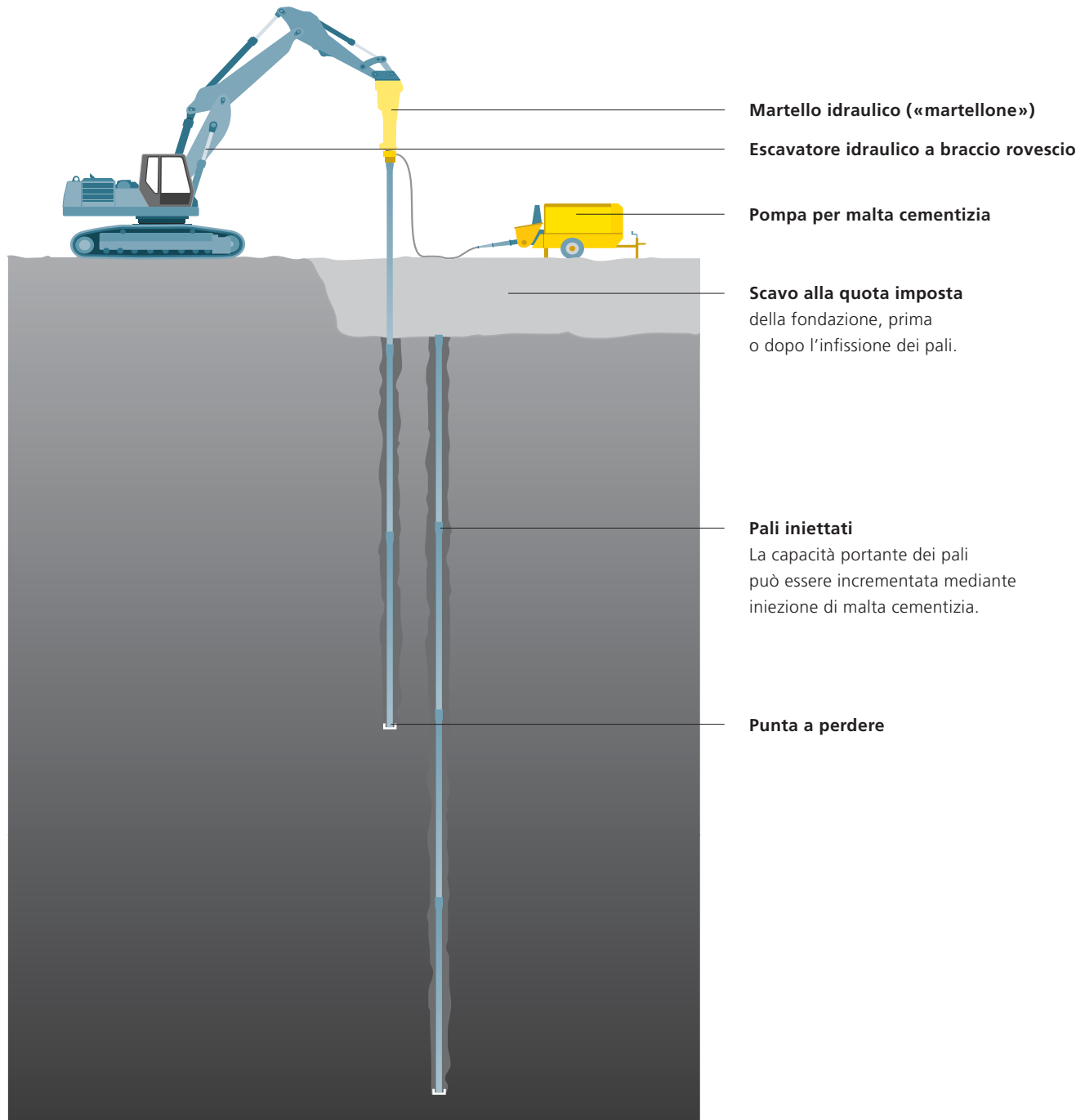
Standard



In terreni duri si puo' altresì utilizzare una puntazza conica.



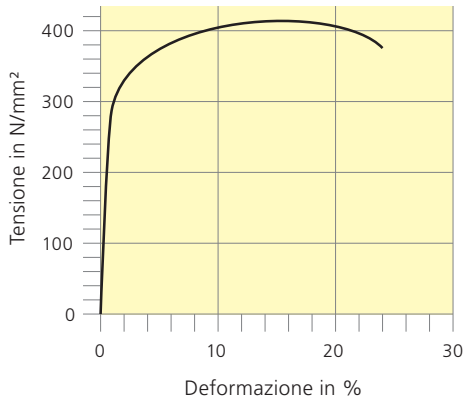
Attrezzature



Dimensionamento statico

Principali parametri fisici della ghisa duttile

Resistenza alla compressione	900 N/mm ²
Resistenza alla trazione	420 N/mm ²
Limite proporzionale, 0.2 % del limite di elasticità	300 N/mm ²
Modulo Elastico	140 000 – 170 000 N/mm ²
Peso specifico	70.5 kN/m ³
Durezza	< 250 HB



Resistenza intrinseca dell'elemento

La resistenza intrinseca viene determinata dalla forma geometrica del palo e dalle caratteristiche fisiche del materiale costituente. Tenendo conto ad esempio di una tensione ammissibile di 200 N/mm² si ottengono i seguenti carichi ammissibili (condizione di esercizio) per ogni singola tipologia di palo.

Tipo	Spessore parete mm	Capacità portante in kN (carico di esercizio)	
		Palo	Palo + Calcestruzzo C 20/25
118	7.5	427	470
118	9.0	526	558
118	10.6	567	626
170	9.0	780	890
170	10.6	928	1020



Nel palo iniettato è ben visibile lo sbulbamento della miscela cementizia nel terreno.

Capacità portante

La capacità portante viene determinata direttamente per mezzo di prove di carico oppure in via indiretta, tramite correlazioni con indagini geognostiche, prove penetrometriche statiche e dinamiche, valori empirici da bibliografia ecc. Noi distinguiamo sempre fra i due sistemi di realizzazione del palo.

1. Pali non iniettati

I pali vengono infissi senza iniezione di miscela cementizia dove sia disponibile in profondità uno strato portante (palo di punta). In questo caso è utilizzabile l'intera portata legata alla resistenza intrinseca dell'elemento.

2. Pali iniettati

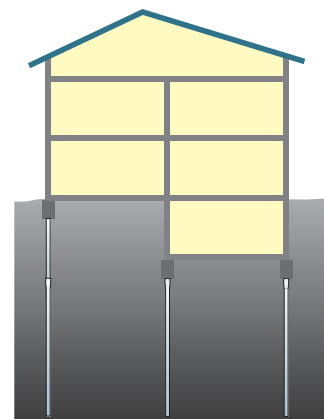
L'iniezione per l'incremento della capacità portante si rende necessaria sia in terreni sabbioso-ghiaiosi, sia coesivi. La punta a perdere utilizzata è dotata di un sovradiametro rispetto al fusto del palo, si viene in questo modo a creare uno spazio anulare fra tubo e terreno, saturato con malta cementizia durante l'infissione. In terreni dotati di porosità efficace si determina anche uno sbulbamento dell'iniezione nel terreno adiacente il palo.

Campi d'applicazione

Edilizia (1)

Fondazione di edifici di ogni tipo, anche in spazi ristretti ed in ambito urbano, per mezzo di attrezzature compatte e maneggevoli, con tempi di esecuzione ridotti.

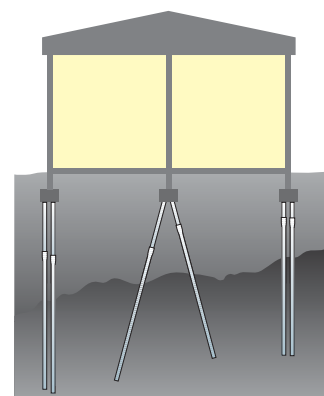
L'utilizzo dei pali in ghisa duttile allineati al di sotto delle travi di fondazione consente un elevato risparmio di calcestruzzo e rende perciò ancora più competitivo il sistema.



(1)

Edilizia industriale (2)

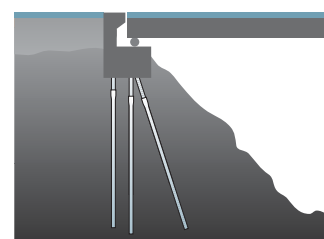
Fondazioni di prefabbricati per mezzo di gruppi di pali o pali isolati inglobati in plinti di fondazione di minima dimensione. Il sistema si adatta perfettamente a strutture leggere per le quali vanno tenuti sotto controllo i cedimenti assoluti e differenziali. Tutti i carichi e le azioni costruttive, comprese quelle da vento e da sisma, vengono riprese e riportate negli strati profondi del terreno.



(2)

Ponti e viadotti (3)

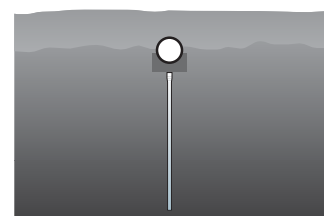
Fondazione di spalle e pile. Rapido e semplice spostamento delle attrezzature sul cantiere. I momenti ed i tagli vengono ripresi attraverso la costruzione di gruppi di pali, anche a cavalletto e variamente inclinati.



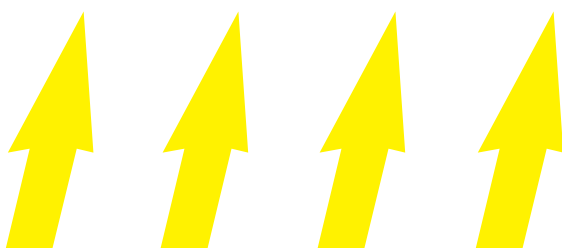
(3)

Sostegno di canalizzazioni (4)

In terreni molli per evitare cedimenti non sopportabili dalla struttura.

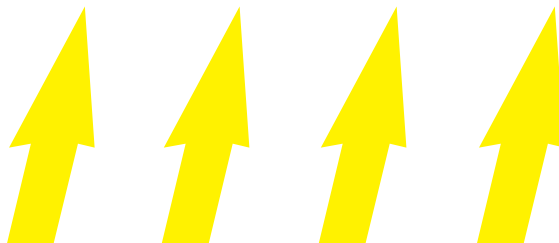
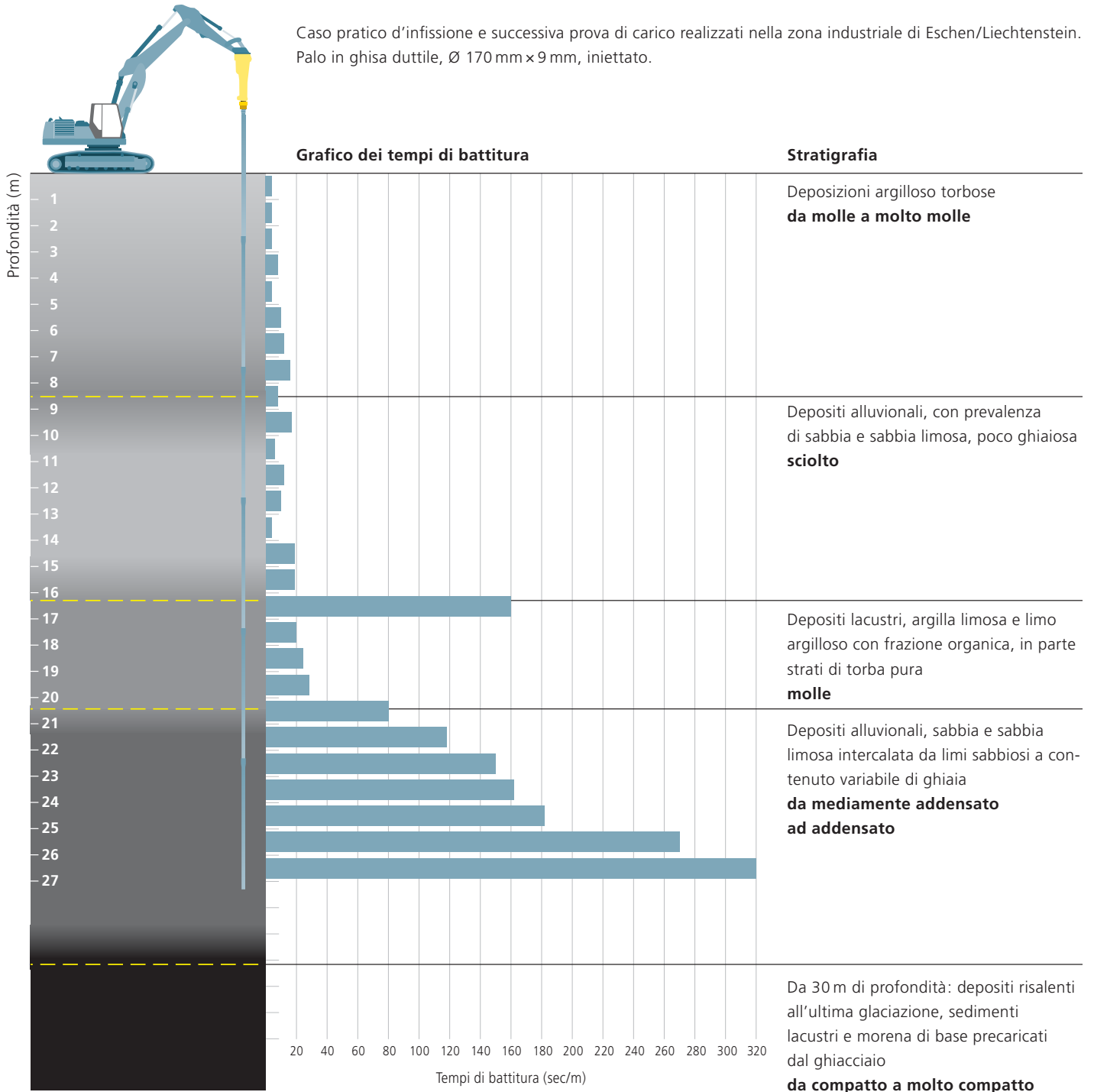


(4)



Prova d'infissione

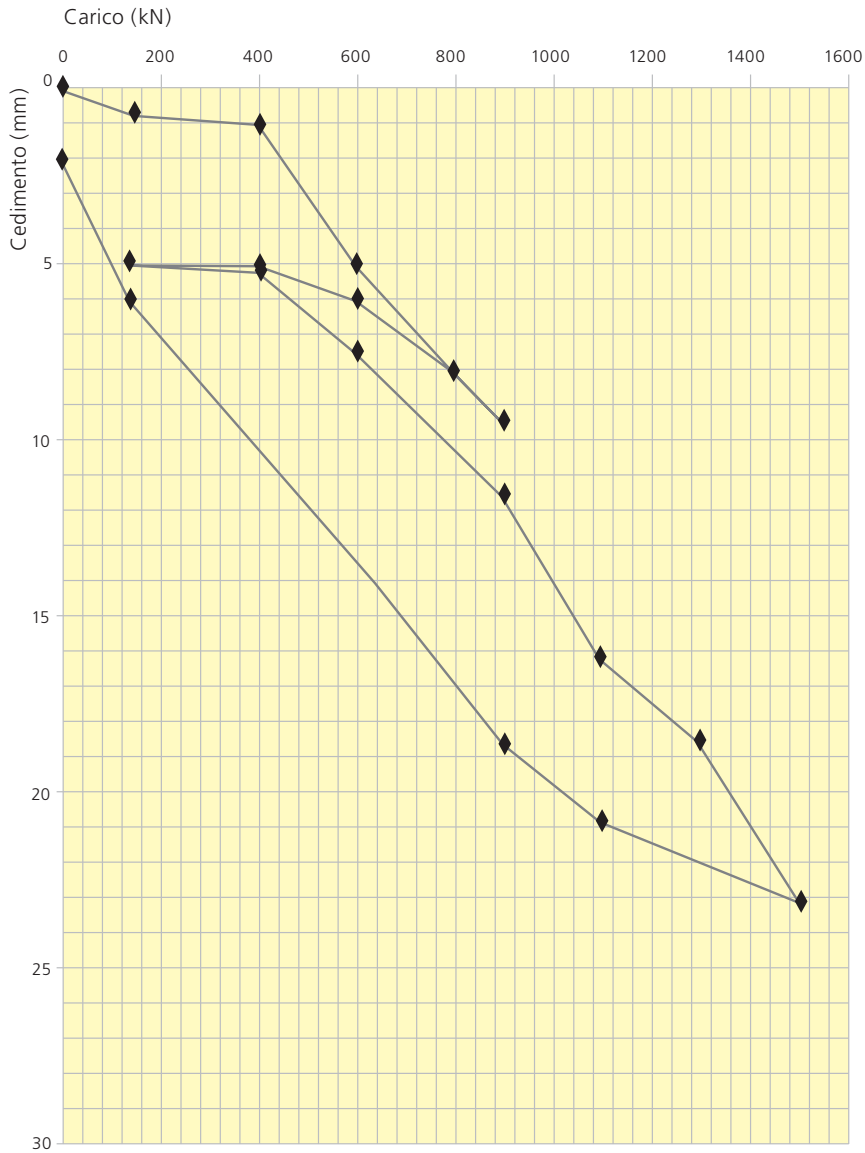
Caso pratico d'infissione e successiva prova di carico realizzati nella zona industriale di Eschen/Liechtenstein. Palo in ghisa duttile, Ø 170 mm x 9 mm, iniettato.



Prova di carico

Documentazione della prova di carico eseguita sul palo dove sono stati registrati i tempi di battitura. Zona industriale di Eschen/Liechtenstein. Palo in ghisa duttile, $\varnothing 170 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$, iniettato.

Curva carico – cedimento



Zona industriale di Eschen: prova di carico su palo.

Il palo in ghisa duttile per l'estrazione di «Energia Rinnovabile»

Valori indicativi

Per una valutazione indicativa della capacità di estrazione termica dal terreno possono essere utilizzati i seguenti valori.

Riscaldamento

Terreno umido, sabbioso limoso	25 – 30 W/lm
Terreno saturo d'acqua	30 – 35 W/lm
Terreno con falda in movimento	> 40 W/lm

Raffreddamento

Terreno umido, sabbioso limoso	20 – 25 W/lm
Terreno saturo d'acqua	25 – 30 W/lm
Terreno con falda in movimento	> 35 W/lm

Lunghezza dei pali secondo dimensionamento statico di norma: 15 – 30 m.

I pali in ghisa duttile, comunemente impiegati come fondazioni profonde, sono anche eccellenti ed efficienti elementi termoscambiatori in grado di estrarre energia termica dal terreno per riscaldare e raffreddare gli edifici.

Per ridurre l'utilizzo dei combustibili fossili in via di esaurimento e le dannose emissioni in atmosfera di CO₂ sono stati aumentati gli sforzi per l'uso di energie rinnovabili. Una di queste fonti di energia, praticamente inesauribile, è l'energia geotermica presente negli strati superficiali del terreno e utilizzabile sia per il riscaldamento che per il raffreddamento. Si sfrutta quindi la temperatura del terreno e delle falde acquifere, costante tutto l'anno intorno a 10°C – 12°C a partire da ca. 10 m di profondità.

Principio dell'uso dei pali in ghisa duttile come elementi di termoscambio (pali energetici)

Per estendere l'impiego dei pali in ghisa duttile al termoscambio con il terreno, si mettono in opera dopo l'infissione del palo ed all'interno di quest'ultimo, dei flessibili in materiale plastico collegati ad una pompa di calore attraverso un quadro distributore. Dalla pompa di calore si diparte il sistema di riscaldamento a pavimento o a parete. All'interno dei flessibili circola un fluido termovettore (acqua glicolata) che estrae calore dal terreno.

Il raffrescamento può avvenire, per esempio, attraverso l'estrazione del calore in eccesso presente negli ambienti, il calore stesso viene ceduto tramite uno scambiatore al fluido termovettore (acqua glicolata) che, circolando nei pali energetici, riscalda nuovamente il terreno e lo rigenera termicamente (vedi schema pagina a destra).

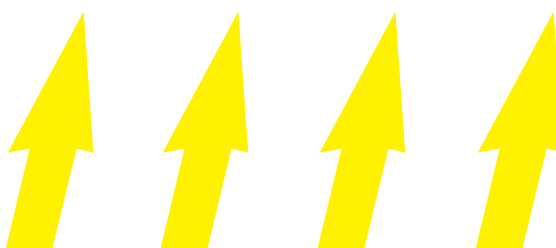
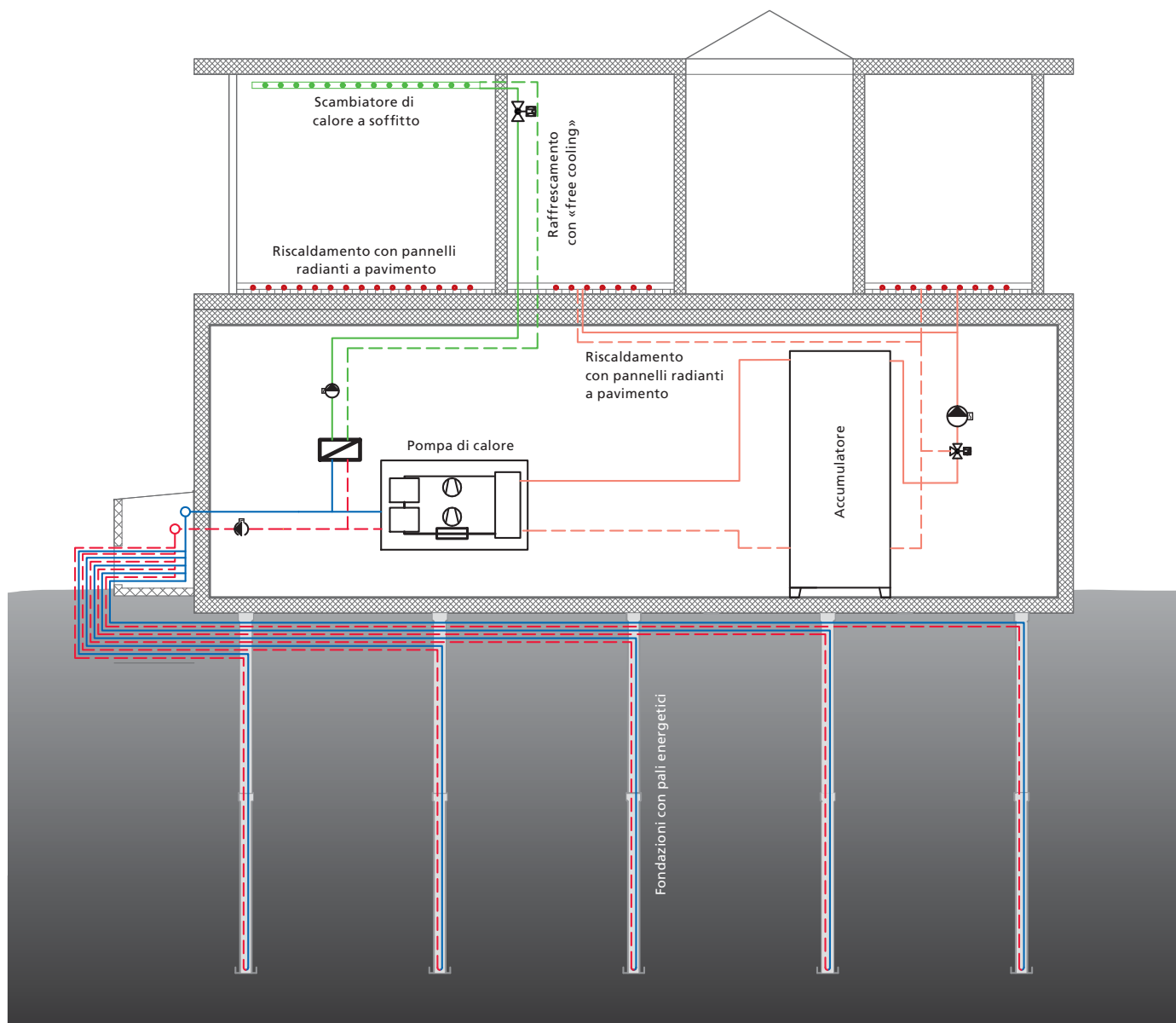
Progettazione dei pali energetici

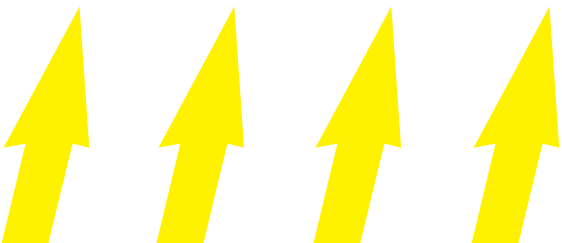
La lunghezza e l'interasse dei pali sono determinati dai carichi statici di progetto. Per i pali attrezzati a fini energetici va poi di norma mantenuto un interasse di almeno 3 m. Tale misura può essere anche ridotta in caso di specifiche condizioni idrogeologiche, quali elevate permeabilità con falda in movimento.

La capacità di estrazione termica dal terreno dipende delle condizioni geologiche al di sotto dell'edificio e nel suo intorno (stratigrafia, saturazione dell'acqua, movimento della falda ecc.). Nello stesso modo bisogna tenere conto anche della lunghezza dei pali energetici, della giusta dimensione dei flessibili termoscambiatori e dell'efficienza degli impianti di riscaldamento e raffreddamento scelti.

In fase di progettazione e dimensionamento dell'impianto di pali energetici va posta particolare attenzione affinché, in ogni condizione di esercizio, sia garantita l'assenza di formazione di ghiaccio al di sotto dell'edificio. E' quindi necessario prevedere la corretta rigenerazione termica del terreno.

Risulta fondamentale già nelle fasi preliminari di progetto il coinvolgimento di figure professionali quali il Geologo, l'Architetto, l'Ingegnere edile ed impiantista.





ITW Ingenieurunternehmung AG

Alte Landstrasse 3, 9496 Balzers, Liechtenstein
Telefon +423 388 03 03, Fax +423 388 03 00
itw@itw.li, www.itw.li