



**IL LEADER MONDIALE** NELLE INIEZIONI CON RESINE ESPANDENTI





# INTRO



URETEK® è l'inventore dei consolidamenti con iniezioni di resine espandenti. La sua tecnologia brevettata è la più utilizzata al mondo, con più di 100.000 interventi eseguiti.

Con la sua alta tecnologia, la qualità degli interventi e più di 25 anni d'esperienza, URETEK® è diventato il punto di riferimento per il consolidamento dei terreni con iniezioni di resine espandenti.

Consapevole della propria forza, il gruppo URETEK® si propone di mantenere la posizione di leadership sviluppando costantemente nuove soluzioni e metodi d'iniezione più innovativi e rispettosi dell'ambiente.

Pur perseguendo il proprio sviluppo, URETEK® si avvale costantemente della collaborazione dei migliori professionisti (ingegneri geotecnici, architetti, ingegneri strutturisti, geologi) fornendo loro un supporto efficace nella risoluzione dei problemi legati al consolidamento dei terreni.

*"Il nostro obiettivo primario rimane la piena soddisfazione del cliente; per questa ragione URETEK® persegue il costante miglioramento della rete vendita al fine di migliorare la capacità di risposta alle esigenze del cliente. Ogni giorno i nostri tecnici, altamente qualificati, sono a vostra disposizione per effettuare un sopralluogo diagnostico, per consigliarvi al meglio e accompagnarvi durante l'intero progetto.*

*Aumentando gli investimenti nella Ricerca & Sviluppo, desideriamo fornire ai nostri clienti soluzioni ancora più rapide, meno invasive e più economiche.*

*Attraverso le pagine di questo catalogo contiamo di farvi scoprire in modo chiaro le nostre tecnologie d'iniezione di resine espandenti, con i vari processi ad esse associate e una selezione degli interventi eseguiti su qualsiasi tipo di edifici e strutture.*

*Lasciatevi convincere dal nostro know-how. Buona lettura"*

**I condirettori**  
**Andrea BIRTELE e Giovanni CANTERI**





# SOMMARIO



---

L'AZIENDA	6 - 7
I VALORI E I SERVIZI	8 - 9
LA RETE VENDITA, L'ASSICURAZIONE	10 - 11
LE TECNOLOGIE	12 - 13
LE RESINE URETEK®	14 - 15
URETEK® & L'AMBIENTE	16 - 17
RICERCA E SVILUPPO	18 - 19
EASY CRACK MONITOR	20 - 21

---

L'INTERVENTO URETEK® IN 6 PASSI	102 - 103
URETEK® NEL MONDO	104 - 105

---



## DEEP INJECTIONS®

### CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI

22 - 23

FASI E PROGETTAZIONE DELL'INTERVENTO

24 - 29

LA RESINA GEOPLUS®, TEST E RICERCHE

30 - 35

LE REFERENZE

36 - 59



## WALLS RESTORING®

### CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE

76 - 77

FASI DELL'INTERVENTO

78 - 81

LE REFERENZE

82 - 89



## FLOOR LIFT®

### SOLLEVAMENTO DI PAVIMENTAZIONI

60 - 61

FASI DELL'INTERVENTO

62 - 65

LE REFERENZE

66 - 75



## CAVITY FILLING®

### RIEMPIMENTO DI CAVITÀ E VESPAI

90 - 91

FASI DELL'INTERVENTO

92 - 95

LE REFERENZE

96 - 101

# INVENTORE DI TECNOLOGIE BREVETTATE



La storia di URETEK® inizia in Finlandia negli anni '70. Nelle regioni settentrionali, i periodi ricorrenti di gelo e disgelo indeboliscono i terreni, li rendono più fragili e causano cedimenti delle pavimentazioni. In quel periodo un ingegnere sperimenta un metodo rivoluzionario per ripristinare la planarità delle pavimentazioni abbassate: **una tecnologia che utilizza iniezioni di resina espandente.**

Negli anni successivi, grazie a un importante investimento in Ricerca & Sviluppo, URETEK® sviluppa tre nuove tecnologie di iniezioni di resine espandenti. Si tratta di un totale di **4 metodi esclusivi brevettati**, depositati a partire dal 1982.



Il più largamente utilizzato è il metodo Deep Injections®, depositato nel 1996, che permette di consolidare il terreno in profondità con una resina a rapida espansione e alta pressione di rigonfiamento. Questa tecnologia innovativa permette di stabilizzare gli edifici ripristinando la capacità portante del terreno di fondazione. Questo metodo rappresenta un'ottima alternativa alle tecnologie tradizionali d'intervento sulle fondazioni.



Nel 2003 URETEK® sviluppa la soluzione Walls Restoring® il cui obiettivo è quello di rigenerare le murature vecchie e ammalorate ripristinandone l'integrità strutturale.

Due anni più tardi viene depositato il brevetto relativo a Cavity Filling®. Questa tecnologia permette il riempimento di vespai, cavità, gallerie... La particolarità di questo metodo risiede nell'utilizzo di granuli di argilla espansa insieme alla resina espandente Uretek Geoplus®.

**Oggi le tecnologie URETEK® sono utilizzate in tutto il mondo** e hanno già permesso la realizzazione di oltre 100.000 interventi di successo.

URETEK® ha molti vantaggi:

- ▶ competenza e comprovata esperienza nel proprio settore,
- ▶ maggiore vicinanza ai propri clienti e partner,
- ▶ monitoraggio continuo del lavoro sia durante che dopo l'intervento,
- ▶ ingegneri geotecnici addestrati per soddisfare le peculiarità di ogni cantiere.



**Come inventore di queste soluzioni, URETEK® ha già acquisito più di 25 anni d'esperienza nelle iniezioni di resine espandenti diventando, di fatto, il riferimento mondiale in materia di consolidamenti con resine espandenti.**



## BREVETTI



# QUATTRO

tecnologie brevettate

## PRESENZA



# 12

Squadre operative in Italia

# 50

Paesi nel mondo

## INTERVENTI



# +20 000 INTERVENTI

realizzati in Italia

# +100 000

interventi in tutto il mondo

## STORIA



## 2015

25 anni di attività

## 2005

Brevetto URETEK® Cavity Filling®  
Riempimento di cavità

## 2003

Brevetto URETEK® Walls Restoring®  
Rigenerazione delle murature

## 2001

Messa a punto della resina  
GEOPLUS, con forza di espansione  
superiore a 10 MPa

## 1996

Brevetto URETEK® Deep Injections®  
Consolidamento dei terreni

## 1990

Fondazione di Uretek S.r.l.

# I VALORI DI URETEK®

## QUALITÀ

URETEK® utilizza unicamente i materiali migliori, tutti certificati e controllati. Gli alti standard degli interventi URETEK® sono riconosciuti dalle certificazioni internazionali. Le resine sono prodotte in esclusiva dal leader mondiale del settore.

Progettazione, monitoraggio e collaudo sono azioni imprescindibili per ogni cantiere URETEK®.

Una squadra d'ingegneri geotecnici si dedica tutti i giorni ad assistere i professionisti nella progettazione degli interventi e alla supervisione dei cantieri mentre uno scrupoloso servizio post-vendita è a disposizione del cliente per aiutarlo sia nella fase preparatoria, sia durante e dopo l'intervento.

## PERIZIA

L'arte del saper fare: quella ricercata sinergia tra abilità, ingegnosità, esperienza e competenza che costituisce la caratteristica peculiare di URETEK®.

La reputazione guadagnata in molti anni di comprovata professionalità ha attirato l'attenzione dei ricercatori universitari con i quali si è instaurato un rapporto di collaborazione reciproca.

Non ci si affida solo alla diagnostica computerizzata poiché la comprensione corretta dei dati richiede una grande esperienza e preparazione conquistate sul campo. Il contatto costante tra i nostri progettisti e le squadre sul cantiere garantisce soluzioni che durano nel tempo.

## DINAMISMO

Se esiste una soluzione più veloce ed efficiente nel consolidamento dei terreni con resine espandenti, allora è URETEK®, l'azienda che lo ha inventato e che da sempre è impegnata nella ricerca e nell'innovazione con particolare attenzione alle richieste del cliente.

Ottenuto un brevetto, ogni ulteriore progresso è documentato e pubblicato affinché i professionisti possano progettare conoscendo gli ultimi sviluppi dello stato dell'arte.

Oggi URETEK® è leader italiano, europeo e mondiale del consolidamento dei terreni con resine espandenti, un marchio globale diffuso in oltre 50 paesi in tutto il mondo.

## GLI OBIETTIVI

- ✓ Offrire alternative, alle tecniche tradizionali, che siano sempre più innovative, economiche, rapide e soprattutto meno invasive,
- ✓ Proporre soluzioni con prezzi sempre più accessibili senza compromettere la qualità degli interventi,
- ✓ Fornire un servizio ottimale per anticipare le richieste dei clienti ed intervenire in tempi rapidi.



## Le nostre certificazioni

### • Certificazioni tecniche

Le tecnologie per la stabilizzazione di fondazioni e pavimentazioni sono oggetto di precisi protocolli di procedimento specifici ed esigenti. Questo ci ha permesso di ottenere il riconoscimento di diversi organismi esterni.

Dal 1998, le relazioni di indagine tecniche **SOCOTEC** emettono un parere favorevole per le nostre tecnologie brevettate **Deep Injections®** e **Floor Lift®**.

URETEK® ha ottenuto certificazioni TÜV per la **Gestione di Qualità UNI EN ISO 9001:2008**, **Gestione Sicurezza e Salute Lavoratori BS OHSAS 18001:2007** e **UNI EN ISO 14001:2004 per il rispetto ambientale**.

L'ente di certificazione **TÜV** ha emesso, inoltre, una **valutazione tecnica positiva** sulle procedure di applicazione del metodo **Uretex Deep Injections®** per il consolidamento e la stabilizzazione dei terreni di fondazione mediante l'iniezione di resine espandenti.

### • CSTB

Centro Scientifico e Tecnico per l'Edilizia, con l'avviso 3 / 15-796 del 22 luglio 2015 ha riconosciuto il procedimento URETEK Deep Injections® come una tecnica innovativa facendo di Uretex la prima azienda specializzata in miglioramento del terreno ad ottenere tale riconoscimento.

### • Norma UNI

Il metodo Deep Injections® per il trattamento del terreno è conforme alla norma UNI EN 12715: "Esecuzione di lavori geotecnici speciali - Iniezioni".



## Le garanzie URETEK®

### Vicinanza

Squadre URETEK® sono distribuite strategicamente sul territorio e sono impegnate quotidianamente negli interventi. Più di 12 squadre autonome dispongono ciascuna di un camion-officina per garantire la realizzazione dei cantieri ovunque in Italia.

### • Garanzia decennale

Tutti gli interventi URETEK® sono coperti da una garanzia contrattuale di dieci anni dalla data di fine lavori.

### • Assicurazione decennale

URETEK® offre dieci anni di polizza assicurativa post intervento fornita da QBE, multinazionale con oltre 125 anni di storia e sedi in 52 Paesi.

### • Responsabilità civile

URETEK® ha sottoscritto un contratto di assicurazione di responsabilità civile con tutte le opzioni.

### • Convenzioni con le compagnie di assicurazione

URETEK® ha sottoscritto convenzioni con le maggiori compagnie di assicurazione italiane.

### Disponibilità

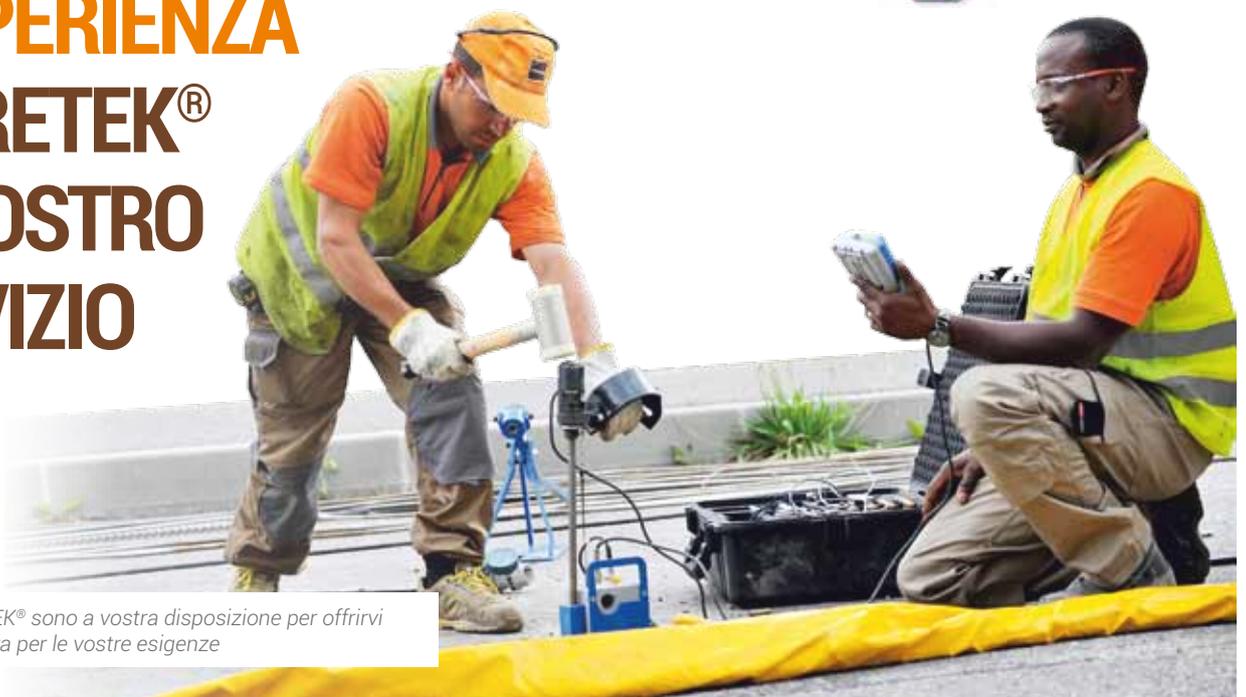
In ogni momento, il nostro team è a vostra disposizione, pronto ad accompagnarvi durante le fasi del progetto e dell'intervento. Contattando il n. verde sarete messi in contatto con un nostro tecnico-commerciale che diventerà il vostro interlocutore privilegiato.

**N° Verde 800 - 200 044**

CHIAMATA GRATUITA



# L'ESPERIENZA DI URETEK® AL VOSTRO SERVIZIO



Le squadre URETEK® sono a vostra disposizione per offrirvi soluzioni su misura per le vostre esigenze



**I TECNICI  
URETEK®**

## COMPETENZA

I nostri tecnici commerciali studiano ogni progetto. Sono ingegneri geotecnici, ingegneri strutturalisti, architetti, geologi, con un denominatore comune: una competenza unica, nel loro settore, per fornire una soluzione ottimale. Sul campo, i nostri capi cantiere sanno affrontare con successo i casi più complessi.

---

## GLI INTERVENTI

Squadre autonome, con camion-officina perfettamente attrezzati, garantiscono la realizzazione degli interventi in tutta Italia.

---



# URETEK® + QBE

## INTERVENTO GARANTITO, INVESTIMENTO ASSICURATO



**Tutti gli interventi uretek sono coperti da assicurazione per la durata di dieci anni dalla data di fine lavori.**

1

**GARANZIA  
ASSICURATIVA QBE:  
10 ANNI**

2

**GARANZIA  
CONTRATTUALE:  
10 ANNI**

## UNA GARANZIA CHE NASCE DALLA FIDUCIA

La tecnologia brevettata Uretek Deep Injection® ha vent'anni di storia e più di 20.000 interventi. Risolve i problemi di consolidamento del terreno e mantiene l'efficacia nel tempo. Ecco perché Uretek, prestigiosa realtà internazionale, gode della fiducia di grandi compagnie assicurative come QBE, multinazionale con oltre 125 anni di storia e sedi in 52 Paesi.

## UNA COPERTURA OBBLIGATORIA?

In Italia questa copertura è obbligatoria solo per le strutture realizzate a nuovo. Ma la sicurezza dei nostri metodi e l'esperienza di oltre vent'anni di successi hanno spinto QBE ad offrire ai nostri clienti l'assicurazione decennale dopo l'intervento, anche in Italia. Ecco perché solo Uretek ti offre dieci anni di polizza assicurativa post intervento, oltre ai dieci anni di garanzia contrattuale.

## UNA PARTNERSHIP DI SUCCESSO

QBE è partner di Uretek® in Francia, dove per legge è obbligatoria la copertura decennale post intervento anche nel caso di consolidamento dei terreni di fondazione. Uretek offre ora questa opportunità anche in Italia, sui lavori eseguiti con le proprie tecnologie.

## GARANZIE

### ASSICURATIVA

Una garanzia decennale sull'intervento di consolidamento con un massimale di € 1.500.000 per sinistro e anno di copertura, con una franchigia di € 5.000,00 per sinistro.

Una garanzia, legata alla postuma decennale, per danni alle persone e all'edificio in caso di inefficacia dell'intervento di consolidamento con massimale di € 4.600.000 per sinistro e anno di copertura.

Una garanzia, sempre legata alla postuma, per danni provocati a terzi in caso di inefficacia dell'intervento di consolidamento con massimale di € 4.600.000 per sinistro e anno di copertura.



### CONTRATTUALE

Uretek S.P.A. garantisce l'intervento dieci anni.

Se in questo periodo si verificassero dei cedimenti, Uretek SpA provvederà a reintervenire a propria cura e spese e nel quadro delle stesse condizioni contrattuali.\*

\* N.B. verifica che il preventivo in tuo possesso contenga la garanzia Uretek e l'assicurazione QBE. In situazioni specifiche Uretek rilascia preventivi con garanzie diverse da quanto esposto.



# I PRINCIPI DI BASE DELLE INIEZIONI DI RESINE ESPANDENTI URETEK®

Le resine **URETEK®** sono polimeri ottenuti a partire da due componenti: una base e un reagente. La miscelazione dei 2 componenti avviene, direttamente in cantiere, in una pistola d'iniezione.

Quando i due materiali vengono in contatto, ha luogo una reazione chimica di "**polimerizzazione**".

All'inizio, la resina è ancora allo stato liquido e può quindi penetrare facilmente nei più piccoli anfratti del terreno.

Durante la reazione chimica la resina espande rapidamente fino a trenta volte il volume iniziale in funzione del suo confinamento. La sua elevata pressione di rigonfiamento che, nel caso del metodo Deep Injections® può raggiungere il valore di 10 Mpa, consolida con forza il terreno fino all'indurimento finale e duraturo del materiale al termine della polimerizzazione.



## DEEP INJECTIONS®

- **Miglioramento del terreno in profondità mediante iniezioni di resina espandente**

Le iniezioni in profondità di una resina con elevata forza di espansione sono eseguite per migliorare le proprietà geotecniche e idrauliche del terreno di fondazione. Questo metodo permette di compattare il terreno stabilizzando le strutture soprastanti. La fase di iniezione avviene sotto stretto controllo di un livello laser e i risultati sono verificati da prove penetrometriche.

- **Campi di applicazione:**

Condomini, ville, edifici industriali, fabbriche, spazi commerciali, edifici e monumenti storici...

- **I vantaggi:**

- Minima invasività
- Possibilità d'interventi localizzati
- Nessuno scavo
- Assenza di vibrazioni
- Velocità ed efficacia immediata





## FLOOR LIFT®

### • Sollevamento di pavimentazioni

Questa tecnologia consiste nell'iniettare una resina ad alta pressione di rigonfiamento nel sottofondo della pavimentazione. La resina, espandendosi, compatta il sottofondo e ripristina il livello originario della pavimentazione. L'intero procedimento è monitorato costantemente da un livello laser.

### • Campi d'applicazione:

Tutti i tipi di pavimenti: ville, edifici e impianti industriali, superfici commerciali, uffici, strutture speciali: strade, reti ferroviarie, piste aeroportuali...

### • I vantaggi:

- Soluzione poco invasiva
- Sollevamenti da pochi millimetri a diversi decimetri
- Controllo costante con livello laser
- Intervento veloce e pulito
- Immediato riutilizzo delle superfici



## WALLS RESTORING®

### • Rigenerazione delle murature mediante iniezione di resina

Iniezioni di resina ad alto potere di penetrazione (vuoti fino a 5 micron di ampiezza), vengono eseguite per rigenerare efficacemente il legante ammalorato nelle vecchie murature.

### • Campi di applicazione:

- Fondazioni, contrafforti, muri di sostegno, argini, dighe, bacini, chiuse, pile di ponti...

### • I vantaggi:

- Trattamento rapido
- Efficacia immediata
- Adatto anche a murature sommerse o interrate
- Stabile nel tempo
- Riempimento dei vuoti fino a 5 micron
- Indifferente all'ambiente salino
- Polimerizza in acqua



## CAVITY FILLING®

### • Riempimento e stabilizzazione di cavità e vespai

Con questa tecnologia si ottiene il riempimento di cavità sotterranee e vespai. Mediante il pompaggio di argilla espansa a granulometria controllata e successive iniezioni di resina espandente il volume interno viene completamente saturato e la volta della cavità viene messa in compressione.

### • Campi di applicazione:

Cavità naturali e gallerie, vespai, intercapedini, cantine, cisterne ...

### • I vantaggi:

- Ripristino dell'agibilità del pavimento soprastante il vespaio
- Volta perfettamente in pressione
- Indurimento per polimerizzazione e non per essiccamento
- Possibilità di perforazione e scavo del conglomerato

## LE RESINE ESCLUSIVE URETEK®

- Rapida espansione per un controllo perfetto dell'iniezione.
- Elevata pressione di rigonfiamento.
- Resistenza ottimale alla compressione, alla trazione, alla flessione e al taglio.

# LE PROPRIETÀ DELLE RESINE URETEK®

### • Le caratteristiche della resina, i suoi effetti nel terreno

La norma EN 12715, che disciplina l'attuazione di opere speciali geotecniche, riguarda tutte le tecniche di iniezione. La maggioranza dei metodi descritti riguarda le iniezioni di prodotti cementizi, ma è anche contemplato l'utilizzo di resine o cemento a base di resine.

In quest'ambito, la tecnologia URETEK® occupa un posto unico perché è contemporaneamente un'iniezione d'impregnazione, di fratturazione idraulica e di compattazione.

Gli effetti delle iniezioni di resine espandenti rientrano sia nella categoria delle iniezioni "Senza spostamento del terreno" sia in quella "con spostamento del terreno". Le sue caratteristiche sono molto specifiche.



#### • La resina è fortemente espandente\*

La forza di espansione della resina è un elemento essenziale della tecnologia. Grazie a tale forza, che può superare il valore di 10 MPa (circa 1000 t/m<sup>2</sup>), la resina URETEK® può facilmente penetrare, per fratturazione idraulica, in terreni a grana fine e non permeabili. Quest'azione unita alla compattazione statica sistematica tridimensionale, può ridurre notevolmente la permeabilità di una massa di terreno strutturato in situ. In questo modo è in grado di ridurre i fenomeni di ritiro-rigonfiamento per disidratazione-reidratazione.

#### • La resina non rilascia acqua

Una delle caratteristiche peculiari della resina URETEK® è quella di non rilasciare acqua. Questa qualità è molto importante perché molti terreni sono sensibili all'acqua e cambiano stato in funzione della quantità di acqua che contengono. Con l'aggiunta di acqua, alcuni terreni passano dallo stato solido allo stato plastico e quindi allo stato liquido. Così, il fatto che la resina non rilasci acqua elimina il rischio di plastificazione del terreno iniettato. La maggior parte delle tecniche di iniezioni di malte cementizie possono subire l'inconveniente del ritiro della malta (perdita di volume) durante l'asciugatura.

La resina URETEK® non indurisce per essiccazione ma per polimerizzazione.

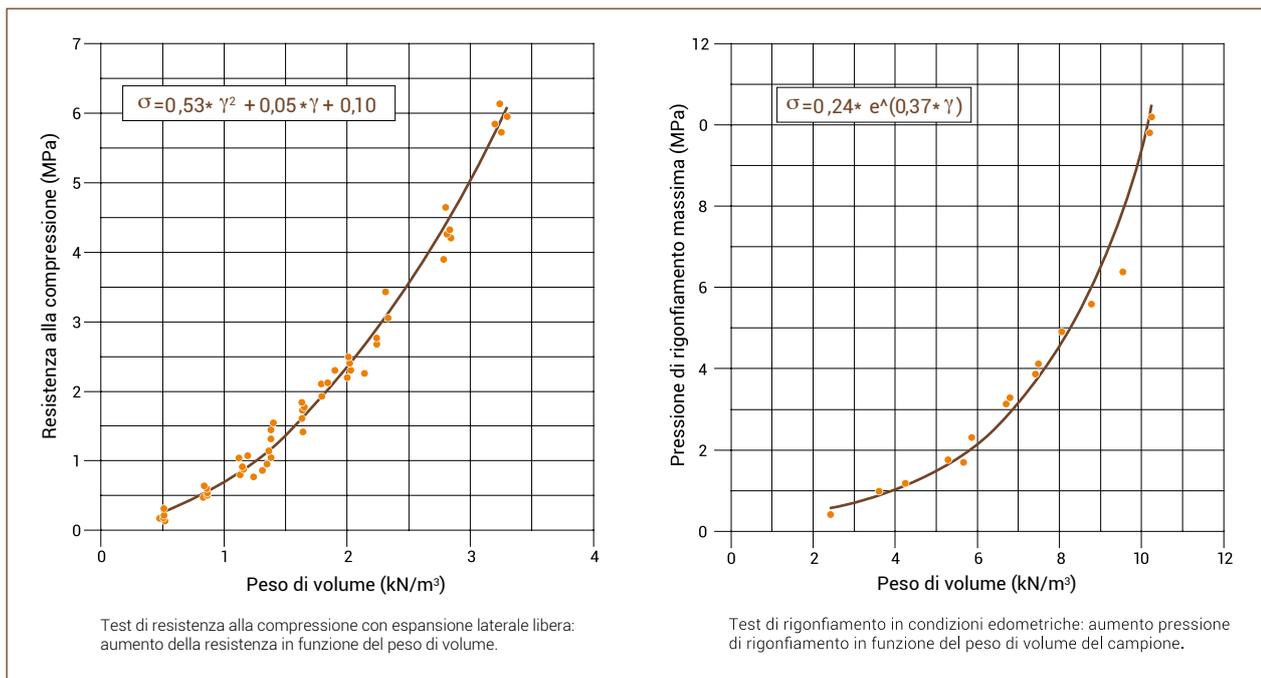
#### • La resina è un polimero

A differenza dei prodotti a base cementizia, la resina URETEK® è un polimero che ha un'eccellente resistenza alla trazione.

Le catene molecolari che si formano durante la polimerizzazione sono estremamente resistenti a tutte le forme di attacco chimico e meccanico. Inoltre, la sua resistenza alla compressione è notevole e ben al di sopra dei carichi dei fabbricati. La resina URETEK® è un materiale imputrescibile e non biodegradabile.



\* Fatta eccezione per la resina utilizzata nella tecnologia Walls Restoring®





# URETEK® & L'AMBIENTE

Riguardo alle lavorazioni che utilizzano resine, è legittimo porsi delle domande relative all'ambiente, alla salute e alla sicurezza. Fin dalla sua creazione, URETEK® ha condotto una politica impegnativa e rigorosa su questi temi, con lo scopo di salvaguardare la salute dei propri tecnici e dei propri clienti e rispettare l'ecosistema.

- **Le resine URETEK® non hanno alcun impatto negativo sull'ambiente**

Studi sulla resina polimerizzata hanno dimostrato che non ha effetti inquinanti sui terreni (vedi tabella a fianco). L'assenza di inquinamento è collegata al fatto che i due prodotti, una volta miscelati, formano catene di molecole chiuse molto resistenti.

La quantità di resina iniettata eccede raramente il 2-4% del volume trattato (0,2% - 1% in peso). La migrazione della resina attorno al punto d'iniezione è molto bassa (circa 1 m) perché la polimerizzazione è molto veloce.

Il 90% dei trattamenti sono eseguiti vicino alla superficie (3 - 4 m).

- **L'impronta di carbonio**

Le lavorazioni Uretek producono poco carbonio rispetto alle soluzioni tradizionali. Le perforazioni sono eseguite con trapani elettrici che richiedono poca energia. Inoltre i cantieri sono relativamente veloci (da 2 a 10 volte più veloci di quelli dei micropali).

Il trasporto del prodotto è ridotto al minimo rispetto al calcestruzzo. Considerando che la resina è espandente, 5 tonnellate di resina liquida trasportate da un camion rappresentano più di 70 m<sup>3</sup> di resina polimerizzata.

- **Imballaggio**

I camion sono dotati di serbatoi fissi, in acciaio inossidabile, ottenuti riadattando serbatoi riutilizzabili; di conseguenza non si produce alcun nuovo imballaggio e non si generano rifiuti.

---

# GEOPLUS® IMPATTO AMBIENTALE

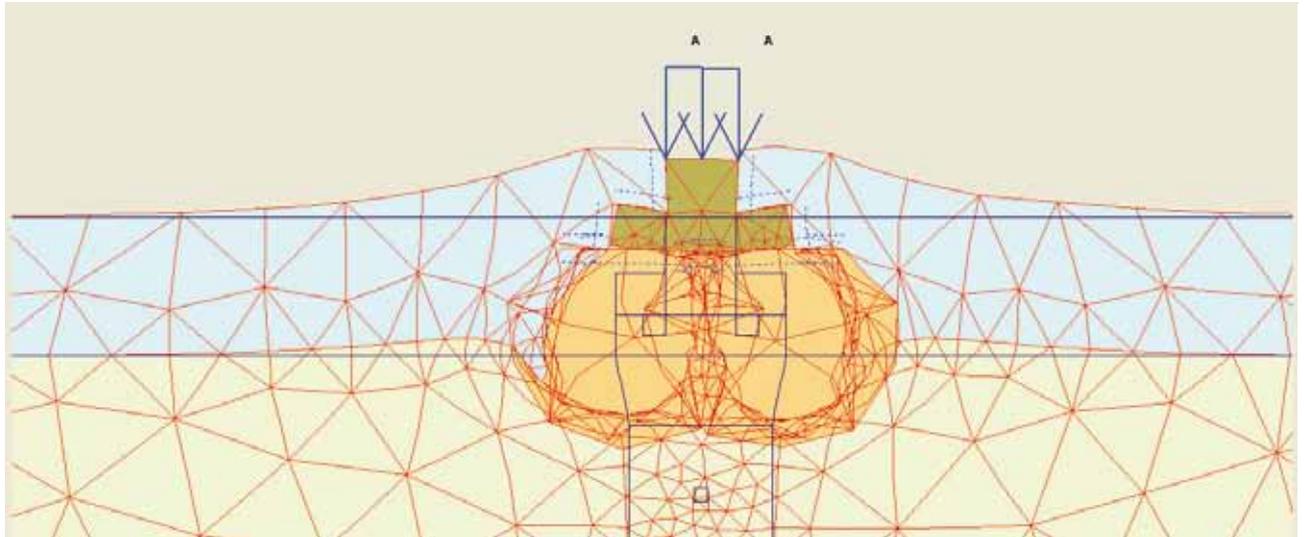
Uretek Geoplus® non inquina. Infatti, se un sito non inquinato all'origine viene trattato con resina Geoplus®, rimane non inquinato ai sensi del D.M. 471/99 e successive modifiche e integrazioni (cfr. tabella1).

**Tabella 1. Risultati delle analisi dell'eluato del test di cessione in acqua satura di CO<sub>2</sub> effettuato sul campione di resina Uretek Geoplus.**

Parametro	Concentrazione (µg/l)	Limite (µg/l) (D.M.471/99)	Parametro	Concentrazione (µg/l)	Limite (µg/l) (D.M.471/99)
<b>Metalli</b>			<b>Nitrobenzeni</b>		
Alluminio (come Al)	<10	200	Nitrobenzene	< 0.5	3.5
Antimonio (come Sb)	< 0.5	5	1,2-Dinitrobenzene	< 0.5	15
Arsenico (come As)	<1	10	1,3-Dinitrobenzene	< 0.5	3.7
Argento (come Ag)	<1	10	2-Cloronitrobenzene	< 0.2	0.5
Berillio (come Be)	< 0.1	4	3-Cloronitrobenzene	< 0.2	0.5
Cadmio (come Cd)	< 0.1	5	4-Cloronitrobenzene	< 0.2	0.5
Cobalto (come Co)	< 0.1	50	<b>Clorobenzeni</b>		
Cromo VI (come Cr)	< 5	5	Monoclorobenzene	< 0.1	40
Cromo totale (come Cr)	< 1	50	1,2-Diclorobenzene	< 0.1	270
Ferro (come Fe)	< 5	200	1,4-Diclorobenzene	< 0.1	0.5
Manganese (come Mn)	1	50	1,2,4-Triclorobenzene	< 0.1	190
Mercurio (come Hg)< 0.1	1		1,2,4,5-Tetraclorobenzene	< 0.1	1.8
Nichel (come Ni)	< 1	20	Pentaclorobenzene	< 0.1	5
Piombo (come Pb)	1	10	Esaclorobenzene	< 0.1	0.01
Rame (come Cu)	1	1000	<b>Fenoli e Clorofenoli</b>		
Selenio (come Se)	< 0.1	10	2-Clorofenolo	< 1	180
Tallio (come Tl)	< 1	2	2,4-Diclorofenolo	< 1	110
Zinco (come Zn)	24	3000	2,4,6-Triclorofenolo< 0.5	5	
<b>Inquinanti inorganici</b>			Pentaclorofenolo	< 0.5	0.5
Boro (come B)	35	1000	<b>Ammine Aromatiche</b>		
Cianuri liberi	< 5	50	Anilina	< 0.1	10
Fluoruri	< 250	1500	Difenilammina	< 0.1	910
Nitriti	< 50	500	p-toluidina	< 0.1	0.35
Solfati (mg/l)	< 1.0	250	<b>Fitofarmaci</b>		
<b>Composti organici aromatici</b>			Alaclor	< 0.05	0.1
Benzene	< 0.1	1	Aldrin	< 0.03	0.03
Etilbenzene	< 0.1	50	Atrazina	< 0.05	0.3
Stirene	< 0.1	25	Alfa-esacloroetano	< 0.05	0.1
Toluene	< 0.1	15	Beta-esacloroetano	< 0.05	0.1
Xileni	< 0.1	10	Gamma-esacloroetano (lindano)	< 0.05	0.1
<b>Alifatici Clorurati Cancerogeni</b>			Clordano	< 0.05	0.1
Clorometano	< 0.1	1.5	DDD, DDT, DDE	< 0.05	0.1
Triclorometano	< 0.1	0.15	Dieldrin	< 0.03	0.03
Cloruro di Vinile	< 0.1	0.5	Endrin	< 0.05	0.1
1,2-Dicloroetano	< 0.1	3	Sommatoria fitofarmaci	< 0.5	0.5
1,1-Dicloroetilene	< 0.05	0.05	<b>Diossine e furani</b>		
1,2-Dicloropropano	< 0.1	0.15	Sommatoria PCDD, PCDF (ng/l)	< 0.0022	0.004
1,1,2-Tricloroetano	< 0.1	0.2	<b>Policiclici aromatici</b>		
Tricloroetilene	< 0.1	1.5	1) Benzo (a) Antracene	< 0.01	0.1
1,2,3-Tricloropropano	< 0.001	0.001	2) Benzo (a) Pirene	< 0.01	0.01
1,1,2,2 Tetracloroetano	< 0.05	0.05	3) Benzo (b) Fluorantene	< 0.01	0.1
Tetracloroetilene (PCE)	< 0.1	1.1	4) Benzo (k) Fluorantene	< 0.01	0.05
Esaclorobutadiene	< 0.1	0.15	5) Benzo (g,h,l) Perilene	< 0.01	0.01
Sommatoria organoalogenati	< 10	10	6) Crisene	< 0.01	5
<b>Alifatici Clorurati non Cancerogeni</b>			7) Dibenzo (a,h) antracene	< 0.01	0.01
1,1-Dicloroetano	< 0.1	810	8) Indeno (1,2,3-c,d) Pirene	< 0.01	0.1
1,2-Dicloroetilene (Cis+Trans]	< 0.2	60	9) Pirene	< 0.01	50
<b>Alifatici Alogenati Cancerogeni</b>			Sommatoria 3,4,5,8	< 0.1	0.1
Tribromometano (Bromoformio)	< 0.1	0.3	<b>Altre sostanze</b>		
1,2-Dibromoetano	< 0.001	0.001	PCB	< 0.01	0.01
Dibromoclorometano	< 0.1	0.130	Acilammide	< 0.1	0.1
Bromodiclorometano	< 0.1	0.17	Idrocarburi totali (come n-esano)	< 10	350
			Acido paraftalico	< 1000	37000

# RICERCA & SVILUPPO

Uretek é da sempre impegnata nella ricerca e nell'innovazione instaurando rapporti di collaborazione con importanti Università e centri di ricerca, in Italia e all'estero. Alcuni dei risultati sono pubblicati di seguito e sono disponibili su richiesta



## POLITECNICO DI TORINO

Il volume **"Consolidamento dei terreni con resine espandenti. Guida alla progettazione"** è stato redatto nell'ambito del **Progetto di ricerca URETEK-POLITECNICO DI TORINO** e scritto a quattro mani dal dott. PhD Andrea Dominijanni e dal prof. Mario Manassero.

*"Uno studio teorico/sperimentale sull'interazione delle iniezioni di resina espandente con i terreni trattati e per la caratterizzazione degli interventi di consolidamento con tecnologia Uretek Deep Injections® eseguiti allo scopo di mitigare gli effetti indotti dalle azioni sismiche".*



## CERTIFICAZIONI DELL' UNIVERSITÀ DI PADOVA

Il dipartimento IMAGE dell'Università degli Studi di Padova ha studiato e certificato le principali caratteristiche della resina Uretek Geoplus®. I risultati, esaminati e commentati dal Prof. Ing. Giuseppe Ricceri e dal Prof. Ing. Marco Favaretti, sono a disposizione sul sito [www.uretek.it](http://www.uretek.it).



## AUSTRIAN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Il documento raccoglie i risultati di prove d'iniezione in scala reale, con resina Uretek Geoplus® effettuate presso un sito dell'AIT.

Le misurazioni del contenuto di acqua, le prove penetrometriche, la determinazione del modulo di deformazione dinamica nonché la realizzazione di prove di carico eseguite su terreni coesivi e non coesivi hanno dimostrato effetti positivi su tutti i parametri testati.





## UNIVERSITA' POLITECNICO DI MADRID

Le caratteristiche di stato e il comportamento meccanico della resina poliuretanica espandente Geoplus®, perfettamente definite e testate, hanno permesso di ottenere risultati molto soddisfacenti e molto positivi nei diversi interventi eseguiti in questi ultimi anni in Spagna e in tutta Europa con la tecnologia URETEK Deep Injections®.



## UNIVERSITÀ DI DUISBURG-ESSEN DIPARTIMENTO DI SCIENZA DELLE COSTRUZIONI - CAMPO SPECIALISTICO GEOTECNICA

**Perizia sulla durabilità e l'efficacia a lungo termine dei metodi URETEK Floor Lift (UFL) e URETEK Deep Injections (UDI).**

*"...Oltre a valutazioni di carattere meccanico sulla durabilità e l'efficacia a lungo termine sono stati sottoposti ad analisi, da parte di soggetti indipendenti, 50 interventi eseguiti da URETEK. La percentuale di successo riscontrata è stata estremamente elevata e considerando che la maggior parte degli interventi eseguiti risalgono già a 10-15 anni fa, si può concludere che i metodi di iniezione URETEK Floor Lift e URETEK Deep Injections saranno duraturi ed efficaci anche a lungo termine".*



## Memoria presentata al SIMPOSIO INTERNAZIONALE SULLA SICCIÀ E LE COSTRUZIONI - SEC 2015

**Riduzione della permeabilità dei terreni argillosi in seguito ad iniezioni di resine espandenti poliuretaniche.**

Faure N., V. Orsetti - 18 - 19 giugno 2015 - Marne-La-Vallée, Francia



## GEORAIL 2014 - 2° Simposio Internazionale

**INGEGNERIA GEOTECNICA DELLE FERROVIE**

6-7-novembre 2014 – Marne-la-Vallee, Francia

**SOIL IMPROVEMENT OF A RAILWAY EMBANKMENT GROUND IN CROATIA WITH INJECTIONS OF URETEK GEOPLUS® RESIN**

Maurizio Schiavo<sup>1</sup>, Alberto Pasquetto<sup>2</sup>, Nicolas Faure<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sogen S.r.l., Padova, Italy - <sup>2</sup> Uretek Italia S.p.A., Bosco Chiesanuova, Italy - <sup>3</sup> Uretek France, Serris, France

*ESTRATTO - Il posizionamento di un gasdotto attraverso una massicciata ferroviaria in Croazia, ha richiesto la realizzazione di un tunnel utilizzando la tecnologia di perforazione HDD. L'inserimento della tubazione ha causato eccessive e continue deformazioni. Per aumentare la rigidità del terreno del terrapieno, si sono eseguite iniezioni di resina Uretek Geoplus® ad alta pressione di espansione, sulla base dei risultati di un'analisi FEM 3D.*



## CANADIAN GEOTECHNICAL JOURNAL

La misurazione della velocità delle onde di taglio -Vs- nello "strato fantasma": un'applicazione al miglioramento del terreno al di sotto del piano stradale.  
Francesco Mulargia, Silvia Castellaro e Gianluca Vinco.

## SCIENTIFIC BOOK

In questa pubblicazione sono raccolte alcune tra le più significative memorie scientifiche riguardanti la tecnologia Uretek Deep Injections® e alcuni interventi, di particolare rilievo tecnico e operativo, presentati a convegni nazionali e internazionali.



# EASY CRACK MONITOR

## MONITORAGGIO REMOTO DELLE CREPE.

Il sistema di fessurimetri intelligenti che misura la variazione dell'ampiezza delle lesioni in due direzioni ortogonali.



Easy Crack Monitor controlla le crepe e ti dà l'allarme. Ovunque ti trovi.

Easy Crack Monitor è il sistema esclusivo e brevettato\* per il monitoraggio automatico ed accurato delle crepe con lettura in remoto dei dati. Permette il controllo continuo ed in tempo reale sul sito web dedicato o via bluetooth direttamente dal tuo smartphone.

### MASSIMA EFFICIENZA

Completamente senza fili, alimentato a batteria (durata fino a 2 / 3 anni) installabile in pochi minuti.

### SEMPRE RAGGIUNGIBILE

Utilizzabile anche in zone non coperte da segnale GSM.

### ALLERTA COSTANTE

Possibilità di impostare messaggi di allerta via e-mail o SMS.

## VANTAGGI DEL SISTEMA EASY CRACK MONITOR.

## UN'EFFICACIA ESCLUSIVA. TANTI PLUS.

Il sistema è composto da un'unità di controllo, da uno o più fessurimetri (aumentabili anche in un secondo momento) e da un'area web di monitoraggio.

## E INOLTRE

Assicura una precisione dell'ordine del decimo di millimetro.

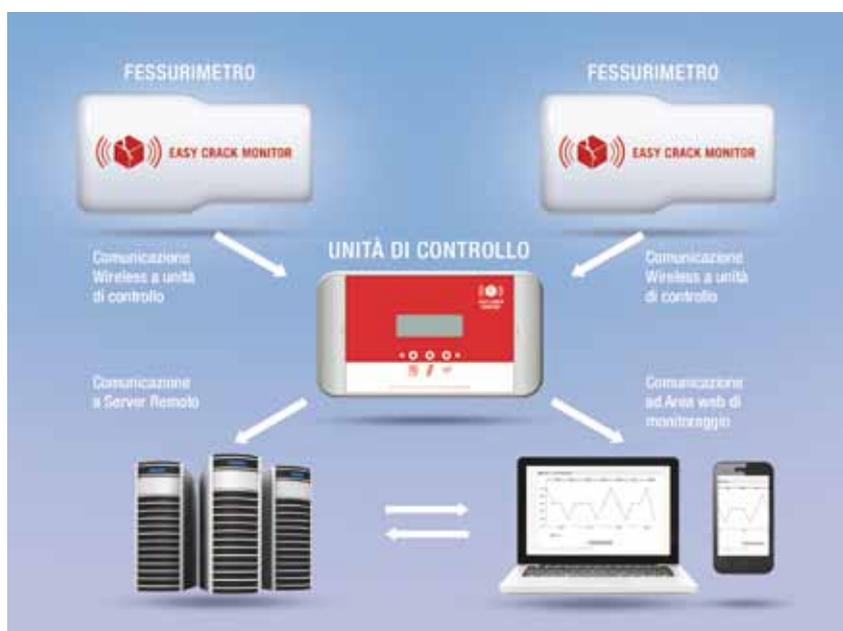
Rileva gli spostamenti delle crepe lungo due direzioni ortogonali.

È consultabile e programmabile via web e attraverso un'app da smartphone o tablet.

Assicura il salvataggio automatico protetto e sicuro dei dati.

Installabile su pareti sia interne che esterne.

Design accattivante ed ingombri ridotti.



\* Brevetto internazionale con domande n° PCT/EP2012/063474 PCT/EP2012/063475

## MONITORAGGIO E ACCESSO AI DATI EASY CRACK MONITOR. TUTTO SOTTO CONTROLLO.

Nell'area riservata del sito, si possono controllare tutti i dati registrati.

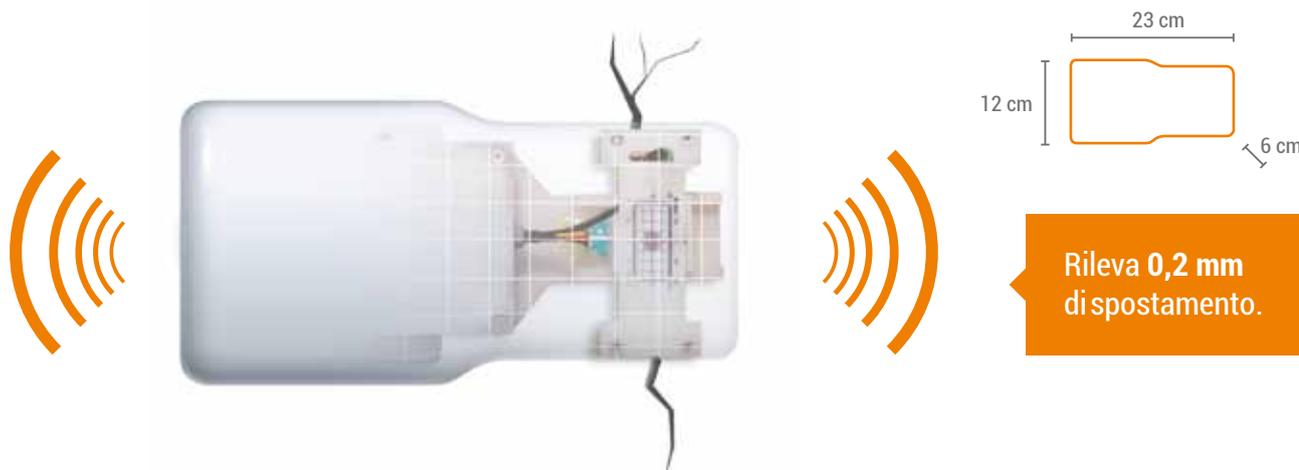


## CARATTERISTICHE DI EASY CRACK MONITOR.

Principali peculiarità del sistema per la rilevazione ed il monitoraggio degli spostamenti Easy Crack Monitor:

- Sistema composto da un'unità di controllo alla quale si collegano più fessurimetri
- Protocollo di comunicazione wireless fra unità di controllo e fessurimetri
- Trasmissione dei dati con protocollo GPRS
- Sensore di temperatura
- Intervallo temporale fra due letture successive programmabile per ciascun fessurimetro
- Intervallo temporale di upload dei dati dall'unità di controllo programmabile
- Interfaccia web per la visualizzazione e gestione dei dati
- Possibilità di archiviazione dei dati sull'unità di controllo (in caso di mancanza del segnale GPRS) per un successivo download su smartphone (via bluetooth)
- Possibilità di implementare il sistema aggiungendo altri fessurimetri anche in tempi successivi.

I fessurimetri possono anche comunicare tra loro per permettere il trasferimento dei dati alla centrale posta ad una distanza superiore al range di trasmissione.



## DATI TECNICI

1. Risoluzione sensore di spostamento < 0,2 mm
2. Accuratezza sensore di temperatura +/- 1°C
3. Range di trasmissione tra fessurimetro-fessurimetro e/o fessurimetro-unità di controllo 15-20 m indoor e fino a 1000 m outdoor
4. Numero illimitato di fessurimetri collegabili a ciascuna unità di controllo
5. Condizioni ambientali ammesse: Temperatura da -20°C a +55°C; Umidità fino a 100% senza condensa
6. Durata delle batterie fino a 3 anni in condizioni standard (lettura dei dati ogni 15 minuti - trasmissione dei dati ogni 4 ore).

**DEEP  
INJECTIONS<sup>®</sup>**

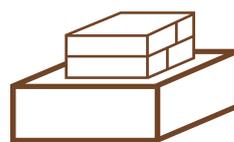
---



QUALITÀ / PERIZIA / DINAMISMO



**FONDAZIONI**



**DEEP INJECTIONS**

Brevetto Europeo EP0851064

**CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI**  
CON INIEZIONI DI RESINE ESPANDENTI



# DEEP INJECTIONS®

## CONSOLIDAMENTO E MIGLIORAMENTO DEL TERRENO

La Tecnologia Deep Injections® utilizza iniezioni di una resina espandente nel terreno per migliorare la sua resistenza. Dapprima, la resina penetra nel terreno per impregnazione o fratturazione idraulica. In seguito, grazie alla sua pressione di espansione, la resina compatta il terreno.

La forza di espansione della resina è sufficiente per sollevare l'edificio soprastante il terreno iniettato. È questo sollevamento millimetrico, controllato costantemente da livelli laser, che garantisce che il terreno raggiunga una resistenza e portanza ottimali.

Il metodo Deep Injections® è utilizzato spesso in caso di dissesto conseguente all'abbassamento della fondazione o della pavimentazione. Oltre a ciò, produce un aumento della capacità portante del terreno in caso di ristrutturazione.

Questa tecnologia viene impiegata nella stabilizzazione di ogni genere di edificio qualunque sia la tipologia di fondazione: case singole, condomini, monumenti storici, edifici antichi, chiese, fabbriche, opere d'arte...

È possibile migliorare la quasi totalità dei terreni, compresi quelli argillosi.

### L'INTERVENTO

#### I fori per le iniezioni

I fori, di diametro inferiore a 3 cm, sono eseguiti direttamente attraverso le fondazioni così da raggiungere esattamente il volume di terreno da trattare. Nei fori sono poi inseriti dei tubi che conducono la resina nel terreno.

### Le iniezioni

La resina viene iniettata allo stato liquido. In questa fase, penetra e si diffonde nel terreno prima dell'espansione. Durante l'espansione, la forza di rigonfiamento può essere maggiore di 10 MPa a seconda del confinamento e del carico indotto dall'edificio soprastante.

### Sollevamento e consolidamento

L'espansione della resina continua fino a quando il terreno rifiuta un'ulteriore compressione radiale.

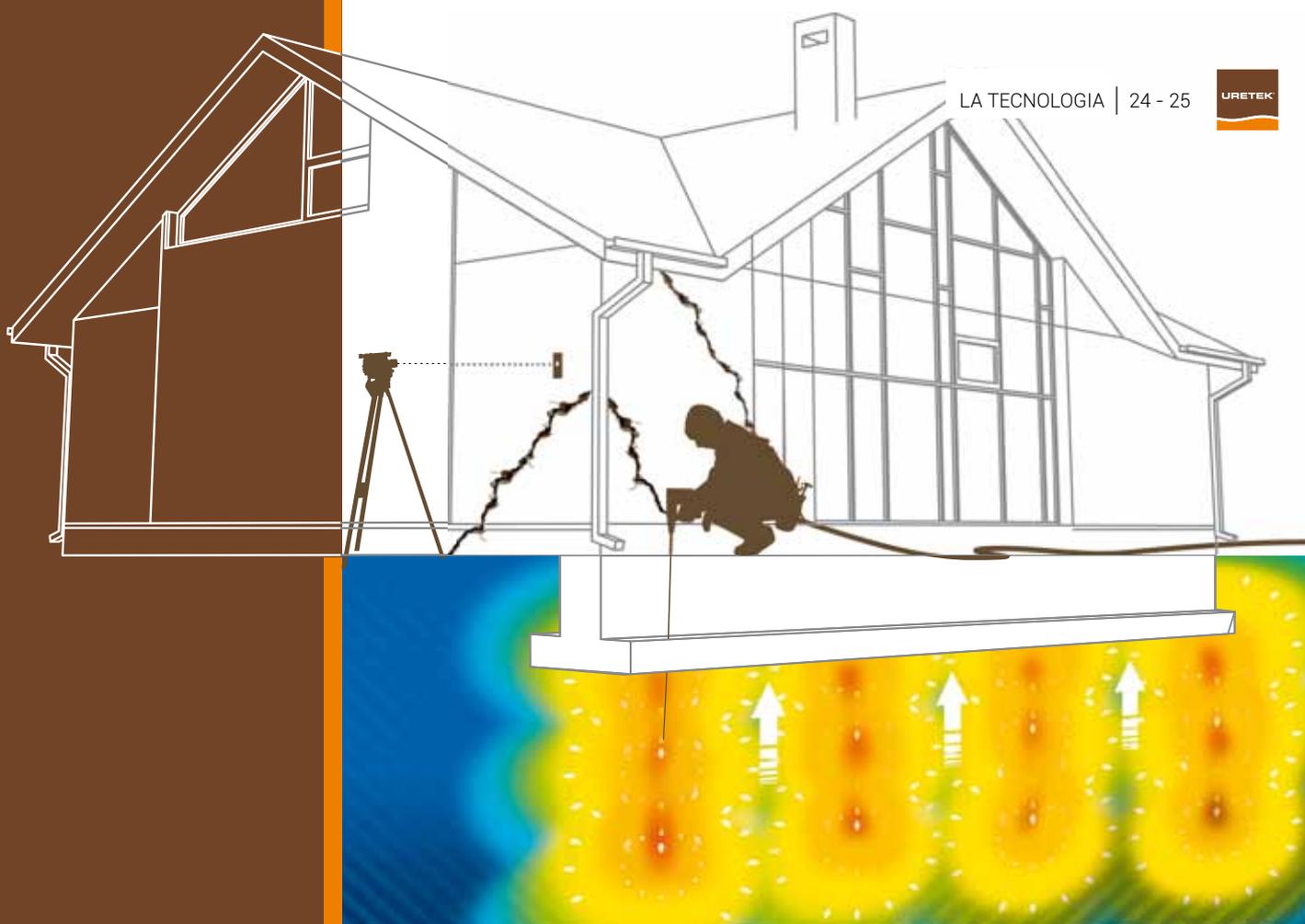
A un certo punto, l'espansione della resina che segue la direzione di minor resistenza, provoca il sollevamento dell'edificio. Dei ricevitori laser, sensibili al millimetro, sono installati sull'edificio e consentono di rilevare l'inizio del sollevamento.

Quando ciò avviene, l'iniezione viene interrotta con la certezza che la capacità portante del terreno ha raggiunto il valore ottimale.

### I VANTAGGI

- Intervento diretto attraverso la fondazione senza danneggiare la struttura
- Possibilità d'interventi parziali e localizzati
- Assenza di vibrazioni
- Nessuno scavo né opere di sostegno
- Rapidità ed efficacia immediata





#### Villette monofamigliari

URETEK® interviene molto frequentemente per stabilizzare le fondazioni di edifici monofamigliari. Le cause di cedimento più importanti sono la siccità, le perdite di tubazioni e le fondazioni superficiali.



#### Edifici antichi e/o di pregio

La tecnologia Deep Injections® è particolarmente idonea al trattamento del terreno sotto gli edifici antichi. Poiché non richiede scavi o demolizioni né la posa di tiranti è in grado di stabilizzare questi edifici ad un costo ridotto rispetto alle soluzioni tradizionali.



#### Condomini

La forza di espansione della resina è più che adeguata per stabilizzare edifici multipiano. La tecnologia è generalmente in grado di consolidare il terreno senza evacuare gli occupanti. Gli interventi sono spesso eseguiti dall'esterno o nelle cantine. Anche la stabilizzazione dei muri "di spina" avviene con facilità.



#### Monumenti storici

Uretek® è spesso chiamata per stabilizzare edifici antichi relativamente fragili. Il controllo di precisione del sollevamento mediante livelli laser offre un grado elevato di sicurezza. Il costo della stabilizzazione di monumenti storici è molto competitivo rispetto alle tecniche tradizionali.

#### SCHEDA TECNICA

Pressione fino a 10 MPa

Aumento della capacità portante del terreno in caso di ristrutturazione

Stabilizzazione di ogni tipo di edificio

Miglioramento di quasi tutti i terreni, compresi quelli argillosi

#### QUANDO UTILIZZARE QUESTA SOLUZIONE?

In caso di dissesto dovuto a un cedimento delle fondazioni o delle pavimentazioni

Come prevenzione in caso di ristrutturazione degli edifici su terreno instabile

I + URETEK®

Inventore della tecnologia e depositario del Brevetto Europeo n. 0 851 064.



# DEEP INJECTIONS®

## L'INTERVENTO

DEEP INJECTIONS®, una tecnologia di stabilizzazione unica, sicura e veloce la cui efficacia è verificata in tempo reale.



### 1 Perforazioni

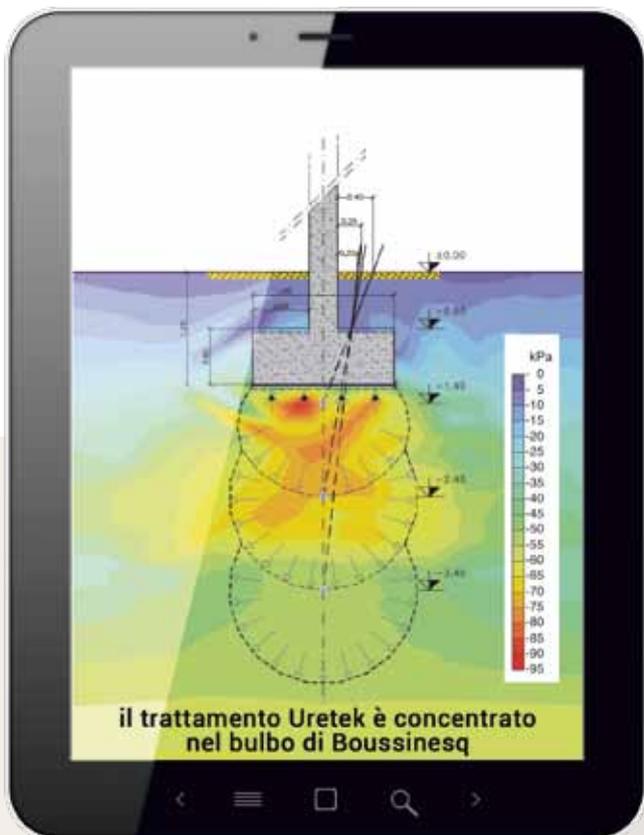
#### LE FASI ESECUTIVE

Prima di proporre un trattamento con iniezioni di resina espandente secondo il metodo Deep Injections®, a volte è necessario condurre un'indagine del terreno. In questi casi la conoscenza del terreno da iniettare permette di valutare la profondità del trattamento e la quantità di resina necessaria.

### 2 Posa dei tubi d'iniezione

In seguito, durante le iniezioni, i movimenti del fabbricato sono controllati costantemente con un livello laser. La rilevazione di un sollevamento in ogni punto delle iniezioni permette di verificare in tempo reale l'efficacia del trattamento.

I lavori sono spesso realizzati all'esterno degli edifici. Non generano vibrazioni né polvere e sono eseguiti senza scavi né demolizioni.



UNI EN 12715



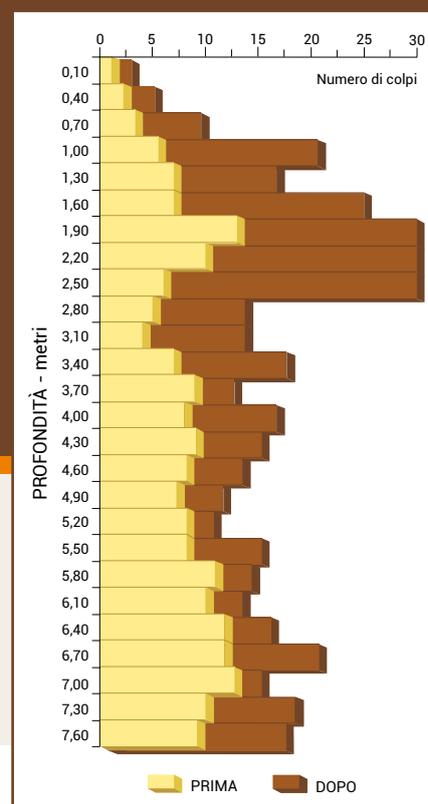
UNI EN ISO 9001:2008  
BS OHSAS 18001:2007  
UNI EN ISO 14001:2004



### IL BULBO DI BOUSSINESQ

Le iniezioni sono concentrate nel bulbo delle pressioni di Boussinesq, vale a dire nel volume di terreno sollecitato dalle tensioni indotte dal carico dell'edificio soprastante.

La reazione di espansione permette alla resina di diffondersi fino a 2 m dal punto d'iniezione. La rapidità d'indurimento provoca un consolidamento del terreno quasi immediato.



**3** Iniezione della resina e monitoraggio laser

**4** Verifica del risultato (test penetrometrici)

# PROGETTAZIONE DI UN INTERVENTO URETEK DEEP INJECTIONS®

**L'approccio teorico adottato nella progettazione degli interventi Uretek Deep Injections® dipende dalla natura del terreno all'interno del quale si realizza il trattamento di consolidamento.**

## **Nel caso di terreni a grana grossa (sabbia media/grossa e ghiaia),**

la presenza di vuoti risulta sufficientemente elevata per consentire la penetrazione della resina liquida nei pori, con conseguente formazione di un bulbo di terreno iniettato. Successivamente, durante la fase di espansione, tale bulbo aumenta di volume fino a raggiungere le condizioni di equilibrio con le tensioni di confinamento generate nel terreno circostante.

## **Il modello di propagazione della resina in terreni a grana grossa**

è basato sulla teoria della cavità espansa nei mezzi elasto-plastici, in condizioni drenate.

In fase di iniezione si riscontra un effetto iniziale di permeazione della resina liquida nel terreno che arriva a formare un bulbo iniettato le cui dimensioni dipendono tra l'altro dalla viscosità dinamica della resina e dalla conducibilità idraulica del terreno e sono determinabili da equazioni basate sulla legge di Darcy e del bilancio di massa della fase fluida. Nel caso di iniezioni puntuali la forma del bulbo trattato è sferica, mentre nel caso di iniezioni colonnari la forma è cilindrica.

Nella successiva fase di solidificazione la resina, e di conseguenza il bulbo di terreno trattato, si espande fino al raggiungimento di una condizione di equilibrio con il terreno circostante. Tale condizione viene raggiunta quando la pressione di rigonfiamento della resina risulta pari alla tensione radiale di confinamento del terreno. La deformazione radiale del bulbo dipende dalla pressione di rigonfiamento della resina che è

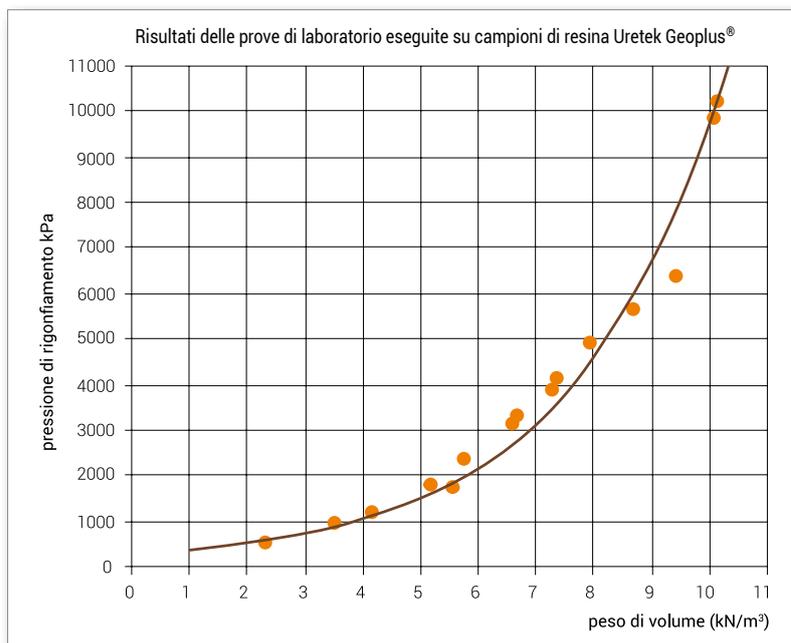
rappresentata dalla legge reologica ottenuta da prove di laboratorio presso l'Università di Padova.

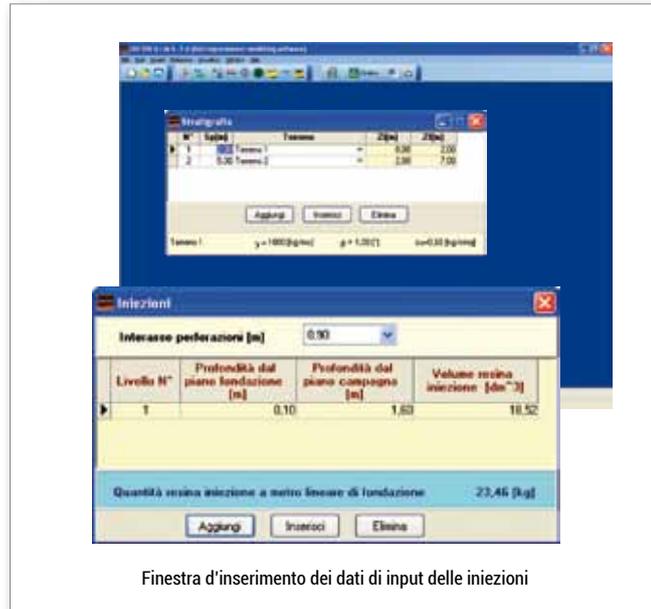
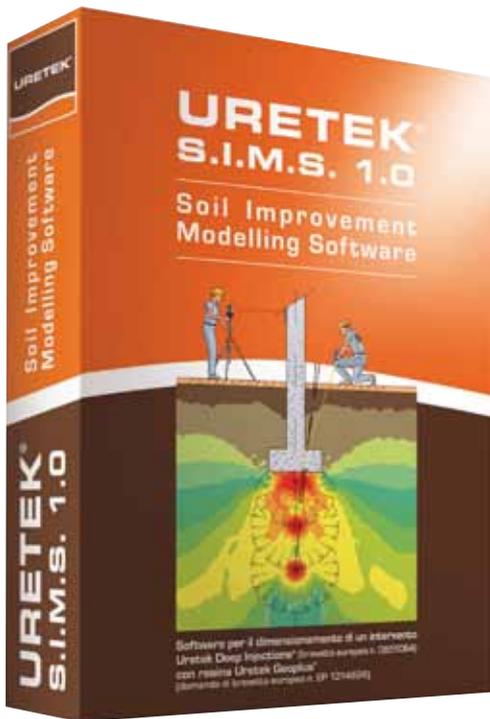
## **Nel caso di terreni a grana fine (sabbia fine, limo ed argilla),**

la resina non ha la possibilità di penetrare liquida nei vuoti interstiziali e, pertanto, la sua espansione determina l'immediata formazione di fratture, la cui direzione in prima battuta dipende dall'omogeneità ed isotropia del terreno e, successivamente, tende ad un'orientazione orizzontale.

Il modello di propagazione della resina in terreni a grana fine si inquadra teoricamente seguendo l'approccio della teoria della frattura in un mezzo elasto-plastico in condizioni non drenate. La frattura nel terreno si forma a causa delle forti pressioni generate dalla resina che non trova la possibilità di permeare i vuoti interstiziali. Lo studio teorico della propagazione delle fratture nel terreno è molto complesso e difficilmente prevedibile in quanto non può tener conto delle disomogeneità presenti all'interno dell'ammasso, che determinano dimensione, frequenza e apertura delle fratture.

Esistono dei modelli che permettono di associare la lunghezza delle fessure nel terreno alla pressione interna e che, attraverso processi iterativi, consentono di determinare la lunghezza delle fessure attraverso l'uguaglianza tra la pressione interna e la pressione di confinamento.





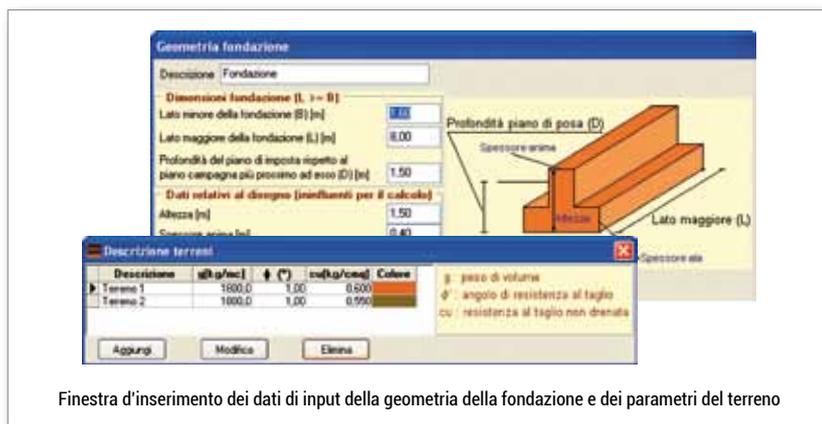
Finestra d'inserimento dei dati di input delle iniezioni

**La propagazione della resina all'interno di entrambe le tipologie di terreno può essere studiata inoltre attraverso analisi numeriche agli elementi finiti.**

L'approccio pratico alla progettazione di interventi di consolidamento del terreno può essere seguito mediante il software di calcolo **URETEK S.I.M.S.**, che considera l'andamento della tensione di confinamento generata dalla resina nel terreno, a partire dalla teoria dell'espansione di una cavità all'interno di un terreno dilatante presentata da Yu and Houslyb nel 1991 e la curva reologica della resina Uretex Geoplus® in funzione della pressione di rigonfiamento secondo le prove di laboratorio effettuate presso l'Università degli Studi di Padova.

Detto software permette di stimare, note le caratteristiche del terreno e della fondazione, il grado di consolidamento del terreno a seguito del trattamento d'iniezione con resina Uretex Geoplus® secondo quantità di resina e maglia di iniezioni predefinite. Il modello utilizzato dal software si discosta leggermente dalla trattazione rigorosa, soprattutto per quanto riguarda i terreni a grana fine, ma fornisce risultati attendibili in quanto verificati a mezzo di sperimentazioni condotte comparando i risultati di output con i test penetrometrici comparativi eseguiti in cantiere. Il software **S.I.M.S.** ed alcune sue applicazioni sono state presentate a convegni nazionali ed internazionali nelle seguenti memorie.

- ▶ Dei Svaldi A., Favaretti M., Pasquetto A., Vinco G., Analytical modelling of the soil improvement by injections of high expansion pressure resin, Atti 6th International Conference on Ground Improvement Technique, Coimbra 2005.
- ▶ Mansueto F., Gabassi M., Pasquetto A., Vinco G., Modellazione numerica di un intervento di consolidamento del terreno di fondazione di un palazzo storico sito in Rue Joseph de Maistre sulla collina di Montmartre in Parigi realizzato con iniezioni di resina poliuretanicca ad alta pressione d'espansione. XXIII Convegno Nazionale di Geotecnica, Padova-Abano Terme 2007.
- ▶ Mansueto F., Gabassi M., Pasquetto A., Vinco G., 3D FEM Analysis of soil improving resin injections underneath a mediaeval tower in Italy, 7th European conference on NUMGE, Trondheim 2010.
- ▶ Massone G., Gabassi M., Pasquetto A., Vinco G., Intervento di adeguamento della capacità portante del terreno di fondazione del complesso immobiliare "Palatium Vetus" in Alessandria realizzato con iniezioni di resina ad alta pressione d'espansione, XXIV Convegno Nazionale di Geotecnica, Napoli 2011.



Finestra d'inserimento dei dati di input della geometria della fondazione e dei parametri del terreno

# LA RESINA GEOPLUS®

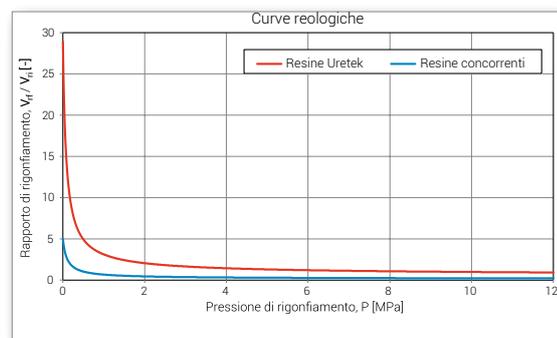
La resina poliuretanic espandente bicomponente denominata Uretek Geoplus® appartiene alla famiglia dei poliuretani rigidi a celle chiuse. Questa resina, la cui formula di sintesi resta segreta, possiede caratteristiche tecniche particolari, tra cui la pressione di rigonfiamento, che risulta molto elevata. Test di laboratorio realizzati presso l'Università degli Studi di Padova hanno permesso di tracciare la legge reologica della resina Uretek Geoplus® e di misurarne la massima pressione di rigonfiamento che, in condizioni edometriche, risulta pari a 10,2 MPa.

La pressione di rigonfiamento si esplica ed aumenta proporzionalmente al livello di confinamento a cui è sottoposta la resina durante l'espansione. Elevati valori di pressione di rigonfiamento della resina sono in grado di produrre nel terreno pressioni importanti che generano forti azioni di consolidamento su volumi di terreno significativi.

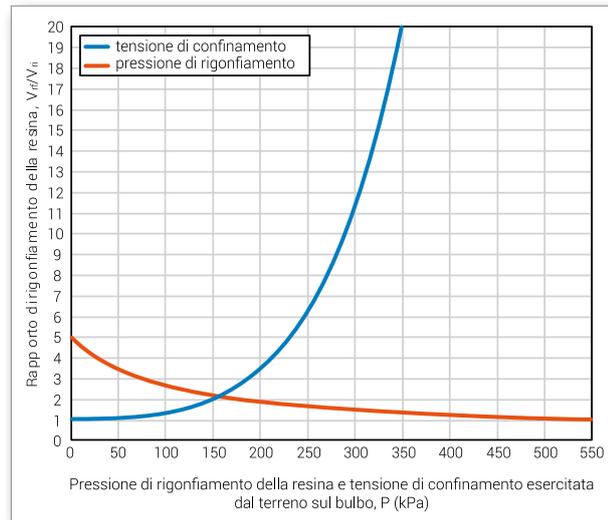
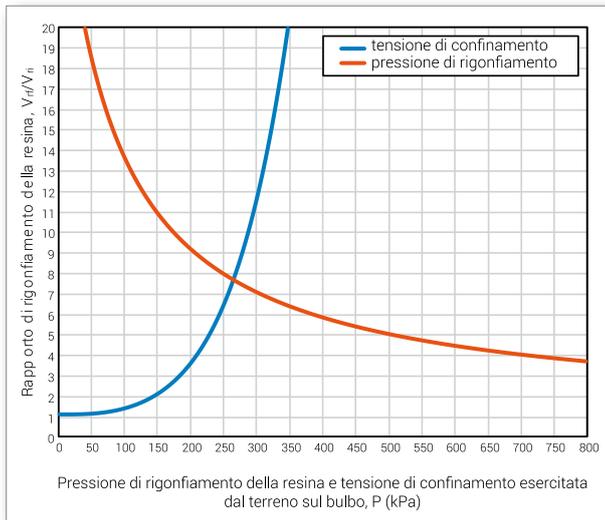
## L'IMPORTANZA DELLA PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO

Resine con pressioni di rigonfiamento inferiori riducono il volume di terreno consolidato e riducono l'entità del consolidamento.

La figura seguente illustra e mette a confronto le curve reologiche della resina Uretek Geoplus® e di una resina meno espandente, caratterizzata da una pressione di rigonfiamento massima pari a circa 500 kPa.

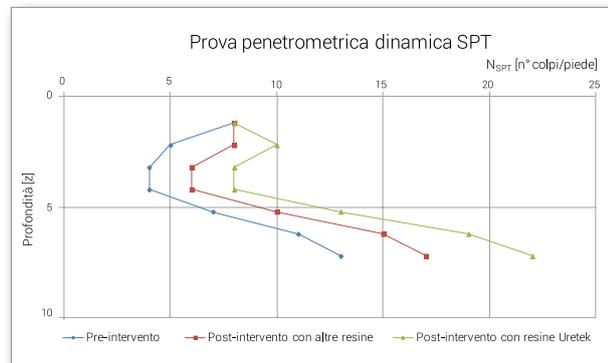


L'asse delle ascisse riporta i valori della pressione di rigonfiamento mentre quello delle ordinate il rapporto di rigonfiamento, ossia l'entità dell'espansione della resina.



La figura qui sopra illustra il punto di intersezione tra la tensione di confinamento del terreno e la pressione di rigonfiamento della resina Uretek Geoplus®, mentre la figura in alto a destra illustra lo stesso punto di equilibrio per la resina con minor pressione di rigonfiamento.

Come si può notare qui a fianco, le iniezioni di resina Uretek Geoplus® comportano un maggior addensamento del terreno, legato al raggiungimento di pressioni di equilibrio di valore sensibilmente più elevato, e di conseguenza a valori di resistenza penetrometrica superiori rispetto al trattamento con l'altro tipo di resina, caratterizzato, invece, da una minor capacità rigonfiante.



## GEOPLUS® E I TERRENI SENSIBILI AL RITIRO/RIGONFIAMENTO

Come evidenziato da numerose ricerche scientifiche, il procedimento brevettato Uretek Deep Injections®, con la speciale resina Geoplus®, permette di ritardare e limitare i cicli stagionali di idratazione-disidratazione dei terreni trattati e di conseguenza i rischi derivanti dalla formazione di cedimenti differenziali delle strutture. Si è dimostrato sperimentalmente che la riduzione di permeabilità dei terreni trattati con Geoplus® è di circa 50 volte. Ciò comporta una dilatazione dei tempi di disidratazione fino ad arrivare a **superare l'intero corso della stagione secca**.

**IL VOLUME DI TERRENO INIETTATO CON RESINA GEOPLUS® NON SARÀ PIÙ SOGGETTO AL RITIRO/RIGONFIAMENTO, DOVUTO ALLE VARIAZIONI CLIMATICHE, TALE DA CAUSARE DANNI AGLI EDIFICI SOPRASTANTI.**

Il procedimento URETEK DEEP INJECTIONS®, strettamente legato alle proprietà uniche di GEOPLUS®, è stato formalizzato nel documento d'ispezione redatto dalla società di certificazione TÜV Italia, dai pareri tecnici redatti dalle società di controllo francesi CSTB (avis technique n. 3/15-796) e SOCOTEC (cahier des charges) e nelle memorie scientifiche pubblicate ai simposi SEC 2008 e SEC 2015.



PROVE IN SITU  
ITALIA

## GLI EFFETTI DELLA RESINA NELL'ARGILLA

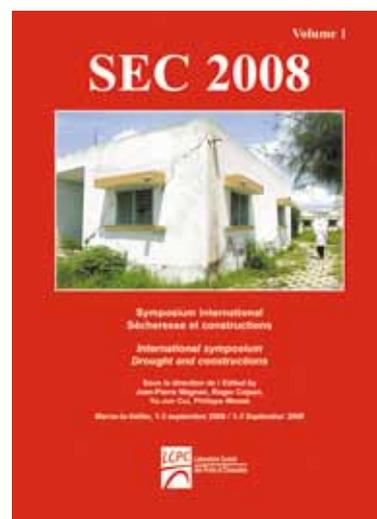
Sono stati eseguiti dei test per determinare gli effetti dell'iniezione di una resina fortemente espandente nel terreno argilloso.

La maggiore densità acquisita dai terreni compressi per effetto delle iniezioni di resina espandente URETEK® previene il rischio di forti variazioni future di volume. Nel terreno, la diminuzione del contenuto d'acqua, sostituita dalla resina, ha ridotto notevolmente i possibili rischi di subsidenza causati da ulteriori perdite d'acqua.

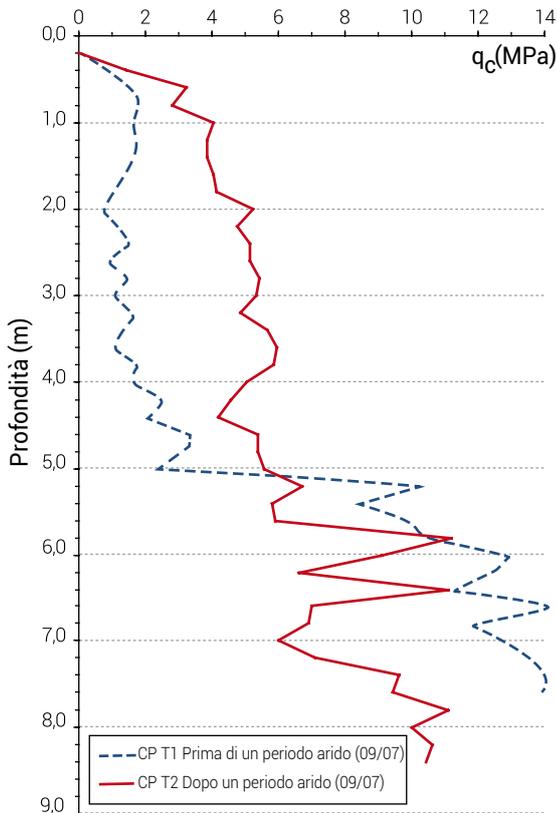
In effetti, dopo il trattamento con resina espandente URETEK®, abbiamo:

- ▶ Un aumento della resistenza meccanica del terreno.
- ▶ Una saturazione del terreno con la resina che provoca una diminuzione del contenuto naturale d'acqua (What).

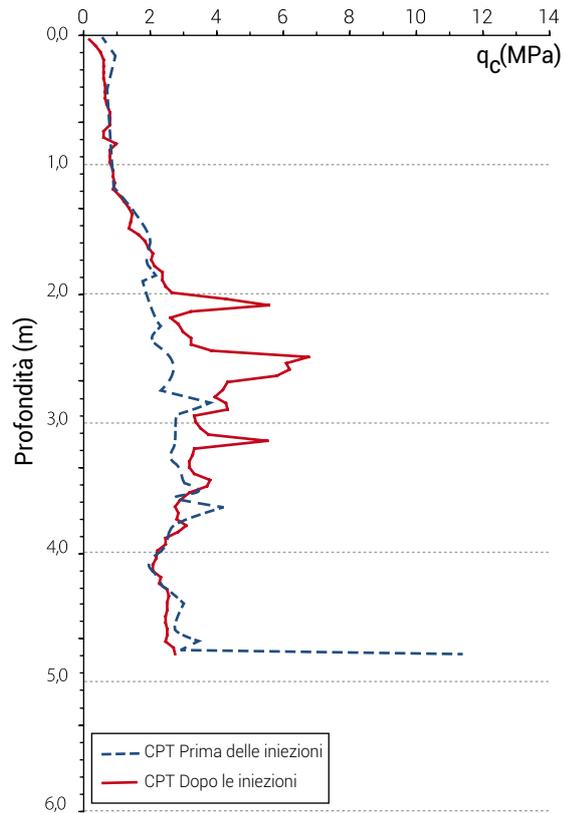
Questi effetti sono esattamente quelli osservati dopo periodi di grande siccità, con il risultato di limitare il potenziale di ritiro del terreno argilloso.



**1** Comparazione delle prove penetrometriche realizzate prima e dopo un periodo arido:



**2** Comparazione delle prove penetrometriche realizzate prima e dopo iniezioni di 20 kg di resina ad una profondità di 2,8 m, con il metodo URETEK® Deep Injections®:



Nota: la figura ha l'obiettivo di evidenziare l'effetto di una sola iniezione puntuale a 2,8 m di profondità. In caso di trattamento al di sotto delle fondazioni si realizzano una serie di iniezioni a diversi livelli di profondità, i cui effetti si sviluppano lungo tutta l'altezza trattata.

Lo studio presenta un metodo di calcolo per valutare la riduzione dei cedimenti dopo il trattamento con tecnologia Uretek Deep Injections®:

Lo studio analizza il caso di una casa privata, su un terreno interessato da un periodo di siccità (IP=39), ubicata ad Antibes Juan-Les-Pins:

Considerando che il volume di resina iniettato nel terreno è pari a circa:

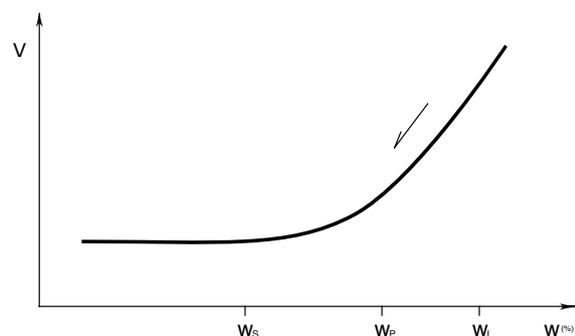
$$RV = \frac{V_r}{V} = \frac{40}{1000} = 0,04 = 4,0\%$$

e che la formula tiene conto del volume d'acqua sostituito con la resina, considerandolo pari a:

$$\Delta w = \frac{\Delta V_w}{V} \cdot \frac{\gamma_w}{\gamma_d} = 0,04 \cdot \frac{10}{17} = 0,023 = 2,3\%$$

si è dimostrato che dopo il trattamento URETEK Deep Injections® fino ad una profondità di 3,00 m:

La curva della prova di ritiro permette di stabilire che la riduzione del futuro cedimento dovuta a nuove perdite d'acqua è pari a 35 mm.



Relazione tra volume e contenuto naturale d'acqua



PROVE IN SITU  
AUTRIA

## TEST DI MIGLIORAMENTO DEL TERRENO

I risultati dei test mostrano chiaramente l'effetto positivo delle iniezioni di resina espandente URETEK Geoplus® sul comportamento di deformazione nonché sulla capacità portante dei terreni studiati. Sono stati testati tre tipi di terreno: un terreno non coesivo (calcare di Leitha) e due terreni coesivi: uno argilloso (Tegel) e uno limoso (loss).

Le prove consistevano principalmente in prove di carico alla piastra e indagini penetrometriche.

### Dettagli dei sensori

Le piastre di carico munite di sensori hanno dato informazioni preziose relative alla deformazione sotto carico dei diversi tipi di terreno. Attraverso questo metodo, siamo stati in grado di misurare e confrontare i miglioramenti in modo efficace.

### Terreni non coesivi

Nei terreni non coesivi, l'iniezione della resina ha prodotto una netta riduzione delle deformazioni. L'osservazione dei volumi di terreno iniettati ha rivelato che la resina ha riempito completamente i vuoti e ha dato origine ad una struttura del terreno che ha le caratteristiche di un conglomerato, con un miglioramento notevole della coesione.

### Terreni coesivi

Nei terreni coesivi, l'iniezione ha determinato una forte riduzione degli assestamenti indotti dalla prova di carico. La resina è penetrata in tutte le zone di debolezza formando un reticolo di lame. Questa struttura lamellare permette da un lato di ridurre notevolmente la permeabilità del suolo, ma dall'altro anche di compattarlo.

**AIT**  
AUSTRIAN INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY

- I risultati  
completi della  
ricerca sono  
disponibili su  
richiesta.

#### TEST D'INIEZIONE CON RESINA URETEK GEOPLUS®

Client:  
Eurek Ingenieurbüro GmbH

Indirizzo:  
Mautsberggasse 11, 1180 Vienna

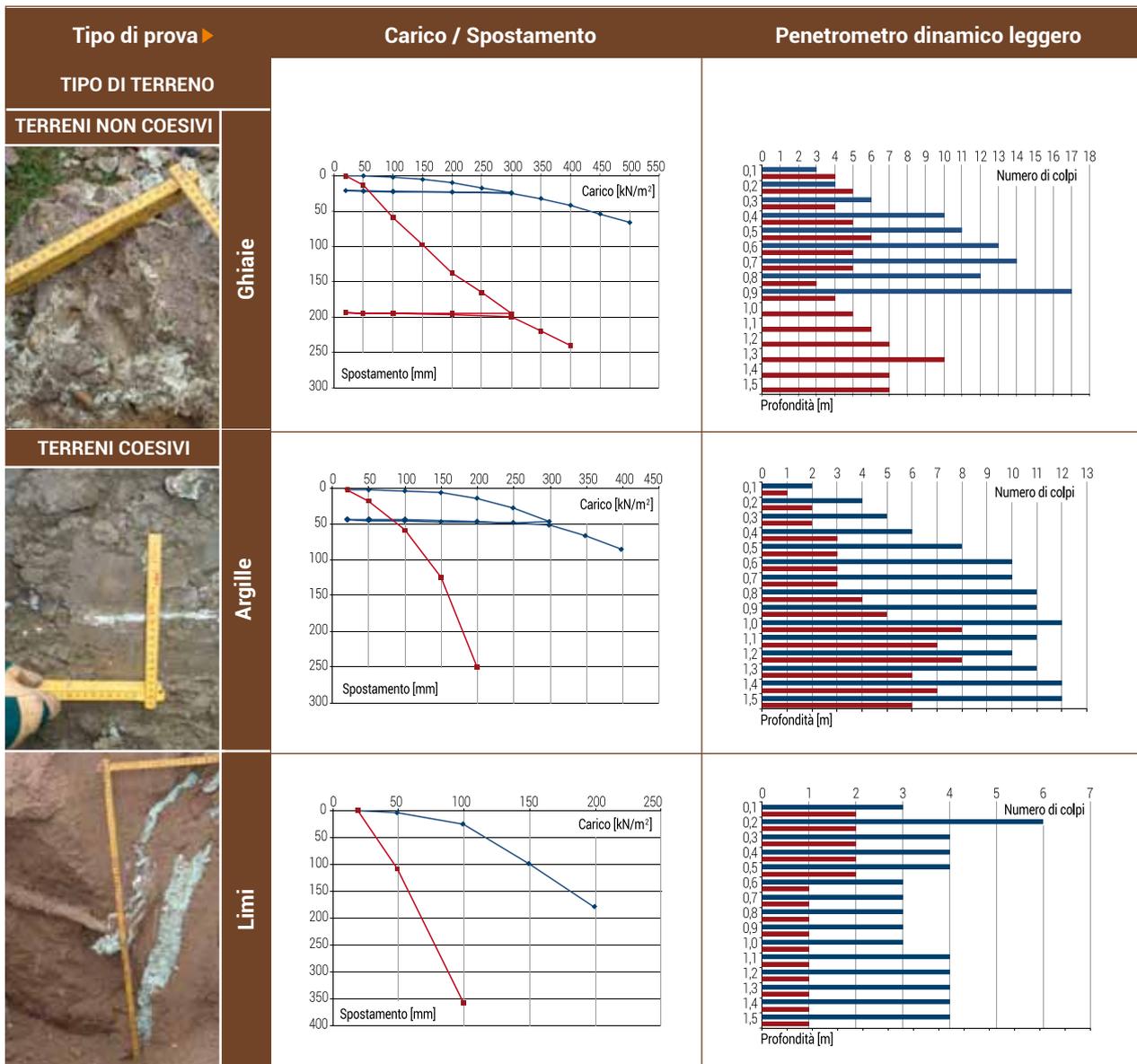
Autore:  
Dr. Richard Kusterfranz

Martedì 2016

Stampa 1  
07-00-000



Schema del dispositivo di prova



■ Resina Geoplus®    ■ Terreno di riferimento non iniettato



# REFERENZE CANTIERE



CARPI - MODENA / ITALIA

## EDIFICIO RESIDENZIALE

### STABILIZZATO IL CORPO AGGIUNTO

#### + OSSERVAZIONI

La comparsa di crepe anche modeste su un fabbricato rivela, quasi sempre, notevoli cedimenti delle fondazioni in quanto la struttura prima di rompersi tollera sempre delle deformazioni.

#### L'EDIFICIO

Il fabbricato, costruito negli anni '50, si presenta su 2 livelli fuori terra con sottotetto. Le strutture in elevazione sono state realizzate in muratura e cls ed i solai in latero-cemento. Negli anni '80 è stato realizzato un nuovo corpo di fabbrica in estensione al corpo originario.

#### IL PROBLEMA

In seguito agli eventi sismici del 2012, si sono evidenziate delle fessurazioni di ampiezza variabile da 2 a 10 mm circa, localizzate prevalentemente sul corpo aggiunto.

#### LA SOLUZIONE

► Per arrestare il cedimento in atto, il committente ha scelto l'esperienza di Uretex che tratta problematiche di questo tipo dal 1990.

- Grazie alla tecnologia brevettata Uretex Deep Injections®, che utilizza iniezioni di resina espandente brevettata Geoplus®, è stato possibile addensare il terreno di fondazione a vari livelli di profondità.
- Tale compattazione ha migliorato i parametri meccanici del terreno sottostante il perimetro portante della porzione ceduta.
- Per verificare il miglioramento ottenuto, i tecnici Uretex hanno effettuato delle prove penetrometriche comparative (prima e dopo l'intervento) sotto l'impronta delle fondazioni esistenti.
- Per operare in tutta sicurezza, le iniezioni sono state effettuate sotto controllo costante di un sistema laser in grado di rilevare movimenti millimetrici del fabbricato.



**La facciata evidenzia**  
fessurazioni a 45°  
da 2 a 10 mm.



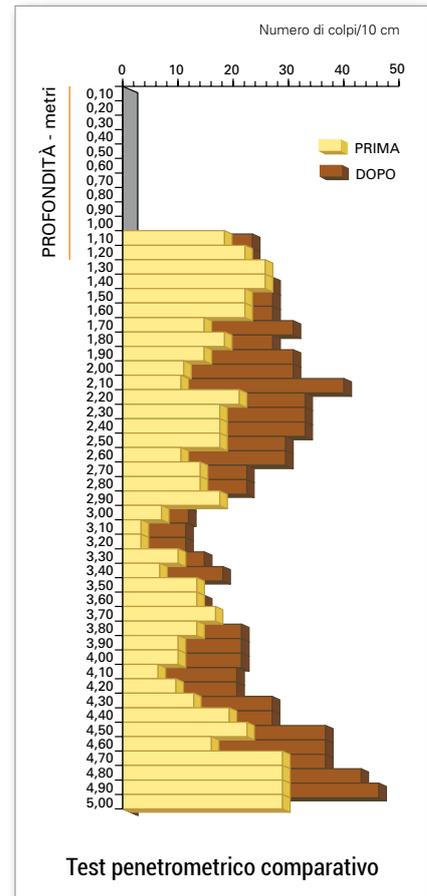
**Posa dei tubi**  
pronti per l'iniezione  
nella resina.



**Il camion-officina**  
completamente  
attrezzato in prossimità  
dell'intervento.



**Ricevitori Laser**  
per il monitoraggio.



## In Sintesi

### FONDAZIONE

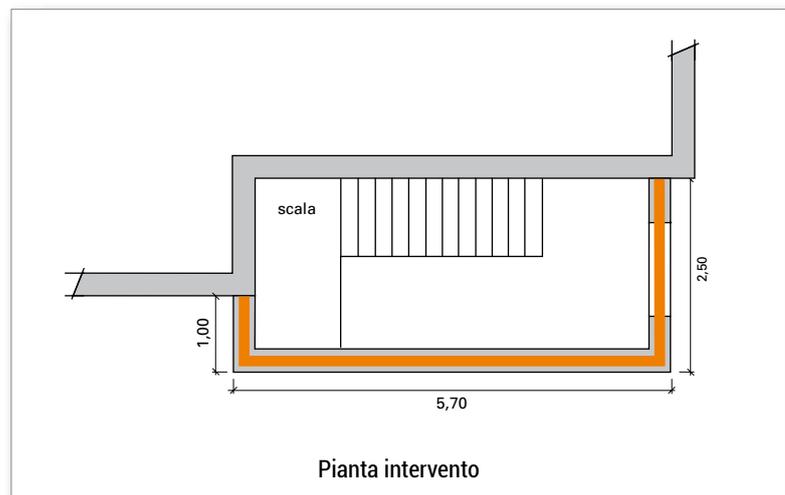
- larghezza: 40 ÷ 50 cm
- profondità: 50 ÷ 100 cm

### PERFORAZIONI

- diametro: 26 cm
- interasse: 9,0 cm

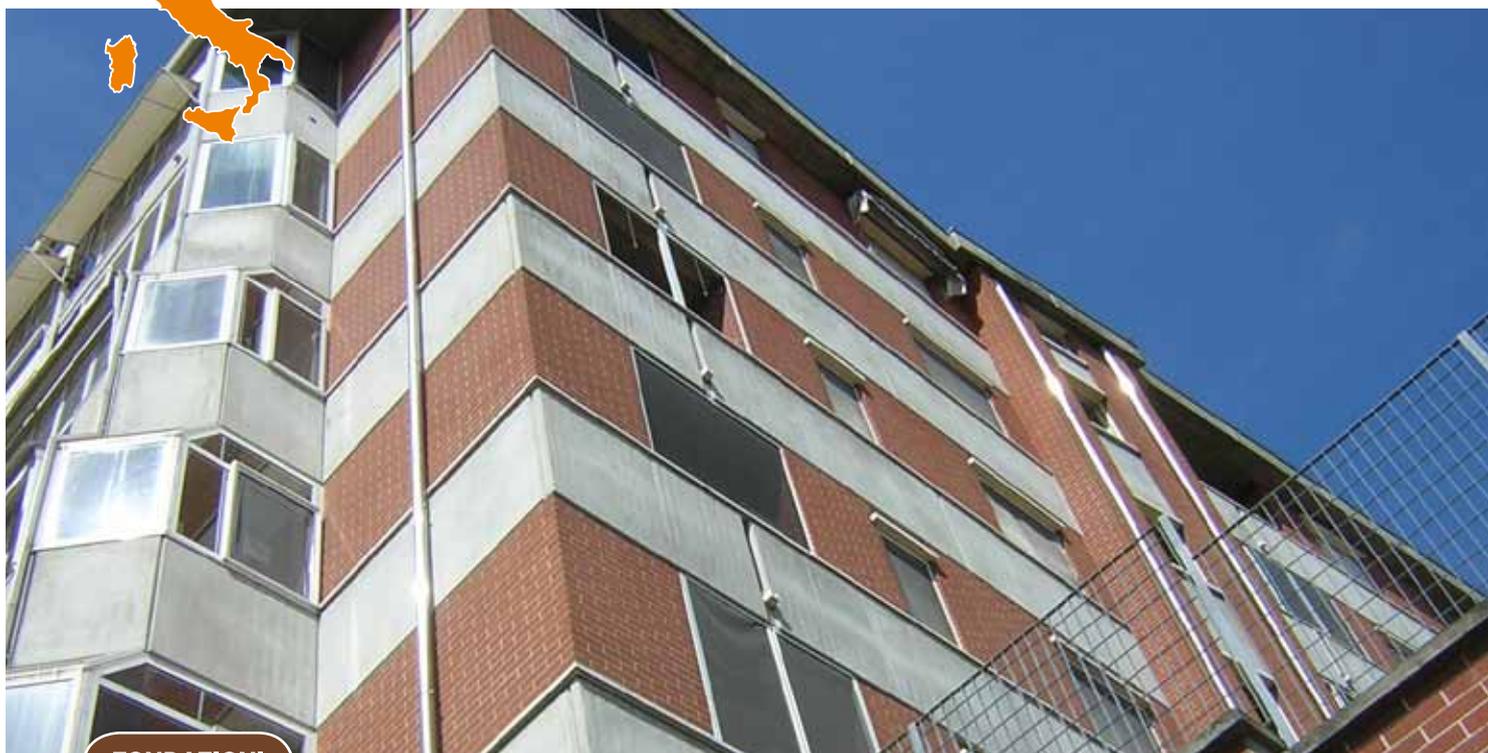
### INTERVENTO

- estensione: 9,2 m di fondazione
- durata: 1 giorno lavorativo





# REFERENZE CANTIERE



## FONDAZIONI SU PLINTI NON COLLEGATI

### + OSSERVAZIONI

L'efficacia del trattamento è stata dimostrata dal sollevamento verticale del manufatto.

VALENZA - ALESSANDRIA / ITALIA

## CONDOMINIO LA PERLA

### L'EDIFICIO

**Composto da due corpi separati da un giunto strutturale,**

il complesso è stato costruito negli anni 1992-1994 su sei livelli fuori terra più due livelli interrati ad uso cantine e autorimesse.

Le fondazioni sono costituite da un cordolo perimetrale in c.a. e da plinti isolati anch'essi in c.a.

### IL PROBLEMA

**Poco tempo dopo la realizzazione, uno dei due corpi di fabbrica**

ha iniziato a mostrare fenomeni fessurativi che si sono progressivamente aggravati nel tempo fino ad evidenziare, alla sommità della zona di giunzione fra i due corpi, un distacco massimo di circa 5 cm.

### LA SOLUZIONE

► **L'intervento di consolidamento eseguito da Uretek ha avuto** lo scopo di riempire i vuoti presenti nel terreno di fondazione aumentandone, al contempo, la capacità portante.

## In Sintesi

### TERRENO

- argille limose plastiche

### FONDAZIONE PLINTI

- dimensione: da 250x480 a 110x200 cm
- profondità: 100 cm

### CORDOLO PERIMETRALE

- larghezza: 150 cm; profondità: 100 cm

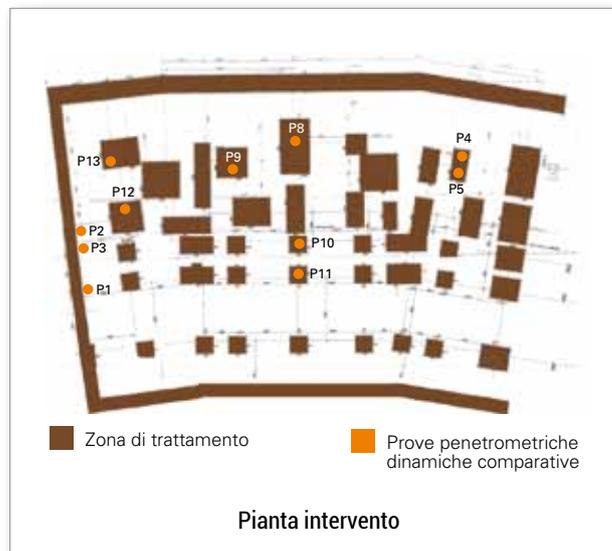
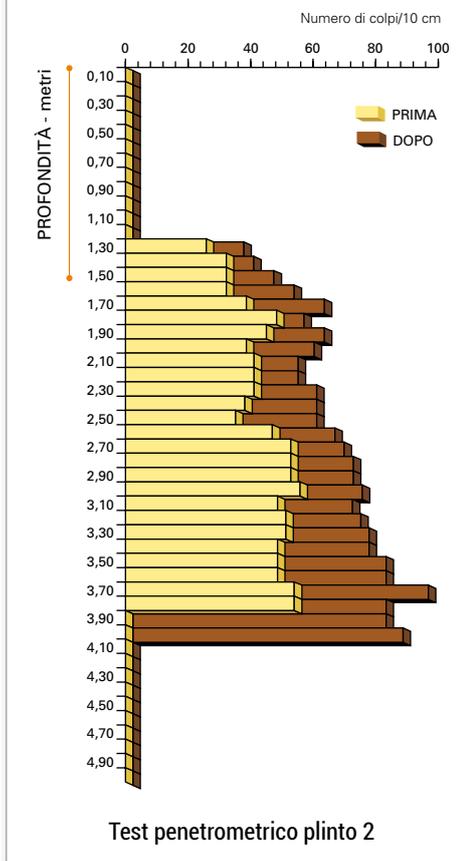
### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 45 cm

### INTERVENTO

- estensione: 75 plinti, 176 ml di fondazione nastriforme e 4 platee
- durata: 31 giorni lavorativi

- Durante le operazioni di iniezione della resina, per controllare il comportamento della struttura nei riguardi degli spostamenti verticali, si è fatto uso di strumentazione laser con precisione di +/- 0,5 mm. Il sollevamento medio della struttura in elevazione è stato pari a 2 mm.
- L'esito positivo dell'intervento è stato controllato mediante n.13 prove penetrometriche dinamiche comparative (3 pre-iniezione e 10 post-iniezione) che hanno permesso di convalidare l'incremento dei parametri meccanici dei volumi di terreno trattato con le iniezioni.



Iniezione di resina URETEK Geoplus® particolare dell'intervento.



Fase d'iniezione della resina al piano autorimesse.



Tubi pronti per l'iniezione.

Particolare del 1° livello interrato.





# REFERENZE CANTIERE



## PIENO SUCCESSO IN UN INTERVENTO DELICATO

### + OSSERVAZIONI

Questo intervento costituisce un esempio di efficacia, unita a tempestività e flessibilità operativa. Si è potuto intervenire, in tempi relativamente brevi e con costi competitivi, in un sito delicato e poco accessibile, in condizioni che ponevano molti limiti operativi.

VENEZIA / ITALIA

## PUNTA DELLA DOGANA

### L'EDIFICIO

Sorta nel XVII secolo, è una delle costruzioni-simbolo della città lagunare. Con la sua inconfondibile forma triangolare, divide il Canal Grande dal Canale della Giudecca.

### IL PROBLEMA

Nel mese di Maggio 2003, durante alcuni lavori di risanamento della riva lungo il Canal Grande, si sono verificati improvvisi cedimenti del muro di sponda e del retrostante edificio monumentale della Dogana. Tale cinematisma ha riattivato delle lesioni di vecchia data e ne ha creato delle nuove sulle contropareti, sui muri portanti e sul corpo scale.

### LA SOLUZIONE

► Si è applicata la tecnologia Urettek Deep Injections®, con iniezioni di resina Urettek Geoplus®, nel terreno di fondazione ed in quello a tergo del muro di sponda del canale, senza interferire direttamente con le strutture murarie esistenti. L'intervento ha avuto luogo in due fasi:

## In Sintesi

### TERRENO

- vedi figura qui a lato

### FONDAZIONE

- in parte murature di mattoni e pietra che poggiano direttamente sul terreno, in parte pali di legno infissi

### PERFORAZIONI

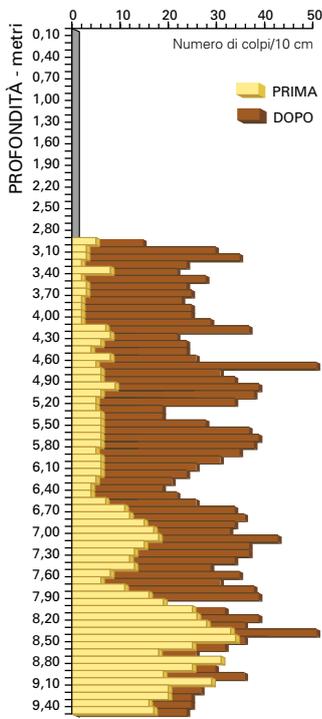
- diametro: 2,6 cm
- interasse: 50 cm

### INTERVENTO

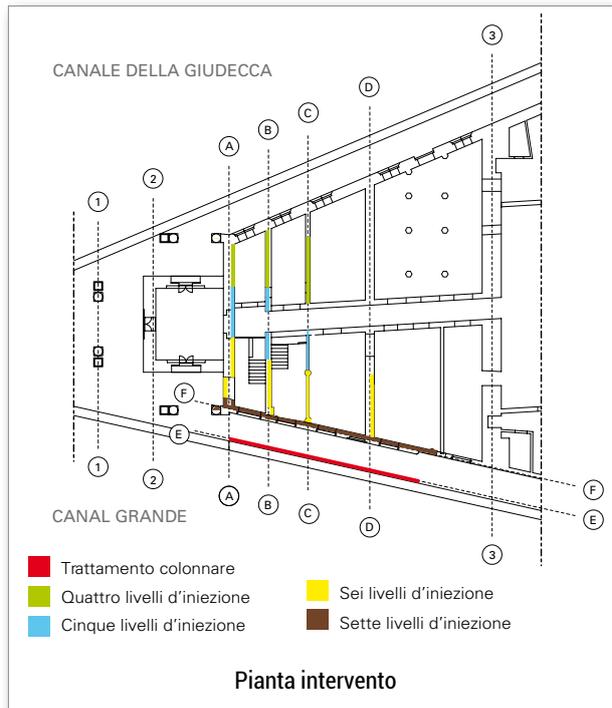
- iniezioni eseguite su 5/7 livelli di prof.
- durata: circa 6 mesi comprese le fasi operative e di controllo

► 1ª fase - Compattazione superficiale: iniezioni all'intradosso delle fondazioni allo scopo di migliorare le caratteristiche geomeccaniche del terreno e riempire i vuoti macroscopici presenti all'interfaccia fondazione-terreno.

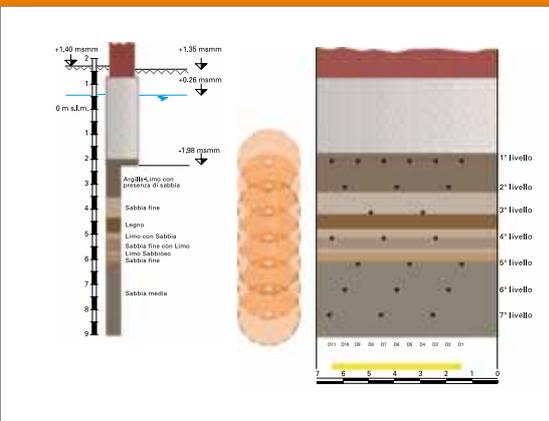
► 2ª fase - Consolidamento in profondità: iniezioni nel volume di terreno interessato dai carichi soprastanti fino a raggiungere il tetto della formazione sabbiosa.



Test penetrometrico comparativo



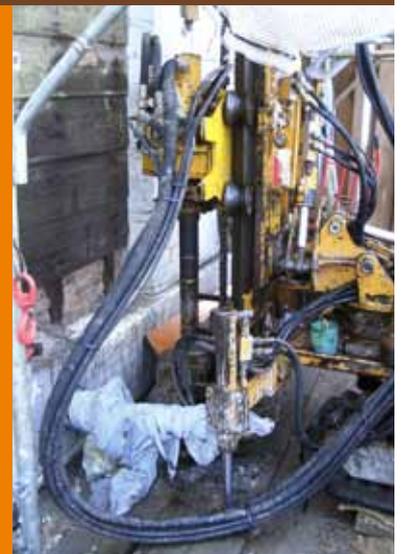
Pianta intervento



Stratigrafia del terreno.



Tecnici Uretek all'opera lungo il fianco dell'edificio prospiciente il Canal Grande.



Carotaggio del terreno fino a 30 m di profondità.



Carote di terreno prelevate a varie profondità.





## REFERENZE CANTIERE



### CONSOLIDAMENTO PREVENTIVO ADEGUAMENTO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEL TERRENO

#### + OSSERVAZIONI

Per consentire la redistribuzione delle tensioni indotte dalla resina nel terreno, il committente ha dovuto attendere alcune settimane, dopo l'ultimazione dei lavori, prima di intervenire con le opere previste dal progetto.

VILLA CORTESE - MILANO / ITALIA

### ABITAZIONE PRIVATA

#### L'EDIFICIO

Fabbricato su 2 livelli, dei quali uno seminterrato, costruito negli anni '50. Le fondazioni sono in calcestruzzo non armato.

#### IL PROBLEMA

L'edificio non presentava cedimenti. In vista di una ristrutturazione che comportava, tra l'altro, la realizzazione di un piano aggiuntivo, si era reso necessario un adeguamento della capacità portante del terreno ai nuovi carichi di progetto.

#### LA SOLUZIONE

- Il progetto di ristrutturazione, relativamente al terreno di fondazione che avrebbe dovuto sopportare l'aumento di carico, aveva previsto un incremento della resistenza penetrometrica alla punta, fino a 3 volte maggiore, rispetto alle prove pre-intervento, nei volumi di terreno meno addensati.
- L'esperienza più che ventennale di Uretex, nel trattare problematiche di questo tipo, ha convinto la committenza ad adottare la

#### PRIMA DELL'INTERVENTO



### In Sintesi

#### FONDAZIONE

- larghezza: 70 cm; profondità: 120 cm

#### PERFORAZIONI

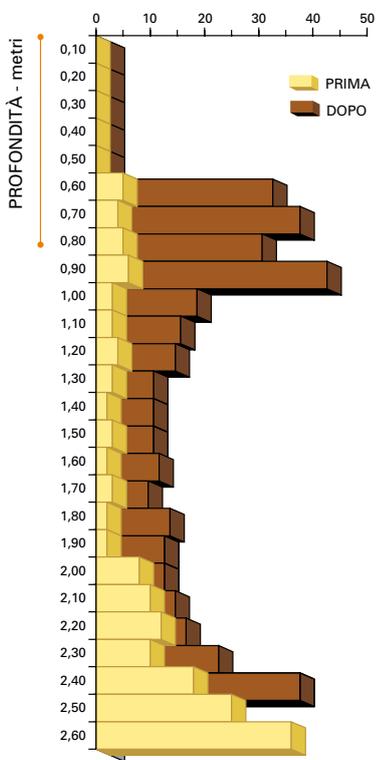
- diametro: 2,6 cm; interasse: 90 cm

#### INTERVENTO

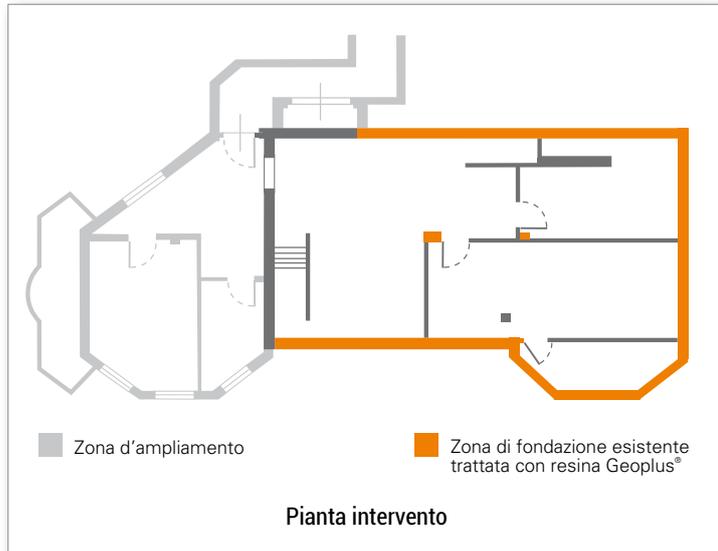
- estensione: 32 ml di fond. nastriforme
- durata: 3 giorni lavorativi

tecnologia brevettata Uretex Deep Injections® con iniezioni di resina Geoplus®. Questa resina, a rapida espansione ed alta pressione di rigonfiamento, è in grado di sviluppare una pressione che può arrivare a 10.000 kPa (100 kg/cm<sup>2</sup>).

- L'addensamento del terreno in profondità, operato dalla resina, ne ha incrementato la portanza fino ai valori desiderati.
- Per verificare il miglioramento i tecnici Uretex hanno effettuato delle prove penetrometriche comparative (prima e dopo l'intervento) sotto l'impronta delle fondazioni esistenti.



Test penetrometrico comparativo



Pianta intervento



Particolare della pistola d'iniezione



Monitoraggio laser durante l'iniezione



Iniezione della resina Geoplus®

Tubi pronti per l'iniezione.





## REFERENZE CANTIERE



ROMA / ITALIA

### SCUOLA MATERNA "MONTE CARDONETO"

## CEDIMENTO PER RITIRO/ RIGONFIAMENTO DEL TERRENO

#### + OSSERVAZIONI

Il criterio di efficacia delle iniezioni è dato dal sollevamento, nell'ordine dei 10 mm, del fabbricato.

Ciò non comporta alcun rischio per la struttura e garantisce il grado di compressione raggiunto dal terreno sia superiore non solo al carico soprastante, ma anche a quello che si sviluppa all'atto del sollevamento stesso.

#### L'EDIFICIO

Realizzato intorno al 1970 con struttura mista (muratura e c.a.) il fabbricato in oggetto si presenta su un solo livello fuori terra con sottostante vespaio di altezza pari a 160 cm circa. La pianta ad "L" occupa una superficie di circa 1300 m<sup>2</sup> in area pianeggiante.

#### IL PROBLEMA

Negli anni recenti la porzione di edificio orientata approssimativamente secondo l'asse Nord-Sud ha manifestato la progressiva comparsa di evidenti lesioni sulle murature e di inflessioni nella pavimentazione. Tali dissesti sono stati ricondotti principalmente a fenomeni di ritiro-rigonfiamento del terreno di fondazione di natura prevalentemente argillosa.

#### LA SOLUZIONE

- ▶ Per stabilizzare l'edificio si è scelta la tecnologia brevettata Uretrek Deep Injections®. Le perforazioni, sono state eseguite attraverso la fondazione ed estese di m 3,10 oltre lo spessore della fondazione stessa. In questo modo durante le iniezioni, è stato possibile raggiungere con precisione tutto il volume maggiormente interessato dai carichi dell'edificio.
- ▶ In presenza di terreno scadente, si è realizzato un quarto livello d'iniezione alla quota di -m 3,10 dal piano di posa della fondazione.
- ▶ Nel corso dei lavori la struttura è stata monitorata con livelli laser di precisione in grado di rilevare movimenti verticali millimetrici.



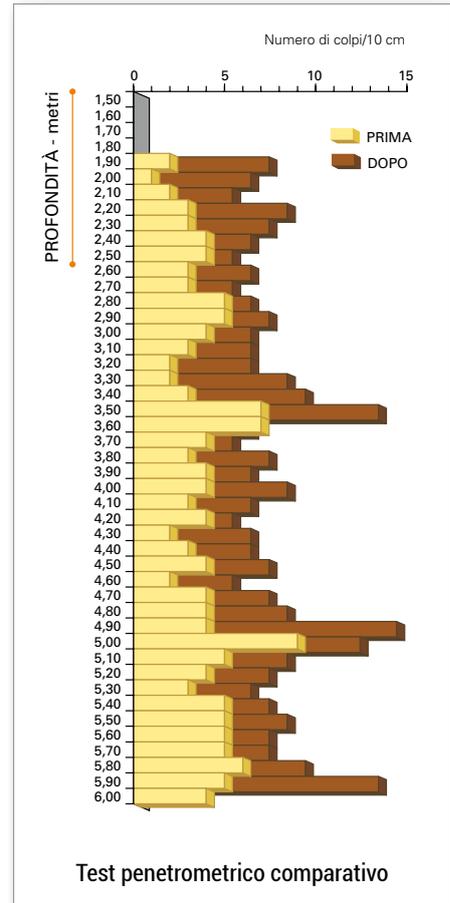
**Tubi pronti per l'iniezione**  
lungo un muro portante.



**Consolidamento**  
del muro perimetrale.



**Iniezioni di resina**  
all'interno del vespaio.



## In Sintesi

### TERRENO

- prevalentemente argilloso

### FONDAZIONE

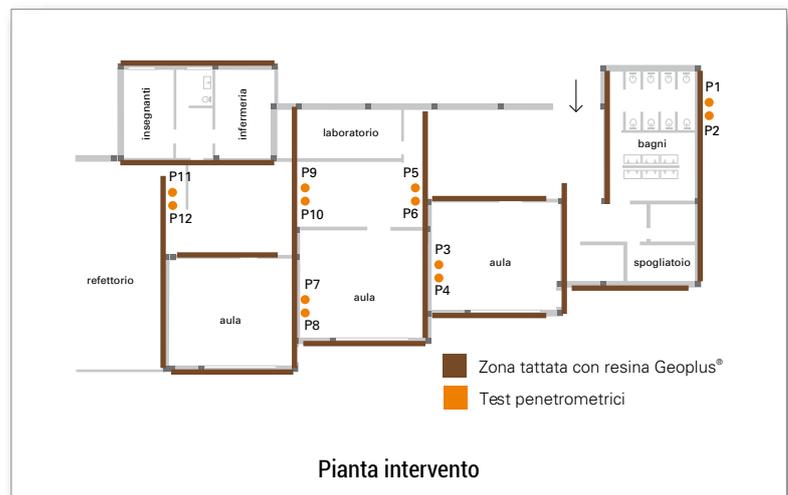
- larghezza: 120-190 cm
- profondità: 160 cm

### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 90 cm

### INTERVENTO

- estensione: 120 ml di fond. nastriforme
- durata: 10 giorni lavorativi





## REFERENZE CANTIERE



## ADEGUAMENTO DELLA CAPACITÀ PORTANTE E CONSOLIDAMENTO DEL FRONTE SCAVO

### + OSSERVAZIONI

Secondo il direttore lavori: "...La collaborazione con Uretex non si è limitata alla fase di messa in opera delle resine ma è partita da uno stadio preliminare di collaborazione con il loro ufficio tecnico, è passata attraverso l'esecuzione ed è terminata con una fase di collaborazione tecnica per verificare i risultati".

COLOGNO MONZESE - MILANO / ITALIA

## RISTRUTTURAZIONE E NUOVA COSTRUZIONE

### GLI EDIFICI

Uno dei fabbricati in esame, che allo stato attuale si presenta su 4 livelli fuori terra più un seminterrato, è frutto di una ristrutturazione globale che ha comportato, tra l'altro, l'innalzamento di un piano. La seconda palazzina è stata costruita ex novo in adiacenza a quella ristrutturata.

### IL PROBLEMA

L'edificio da ristrutturare e sopralzare non presentava cedimenti ma in vista di un aumento dei carichi si richiedeva un adeguamento della capacità portante del terreno sottostante le nuove travi di fondazione. Inoltre, in previsione dei lavori di scavo da eseguirsi in adiacenza al suddetto fabbricato per la costruzione di una nuova palazzina, si rendeva necessario un consolidamento del terreno di scavo allo scopo di limitarne la franosità.

### LA SOLUZIONE

► Per raggiungere entrambi gli obiettivi è stata scelta Uretex e la sua tecnologia brevettata Deep Injections®.

### PRIMA DELL'INTERVENTO



## In Sintesi

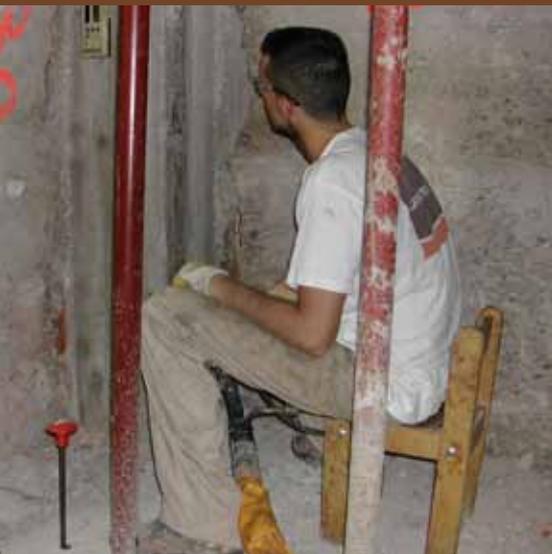
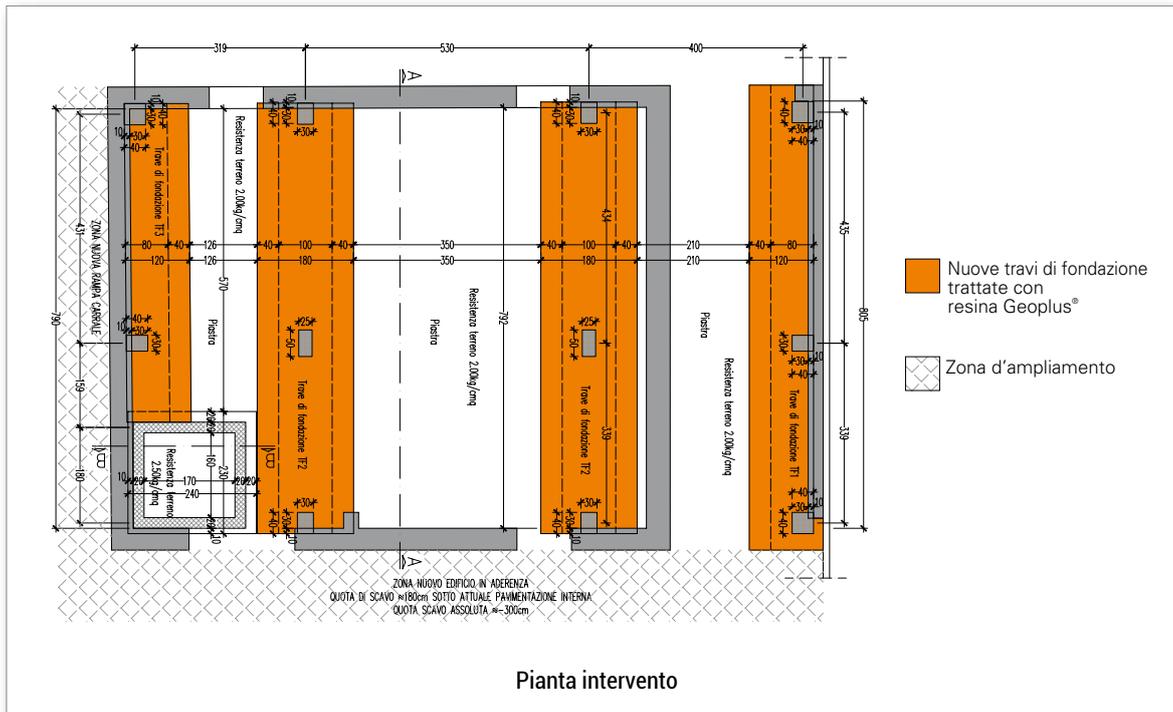
### TERRENO

- prevalentemente argilloso

### INTERVENTO

- estensione:
  - 28 ml di nuove travi fondazione;
  - 15 ml di fronte di scavo
- durata: 3 giorni lavorativi

- Terminata la costruzione della struttura portante, quando il terreno di fondazione è stato sufficientemente caricato dalla nuova costruzione interna alla precedente, Uretex è intervenuta iniettando la resina nel terreno sottostante le nuove travi di fondazione.
- Le prove penetrometriche eseguite dopo l'intervento hanno ottenuto 30/40 colpi piede a circa 3-4 m di profondità: un ottimo risultato rispetto ai 5/6 colpi piede delle prove precedenti l'intervento.



**Controllando il laser durante**  
l'iniezione della resina Geoplus®.



**Dopo il getto della nuova**  
trave di fondazione i tubi di  
plastica saranno rimpiazzati  
dai tubi d'iniezione.



**Il vecchio edificio**  
prima della demolizione.

**Fronte di scavo**  
con inizio della nuova  
costruzione.





## REFERENZE CANTIERE



MONTECATINI TERME - PISTOIA / ITALIA

### SORGENTE TERMAL FORTA "GIULIA"

## UN INTERVENTO IN CONDIZIONI DIFFICILI

#### + OSSERVAZIONI

L'intervento descritto testimonia l'efficacia e la flessibilità del metodo Uretek Deep Injections® e la grande professionalità delle sue squadre operative capaci di operare in ambienti angusti ed estremi.

#### L'EDIFICIO

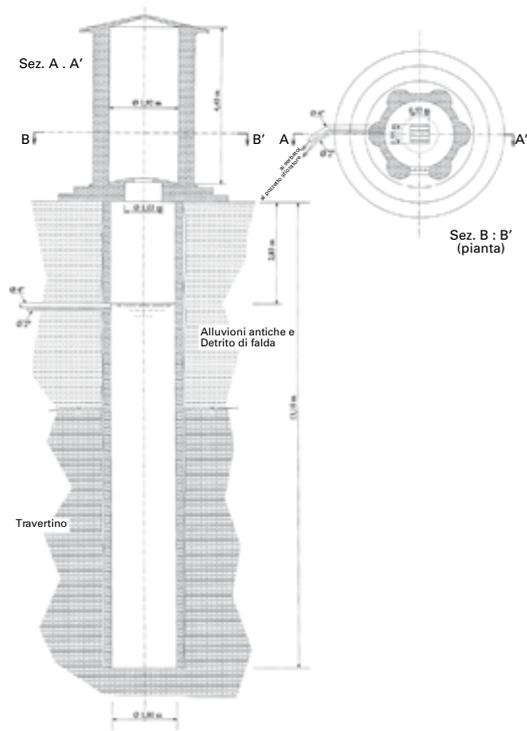
Fonte Giulia si colloca all'interno del complesso termale denominato "Torretta" che si trova nella centralissima area termale della città di Montecatini Terme. Il pozzo è stato scavato nella seconda metà dell'Ottocento ed è sovrastato da una cappella ornamentale di rilevante valore artistico.

#### IL PROBLEMA

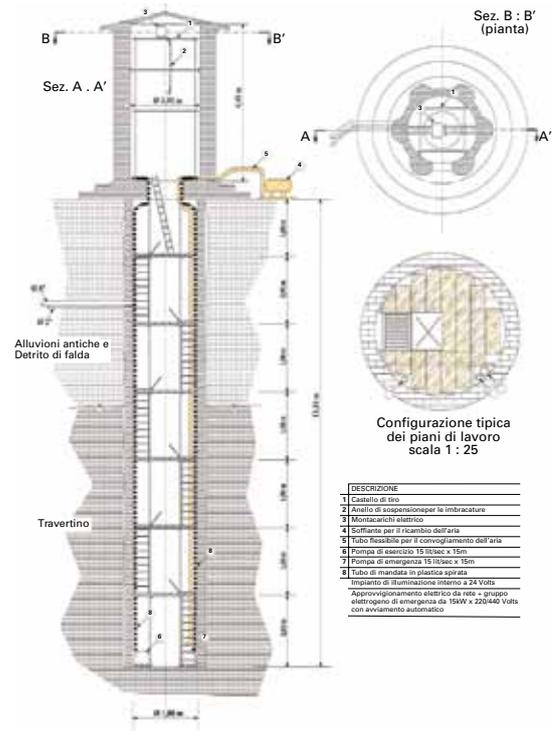
La realizzazione di una strada a monte del pozzo di captazione aveva comportato l'alterazione dell'andamento topografico del sito con la formazione di un'intercapedine fra il rivestimento in mattoni del pozzo e la roccia circostante. Tale intercapedine, dello spessore di 1 cm circa, permetteva alle acque meteoriche percolanti di infiltrarsi e raggiungere in breve tempo il fondo del pozzo.

#### LA SOLUZIONE

- **Installato un ponteggio, per scendere all'interno del pozzo,** si sono posati i tubicini d'iniezione con un'interasse regolare. La resina è stata iniettata all'interno dell'intercapedine, spessa circa 1 cm, per tutta la profondità del pozzo pari a circa 13,00 m.
- **Constatato l'esito positivo dell'intervento,** dopo una sanizzazione ed opportune analisi microbiologiche, si è provveduto a stuccare la canna del pozzo e a collocare la pompa sommersa per alimentare nuovamente la piscina termale.



Stato attuale con stratigrafia



Equipaggiamento del pozzo per l'esecuzione lavori



I tubi d'iniezione  
posati secondo una  
maglia prefissata.

## In Sintesi

### TERRENO

- detriti alluvionali (fino a 5,50 m)  
poggianti su una base di travertino

### PERFORAZIONI

- diametro: 0,6 m
- interasse:  
orizzontale 30 cm - verticale 60 cm

### INTERVENTO

- estensione:  
tutta la profondità del pozzo di 13 m
- durata: 4 giorni lavorativi

vista dell'interno  
del pozzo.





## REFERENZE CANTIERE



### AUMENTO DEI CARICHI IN UN EDIFICIO DEL XII SECOLO

#### + OSSERVAZIONI

Le indagini preliminari, hanno evidenziato l'importanza di una campagna geognostica completa, volta a determinare sia i parametri geotecnici del terreno che la geometria delle fondazioni.

ALESSANDRIA / ITALIA

### PALATIUM VETUS

#### L'EDIFICIO

Il più antico palazzo storico della città di Alessandria, edificato nel cuore della città intorno al 1170, è costituito da vari corpi e da cortili interni. Nei secoli, il palazzo ha subito diversi interventi di ristrutturazione e ampliamento che hanno modificato la configurazione della struttura e di conseguenza la storia tensionale del terreno sottostante.

#### IL PROBLEMA

Il progetto di ristrutturazione e restauro conservativo dell'immobile, prevedeva un rilevante aumento dei carichi sulle fondazioni esistenti. La capacità portante del sedime d'imposta doveva essere aumentata, preventivamente, per adeguarsi al nuovo stato tensionale.

#### LA SOLUZIONE

► Il progetto originale prevedeva una **sottofondazione con micropali** disposti a cavalletto. In variante, i progettisti hanno scelto una tecnologia caratterizzata da bassa invasività e tempi d'esecuzione rapidi: **Urettek Deep Injections®**, con iniezioni di resina **Urettek Geoplus®**.

### In Sintesi

#### TERRENO

- riporto in superficie seguito da uno strato di argilla limosa; quindi limo sabbioso e infine ghiaie in matrice sabbiosa-argillosa.

#### FONDAZIONE

- CONTINUE: tra 60 cm e 180 cm
- PLINTI: da 90x90 cm a 150x150 cm

#### PERFORAZIONI

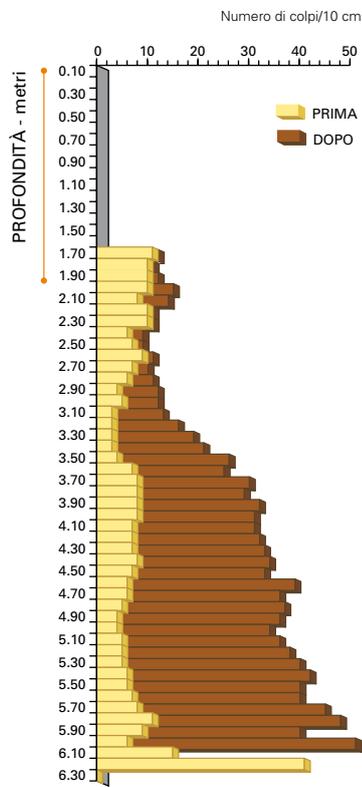
- diametro: 2,6 cm - interasse: 60 cm

#### INTERVENTO

- estensione: 214 ml di fond. nastriformi, 14 colonne del portico e 3 plinti interni.
- durata: 25 giorni lavorativi

L'intervento ha avuto luogo in due fasi:

- 1<sup>a</sup> fase - Compattazione superficiale: iniezioni eseguite nell'intradosso delle fondazioni per migliorare le caratteristiche geomeccaniche del terreno e riempire i vuoti macroscopici nell'interfaccia fondazione-terreno.
- 2<sup>a</sup> fase - Consolidamento in profondità: oltre alle precedenti, si sono eseguite iniezioni su 4 livelli di profondità, nel volume di terreno interessato dai carichi soprastanti.
- La riuscita dell'intervento è stata verificata tramite monitoraggio laser durante le iniezioni e mediante 14 prove penetrometriche eseguite sia prima sia dopo l'intervento.



Test penetrometrico comparativo



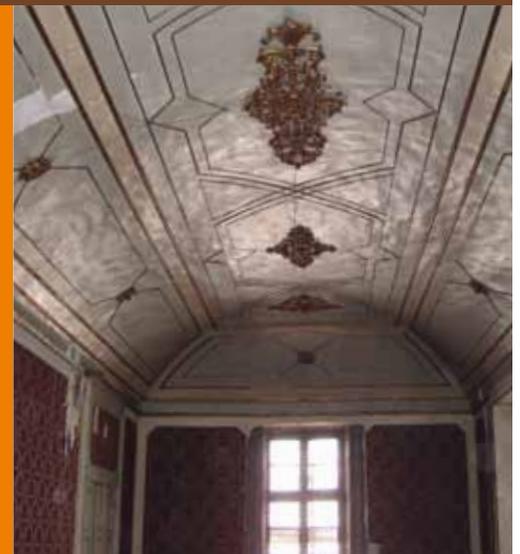
Pianta fondazioni sottoscala



Fase di foratura del plinto di fondazione di una colonna.



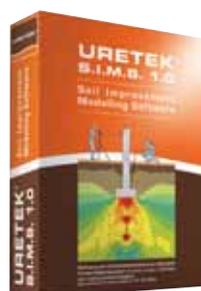
Tubi inseriti e pronti per l'iniezione.



Fessurazioni sulla volta decorata.

## LE + INDAGINI URETEK®

In fase preliminare, l'ufficio tecnico Uretek ha condotto uno studio di fattibilità dell'intervento valutando: lo stato tensionale e lo stato deformativo del terreno. Il primo è stato studiato attraverso l'utilizzo del software Uretek S.I.M.S. 1.0, mentre il secondo è stato analizzato con un software agli elementi finiti (PLAXIS ver. 8.2), che ha permesso di stimare il GDS (grado di sicurezza) nelle diverse ipotesi di calcolo.



Visione d'insieme del cantiere.





## REFERENZE CANTIERE



ROMA / ITALIA

### MURA AURELIANE

## INTERVENTO SOTTO UNO SPERONE MURARIO

#### + OSSERVAZIONI

I sollevamenti verticali del manufatto, si verificano solo dopo che la resina ha prodotto l'addensamento di tutto il terreno circostante l'iniezione. In tal modo confermano l'efficacia del trattamento.

#### L'EDIFICIO

La cinta muraria chiamata Mura Aureliane, fu costruita tra il 270 ed il 275 dall'imperatore Aureliano per difendere Roma, capitale dell'impero, dagli attacchi dei barbari. Le mura si presentano oggi in un buono stato di conservazione per la maggior parte del loro tracciato che ha una lunghezza di 12,5 Km.

#### IL PROBLEMA

Uno sperone murario di rinforzo locale alle mura, presentava lesioni anche superiori a 10 mm riconducibili a un cedimento in fondazione. Al momento del sopralluogo, lo sperone, che mostrava un netto distacco con le mura retrostanti, era stato messo in sicurezza mediante opere provvisoriale.

#### LA SOLUZIONE

- ▶ Si è consolidato il terreno di fondazione aumentandone la capacità portante ed eliminando i vuoti eventualmente presenti a vari livelli di profondità. L'intervento con tecnologia **Uretex Deep Injections®**, ha avuto luogo in due fasi:
- ▶ 1ª fase - Compattazione superficiale: iniezioni eseguite all'intradosso delle fondazioni per migliorare le caratteristiche geomeccaniche del terreno e riempire i vuoti macroscopici presenti.
- ▶ 2ª fase - Consolidamento in profondità: oltre alle precedenti, si sono eseguite iniezioni su ulteriori 2 livelli di profondità, nel volume di terreno maggiormente interessato dai carichi trasmessi dalla struttura.
- ▶ I lavori sono stati costantemente monitorati con un sistema laser sensibile a movimenti di +/- 0,5 mm e collaudati mediante l'esecuzione di n. 2 prove penetrometriche dinamiche comparative: una pre-iniezione e una post-iniezione.



Particolare  
del dissesto.



Iniezioni di resina  
Geoplus®.



Ricevitori laser  
assicurati alla muratura.

## In Sintesi

### TERRENO

- riporto di natura piroclastica

### FONDAZIONE A SACCO

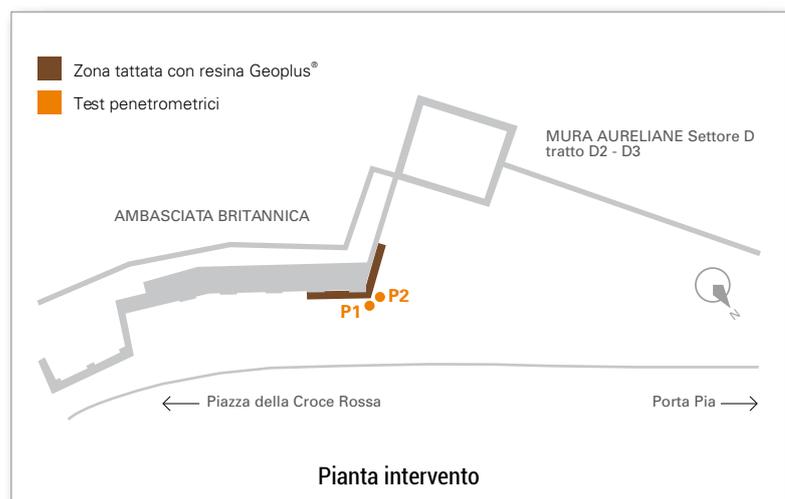
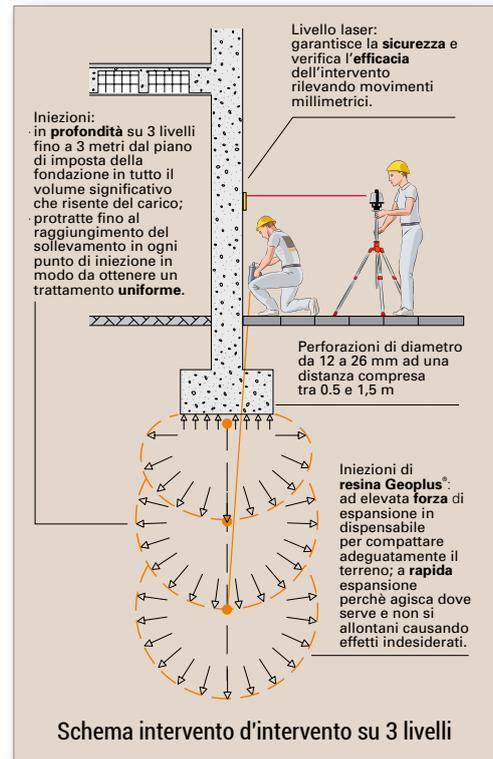
- larghezza: 120 cm
- profondità: 160 cm da p.c.

### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 45 cm

### INTERVENTO

- estensione: 10 ml di fond. continua
- durata: 2 giorni lavorativi





# REFERENZE CANTIERE



## CONSOLIDATA LA ZONA DELLA ROTAIA DEL CARROPONTE

### + OSSERVAZIONI

L'esito positivo dell'intervento è stato controllato mediante l'esecuzione di n. 4 prove penetrometriche dinamiche (2 pre-iniezione e 2 post-iniezione) che hanno confermato l'incremento dei parametri meccanici del terreno trattato.

MONFALCONE - GORIZIA / ITALIA

## CANTIERI NAVALI FINCANTIERI

### LA STRUTTURA

La zona interessata dal cedimento era costituita da una fascia di pavimentazione industriale in calcestruzzo armato, posta tra il piazzale e la rotaia del carroponente nell'area di assemblaggio e montaggio delle navi.

### IL PROBLEMA

Il cedimento differenziale del terreno di fondazione si è verificato in seguito al passaggio delle gru che operano nel cantiere navale trasportando carichi elevati. La deformazione della fascia, lungo la canaletta porta cavo, si presentava con avvallamenti irregolari e diffusi. I cedimenti massimi riscontrati arrivavano a circa 60 mm.

### LA SOLUZIONE

► Per eliminare il problema alla radice è stata scelta la grande esperienza e professionalità di Uretek e la sua tecnologia brevettata Deep Injections®.

## In Sintesi

### CORDOLO

- larghezza: 140 cm
- profondità: 60/80 cm

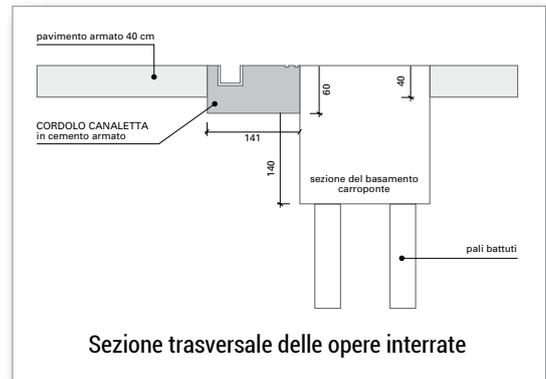
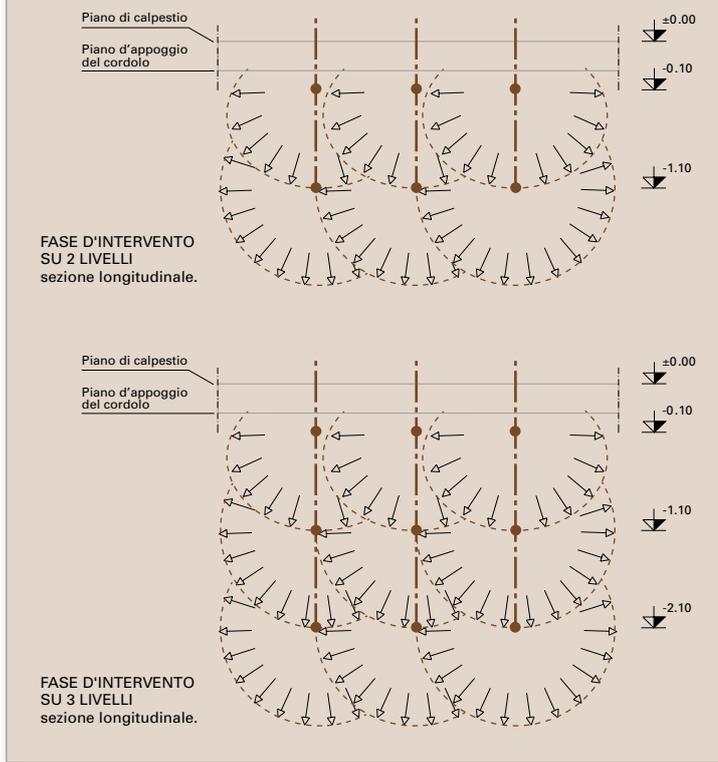
### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 90 cm

### INTERVENTO

- estensione: 80 ml di terreno di fondazione
- durata: 3 giorni lavorativi

► Le iniezioni di resina Geoplus® a rapida espansione ed alta pressione di rigonfiamento hanno addensato il terreno in profondità in tutta l'area circostante al punto d'iniezione; in questo modo il contatto tra il sottofondo e il cordolo in cemento armato è stato completamente ripristinato.



**Fase d'iniezione**  
della resina URETEK Geoplus®.

**Tubi pronti**  
per la fase d'iniezione.

**Panoramica del piazzale**  
nell'area di assemblaggio delle navi.

**Particolare**  
del comparatore  
centesimale  
analogico.



**Particolare**  
della pistola  
d'iniezione  
della resina..





# REFERENZE CANTIERE



VAL DI VIZZE - BOLZANO / ITALIA

## RIFUGIO "EUROPA"

### MATERIALI TRASPORTATI IN ELICOTTERO a 2693 m s.l.m.

#### L'EDIFICIO

Il "Rifugio Europa" si trova a 2693 metri di quota in località Venna alla Gerla, nel comune di Vizze (Bolzano). La struttura in elevazione, in pietra e con i solai in laterizi e legno, è costituita da due piani fuori terra, un sottotetto e un piano parzialmente interrato.

#### IL PROBLEMA

Le fessurazioni, evidenziate già durante i lavori di ristrutturazione del 1989 si sono aggravate alcuni anni fa, aprendosi e richiudendosi con andamento stagionale. Le cause del cedimento sono imputabili a fenomeni di alterazione del permafrost presente nel substrato roccioso sottostante.

#### LA SOLUZIONE

► Data la necessità d'intervenire sia sul terreno di fondazione, per consolidarlo, sia sulla fondazione stessa e su alcuni muri in elevazione, allo scopo di riempire i vuoti presenti e ricostituire l'integrità, la committenza si è rivolta ad Uretex, titolare delle tecnologie brevettate Deep Injections® e Walls Restoring®.

#### + OSSERVAZIONI

Il rifugio si trova proprio sulla linea di confine fra Italia e Austria e per molto tempo sono esistiti due rifugi. A lungo reclamato sia dall'Italia che dall'Austria finalmente, il 10 settembre 1988, si è raggiunto l'accordo che ha consentito di inaugurare un unico rifugio dedicato all'Europa.

## In Sintesi

#### TERRENO

- ammasso roccioso gneissico fratturato

#### FONDAZIONE pietra e malta cementizia

- larghezza: 60/100 cm
- profondità: 40/60 cm da p.c.

#### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 90 cm

#### INTERVENTO

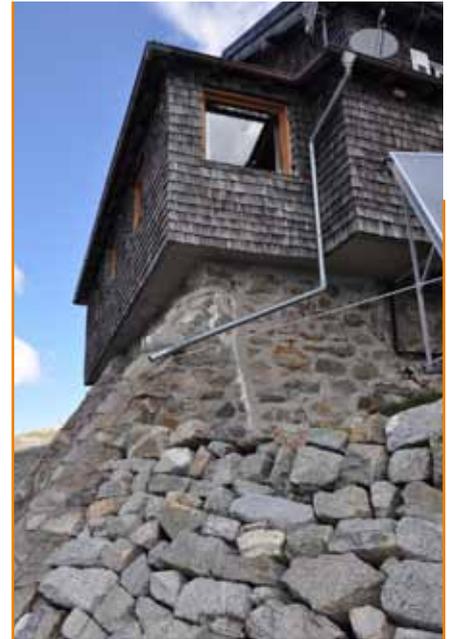
- estensione:  
27 ml di fondazione con D.I.  
70 m<sup>3</sup> di muro consolidato con W.R.
- durata: 5 giorni lavorativi

► Con **Deep Injections**® la capacità portante del terreno è stata incrementata fino a -2 m dal piano d'appoggio delle fondazioni sotto 27 ml delle stesse.

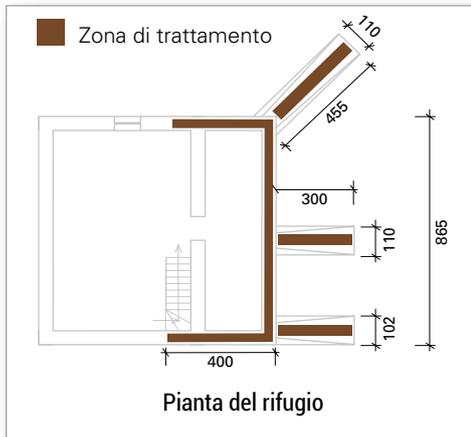
► Con **Walls Restoring**® si è ricreata la continuità strutturale del corpo di fondazione per una lunghezza di circa 16,60 ml ed un'altezza di circa 4,00 m ripristinando inoltre l'integrità della muratura dei barbacani per una lunghezza di circa 10,55 ml fino a un'altezza media di 2,00 m.



La targa all'ingresso del rifugio.



Il piano fuori terra



Posa dei tubi d'iniezione per il Walls Restoring®.

Ispezione dello stato dello sperone prima dell'intervento.

Iniezione di resina nel terreno di fondazione.

all'interno dell'elicottero durante il trasporto materiali.



fessurazioni larghe da 5 a 15 mm..





## REFERENZE CANTIERE



RIJEKA / CROAZIA

### TERRAPIENO FERROVIARIO

## CONSOLIDAMENTO DI UN GASDOTTO SOTTO IL TERRAPIENO

#### + OSSERVAZIONI

Dalla scoperta del cedimento e per tutto il periodo di rimessa in sicurezza del cantiere, il traffico ferroviario non è stato interrotto ma la velocità dei convogli in transito è stata ridotta a circa 20 Km/h.

#### LA STRUTTURA

Il terrapieno della ferrovia è stato realizzato circa 150 anni fa ed è costituito da un riempimento in pietre che colma una fossa già scavata in precedenza ad una profondità di circa 13,0 m sotto l'attuale strada ferrata.

#### IL PROBLEMA

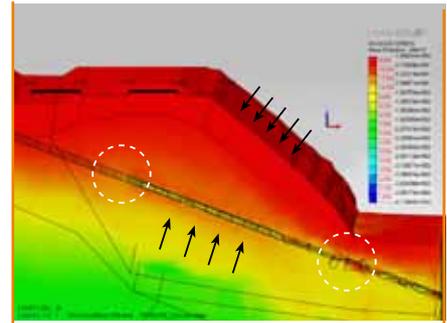
Per posare un gasdotto sotto il terrapieno, si è scavato un tunnel del diametro di 0,65 m perforando il sottosuolo con la tecnologia HDD (Horizontal Directional Drilling). Durante la realizzazione del tunnel e l'inserimento del tubo si è scoperta la presenza di un cedimento sotto la ferrovia. I lavori sono stati bloccati in attesa di un intervento di ripristino della sicurezza del cantiere.

#### LA SOLUZIONE

- ▶ Grazie ad una accurata analisi 3D agli elementi finiti, è stato possibile individuare le zone più sollecitate dallo scavo del tunnel nelle quali concentrare l'azione dell'intervento Uretek, sia per stabilizzare la situazione iniziale che per prevenire eventuali cedimenti futuri.
- ▶ Una ditta specializzata ha forato il terrapieno inserendo un rivestimento, del diametro di circa 110 mm, entro il quale posare i condotti d'iniezione avvolti in un unico fascio. Per poter raggiungere con precisione il punto d'iniezione prestabilito i condotti, avevano lunghezze diverse, come canne d'organo.
- ▶ Le iniezioni eseguite con tecnologia Deep Injections® hanno ridotto la quantità e la dimensione dei vuoti presenti fra gli elementi lapidei che costituiscono il terrapieno aumentandone di fatto la rigidità.
- ▶ L'intervento ha avuto pieno successo ed è stato possibile terminare la posa della tubazione.



**Linea ferroviaria**  
costruita sul terrapieno.



Per analizzare i punti critici per la stabilità del terreno, è stata eseguita un'analisi FEM 3D.



**Posa del fascio**  
di tubicini d'iniezione.



**Iniezione della resina**  
sotto il terrapieno.

## In Sintesi

### MASSICCIATA

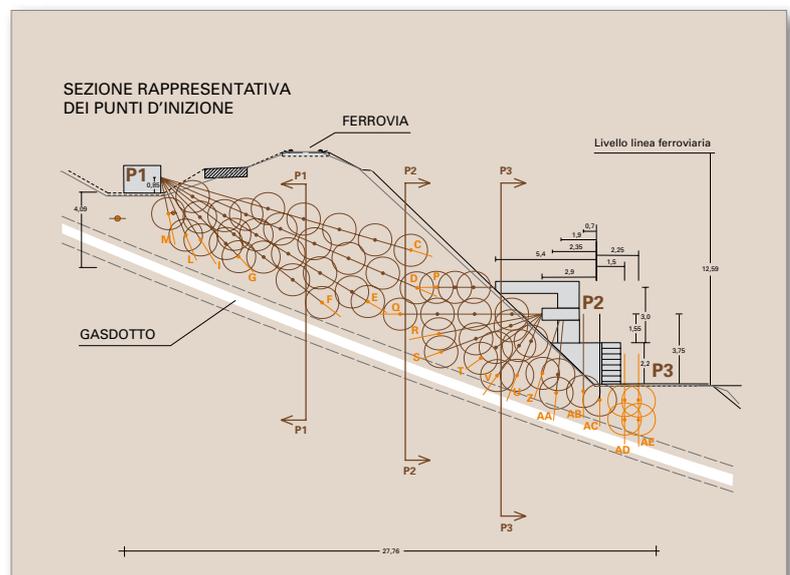
- base larga circa 30 m.
- altezza circa 12,5 m.
- costruito con pietre di 5/20cm

### PERFORAZIONI

- diametro: 1,2 cm

### INTERVENTO

- durata: 15 giorni lavorativi



# FLO OR LIFT®

QUALITÀ / PERIZIA / DINAMISMO



**SOLLEVAMENTO DI PAVIMENTAZIONI**  
CON INIEZIONI DI RESINE ESPANDENTI

FLOOR LIFT®





FLOOR  
LIFT®

# SOLLEVAMENTO & STABILIZZAZIONE PAVIMENTAZIONI

## Iniezioni di resina espandente sotto le pavimentazioni.

Floor Lift® è una tecnologia che permette di stabilizzare e risollevare le pavimentazioni abbassate. La resina è iniettata nello strato di sottofondo del pavimento. Durante la fase d'indurimento, l'espansione della resina compatta il sottofondo per poi sollevare la pavimentazione.

Il sollevamento, che può ammontare a parecchi centimetri, è controllato continuamente da livelli laser.

Il metodo Floor Lift® è utilizzato nelle abitazioni monofamigliari in seguito al cedimento delle pavimentazioni su terrapieno.

Nell'industria, il metodo Floor Lift® permette di risolvere parecchi problemi:

- Rialzare le pavimentazioni abbassate ripristinando la planarità.
- Neutralizzare i fenomeni di scalinamento delle piastre.

Ove necessario, l'intervento viene completato con iniezioni in profondità realizzate con tecnologia Deep Injections®.

### Controllo laser

Il sollevamento è controllato accuratamente mediante l'impiego di un livello laser.

### LA DINAMICA DELL' INTERVENTO

La resina è iniettata allo stato liquido. In questa fase penetra in tutti vuoti presenti sotto il pavimento prima di essere trasformata in un gel solido.

La reazione chimica provoca l'espansione della resina. Non è la pressione d'iniezione che permette il sollevamento ma la pressione di espansione conseguente alla polimerizzazione della resina. Questa pressione permette il sollevamento di oggetti pesanti come macchinari o scaffalature piene. La resina NON E' biodegradabile.

## L'INTERVENTO

### Foratura

Di solito effettuata con una punta di 6 mm di diametro.

### Inserimento dei tubi d'iniezione

Posati nei fori realizzati precedentemente, permettono le iniezioni di resina espandente URETEK®.

### Iniezioni

Le iniezioni sono eseguite tramite una pistola d'iniezione in cui si miscelano i componenti della resina.

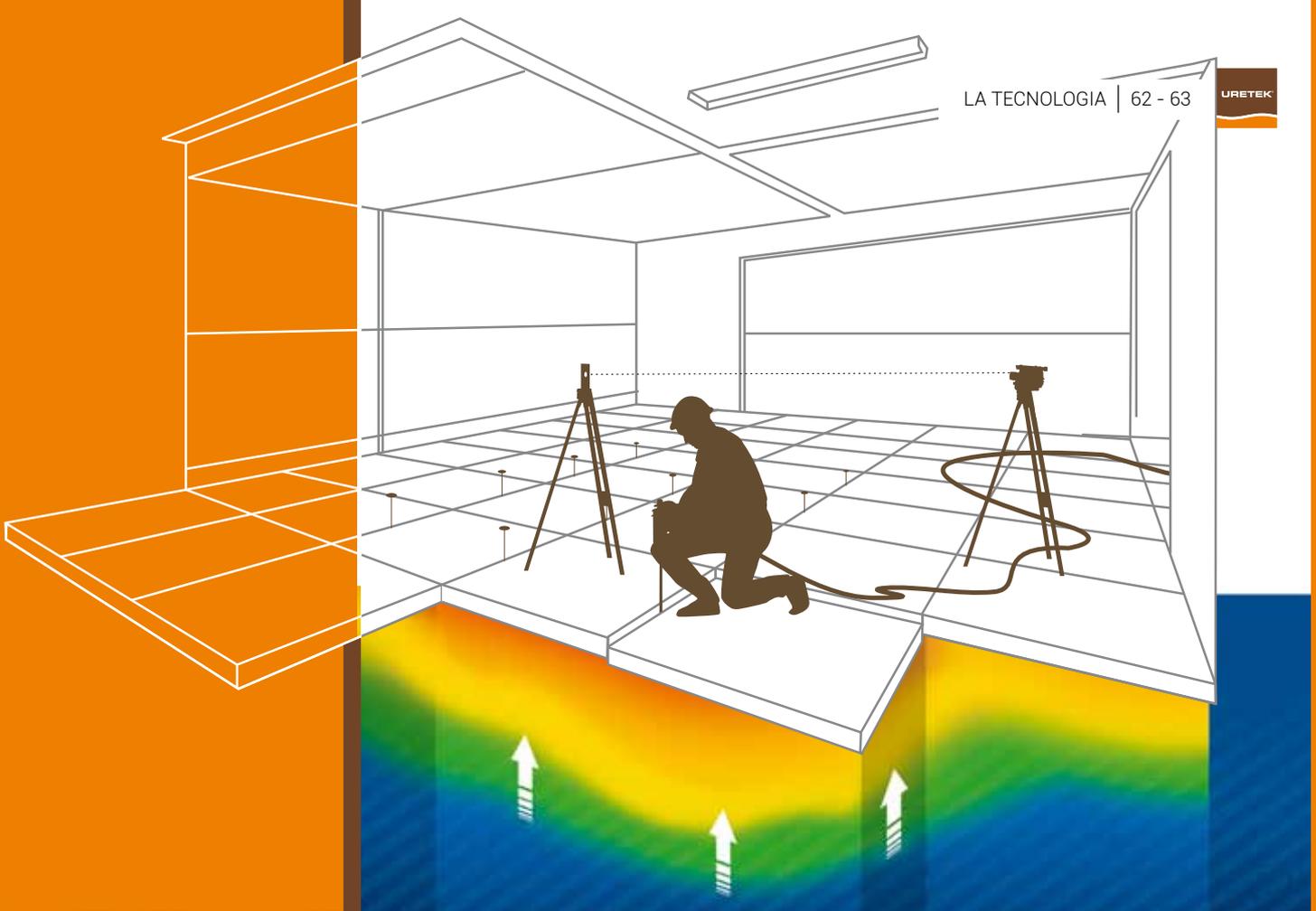
### Sollevamento

La resina penetra sotto il pavimento e compatto lo strato di sottofondo. Continuando con l'iniezione, il sollevamento viene eseguito sulle aree necessarie.

## I VANTAGGI

- Assicurare una compattazione efficace del sottofondo
- Sollevamenti da pochi millimetri a diversi decimetri
- Controllo con livelli laser, per ottenere una precisione di sollevamento millimetrica
- Nessuna interruzione dell'attività commerciale o industriale
- Pulito e senza polvere
- Allestimento rapido del cantiere





#### Villette individuali

Gli abbassamenti delle pavimentazioni nelle abitazioni individuali sono spesso trattati in un solo giorno senza evacuare gli abitanti. La realizzazione di fori di diametro pari a 6 mm in corrispondenza delle fughe permette molto spesso di conservare le piastrelle esistenti.



#### Edifici commerciali e industriali

La tecnologia Floor Lift® non provoca praticamente alcun fastidio. Gli interventi sono veloci e generalmente eseguiti senza interrompere le attività lavorative. In caso di scalinamenti fra le piastre viene ripristinata la planarità originaria.



#### Edifici pubblici

I lavori sono eseguiti senza demolizioni. L'intervento viene realizzato in modo sicuro per il pubblico. Nessuna chiusura degli edifici da trattare e, in generale, l'attività prosegue normalmente.



#### Strade - Autostrade

È possibile stabilizzare aree stradali, lastre di ponti, piste aeroportuali. I tempi rapidi d'indurimento della resina permettono il riutilizzo immediato delle zone trattate.

#### SCHEDA TECNICA

Massima pressione di rigonfiamento: 10 MPa

Densità della resina tra 45 e 120 kg/m<sup>3</sup>  
(a volte di più)

Sollevamento: fino a 30 cm

Capacità d'espansione della resina fino a 30 volte il suo volume iniziale in espansione libera

Polimerizzazione possibile anche in zone umide

#### QUANDO UTILIZZARE QUESTA SOLUZIONE?

Per il ripristino della planarità di pavimentazioni abbassate, di strade, piste aeroportuali...

Preventivamente, in caso di ristrutturazioni edili su terreno instabile

Per risolvere gli scalinamenti fra le piastre nelle pavimentazioni industriali

In situazioni di aumento dei carichi (riallocazione delle aree)



**FLOOR  
LIFT®**

# L'INTERVENTO

Uretek Floor Lift®, stabilizza e solleva le pavimentazioni abbassate. Un intervento rapido che non preclude le normali attività.



## 1 Individuazione dei sottoservizi

### LE FASI ESECUTIVE

Prima di eseguire i fori si procede, ove possibile, all'individuazione delle reti di sottoservizi che attraversano la zona di lavoro.

Si eseguono i fori. L'assenza di polvere, demolizioni e vibrazioni permette di condurre il lavoro senza evacuare i locali.

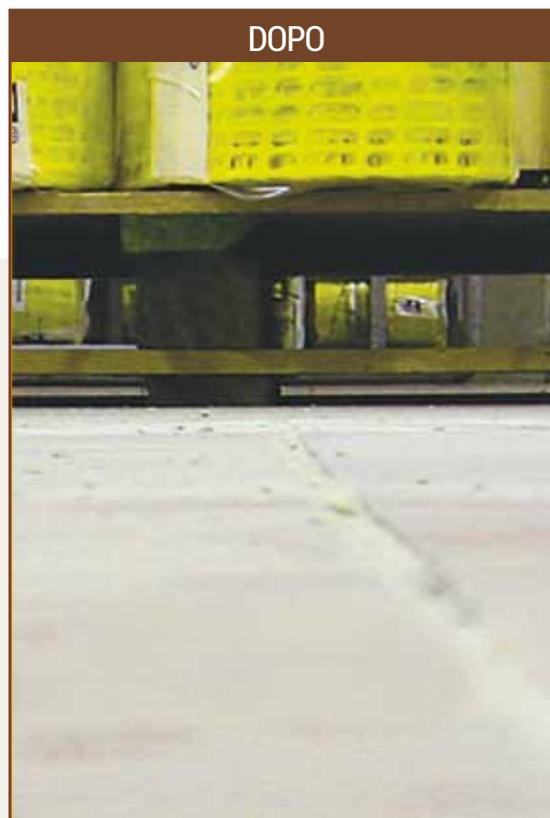
Nelle abitazioni private, ove possibile, si eseguono fori del diametro di 6 mm nelle fughe, salvaguardando in questo modo l'integrità delle piastrelle.

## 2 Esecuzione dei fori nelle fughe tra le piastrelle

L'iniezione viene eseguita sotto costante monitoraggio laser. Quando è possibile si prosegue col sollevamento fino a ripristinare il livello originale.

Il metodo Floor Lift® è molto apprezzato nel settore perché normalmente è attuato senza interruzioni dell'attività lavorativa o famigliare e, quindi, senza alcun costo aggiuntivo.

Dopo aver effettuato il sollevamento, URETEK® procede con le finiture riempiendo i buchi che sono stati utilizzati per le iniezioni.



**3** Inserimento dei tubi d'iniezione

**4** Iniezione della resina espandente

**5** Monitoraggio laser dei sollevamenti



## REFERENZE CANTIERE



VERONA / ITALIA

### BASILICA DI SANTA ANASTASIA

## UN INTERVENTO PREZIOSO E DELICATO

#### + OSSERVAZIONI

Il consolidamento del sottofondo è il primo passo per la sistemazione di una pavimentazione.

Il metodo Uretex Floor Lift® opera direttamente nel sottofondo colmandone i vuoti e ricompattando gli strati più superficiali del terreno. Infine, solleva la pavimentazione per riportarla al livello originario o a quello desiderato.

#### L'EDIFICIO

La basilica di Santa Anastasia è da molti definita come il più rilevante monumento religioso in stile gotico di Verona. La sua costruzione risale al 1290. Una delle molte meraviglie che costituiscono lo straordinario patrimonio artistico presente all'interno della chiesa è costituita dal grande rosone pavimentale, dinanzi all'Altare Maggiore.

#### IL PROBLEMA

Sotto la pavimentazione a "pelta", cioè a scudo, dai triplici colori del nero, del bianco e del rosso, si erano create due cavità naturali di spessore variabile da 5,0 a 20,0 cm. La pavimentazione, non supportata da un solaio, nella zona interessata dai vuoti di più ampia dimensione presentava un leggero avvallamento e una serie discontinua di lesioni in corrispondenza della linea di maggiore cedimento.

#### LA SOLUZIONE

- ▶ Con la tecnologia Uretex Floor Lift® ed una speciale resina espandente studiata per le pavimentazioni, si è riempita l'intercapedine saturando i vuoti presenti.
- ▶ L'intervento ha avuto lo scopo di riempire due cavità situate all'intradosso della pavimentazione ripristinando il contatto tra il sottofondo e la pavimentazione stessa.
- ▶ Oltre al riempimento delle due cavità, sottostanti 28 mq circa di pavimentazione, l'intervento ha raggiunto l'obiettivo di ripristinare l'originario stato di tensione, in corrispondenza della pavimentazione sovrastante, per evitare eventuali cedimenti futuri.
- ▶ Al termine dei lavori, il problema è stato risolto e la pavimentazione è stata messa in sicurezza.



Vista esterna  
della Basilica.



I tubi d'iniezione,  
di varie lunghezze, pronti  
per l'immissione della  
resina.



Particolare dei vuoti  
sotto la pavimentazione.

### I + VANTAGGI

Le tecnologie Uretek  
rappresentano la  
soluzione meno invasiva  
per i monumenti storici.

## In Sintesi

### PAVIMENTAZIONE

- rivestimento circa 5 cm
- massetto circa 10 cm

### CAVITÀ

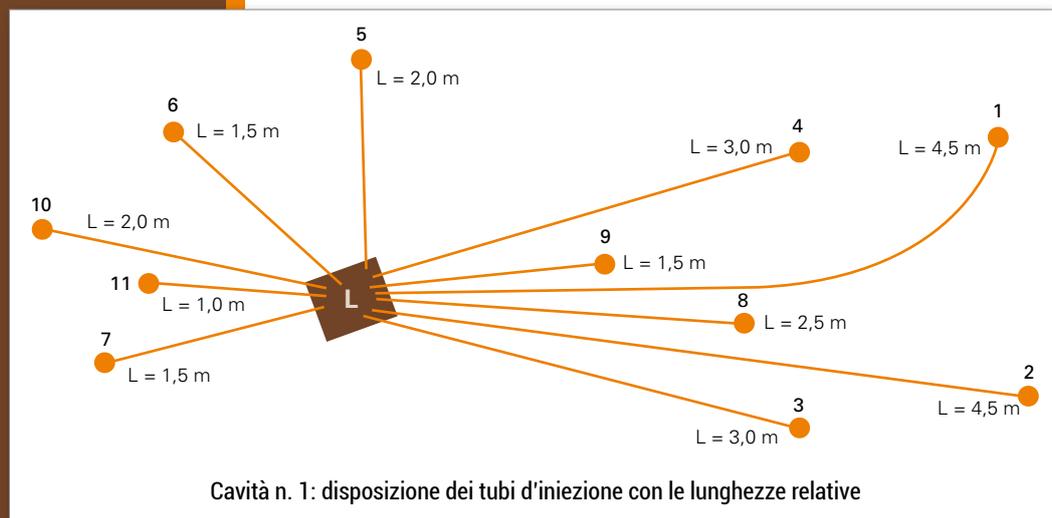
- profondità: da 5 a 20 cm
- estensione: circa 28 m<sup>2</sup>

### SOLLEVAMENTO

- da 1,5 a 2,5 mm

### INTERVENTO

- durata: 1 giorno lavorativo





## REFERENZE CANTIERE



### CONSOLIDATE LE PISTE E LE AREE DI SOSTA

#### + OSSERVAZIONI

Uretek interviene regolarmente su varie zone delle piste dell'aeroporto ginevrino dal 1997. Fra i molti vantaggi dell'impiego della tecnologia Uretek Floor Lift®, la possibilità di utilizzare la zona trattata subito dopo l'intervento è senza dubbio uno dei più apprezzati.

GINEVRA / SVIZZERA

### AEROPORTO INTERNAZIONALE

#### L'EDIFICIO

A meno di 5 chilometri dal centro della città, con una media di 12 milioni di passeggeri all'anno e 177'000 velivoli in transito, l'aeroporto di Ginevra (Geneva Cointrin International Airport) ospita l'International Air Transport Association (IATA) e l'Airports Council International (ACI).

#### IL PROBLEMA

Le piastre in calcestruzzo armato che compongono alcune zone delle piste e delle aree di sosta degli aerei, sotto il carico dei velivoli che le percorrono, cedono in modo non uniforme dando luogo a pericolosi e inaccettabili dislivelli tra piastra e piastra.

#### LA SOLUZIONE

► La tecnologia Uretek Floor Lift®, studiata appositamente per risolvere problemi di questo tipo, utilizza una speciale resina espandente che, iniettata nel terreno sotto la soletta di calcestruzzo delle piastre, ha saturato i vuoti presenti e rinforzato il terreno sottostante.

### In Sintesi

#### TERRENO

- ex palude bonificata

#### PIASTRE

- spessore: 40/70 cm
- dimensioni: 6x6 m

#### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: da 1 a 2 m

#### INTERVENTO

- estensione: 1000 m<sup>2</sup>
- durata: 5 notti

► Una volta ristabilito il pieno contatto fra pavimentazione e sottofondo la resina, continuando la sua espansione, ha prodotto il sollevamento della pavimentazione ed il ripristino della planarità.

### Piena Soddisfazione del Cliente

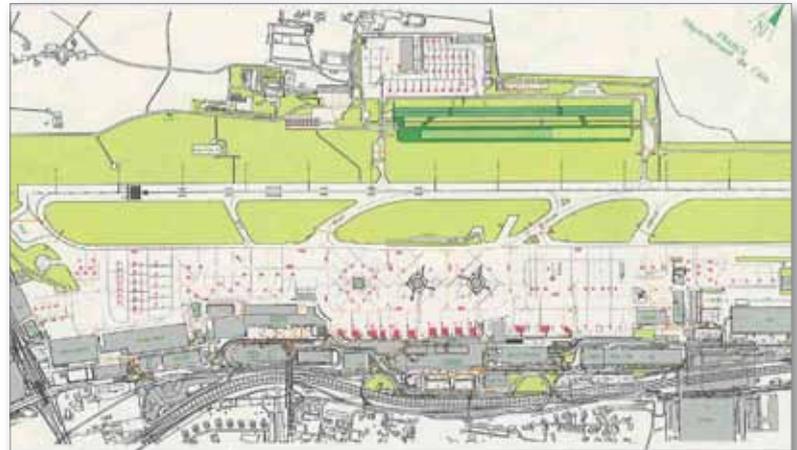
Alla fine di una sessione di lavoro, LUC SCHOBER Vice Direttore della manutenzione dell' Aeroporto ha commentato:



PRIMA



DOPO



Pianta dell'aeroporto



250 m<sup>2</sup> di pista trattati ogni notte.



Controllo del ricevitore laser durante l'iniezione.



Foratura di una piastra

“É una soluzione rapida e pulita che garantisce la stabilità della fondazione per parecchi anni prolungando la vita utile della pista. Le squadre che realizzano l'intervento sono molto efficienti e conoscono bene il loro lavoro. Questo metodo ci soddisfa e lo utilizzeremo ancora negli anni a venire”.



Luc Schober  
Vice Direttore della manutenzione - Aeroporto di Ginevra

Un tecnico al lavoro nella zona di sosta dei velivoli.





## REFERENZE CANTIERE



RAVENNA / ITALIA

### CENTRO COMMERCIALE ESP

## DUE OBIETTIVI RAGGIUNTI

#### + OSSERVAZIONI

Organizzando turni di più squadre impegnate esclusivamente in orario serale e notturno, è stato possibile operare senza causare alcun blocco delle attività commerciali.

#### L'EDIFICIO

Con la sua galleria di oltre 15.000 mq, 70 negozi ed un parcheggio con circa 2000 posti auto, il Centro Commerciale di Via Classicana a Ravenna è una struttura costituita da un telaio in calcestruzzo armato con fondazioni a plinti su pali profondi da 11 a 13 m.

#### IL PROBLEMA

La pavimentazione presentava avvallamenti diffusi su ampie zone di superficie. Alcune delle pareti di tamponamento che separano le singole unità commerciali, mostravano lesioni più o meno marcate su parte del loro sviluppo mentre la struttura principale, fondata su pali, non risultava danneggiata. I cedimenti sulle strutture in elevazione, poggianti sulla pavimentazione, mostravano fessurazioni a 45°.

#### LA SOLUZIONE

- L'intervento ottimale doveva raggiungere due obiettivi in modo rapido e non invasivo:
  - 1) riempire i vuoti presenti all'interfaccia terreno-pavimentazione ripristinando la planarità;
  - 2) aumentare la capacità portante del sottofondo tra le quote di -1,80 m e -0,80 m dal piano di calpestio interno.
- Il primo obiettivo è stato conseguito con tecnologia **Uretek Floor Lift®**, eseguendo delle iniezioni localizzate, subito sotto la soletta di pavimentazione.
- Il secondo obiettivo è stato raggiunto grazie alla tecnologia **Uretek Deep Injections®**, realizzando iniezioni profonde con il metodo "colonnare".



Iniezioni a colonna.



Tubi pronti  
per l'iniezione.



## In Sintesi

### TERRENO

- riporto granulare fino a -1,80 m da intradosso soletta

### FONDAZIONE

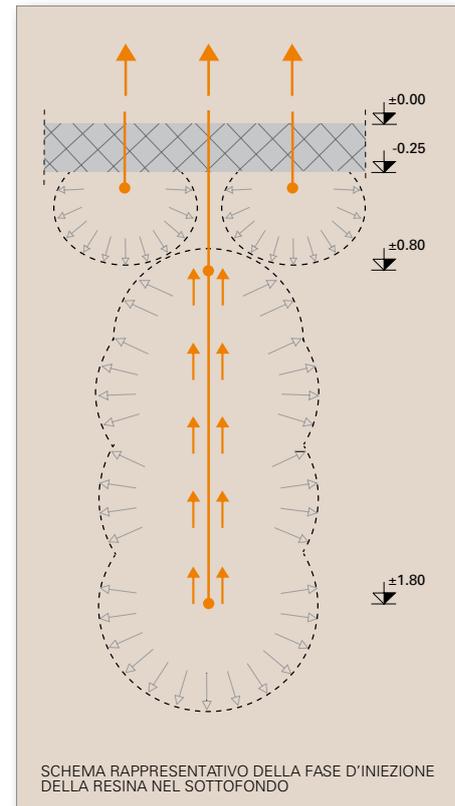
- soletta: spessore 25 cm

### PERFORAZIONI

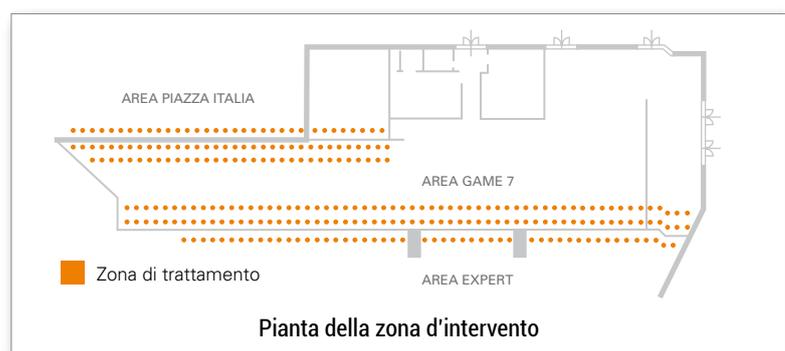
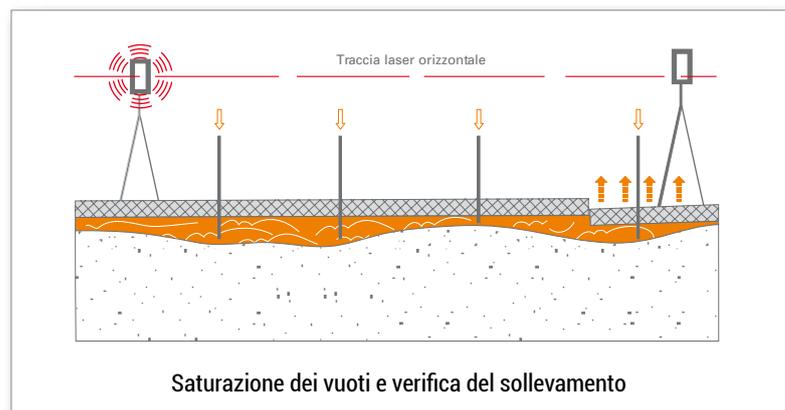
- diametro: 2,6 cm
- interasse: 120 cm

### INTERVENTO

- estensione: 470 m<sup>2</sup> di pavimentazione
- durata: 9 giorni lavorativi



Lavori in corso  
all'interno di un negozio.





## REFERENZE CANTIERE



TAVERNE / SVIZZERA

### SCUOLA DI TENNIS

## RISTABILITA LA FUNZIONALITÀ E LA SICUREZZA DEI CAMPI DA GIOCO

#### + OSSERVAZIONI

Il tempo di completamento della reazione di polimerizzazione della resina è molto rapido (nell'ordine dei secondi). Tale caratteristica permette al materiale di rimanere confinato nell'intorno più prossimo al punto d'iniezione, senza defluire troppo lontano disperdendosi.

#### L'EDIFICIO

La "Scuola Tennis Taverno", attiva dal 2006, è dotata di 4 campi esterni scoperti e 3 campi all'interno della grande sala coperta.

#### IL PROBLEMA

Nel tempo, il sottofondo della pavimentazione di alcune zone dei campi coperti si era abbassato provocando avvallamenti incompatibili con il corretto utilizzo dei campi. Secondo il committente, ciò era avvenuto a causa della presenza di materiale di riporto e di infiltrazioni d'acqua sottostanti la soletta.

#### LA SOLUZIONE

- ▶ Applicando la tecnologia Uretek Floor Lift®, è stato possibile saturare i vuoti e ripristinare il pieno contatto tra sottofondo e pavimentazione iniettando una speciale resina espandente progettata per le pavimentazioni.
- ▶ Le iniezioni sono state eseguite su 2 differenti piani di profondità alle quote di - 0,20 e - 0,80 m dal piano d'appoggio del pavimento. Il sollevamento medio della pavimentazione è stato di 50 mm, verificati con un laser di precisione (+/- 0,5 mm).



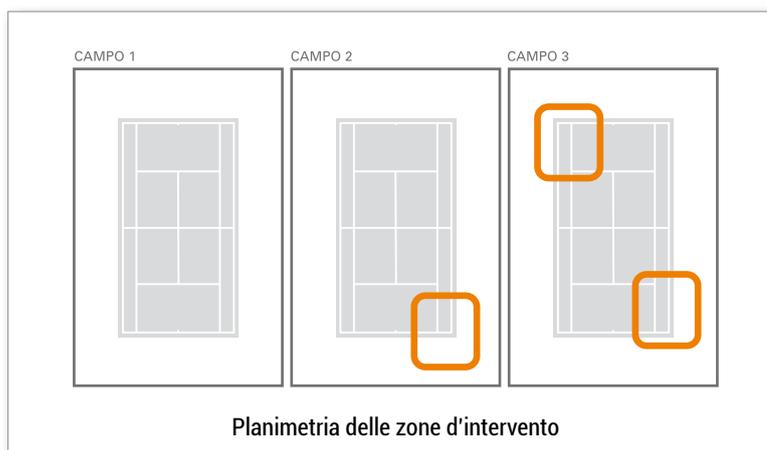
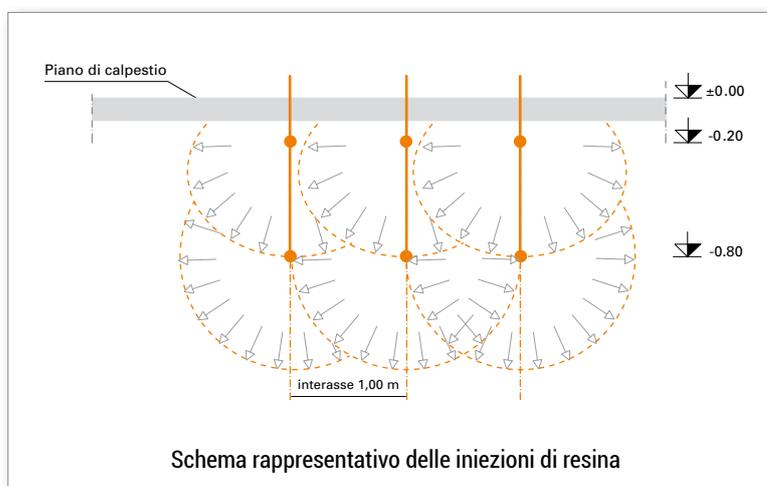
L'emettitore laser



Rilevazione degli avvallamenti.



Iniezioni all'intradosso della soletta.



## In Sintesi

### TERRENO

- materiale di riporto

### PAVIMENTAZIONE

- soletta: spessore 10 cm

### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 100 cm

### INTERVENTO

- estensione: 80 m<sup>2</sup> di pavimentazione
- durata: 2 giorni lavorativi



## REFERENZE CANTIERE



RENNES / FRANCIA

### PAVIMENTAZIONE INDUSTRIALE

#### L'EDIFICIO

Atelier Bretagne è un subappaltatore della fabbrica di automobili PSA e ha sede nella periferia di Rennes. Questa azienda opera 7 giorni su 7 e 24 ore su 24, dovendo seguire il ritmo degli ordinativi effettuati dalla committenza.

#### IL PROBLEMA

Nel tempo, il sottofondo era diventato progressivamente inadatto a sostenere i carichi a cui era sottoposto quotidianamente. Il continuo passaggio dei carrelli elevatori sul pavimento a lastre alla fine lo aveva danneggiato.

#### LA SOLUZIONE

► Si trattava di compattare il sottofondo di 7.000 m<sup>2</sup> di pavimentazione senza sollevamenti indesiderati del pavimento e senza interferenze sostanziali con i ritmi produttivi dell'azienda.

**STABILIZZATI  
7.000 m<sup>2</sup>  
DI SUPERFICIE**

#### + OSSERVAZIONI

Per i responsabili dell'azienda era assolutamente impensabile interrompere l'attività lavorativa per riparare i danni subiti dal pavimento.

I costi di un'eventuale sospensione delle attività sarebbero stati molto superiori a quelli di demolizione e rifacimento della pavimentazione.

## In Sintesi

#### PAVIMENTAZIONE

- soletta: spessore 25 cm

#### PERFORAZIONI

- diametro: 1,2 cm
- interasse: 100 cm; minore attorno ai giunti

#### INTERVENTO

- estensione: 7.000 m<sup>2</sup> di pavimentazione
- durata: 35 giorni lavorativi

► Poiché le rilevazioni effettuate mostravano che attorno ai giunti di dilatazione la pressione esercitata dai carichi era molto elevata, l'interasse dei fori, normalmente di 1 m, è stata fortemente ridotta attorno ai giunti. Per evitare sollevamenti indesiderati del pavimento, la fase delle iniezioni è stata monitorata con livelli laser. Il controllo dei risultati è stato invece affidato alle misurazioni di un comparatore centesimale al passaggio di un "muletto".

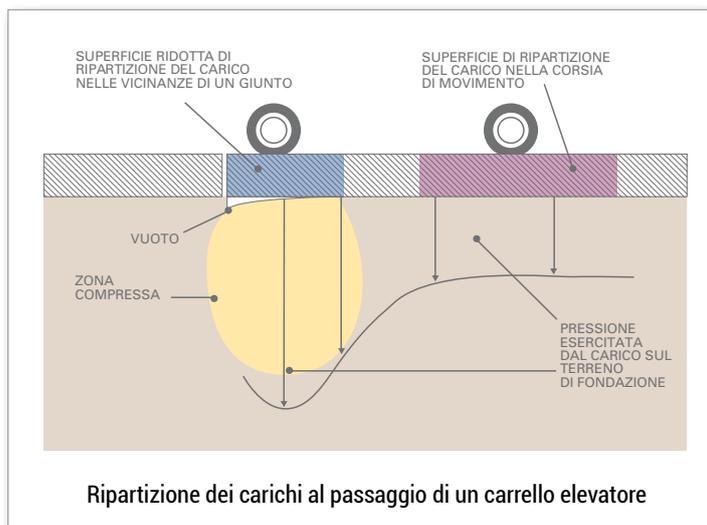
**Il fenomeno del battimento delle piastre**

è molto comune sulle superfici sottoposte al traffico dei carrelli elevatori a gomme dure.

Ciò si traduce in:

- Notevoli vibrazioni al passaggio sui giunti.
- Un progressivo deterioramento degli spigoli dei giunti
- Formazione di crepe anche a 1 m dai giunti.
- Produzione di polvere che si deposita nell'ambiente.
- Usura precoce dei carrelli e delle cinghie di trasmissione
- Un disagio significativo per il personale che lavora in zona.

La causa principale dei battimenti è spiegata nello schema a fianco.



**Foratura e posizionamento** dei tubi per l'iniezione della resina.



**Il comparatore centesimale** segnala i movimenti della piastra al passaggio del muletto.



**Iniezione** della resina.

**Particolare del** comparatore centesimale.

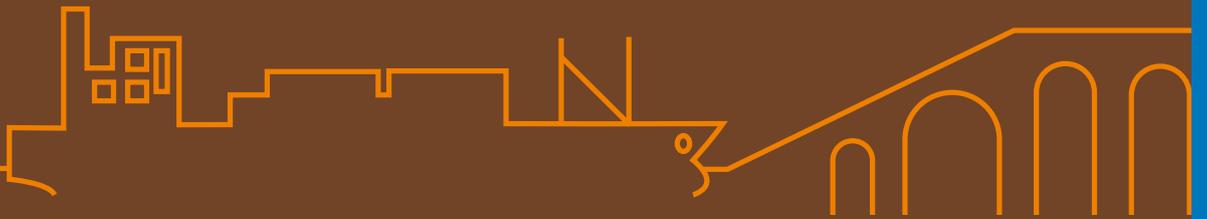


**WALLS  
RESTO  
RING<sup>®</sup>**

---



QUALITÀ / PERIZIA / DINAMISMO



Brevetto Europeo EP1540099



**CONSOLIDAMENTO DELLE MURATURE**  
CON INIEZIONI DI RESINE ESPANDENTI

WALLS RESTORING®





**WALLS  
RESTORING®**

# RIGENERAZIONE DELLE MURATURE

**Walls Restoring® è una tecnologia per la rigenerazione delle murature mediante iniezioni di resina espandente.**

Il metodo Walls Restoring® consiste nell'iniettare una resina con forza di espansione moderata nelle murature in blocchi di pietra o mattoni per migliorare la loro resistenza. Questa resina specifica penetra nelle giunzioni tra i blocchi e rigenera il legante ammalorato. Si indurisce rapidamente legando i blocchi tra loro. A differenza dei metodi convenzionali, l'impregnazione non avviene solo per gravità.

La tecnologia Walls Restoring® è molto efficace: utilizza una resina a bassa forza d'espansione ma ad altissima densità. Il nome tecnico di questa resina specifica è IDRO CP 200®.

Il metodo Walls Restoring® può essere impiegato con successo per la rigenerazione di tutti i tipi di murature: muri in pietra, contrafforti, muri di sostegno, pilastri di ponti, argini, dighe, bacini, chiuse, ecc.

## L'INTERVENTO

### Esecuzione dei fori

Perforazione della muratura da trattare per l'inserimento dei tubi di iniezione.

### Le iniezioni

Iniezione per gradi della resina espandente URETEK IDRO CP 200®.

## L'AZIONE DELLA RESINA IDRO CP 200®

La resina bicomponente URETEK IDRO CP 200® è iniettata sotto pressione allo stato liquido. Dopo circa 40-60 secondi la resina polimerizza e acquisisce le sue proprietà meccaniche finali in 24 ore. La pressione massima d'espansione della resina è limitata a 200 kPa in condizioni di massimo confinamento.

## I VANTAGGI

- **Intervento rapido**
- **Efficacia immediata**
- **Adatto anche per murature sommerse o interrato**
- **Stabile nel tempo**
- **Riempie i vuoti e aggrega i componenti della struttura**
- **La resina URETEK IDRO CP 200® ha caratteristiche meccaniche paragonabili alle malte tradizionali. Non dilava e può polimerizzare in acqua**





#### Edifici antichi

Una tecnologia particolarmente adatta ai monumenti storici.



#### Chiuse

Una volta polimerizzata, la resina diventa un materiale inerte e non si decompone in un ambiente sommerso.



#### Ponti

Walls Restoring® è spesso utilizzata negli interventi su vecchi ponti, danneggiati dagli anni, che richiedono un ripristino dell'integrità strutturale della muratura.

#### SCHEDA TECNICA

Massima pressione di rigonfiamento:  
200 KPa

Ricostituzione del legante ammalorato o mancante in opere come:

- Fondazioni
- Contrafforti
- Muri di sostegno
- Argini, dighe
- Banchine, chiuse
- Pile di ponti

Adatto per murature costituite da:

- Mattoni
- Materiali misti
- Pietre

I + URETEK®

Una tecnologia brevettata  
per la rigenerazione delle  
murature.



**WALLS  
RESTORING®**

# L'INTERVENTO

Walls Restoring® migliora la resistenza strutturale dei paramenti murari.



## 1 Perforazione della muratura

### LE FASI ESECUTIVE

In funzione del volume da trattare, si stila un progetto per le iniezioni. Si realizzano delle perforazioni per l'inserimento dei tubi d'iniezione. Mentre effettua le iniezioni l'operatore sfilava lentamente le cannule.

Le iniezioni proseguono fino alla saturazione dei vuoti per ottenere un riempimento ottimale.

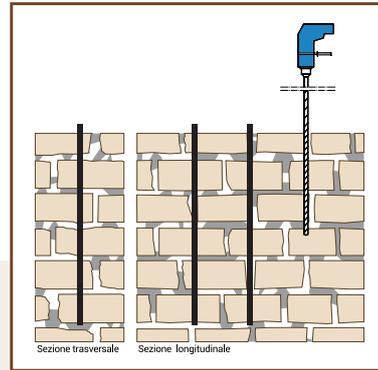
## 2 Inserimento dei tubi d'iniezione

La qualità dei lavori è controllata eseguendo prove di permeabilità nei muri trattati. Gli interventi non generano vibrazioni né polvere e sono realizzati senza scavi né demolizioni.

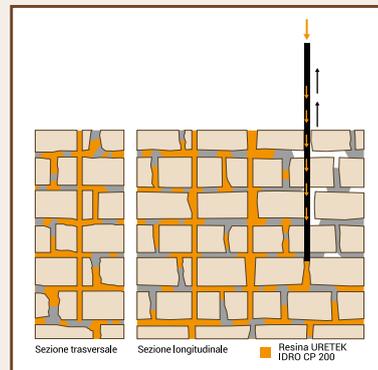
*Nota: poiché la resina IDRO CP 200® è insensibile all'acqua, è possibile trattare anche murature completamente sommerse.*



Vista del riempimento dei vuoti in seno alla muratura.



Perforazione della muratura ed inserimento delle cannule d'iniezione



Iniezione della resina con estrazione contemporanea del tubo d'iniezione



**3** Iniezione della resina IDRO CP 200®

**4** Lavoro completato dopo la totale rigenerazione



## REFERENZE CANTIERE



ROMA / ITALIA

### BASILICA DEI SS. COSMA E DAMIANO

## ORA IL MURO È DOPPIAMENTE CONSOLIDATO

#### + OSSERVAZIONI

Sulla muratura in elevazione si sono eseguite prove di permeabilità pre e post-iniezione. Con un contenitore graduato si è verificato che, a parità di battente d'acqua, il tempo di svuotamento del contenitore è passato da 30 sec/2 min prima dell'intervento all'ordine delle ore dopo l'intervento.



#### L'EDIFICIO

Dedicata ai due fratelli greci, dottori, martiri e santi Cosma e Damiano, questa importante chiesa di Roma è situata nel Foro di Vespasiano (Foro della Pace), a circa 300 m dal Colosseo e 400 m dal Vittoriano. Il muro che costituisce il fianco sinistro della rampa di accesso alla Basilica e che delimita lo scavo sul Foro Romano è stato consolidato dall'intervento Uretex®.

#### IL PROBLEMA

I cedimenti del muro verificatisi nel tempo, avevano causato, tra l'altro, l'espulsione della fodera esterna in conci di tufo mettendo a giorno il nucleo della muratura costituito da pietrame posato a secco.

#### LA SOLUZIONE

► Dovendo consolidare sia la muratura in elevazione sia il terreno di fondazione

del muro stesso, sono state utilizzate le tecnologie brevettate Walls Restoring® e Deep Injections®.

- Preliminarmente all'intervento alcune perforazioni verticali, attraverso la fondazione del muro, hanno rilevato la presenza di una fondazione "recente" impostata a -0,30/0,40 m dal piano di calpestio ed una più antica a -1,60/2,40 m. Delle perforazioni orizzontali, inoltre, hanno rilevato lo spessore del paramento murario e l'entità dei vuoti presenti.
- Con Walls Restoring® si è quindi proceduto ad iniettare la speciale resina IDRO CP 200® all'interno del muro per saturarne i vuoti e ricostituire la sua integrità strutturale.
- Con Deep Injections® il terreno di fondazione è stato consolidato fino alla profondità di 2 m dal piano di calpestio.



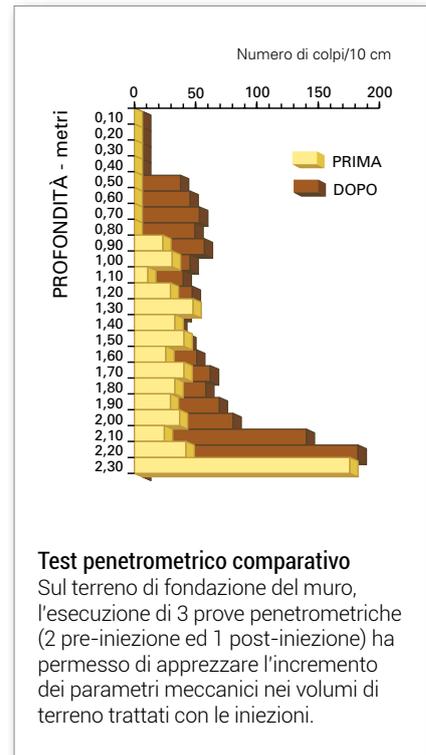
**Il camion-officina** completamente attrezzato, in prossimità della Basilica.



**Dopo l'intervento** di rinforzo della muratura, la fodera esterna è stata ripristinata nelle zone in cui mancava.



**Posa dei tubi** per l'iniezione nella resina.



## In Sintesi

### MURATURA

- mattoni

### FONDAZIONE

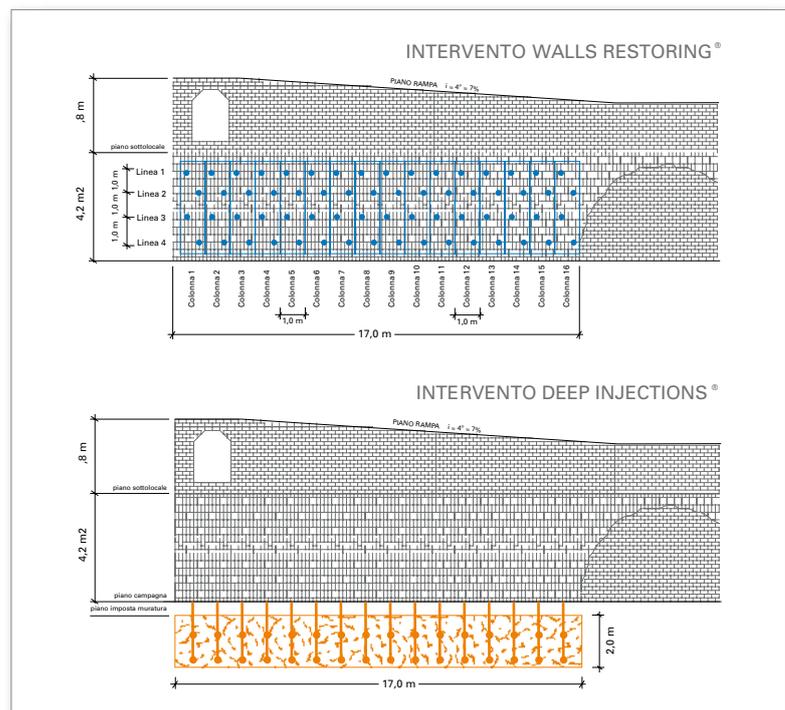
- profondità: -0,30/0,40 m p.c. la più recente e -1,60/2,40 m la più antica.

### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 120 cm

### INTERVENTO

- estensione:  
178,5 m<sup>3</sup> di terreno dietro il muro;  
17 ml di terreno di fondazione
- durata: 6 giorni lavorativi





## REFERENZE CANTIERE



### RISTABILITA L'INTEGRITÀ DEL VECCHIO PONTE

#### + OSSERVAZIONI

La resina, oltre che dalla pressione idraulica della pompa, viene spinta anche e soprattutto dalla propria pressione di rigonfiamento. Tale pressione permette alla resina di andare a occupare tutti i vuoti presenti nell'ammasso, anche se ubicati ad una quota superiore rispetto all'uscita del tubo d'iniezione.

CUGGIONO - MILANO / ITALIA

### PONTE IN MURATURA DEL 1600

#### IL MANUFATTO

Realizzato per l'attraversamento del naviglio grande, quello di Castelletto è un ponte a doppia arcata con il basamento in granito e la parte superiore in mattoni intonacati. La parte carrabile è costituita da un semplice acciottolato.

#### IL PROBLEMA

Il dilavamento prodotto dalle acque meteoriche, prolungatosi nel tempo, ha prodotto la disgregazione del legante interposto fra i vari mattoni, provocando un aumento di vuoti all'interno del sistema murario. La conseguente diminuzione della "sezione resistente" poteva portare, nel tempo, al collasso del manufatto.

#### LA SOLUZIONE

► Si è scelto d'intervenire con la tecnologia innovativa Uretex Walls Restoring®. Prima d'eseguire le iniezioni si è asportato il legante cementizio ammalorato. Successivamente si è provveduto ad eliminare e pulire la malta esistente per una profondità di circa 5 cm. Poi la superficie del muro è stata lavata con acqua e agenti chimici e infine le fessure e i giunti sono stati

## In Sintesi

#### MURATURA

- mattoni

#### PERFORAZIONI

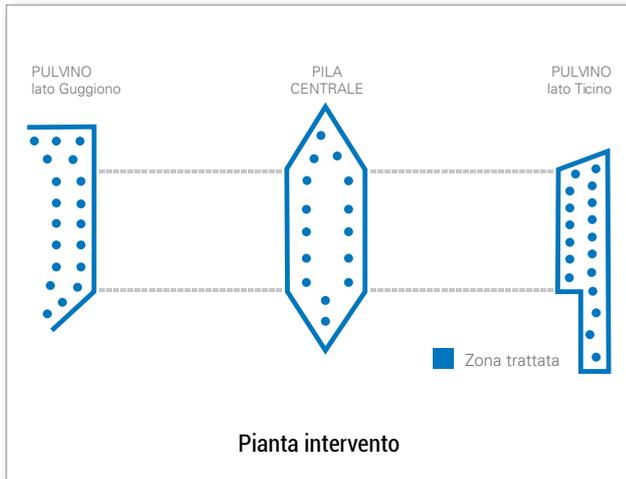
- diametro: 1,5-2,0 cm
- interasse: 100 cm circa

#### INTERVENTO

- estensione:
  - 175 m<sup>3</sup> di muratura consolidata
  - 53 iniezioni a colonna
  - durata: 5 giorni lavorativi

sigillati con nuova malta per evitare la fuoriuscita della resina iniettata.

- Nel caso in esame i fori sono stati eseguiti verticalmente mantenendo un'interasse di circa 100 cm. Durante le iniezioni i tubi sono stati estratti gradualmente, partendo da una profondità di - 5,0 m rispetto al piano di calpestio del ponte.
- La resina IDRO CP 200® è stata iniettata allo stato liquido mentre era già in fase di reazione e in un tempo compreso tra 30 e 60 secondi ha terminato l'espansione aumentando di volume fino ad un massimo di 2,5 volte. Normalmente, dopo circa 24 ore le caratteristiche meccaniche acquisite possono considerarsi definitive.



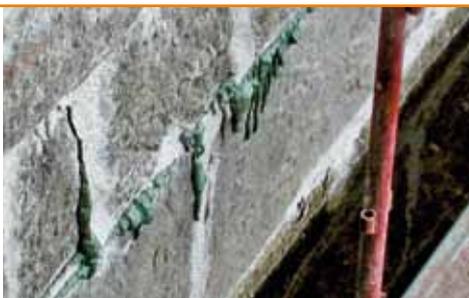
Particolare della fase di foratura in verticale.



Foratura del piano carrabile.



Iniezione della speciale resina IDRO CP 200®.



Dopo aver saturato i vuoti, la resina fuoriesce nelle zone non preventivamente sigillate.





## REFERENZE CANTIERE



TREVISO / ITALIA

### CONDOMINIO

## CONSOLIDAMENTO DI UN MURO SPONDALE

#### + OSSERVAZIONI

La resina bicomponente Uretek IDRO CP 200®, utilizzata nella tecnologia Walls Restoring, viene iniettata allo stato liquido mentre è già in fase di reazione. In un tempo compreso tra 30 e 60 secondi la resina termina l'espansione aumentando di volume fino ad un massimo di 2,5 volte ed acquisisce in 24 ore le caratteristiche meccaniche definitive.

#### L'EDIFICIO

Il manufatto è un muro di difesa spondale e di contenimento, costruito intorno al 1850 sul fiume Sile in sinistra idrografica, poi ripristinato nel 1950.

I paramenti murari sono stati realizzati in blocchi di calcestruzzo con spessori variabili tra 60 e 80 cm.

#### IL PROBLEMA

In seguito a fenomeni di dilavamento dovuti a variazioni del regime e dei volumi del fiume Sile, controllato con opere elettromeccaniche di regolazione del flusso, si sono riscontrate delle lesioni che interessavano il muro spondale prospiciente un fabbricato a Treviso, in sinistra idrografica del fiume Sile.

#### LA SOLUZIONE

► Dovendo rinforzare la muratura spondale e consolidare il terreno di fondazione, il committente si è rivolto ad Uretek, titolare delle tecnologie brevettate Walls Restoring® e Deep Injections®.

## In Sintesi

#### MURATURA

- blocchi lapidei

#### FONDAZIONE

- profondità: variabile da -1,80/ -3,10 m dal piano di calpestio

#### PERFORAZIONI

- diametro: 2,6 cm
- interasse: 45 cm

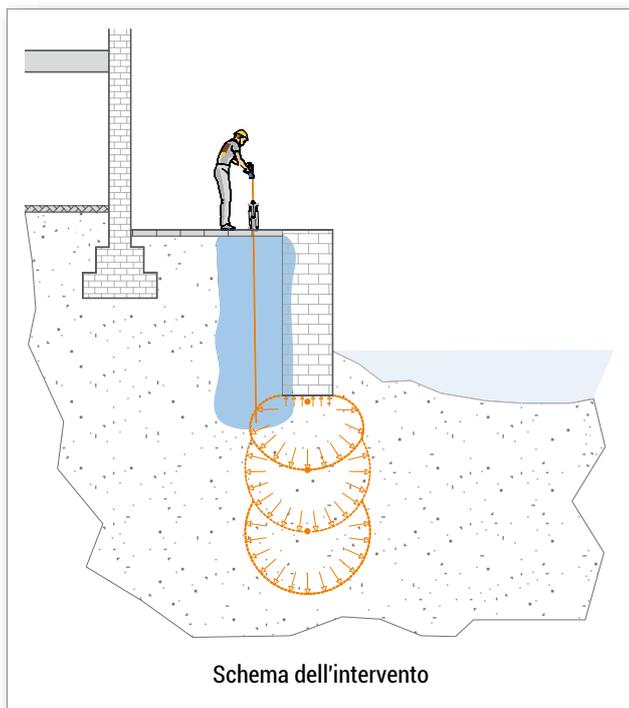
#### INTERVENTO

- estensione:
  - 32 m<sup>3</sup> di terreno dietro il muro
  - 17ml di terreno di fondazione
- durata: 4 giorni lavorativi

► Con Walls Restoring® sono state effettuate iniezioni "a colonna verticale", con interasse pari a 0,45 m, nel volume di terreno a tergo della muratura spondale.

► Con Deep Injections® si è trattato il terreno di fondazione. Le perforazioni, di diametro pari a 26 mm, sono state eseguite attraverso la muratura fino a una profondità massima di 2,70 m oltre il piano di posa della stessa, rilevato tra -1,80 e -3,10 m dal piano di calpestio.

► Posti in opera i condotti d'iniezione è stata iniettata la resina Uretek Geoplus® su tre livelli di profondità.

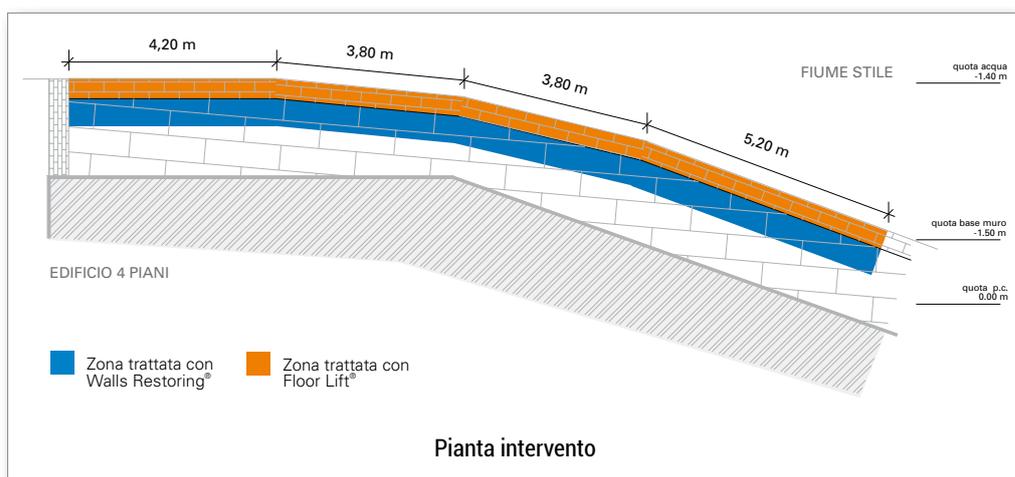


particolare dei tubi per l'iniezione della resina

**Il Camion-officina**  
 può distare fino a circa 70 m  
 dal luogo dell'intervento



**Lavori in corso**  
 sulla balconata  
 prospiciente il Sile





## REFERENZE CANTIERE



VILLEFRANCHE-SUR-MER - NIZZA / FRANCIA

### BACINO DI CARENAGGIO

## INTERVENTO SU UN BACINO DI CARENAGGIO DEL XVIII SECOLO

#### IL MANUFATTO

Utilizzato frequentemente da diportisti, questo bacino in pietra bugnata, costruito nel 1730, ha ospitato la costruzione e la manutenzione delle galee del Regno di Piemonte e Sardegna. Lungo 62 m e largo 12 m, a quel tempo poteva ospitare navi di tutte le dimensioni.

Durante la seconda guerra mondiale, il bacino è stato parzialmente ricostruito dopo un crollo causato da un bombardamento.

#### IL PROBLEMA

Durante l'inverno, quando il bacino è vuoto, delle venute d'acqua rilevanti ostacolano la carenatura delle barche e richiedono l'uso di pompe ad alta portata. Queste infiltrazioni sono causate dal fatto che il bacino ha una profondità da 2,20 a 3,40 m e si trova sotto il livello del mare. Il bacino inoltre riceve acqua proveniente da sorgenti poste tra le colline e le montagne che si affacciano su Villefranche.

La successione dei riempimenti e svuotamenti del bacino favorisce l'erosione e la disgregazione della muratura. Dal 2009, la direzione dei porti ha cercato delle soluzioni per ridurre l'infiltrazione a un livello accettabile.

#### LA SOLUZIONE

Si è utilizzata la tecnologia Walls Restoring®.

- ▶ Sono stati trattati 180 ml di giunti delle pareti laterali a gradoni da cui scaturivano le maggiori venute d'acqua.
- ▶ I tubi da 12 mm sono stati posati con un interasse di circa 40 cm circa. Per diminuire o eliminare le infiltrazioni, dietro la muratura è stata iniettata una specifica resina URETEK® progettata per gli interventi Walls Restoring®. Durante la sua espansione, la resina ha colmato i vuoti e ricostruito il legante tra i blocchi di pietra.
- ▶ In definitiva questo progetto ha richiesto **tre giorni di cantiere** e due camion-officina URETEK.

#### + OSSERVAZIONI

Rapida ed efficace, la tecnologia Walls Restoring® è perfetta per interventi in ambienti sommersi.



**Maglia d'iniezione:**  
40 cm sulle pareti laterali.



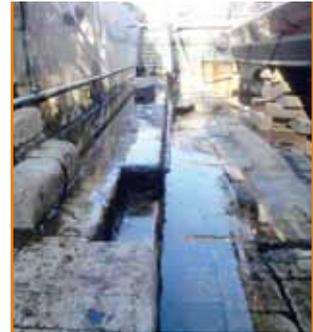
**Controllo laser**  
delle iniezioni.



**iniezioni sulle pareti**  
laterali.



**Particolare del laser**  
impiegato per il controllo  
delle iniezioni.



**Un esempio**  
della problematica prima  
dell'intervento Uretek

## In Sintesi

### MANUFATTO

- data di costruzione 1730
- ricostruzione in parte 1945

### TIPOLOGIA

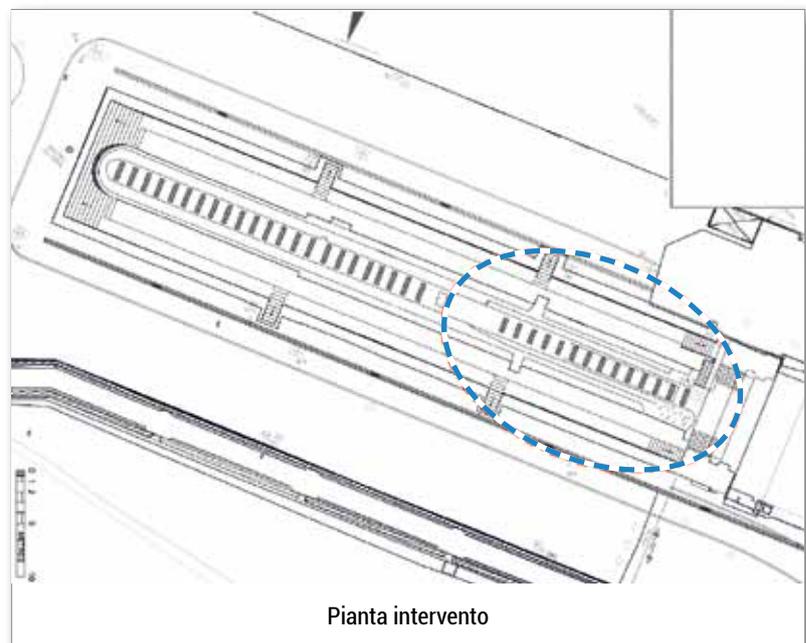
- costruzione in bugnato

### PROFONDITÀ DEL BACINO

- da 2,20 a 3,40 m

### INTERVENTO

- durata:  
2 squadre per 3 giorni lavorativi



Pianta intervento

**CAVITY  
FILL  
ING<sup>®</sup>**

QUALITÀ / PERIZIA / DINAMISMO



Brevetto Europeo EP1809817



**RIEMPIMENTO DI CAVITÀ E VESPAI**  
CON INIEZIONI DI RESINE ESPANDENTI  
E ARGILLA ESPANSA

CAVITÀ FILLING®





**CAVITY  
FILLING®**

# RIEMPIMENTO DI CAVITÀ

## Riempimento e messa in compressione delle cavità.

Il metodo Cavity Filling® consiste nel riempire una cavità con argilla espansa per poi iniettare una resina espandente nel volume colmato con argilla per migliorarne la resistenza. Il riempimento avviene con materiali leggeri che non sovraccaricano il terreno sottostante.

L'espansione della resina permette di completare il riempimento nella parte alta della cavità. La tecnologia URETEK Cavity Filling® è impiegata nel riempimento di volumi quali: cavità sotterranee naturali e antropiche, gallerie artificiali, vespai, ecc.

In caso di presenza di un edificio sinistrato al di sopra della cavità, il terreno tra la cavità e l'edificio può essere consolidato con l'applicazione della tecnologia URETEK Deep Injections®.

### L'INTERVENTO

#### Studio preliminare

Verifica del volume e della geometria della cavità. Definizione dei termini dell'intervento.

#### Fori e aperture di accesso

Individuazione dei punti di accesso per il pompaggio dell'argilla espansa e realizzazione dei fori per l'iniezione della resina.

#### Il pompaggio

L'argilla espansa viene immessa nella cavità utilizzando ugelli direzionali in modo da ottenere il massimo riempimento (normalmente dell'ordine del 95%).

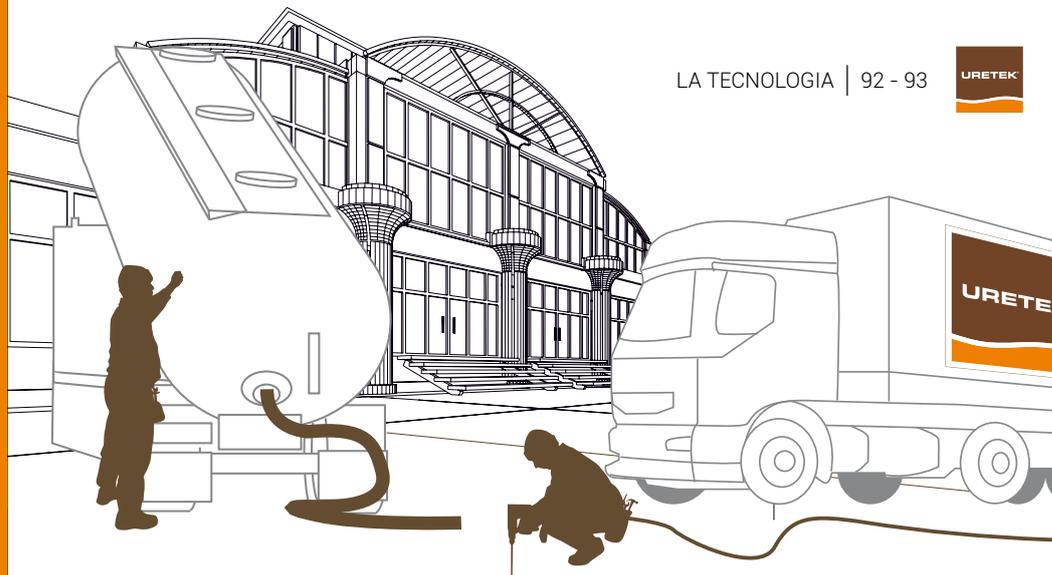
#### Le iniezioni

La resina è iniettata nell'argilla espansa allo scopo di saturare il volume interno, compattare i grani costituenti il riempimento e consentire un prefissato valore di precompressione sulle pareti.

### I VANTAGGI

- **Riempimento perfetto** grazie alla grande forza espandente della resina.
- **Nessun ritiro.**
- **Rapido ripristino della sicurezza delle zone a rischio.** L'efficacia del trattamento è immediata grazie al rapido indurimento della resina.
- **L'argilla è pompata nella cavità a secco**, in modo che non vi sia iniezione di acqua nella cavità durante i lavori. L'obiettivo è quello di evitare interazioni con i materiali sensibili.
- **Possibilità di iniettare la resina nella zona alta della cavità.** Questa caratteristica consente da un lato, di non modificare la circolazione dell'acqua nella cavità e, dall'altro, di ridurre i costi d'intervento relativi alla quantità di resina che costituisce il riempimento.
- **Possibilità di scavare o forare l'amalgama resina/argilla** con mezzi convenzionali.





### Cavità

Scantinati, vespai, serbatoi interrati, gallerie artificiali o tutte le cavità le cui dimensioni possono essere completamente definite.

### Intercapedini

Ripristino della sicurezza della pavimentazione soprastante un vespaio.

Il riempimento di una cavità antropica.

### SCHEDA TECNICA

#### ARGILLA ESPANSA:

Massa volumica del materiale in mucchio  
UNI EN 13055-1:  
 $\leq 4,5 \text{ kN/m}^3$  ( $450 \text{ kg/m}^3$ )

Angolo di attrito  $\approx 40^\circ$

Assorbimento d'acqua UNI EN 13055-1:  
 $< 75\%$

Modulo di deformabilità:  $M_d$  con  $D_R > 80\%$ :  
 $\geq 25 \text{ MPa}$  ( $250 \text{ kg/cm}^2$ )

Resistenza dei granuli alla frantumazione  
UNI EN 13055-1:  
 $> 1.300 \text{ kPa}$  ( $> 13 \text{ kg/cm}^2$ )

#### RESINE URETEK®:

Tempi di reazione:  
dell'ordine di qualche secondo

Modulo di elasticità paragonabile a quello  
di un terreno di fondazione:  
 $10 \div 180 \text{ MPa}$  ( $100 \div 1800 \text{ kg/cm}^2$ )

Peso di volume variabile con il grado di espansione:  
 $1 \div 3 \text{ kN/m}^3$  ( $100 \div 300 \text{ kg/m}^3$ )

I + URETEK®

Una tecnica che può essere  
utilizzata nei luoghi meno  
accessibili.



**CAVITY  
FILLING®**

# L'INTERVENTO

Riempimento perfetto e precompressione della volta.



## 1 Riempimento di argilla espansa

### LE FASI ESECUTIVE

Per prima cosa si esegue uno studio preliminare per definire le dimensioni dello spazio da riempire (volume e forma), quindi si eseguono dei fori di 120 mm di diametro per riempire la cavità con granuli di argilla. L'argilla viene convogliata, con aria compressa, dal camion alla cavità mediante un tubo flessibile di alimentazione. Si eseguono quindi, fori di 12 mm di diametro per l'iniezione della resina. La maglia dei tubi d'iniezione può variare a seconda della profondità del lavoro.

## 2 Iniezione della resina espandente e diffusione nei granuli d'argilla

L'espansione della resina assicura un contatto quasi continuo tra i granuli d'argilla e la parete interna della cavità.

Il riempimento è significativamente superiore a quello ottenuto con le tecniche tradizionali ed inoltre si ottiene la precompressione della volta.

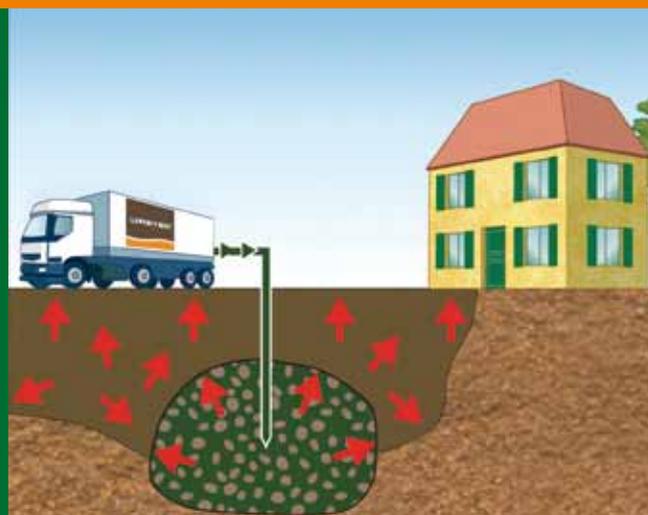
La polimerizzazione è molto veloce, la resina indurisce molto prima di poter fluire verso il fondo della cavità.



Particolare dell'amalgama resina/argilla.



**3** Saturazione e precompressione della volta della cavità



**4** Eventuale impiego della tecnologia Deep Injections® per consolidare il terreno soprastante la cavità



## REFERENZE CANTIERE



FELIZZANO - ALESSANDRIA / ITALIA

### SCUOLA DELL'INFANZIA "E. FOA"

## VESPAIO RIEMPITO E SOLAIO IN SICUREZZA

#### + OSSERVAZIONI

I metodi tradizionali (calcestruzzo alleggerito, sabbia, ghiaia, materiali di risulta..) spesso non assicurano la completa saturazione del vespaio, la precompressione del solaio e un'efficace ventilazione contro l'umidità, funzionalità garantite con Cavity Filling®.

#### L'EDIFICIO

La scuola dell'infanzia "E. Foa" di Felizzano, ultimata nel 1975, si eleva su un solo piano fuori terra più un piccolo interrato (ex centrale termica) ed un esteso spazio di intercapedini, sottostanti il solaio del piano terra, che ospitano le reti impiantistiche.

#### IL PROBLEMA

La comparsa di fenomeni fessurativi su una parete interna, seguiti dalla constatazione di anomalie nella zona delle fondazioni, avevano indotto l'Amministrazione Comunale alla immediata chiusura della scuola. I sopralluoghi effettuati nel vespaio sotto il pavimento, avevano poi evidenziato la presenza di travetti fessurati e pignatte fratturate.

#### LA SOLUZIONE

- ▶ Uretek Cavity Filling® è stata scelta come soluzione ottimale, col più alto rapporto benefici/costi.
- ▶ L'argilla espansa Leca® è stata proiettata direttamente nelle cavità mediante una pompa. Grazie all'ausilio di ugelli direzionabili, si è ottenuto un riempimento di circa il 95% dell'intero volume.
- ▶ In seguito, si è iniettata la resina tramite tubicini di 6 mm di diametro inseriti nei fori praticati sul solaio.
- ▶ La resina, espandendo, si è diretta verso i vuoti macroscopici, non riempiti dall'argilla, saturandoli e in seguito ha ripristinato lo stato di tensione originario, evitando possibili cedimenti futuri del pavimento.



**L'autobotte contenente l'argilla espansa si prepara a scaricare.**



**Particolare dei condotti per l'immissione dell'argilla espansa.**



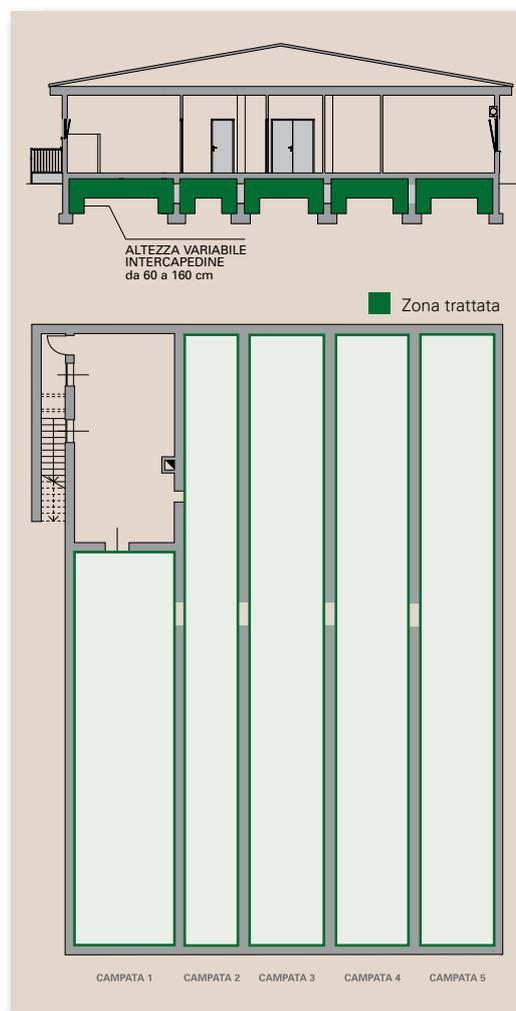
**Interno vespaio fase di riempimento con l'argilla.**



**Iniezioni di resina espandente dal solaio del piano terra.**



**Un cumulo di argilla espansa durante il riempimento.**



## In Sintesi

### VESPAIO

- varie intercapedini comunicanti
- altezza media 180 cm circa

### PERFORAZIONI

- diametro: 6 mm
- interasse: 100 cm

### INTERVENTO

- estensione: riempiti 411 m<sup>3</sup> di intercapedini
- durata: 5 giorni lavorativi



## REFERENZE CANTIERE



### RIEMPIMENTO DI UNA CAVITÀ ANTROPICA

#### + OSSERVAZIONI

Il problema delle cavità naturali o antropiche, caratterizza intere zone di vari centri storici dell'area Aquilana.

Poiché un vuoto sottostante un edificio, può incidere sulla vulnerabilità dello stesso, il suo riempimento riesce a mitigare l'effetto cosismico indotto da un terremoto.

NAVELLI - AQUILA / ITALIA

### FABBRICATO DEL 1800

#### L'EDIFICIO

Il fabbricato, a destinazione d'uso residenziale, risale al 1800 ed è situato nel centro della cittadina di Navelli.

#### IL PROBLEMA

Secondo la Mappa di pericolosità sismica MPS04, definita in seguito all'Ordinanza PCM del 28 aprile 2006, il comune di Navelli ricade in una zona ad "elevata pericolosità sismica". Poiché la cavità esistente sotto l'edificio poteva aggravare la sua vulnerabilità, è stato necessario bonificarla.

#### LA SOLUZIONE

- La cavità, di origine antropica, era posizionata al di sotto di un locale ed era accessibile dal seminterrato attraverso un piccolo ingresso.
- In primo luogo si è pompata l'argilla espansa Leca per mezzo di tubi flessibili inseriti nell'apertura della cavità. Con l'ausilio di ugelli direzionabili, si è arrivati a riempire circa il 95% dell'intero volume.
- In seguito è stata iniettata la resina espandente Uretex per mezzo di tubi

### In Sintesi

#### TERRENO

- limo argillo-sabbioso con pietrisco

#### VESPAIO

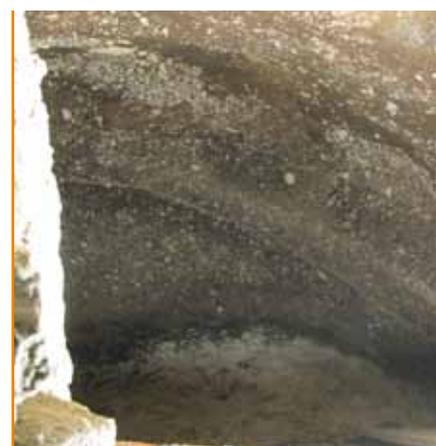
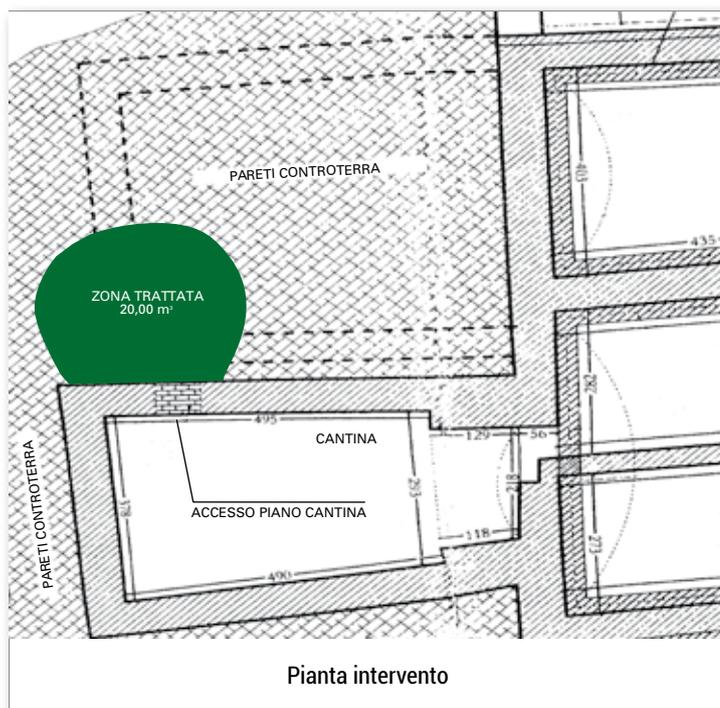
- altezza: 2,0-2,2 m massima
- volume: 20 m<sup>3</sup> circa

#### INTERVENTO

- estensione: riempiti circa 20 m<sup>3</sup> di cavità
- durata: 1 giorno lavorativo

inseriti direttamente all'intradosso della calotta a partire dalla pavimentazione soprastante.

- I ricevitori laser, in grado di rilevare movimenti millimetrici della pavimentazione hanno segnalato l'avvenuta azione di precompressione sulla volta della cavità a dimostrazione della totale saturazione dei vuoti e della messa in sicurezza della pavimentazione.



Particolare della cavità antropica.



Estrazione del tubo durante l'iniezione: metodo "colonnare".



Tubi d'iniezione attraversano la fondazione continua.



Controllo laser millimetrico.

**Il camion-officina**  
Uretek può sostare ad una distanza di 80 m max..



**Il camion-cisterna**  
per il trasporto dell'argilla





## REFERENZE CANTIERE



LE LAVANDOU - TOLONE / FRANCIA

### HÔTEL LE CLUB DE CAVALIÈRE

## RIEMPIMENTO DI UNA CAVITÀ DI 100 M<sup>3</sup>

#### + OSSERVAZIONI

La rapidità dell'intervento ha permesso di non causare interruzioni all'attività commerciale dell'Hotel.

#### L'EDIFICIO

Questo magnifico hotel a cinque stelle con una splendida vista sulla baia di Cavalière si trova sulla Costa Azzurra nei pressi di Lavandou.

#### IL PROBLEMA

Questo complesso alberghiero presentava delle sconessioni sulla pavimentazione esterna a causa di una cavità sottostante scavata dal movimento ondoso del mare. La dimensione della cavità era stata stimata ad un volume di 100 m<sup>3</sup>. Come misura preventiva, erano stati posati degli stragli in previsione del riempimento della cavità. Uno dei vincoli di questo cantiere riguardava il divieto di rompere il marmo di rivestimento della pavimentazione.

#### LA SOLUZIONE

La soluzione scelta è stata Cavity Filling®, una tecnologia brevettata

per il riempimento di cavità utilizzando argilla espansa insieme a iniezioni di resina espandente. Per evitare di rompere il rivestimento in marmo, la realizzazione dell'intervento è stata adattata in modo da inserire i tubi per l'iniezione della resina orizzontalmente, attraverso la parete dello scantinato. L'argilla è stata pompata in modo da riempire il 95% del volume della cavità. La fase finale ha riguardato le iniezioni di resina espandente che, grazie alla sua elevata pressione di rigonfiamento ha riempito il vuoto rimanente realizzando un contatto ottimale con la volta. L'iniezione è stata effettuata sotto il costante controllo di un livello laser. I vantaggi dell'intervento:

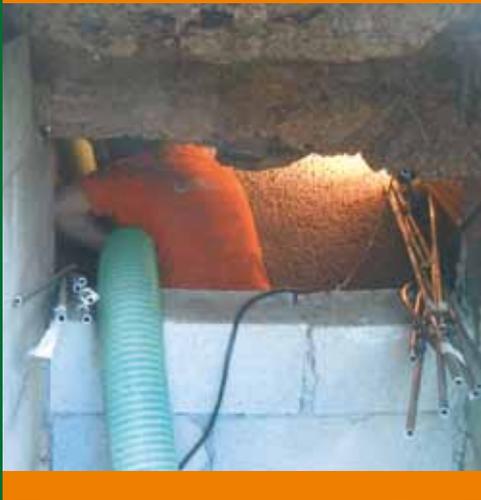
- ▶ assenza di danni,
- ▶ leggerezza dei materiali che non sovraccaricano il terreno,
- ▶ resistenza chimica all'acqua di mare,
- ▶ assenza totale di inquinamento del sito.



**Posizionamento dei tubi d'iniezione della resina** orizzontalmente, attraverso il muro di sostegno del terrapieno della piscina.



**Particolare dei tubi di iniezione della resina** all'interno della cavità.



**Il pompaggio dell'argilla** espansa nella cavità.



**I tubi d'iniezione posati** all'interno della cavità con diverse inclinazioni per una migliore distribuzione della resina.

## In Sintesi

### ARGILLA

- argilla espansa Laterlite in granuli
- diametro: da 3 a 8 mm
- Massa volumetrica del materiale: UNI EN 13055-1:  $\leq 4,5 \text{ kN/m}^3$  (450  $\text{kg/m}^3$ )

### RESINE URETEK GEOPLUS®

- pressione di espansione: 10 MPa max
- Tempo di reazione: dell'ordine di qualche secondo
- modulo di elasticità: da 10 a 180 MPa
- Peso di volume: da 100 a 300  $\text{kg/m}^3$





# L'INTERVENTO URETEK® IN 6 PASSI



Chiamate il numero **800 200 044** per avere maggiori informazioni e fissare un appuntamento con il tecnico commerciale a voi più vicino.

Chiamate il n. verde



Data: .....

Note: .....

.....

.....

.....

## ORGANIZZATE IL VOSTRO INTERVENTO

- Il tecnico-commerciale Uretek di zona é il vostro interlocutore dedicato.
- A disposizione per qualunque chiarimento.
- Vi accompagnerà durante tutte le fasi dei lavori con una consulenza personalizzata.



Formulazione di un **preventivo gratuito**, che verrà inviato a casa vostra.

**Preventivo gratuito**

Data : .....

Note: .....

.....

.....

.....



Il nostro tecnico-commerciale effettua un sopralluogo gratuito e fa una prima diagnosi della situazione.

**Sopralluogo del tecnico-commerciale**

Data: .....

Note: .....

.....

.....

Nome: .....

Tel : .....



Se necessario, una società di geotecnica indipendente, eseguirà un sondaggio del terreno. I risultati saranno analizzati in profondità..

**Studio del terreno**

Data : .....

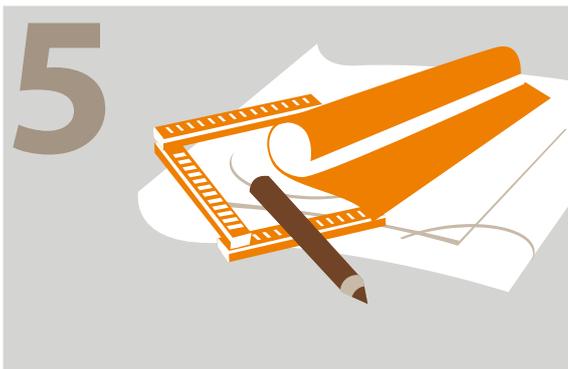
Note: .....

.....

.....

Nome: .....

Tel : .....



Conferma del preventivo e pianificazione dell'intervento.

**Conferma del preventivo**

Data : .....

Note: .....

.....

.....

.....



Esecuzione e completamento dell'intervento. Firma del modulo di fine lavori. Inizio della **garanzia decennale** contrattuale e dell'**assicurazione decennale** post-intervento.

**Realizzazione dell'intervento**

Date : .....

Note: .....

.....

.....

.....

# I CANTIERI URETEK® NEL MONDO



Linea ferroviaria a Baltimora  
(Maryland-USA)



Pale eoliche (Dakota-USA)



Circuito automobilistico (Texas-USA)



Ospedale di Birmingham  
(Inghilterra)



Davenport House a Shropshire (Inghilterra)



Miniera (Australia)



Ponte (Australia)



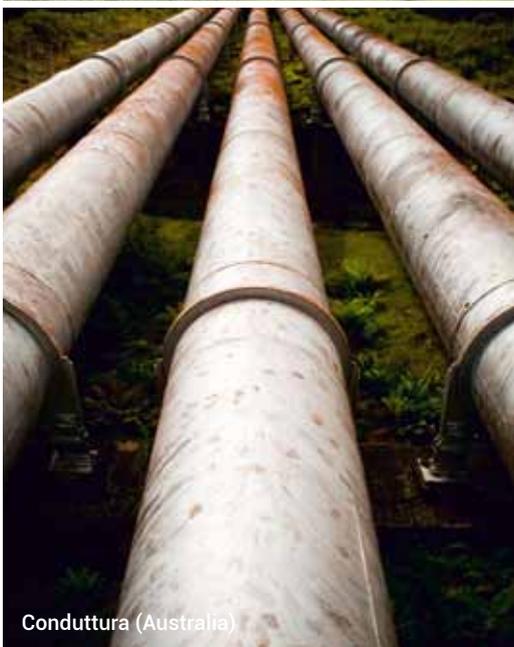
Aeroporto a Ginevra (Svizzera)



Aeroporto a Barcellona (Spagna)



Conduttura (Australia)



Aeroporto (Australia)



Ferrovìa (Australia)



Grand Palais a Parigi (Francia)



Chiesa Parrocchiale (Slovenia)





# CONSOLIDAMENTO DEI TERRENI



CON INIEZIONI DI RESINE ESPANDENTI





**[www.uretek.it](http://www.uretek.it)**  
**[uretek@uretek.it](mailto:uretek@uretek.it)**

**URETEK® ITALIA S.P.A.**  
**Via Dosso del Duca, 16 - 37021 Bosco Chiesanuova (VR)**  
**Tel 045 6799111 - Fax 045 6799138**