



ROMA, 17 ottobre 2011  
**NETWORK BONIFICHE**



**Tecniche operative e soluzioni innovative nella messa in sicurezza delle discariche**

Ing. Daniele Vanni

Servizio Progetti R&S **TREVI GROUP**



**TREVI Finanziaria Industriale S.p.A.**



## Settore Ambiente

### Presentazione Tecnologie Trevi in campo Ambientale

#### MISP- Messa In sicurezza Permanente

\*Tecnologie per MISP- Impiego del Directional Drilling (TDDT) per la formazione di barriere fisiche verticali ed orizzontali e per indagini ambientali

\*Impiego di miscele cementizie e silicatiche per la impermeabilizzazione dei terreni e rocce

#### Bonifiche in situ - Barriere reattive

#### Linea Dragaggio e Gestione sedimenti dragati

\*Una soluzione innovativa per la impermeabilizzazione a norma di casse di colmata

\*Sludge Buster per dragaggio ambientale

\*Decontaminazione con "Sediment Washing" e "wet oxidation"

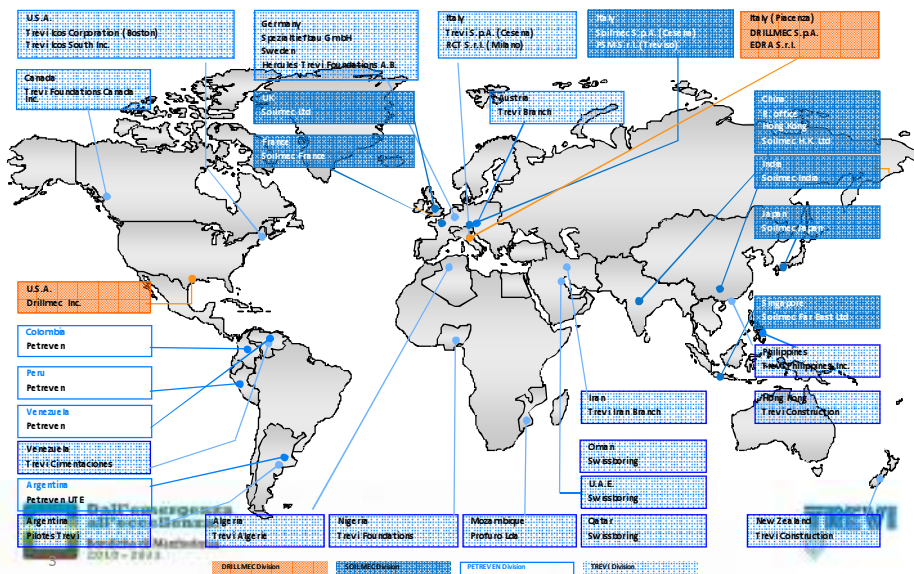
\*Stabilizzazione sedimenti dragati in linea



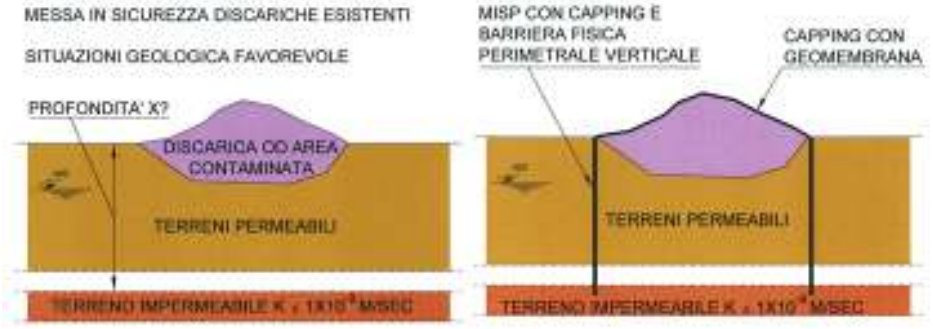
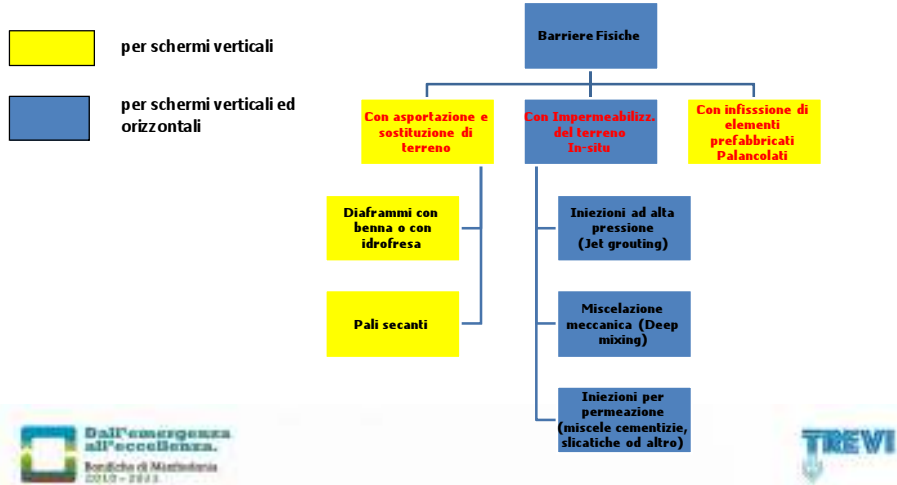
...worldwide leader in the foundation engineering field



### Presenza Globale



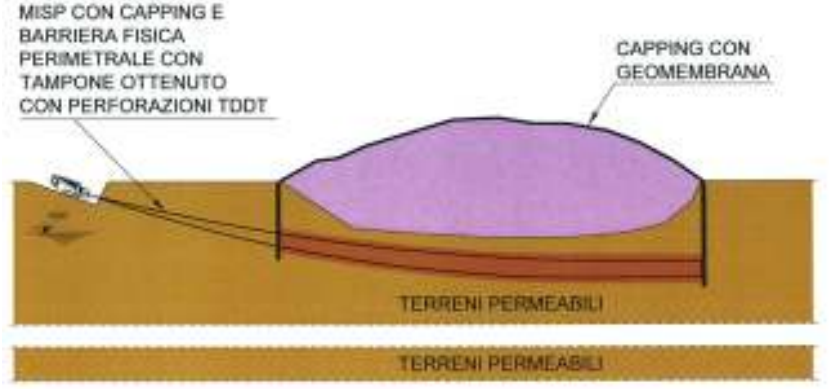
MISP - La realizzazione di barriere fisiche verticali od orizzontali per il confinamento di **siti contaminati** può essere ottenuta tramite diverse tecnologie :



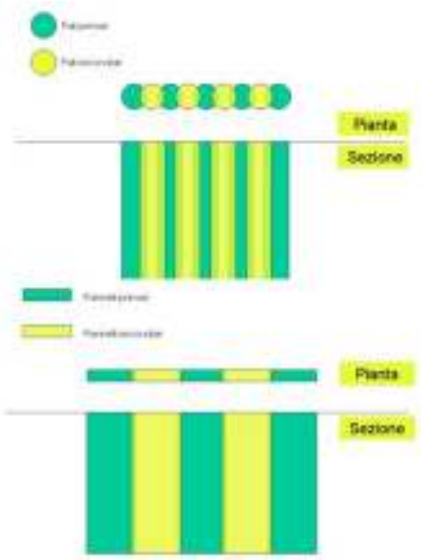
La possibilità di intestare lo schermo alla profondità "x" viene valutata in funzione di fattibilità tecnica e sostenibilità economica.  
 Per profondità elevate ( in genere oltre 30 m) necessitano tecnologie che consentano di rilevare e correggere in tempo reale le deviazioni (Idrofresa-TDDT Directional Drilling - Reverse Circulation System )  
 Le attuali tecnologie consentono di raggiungere profondità fino a 200m ed oltre



Lo schermo di base si ottiene con perforazioni verticali che devono attraversare il corpo della discarica ed hanno un rapporto vuoto/pieno assolutamente sfavorevole



Lo schermo di base si ottiene con perforazioni suborizzontali TDDT che non devono attraversare il corpo della discarica ed hanno un rapporto pieno/vuoto favorevole



### Barriere Fisiche Verticali

Per barriere fisiche verticali lo scavo con asportazione del terreno e sua sostituzione con miscele di caratteristiche note è la tecnologia più affidabile.

Viene ottenuto operando una successione lineare e programmata di scavi tra loro sovrapposti di forma circolare (pali secanti) oppure di forma rettangolare (diaframmi).

In funzione della natura dei terreni e della profondità le metodologie di scavo generalmente utilizzate sono:

- per i pali secanti : pali ad elica continua con impiego di rivestimento (CSP) fino a 25-30 m; RCS con foro guida per profondità maggiori
- per i diaframmi: scavo con benna (comunque non oltre 30-40m) o con idrofresa per qualsiasi profondità .

RCS

CSP

Benna

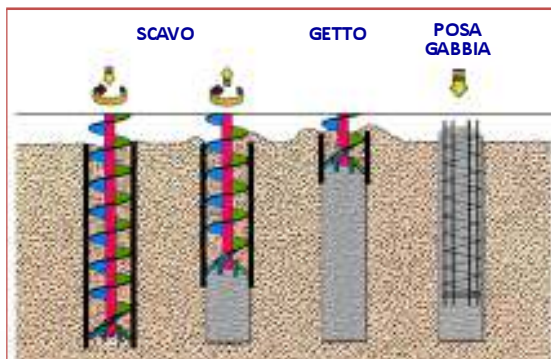
Idrofresa



## Cased Secant Piles (CSP)

Le fasi esecutive prevedono lo scavo del palo infiggendo **simultaneamente casing ed eliche** nel terreno. Una volta che il casing è completamente infisso è possibile continuare lo scavo del palo solo con le eliche. Al termine delle fasi di scavo eliche e rivestimento vengono estratte e **contemporaneamente il cls viene gettato** attraverso il passaggio interno ricavato nell'anima delle eliche.

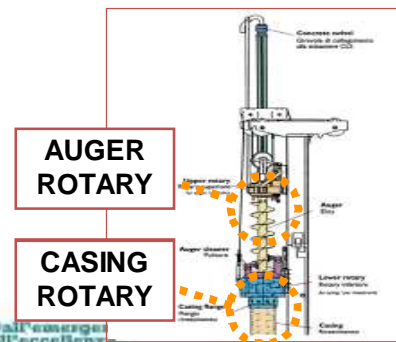
A getto ultimato la eventuale gabbia viene inserita nel cls ancora fresco, solo all'interno dei pali secondari, tramite il peso proprio o con l'aiuto di un piccolo vibratore.



## Cased Secant Piles (CSP)

L'attrezzatura di scavo è composta da:

- Perforatrice Idraulica dotata di due tavole rotarie indipendenti
- Pompa da calcestruzzo
- Eliche poste all'interno di un casing (tubo di rivestimento)





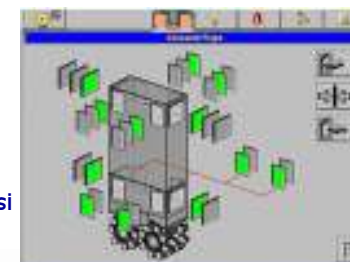
Esempio di parete realizzata con pali secanti CSP

### Tecnologia IDROFRESA- Schema di funzionamento

Il sistema di scavo permette di mantenere l'attrezzatura sempre a fondo scavo. Il fango carico di detriti viene pompato ad un impianto di trattamento, in grado di separare le particelle fini, pulire quindi il fango e re-inviarlo allo scavo.

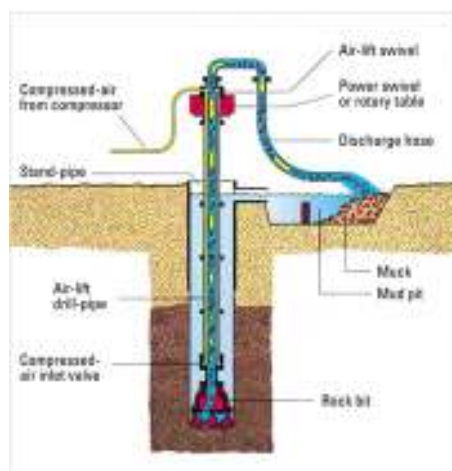


Il sistema di scavo consente inoltre di poter controllare in tempo reale l'andamento dello scavo ed applicare azioni correttive nel caso si registrino errori di verticalità.



La correzione può essere eseguita mediante diversi sistemi ("flaps", differente velocità di rotazione od orientamento delle ruote taglienti).

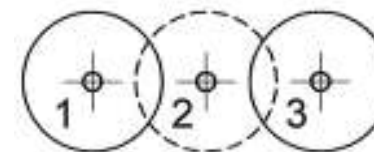
La tecnologia RCS "Reverse Circulation System" consente l'esecuzione di pali trivellati anche in terreni particolarmente difficili e per lunghezze elevate ed è concettualmente simile all'idrofresa. **Consente però solo il rilievo della posizione della perforazione in tempo reale, non la Sua correzione per cui per profondità elevate necessita di foro guida direzionato preliminare**



Per realizzare barriere fisiche **profonde verticali** di pali secanti con fori guida vengono utilizzate due tecnologie :

### Tecnica del foro pilota per tutte le perforazioni secanti

1) Realizzare con tecnica TDDT per tutti gli elementi di scavo circolari un "foro pilota direzionato" di piccolo diametro (perforazioni 1,2,3 ecc. D200mm circa ) che viene poi (in genere con tecnica RCS) successivamente **allargato e gettato in successione alternata** (pali 1,3,2 ecc.) per ottenere lo schermo continuo.

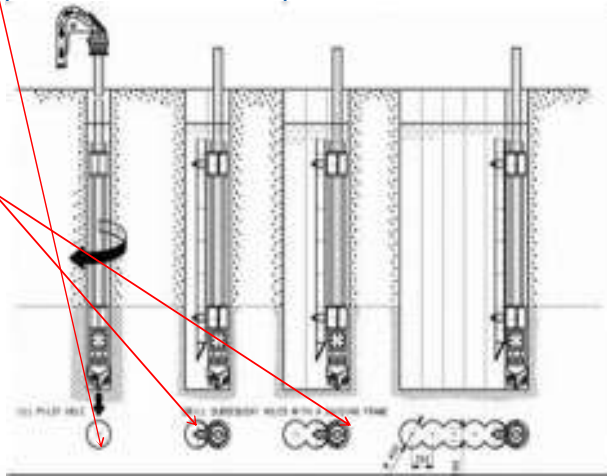


## Tecnica della perforazione con utensile che si guida sulla perforazione precedente

Si realizza un primo foro pilota con tecnica TDDT che viene poi allargato al diametro di progetto della perforazione finale senza gettarlo

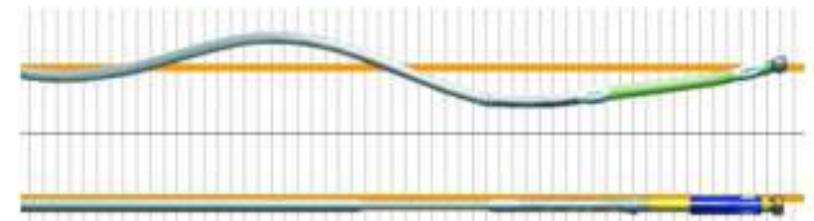
Si realizza una serie di perforazioni in successione alla prima direttamente del diametro finale tramite utensile speciale che si guida sulla perforazione precedentemente eseguita

Si getta lo schermo per tratti sovrapposti



Con l'acronimo TDDT (Trevi Directional Drilling Technology) si indica una serie di tecnologie che consentono l'esecuzione di perforazioni di piccolo diametro (50-200mm) e di elevata lunghezza (in genere da 25-30 ml fino ad alcune centinaia di metri) con una elevata precisione di posizionamento (10-30cm) per applicazioni varie nel campo della ingegneria delle fondazioni.

Compatibilmente con diametri e spessori delle aste/tubazioni utilizzate, le perforazioni possono essere **rettinee o curve**, eseguite in tutte le direzioni (incluso verticale ed orizzontale), e in tutti i tipi di terreno (coesivi od incoerenti), comprese le rocce.

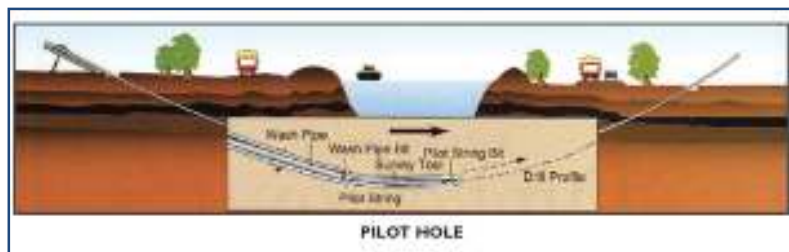


La precisione di posizionamento si ottiene tramite :  
un **dispositivo di controllo/guida** in grado di rilevare in tempo reale la posizione spaziale della perforazione (**Track System**).

un **dispositivo di deviazione** in grado di correggere in tempo reale l'andamento della perforazione in modo da seguire il tracciato prefissato, rettilineo o curvo, (**Steering System**).

il dispositivo di controllo/guida può variare in funzione delle caratteristiche specifiche del lavoro.

il dispositivo di deviazione può variare in funzione della tipologia di terreni attraversati.



TREVI utilizza una serie di sistemi di guida al fine di poter affrontare le diverse esigenze progettuali.

I sistemi più comunemente usati sono:

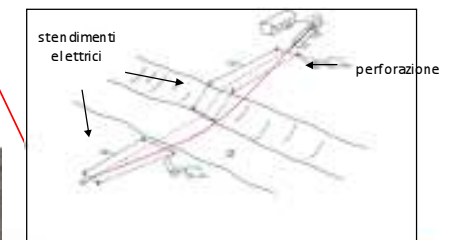
• Sistema **walk over**, in cui la posizione della punta viene rilevata dalla superficie

• Sistema a **guida magnetica** (rispetto al campo magnetico terrestre oppure rispetto ad un campo magnetico artificiale), in cui la posizione della punta viene rilevata da un sensore posto sulla batteria di perforazione

• Sistema a **guida ottica**, adatto a fori rettilinei, in cui la rettilineità del foro viene rilevato mediante uno strumento ottico.

Ognuno dei sistemi sopra elencati viene adottato a seconda delle condizioni ambientali di intervento, della geometria del foro e dell'accuratezza richiesta.

TDDT: sistemi di guida



## TDDT: utensili di perforazione

La tecnica di controllo delle perforazioni si basa fondamentalmente su due tipi di utensili di scavo:

1. Punta asimmetrica o a becco di flauto
2. Gomito fisso o Bent Sub

Entrambe le tipologie possono essere applicate a terreni incoerenti e teneri, oppure a terreni lapidei e roccia. Le punte asimmetriche basano il loro funzionamento sulla spinta esercitata dal terreno sulla faccia piatta delle medesime quando l'avanzamento si effettua per infissione, cioè senza rotazione.

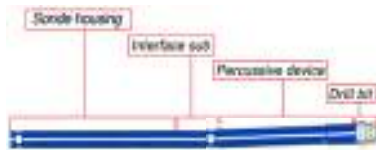


Principio di funzionamento di una punta asimmetrica

Questo tipo di punta può essere equipaggiata con denti da roccia quando sia necessario attraversare terreni particolarmente duri. In presenza di roccia, la punta può essere attivata da un martello fondo foro.



Le punte precedute da un gomito o bent sub, riescono a deviare per l'azione stessa del gomito che, a rotazione ferma e opportunamente orientato, consente alla batteria di seguire un avanzamento non rettilineo.



In presenza di roccia, a valle del gomito, può essere montato un martello fondo foro.

Qualora non sia consentito l'utilizzo di un sistema percussivo, a valle del gomito può essere presente una turbina azionata dagli stessi fanghi di perforazione, che consente la rotazione del bit anche quando la batteria, e quindi il gomito, non siano posti in rotazione. Per l'attivazione di questo utensile sono necessarie pompe in grado di erogare notevoli portate (400 - 700 l/min), e conseguentemente elevati costi di esercizio.



turbina gomito trico



Punta asimmetrica per martello fondo foro



## TDDT: applicazioni

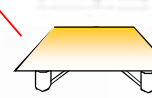
TREVI ha impiegato la tecnologia TDDT nei seguenti settori:

- RECUPERO AMBIENTALE
- RIPARAZIONE DIGHE
- TUNNELLING
- RIPARAZIONE PARATIE
- COMUNICAZIONE TRA POZZI DRENANTI

Nella fattispecie sono state eseguite perforazioni finalizzate a:

- iniezioni per impermeabilizzazione e compensation grouting
- posa di dreni
- fori verticali di guida pali secanti
- fori verticali di alleggerimento e guida fresa
- infilaggi in galleria
- posa di canne congelatrici
- connessioni di fondo per pozzi drenanti
- fori verticali per la riparazione di paratie.
- sondaggi direzionati

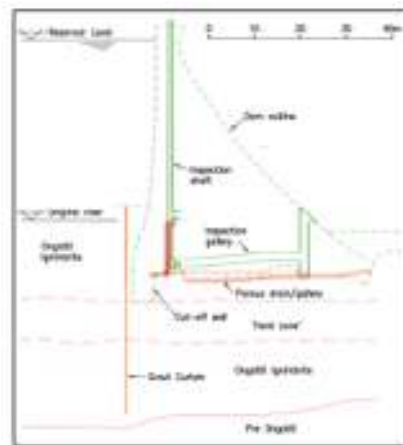
Per questi interventi occorre uno studio preventivo di fattibilità. A questo scopo Trevi mette a disposizione il proprio Servizio Tecnico per verifiche e valutazioni di dettaglio.



## ARAPUNI DAM - NEW ZEALAND Tecnica con utensile guida



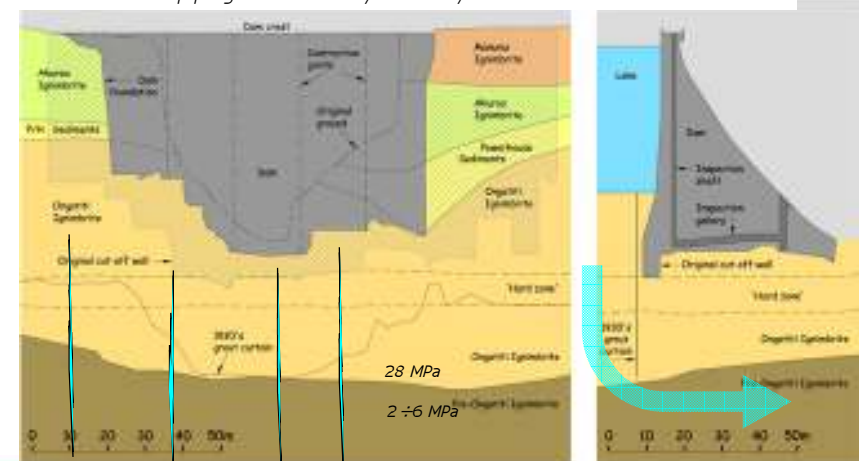
Sin dall'inizio la diga è stata affetta da moti di filtrazione e conseguenti interventi di iniezioni. L'ultimo episodio, nel 2001, convinse la proprietà che la stabilità della diga era a rischio.



## Arapuni Dam - New Zealand

The geology of the dam foundation consists of Ignimbrite volcanic rocks

Inside the Ongatiti Formation there were vertical joint, filled with highly erodible material, that were vulnerable to piping erosion and hydraulically connected to the reservoir



TREVI ha proposto l'installazione di una paratia di pali secanti, perforati da cresta diga.

Fu studiato e brevettato un metodo innovativo, in cui la paratia viene divisa in pannelli di fori adiacenti. I fori venivano perforati per circa 60 metri nel calcestruzzo della diga, e quindi circa 30-40 metri nella sottostante ignimbrite.

La profondità dei fori e l'esistenza della galleria alla base della diga ha reso necessario l'uso della perforazione direzionata.



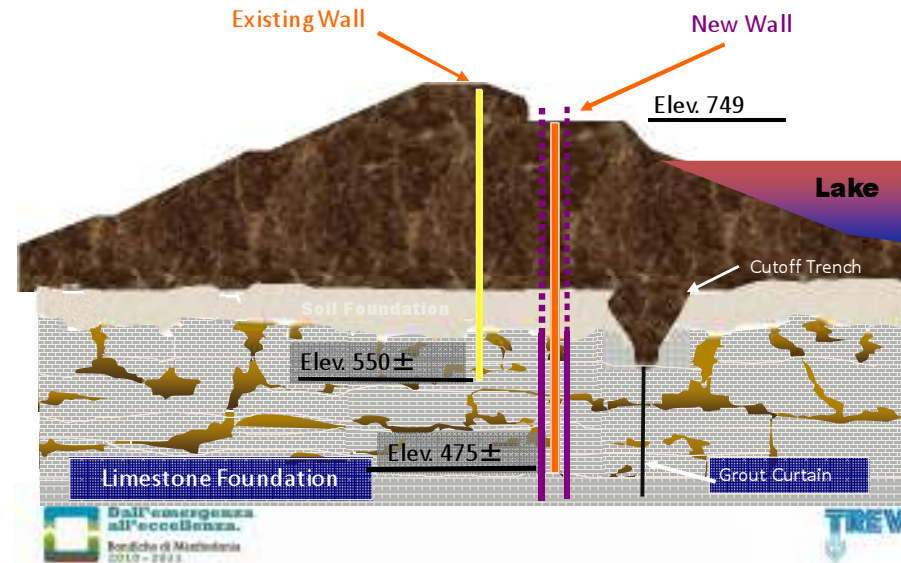
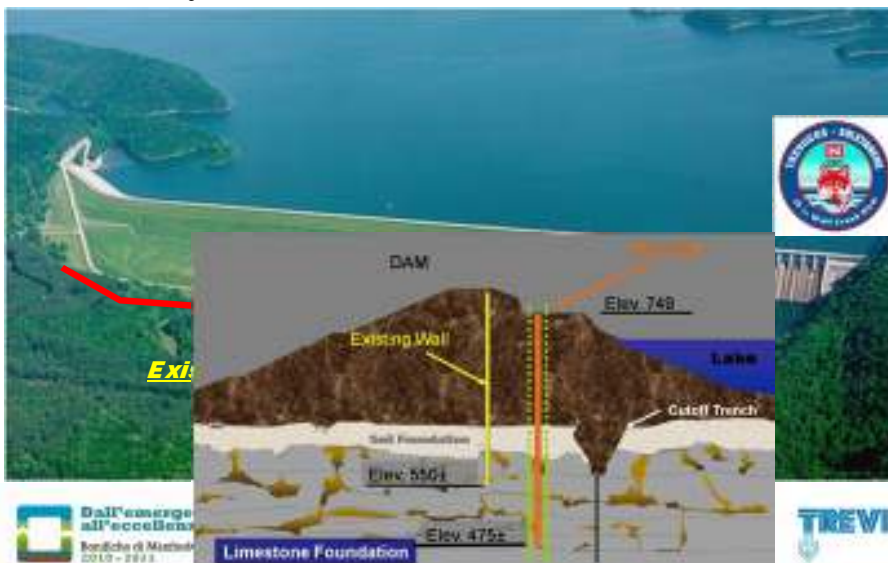
Vista dei fori secanti

La R312 sul coronamento della diga

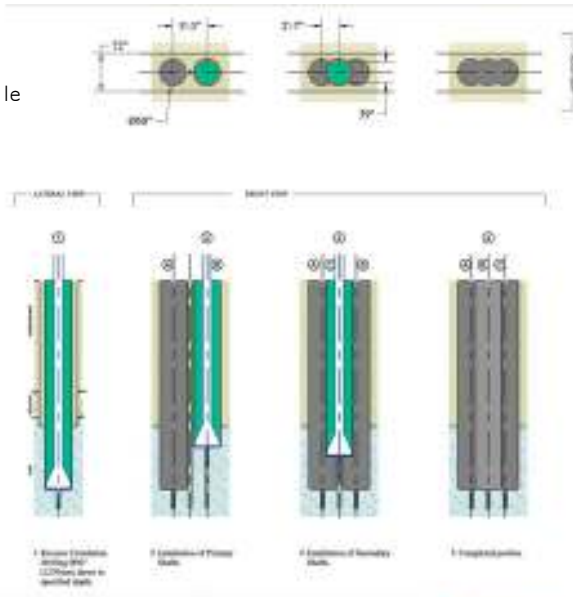


### Wolf Creek Dam – Kentucky

*In correspondence of the embankment, a new 60 cm (24") thick cut-off wall, upstream of dam center line, has been designed*



Tecnica del foro pilota per tutte le perforazioni

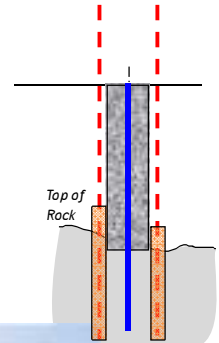


### Wolf Creek Dam – Kentucky

#### Construction Sequence

1. Drilling & grouting into the rock up to 90 m
2. PCEW - Pre-excitation by Clamshell up to 40 m, 1200 mm thick
3. PCEW - Reaming up to 40 m and excavation from 40 to 60 m by Hydromill, 1600 mm thick
4. Concreting of the PCEW by 2 tremie pipes ( $\approx 270 \text{ m}^3$ )
5. BW - Directional drilling up to 84 m, 200 mm diameter (8")

PSM 14GTS +  
PARATRACK + WASSARA  
HAMMER (3 units)

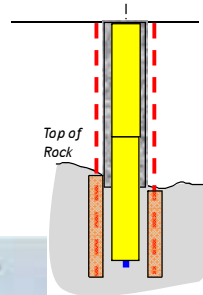


### Wolf Creek Dam – Kentucky

#### Construction Sequence

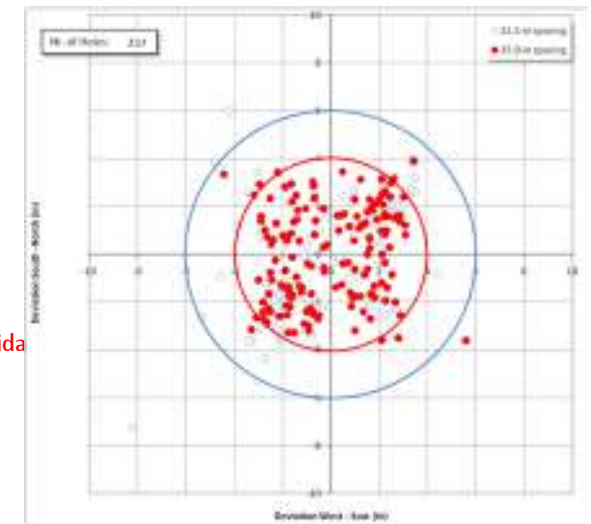
1. Drilling & grouting into the rock up to 90 m
2. PCEW - Pre-excitation by Clamshell up to 40 m, 1200 mm thick
3. PCEW - Reaming up to 40 m and excavation from 40 to 60 m by Hydromill, 1600 mm thick
4. Concreting of the PCEW by 2 tremie pipes ( $\approx 270 \text{ m}^3$ )
5. BW - Directional drilling up to 84 m, 200 mm diameter (8")
6. BW - Pile pre-drilling by auger fitted with stinger up to 40 m, 1270 mm diameter (50"), spacing 890 mm
7. BW - Pile drilling by Reverse Circulation System up to 84 m

WIRTHPBA 818 (4 units)

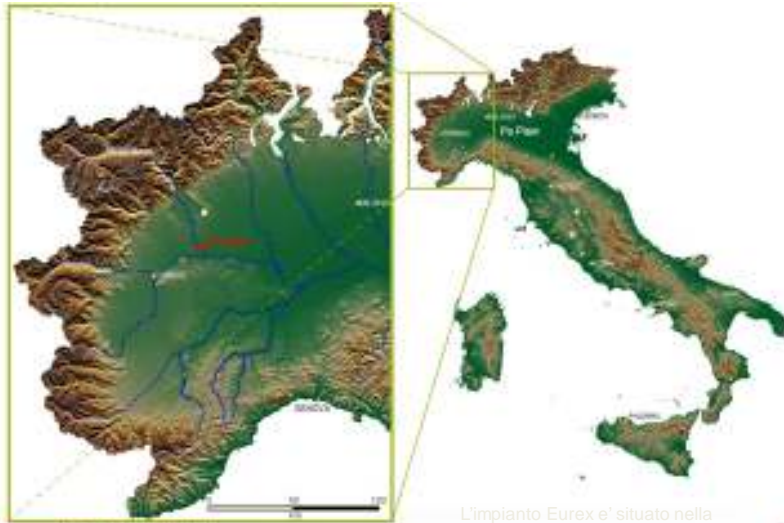


Polar plot of the pilot holes (end view)

La precisione dei fori guida TDDT verticali è di 4" su profondità di 85 metri



## Impiego del TDDT per indagini ambientali-Caso di Saluggia



L'impianto Eurex e' situato nella pianura del Po, a 45 Km da Torino, nei pressi della riva sinistra della Dora Baltea



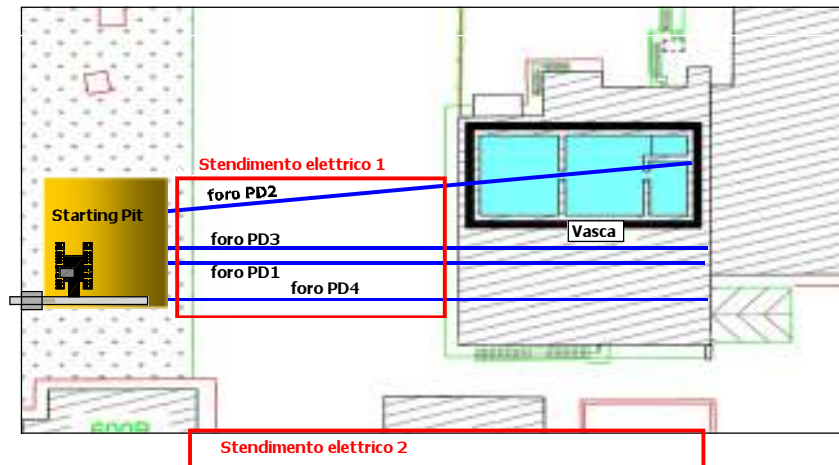
### EUREX (Enriched URanium EXtraction)

è un impianto di ricondizionamento del combustibile nucleare costruito negli anni '60 ed operativo sino ai primi anni '80 (combustibile di tipo MTR e CANDU). Esso è parte del distretto nucleare di Saluggia il quale include anche:

- Avogadro (Deposito di Combustibile Spento)
- Sorin (Industria Biomedica + Deposito di Scorie Nucleari)

A 1,5 Km a valle del distretto, si trova il piu' grande pozzo ad uso idropotabile della regione. Esso provvede alla produzione di acqua potabile per piu' di 100,000 persone

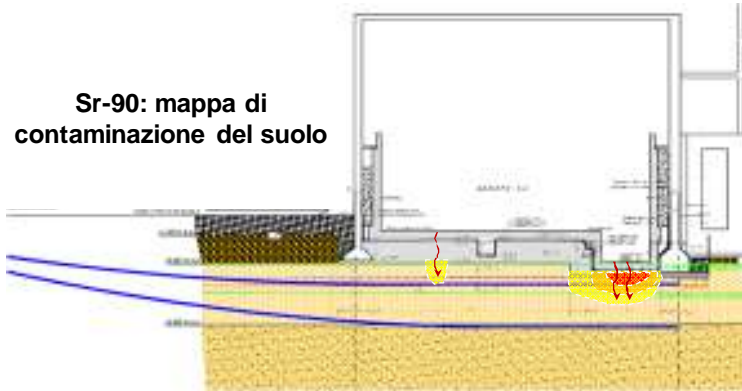
Una tecnologia derivata dal directional drilling (TDDT Trevi Directional Drilling Technology) e' stata utilizzata per controllare il posizionamento della punta di perforazione in tempo reale, al fine di ridurre a zero il rischio di danneggiamento dei sottoservizi e dei pozzi di monitoraggio, e di avere l'esatta localizzazione dei campioni prelevati.



Due stendimenti elettrici sono stati creati in superficie al fine di creare un campo magnetico artificiale utile a fungere da riferimento per la sonda di guida.

Un altro campo magnetico e' stato indotto mediante un conduttore posto sotto terra all'interno del primo foro realizzato.

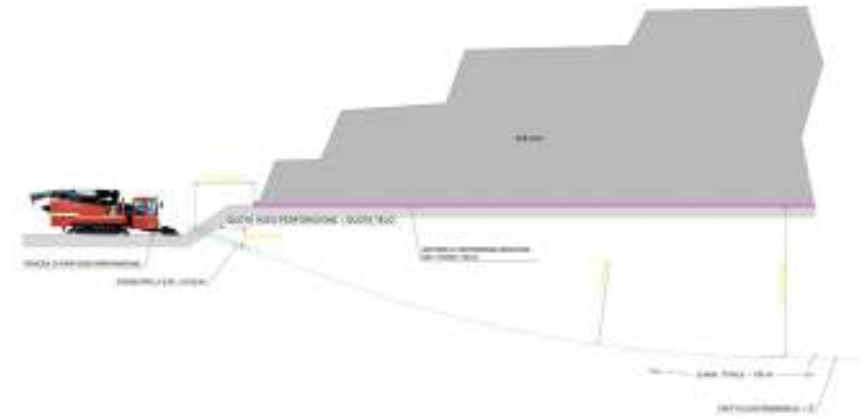
**Sr-90: mappa di contaminazione del suolo**



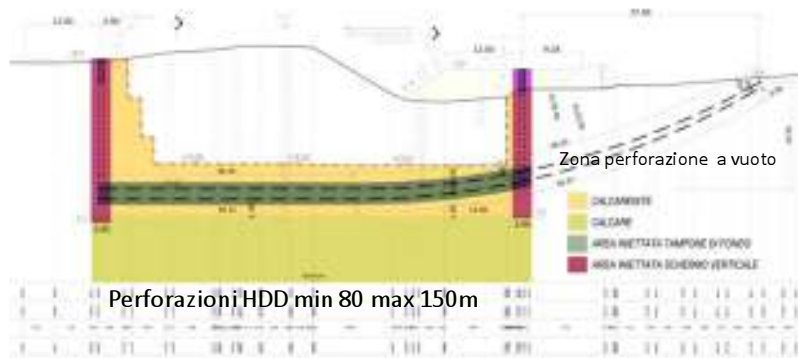
L'investigazione ha reso possibile la ricostruzione dell'estensione e del grado di contaminazione del suolo, oltre alla possibile localizzazione del punto dal quale si e' avuto lo sversamento di liquido contaminante.

**Palermo, Discarica Bellolampo:**

schema dell'intervento con piano di attacco perforazione al di sotto della quota telo



**Discariche di Manfredonia-Schermo di fondo con perforazioni HDD curve per iniezioni tampone di fondo**





STENDIMENTO SUPERFICIALE CAVO ELETTRICO PER CAMPO MAGNETICO

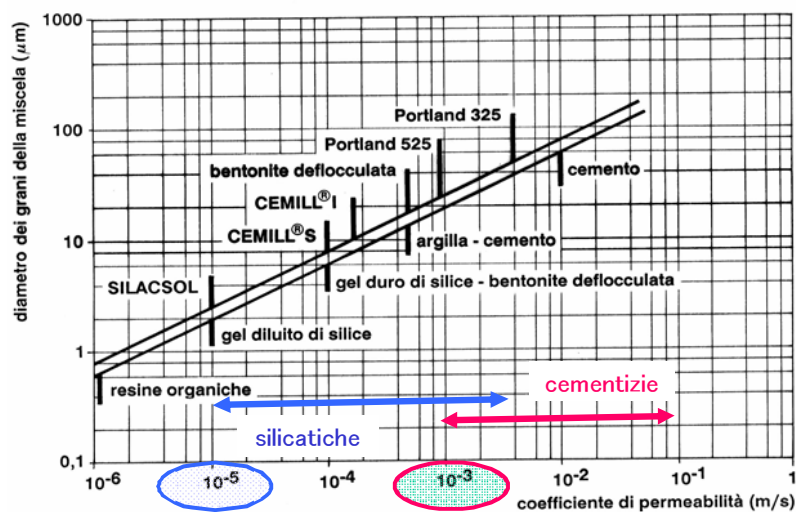
## INIEZIONI

### Iniezioni

➔ Miscela di iniezione

- Sistemi di iniezione

### Le miscele d'iniezione

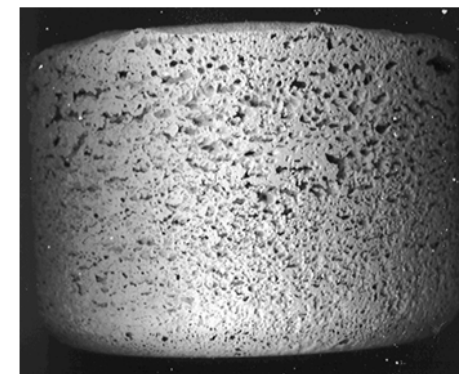


### Le miscele d'iniezione

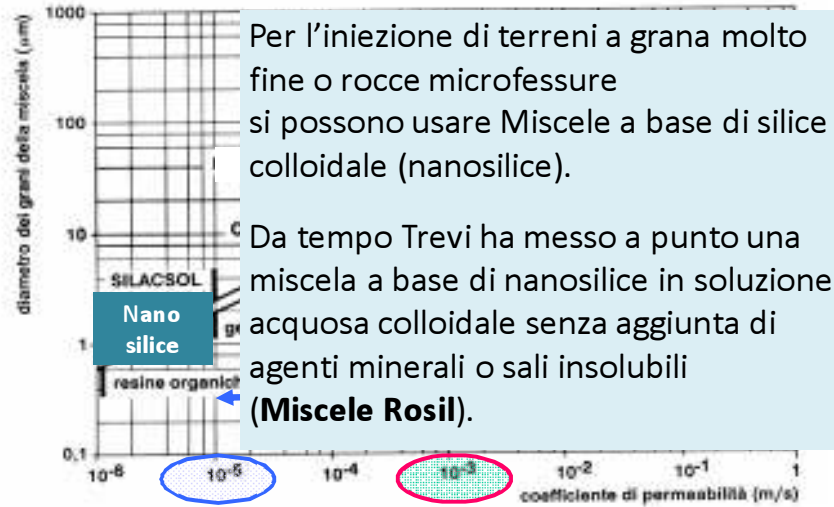
Per il riempimento di fessure di grosse dimensioni o cavità:  
si possono usare **Miscela Espanse**

Le Miscela Espanse:  
sono normali miscele stabili  
Acqua-Bentonite-Cemento in cui  
l'introduzione di uno specifico  
additivo provoca, per reazione con la  
Calce del cemento, un lento sviluppo  
di gas sotto forma di minuscole bolle  
(isolate) che rimangono intrappolate  
nella miscela provocandone il  
rigonfiamento:

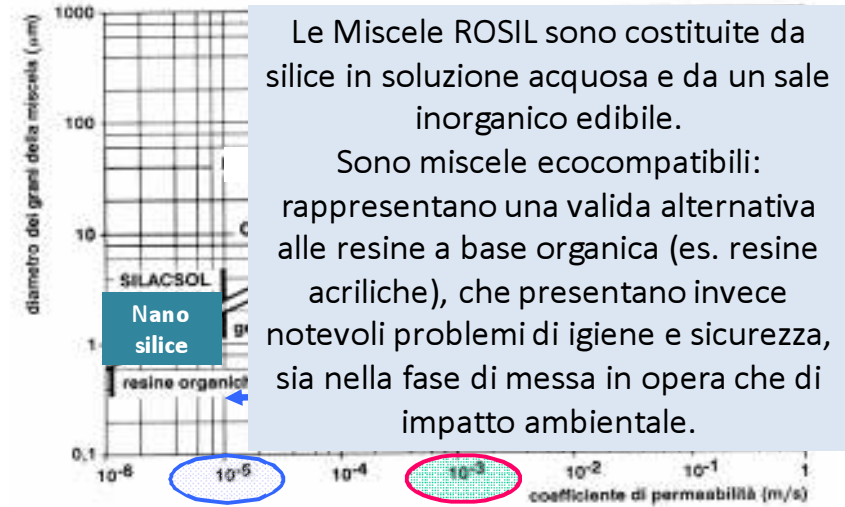
➔ Riduzione di tempi e consumi  
riempiendo efficacemente i vuoti



## Le miscele d'iniezione



## Le miscele d'iniezione



## Sistemi d'iniezione



A **Manfredonia**, le iniezioni sono state per lo più condotte sistema MPSP: nel foro si installano canne valvolate con sacchi otturatori a perdere, per dividere il foro in sezioni da iniettare con volumi e pressioni controllati

## Sistemi d'iniezione



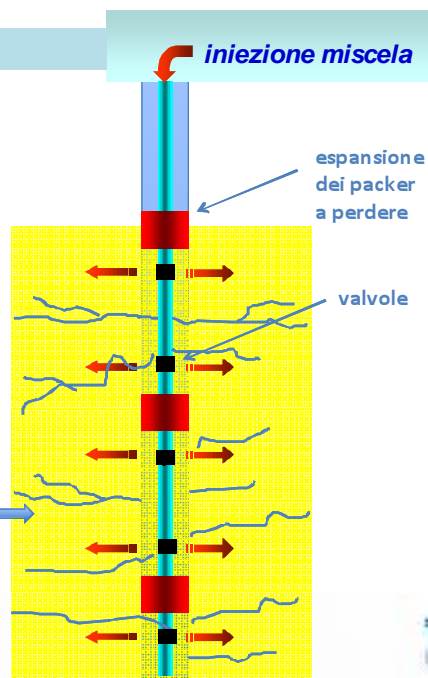
## Sistemi d'iniezione

Rocce degradate

**Sistema MPSP**  
(Multi Packer Sleeve Pipe)

Le iniezioni si effettuano con doppio otturatore posizionato sulle valvole e collegato alle centrali di iniezione

Roccia fessurata trattata



## Sistemi d'iniezione



Gli iniettori sono gestiti attraverso un sistema computerizzato che controlla e registra i parametri d'iniezione (pressione, volume, portata).

## Sistemi d'iniezione



Rocce iniettate con sistema MPSP

Conte di Troia – Campo prove schermo perimetrale  
Carotaggio con fratture iniettate con miscela cementizia e silicatica





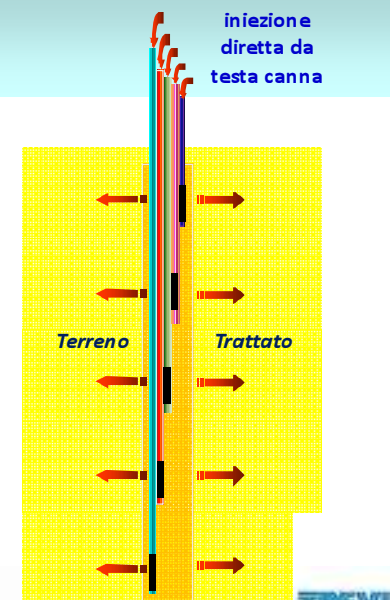
Campo prove Conte di Troia - Video ispezioni in fori iniettati con miscela cementizia e silicatica

### Sistemi d'iniezione

#### Sistema **TMG TREVI MULTI GROUT**

in ogni foro si mette in opera un fascio di canne di diversa lunghezza, (con una sola valvola al fondo) ognuna da collegare direttamente alla linea di mandata della miscela (senza pistoncino in foro)

Si possono iniettare contemporaneamente diverse valvole entro lo stesso foro



### Sistemi d'iniezione



Il fascio è composto da cannette (con alta resistenza allo scoppio) di colore diverso, ciascuna identificata da numero progressivo correlato alla



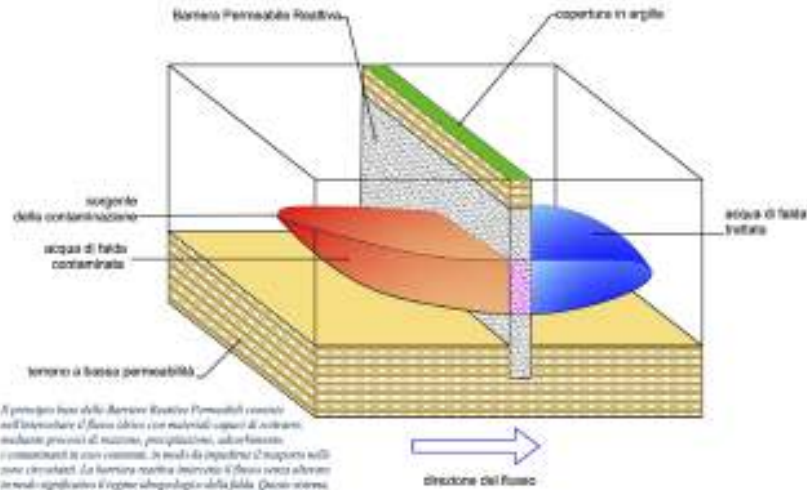
Per iniettare molte cannette contemporaneamente: si usano impianti con decine di pompe a bassa portata, ognuna connessa al computer di controllo e registrazione dei parametri d'iniezione

### Sistemi d'iniezione



I bassi valori di permeabilità risultano confermati dalle misure di velocità di risalita dell'acqua nel foro di grande diametro realizzato per le video ispezioni

## Avigliana 2004 – Primo esempio in Italia di applicazione di barriera permeabile reattiva



Il principio base della Barriera Reattiva Permeabile consiste nell'impedire il flusso libero e nei materiali capaci di neutralizzare mediante processi di reazione, precipitazione, adsorbimento o complessazione in situ i contaminanti. In modo da impedire il trasporto nelle zone circostanti. La barriera reattiva interviene il flusso senza alterare le reali proprietà idrogeologiche della falda. Questo sistema oltre ad ostacolare la migrazione dei contaminanti e nella barriera, consente nel tempo il risanamento dell'acquifero.

## Avigliana – Italia 2004



Ricostruzione dell'area di cattura della barriera permeabile reattiva mediante modello numerico di flusso, utilizzato per la progettazione dell'intervento di bonifica (D. Malfetta 2003).

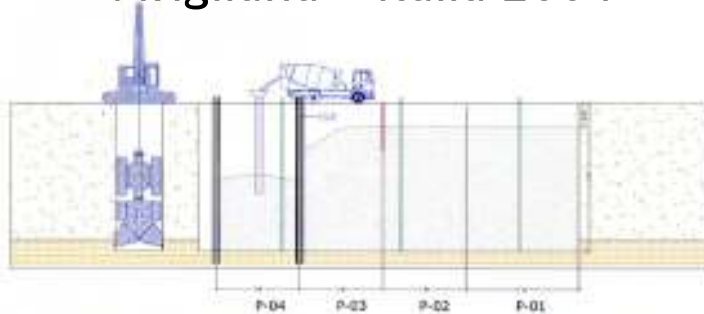
In presenza di ferro zerovalente i soleniti clorurati si degradano per una reazione che si svolge sulla superficie del metallo.



La barriera reattiva ha uno sviluppo pressoché parallelo al corso del fiume.

Per la preparazione dei piani di lavoro, lungo la barriera da realizzare sono stati rimossi materiali di scogliera, create due piste di lavoro e costruiti due cordoli guida in calcestruzzo armato. All'estremità occidentale del tracciato della barriera è stata realizzata una platea in calcestruzzo armato per l'installazione dei sifoni e degli impianti di cantiere.

## Avigliana – Italia 2004



Procedura di realizzazione della barriera reattiva con Ferro Zerovalente (PRB, Permeable Reactive Barrier). Lo scavo è realizzato mediante benna mordente a fuso: la trincea, mantenuta colma di fango polimerico biodegradabile, è scavata con continuità, operando per scavi primari e secondari. Il materiale reattivo è messo in opera per pannelli, di lunghezza variabile in funzione del progetto esecutivo, delimitati da TSP (Tubi di Separazione Provvisoria) con configurazione geometrica atta a confinare i singoli pannelli di getto. La parte superiore della barriera viene ricoperta con sabbia o altro materiale inerte. Nel cantiere descritto sono stati realizzati 17 pannelli PRB con lunghezza mediamente pari a 7 m e profondità di circa 13 m.

## Avigliana – Italia 2004



Lo scavo è stato eseguito con continuità mantenendo la trincea colma di fango polimerico confezionato in cantiere da un apposito impianto.

La profondità di scavo in ogni punto è stata definita dai disegni di progetto e controllata puntualmente durante le fasi di scavo.



# Avigliana – Italia 2004

Dopo il completamento delle operazioni di scavo e getto, al fine di accelerare la degradazione del pollvere, sono stati fatti circolare alcuni sacchi neri attraverso tubi appositamente installati nella trincea. Compilate tutte le operazioni, sopra la barriera reattiva e nella trincea adiacente, è stata posata e collata argilla in tre strati da 20 cm a costituire una copertura di protezione dalle infiltrazioni superficiali.

In posizioni predeterminate sopra la barriera reattiva sono stati installati alcuni piezometri. Tali piezometri saranno utilizzati nel corso del tempo per consentire il controllo dei livelli di falda sotto la barriera e per il prelievo di campioni d'acqua da sottoporre ad analisi chimico-fisica, in modo da controllare l'andamento dei fenomeni di degradazione dei contaminanti.



In totale sono stati realizzati 1510 m<sup>3</sup> di paratia con spessore 60 cm, su un'estensione pari a 120 m, con profondità mediamente pari a 13 m.

La trincea, scavata entro un terreno ghiaioso-sabbioso passante verso il basso a sabbia fine limosa, è stata fatta penetrare per circa 1,0 m nella formazione argillosa di base.

Nella trincea sono state messe in opera circa 1700 tonnellate di ferro zerovalente, costituito da granuli di dimensioni comprese tra 0,2 e 3 mm, assolutamente esenti da oli o altre impurità.

Entro la barriera reattiva così realizzata sono stati installati piezometri, che saranno utilizzati per consentire il monitoraggio chimico-fisico della falda, in modo da controllare l'evoluzione della situazione nel corso del tempo.

L'intervento, completato nel Novembre del 2004, costituisce la prima esperienza di barriera reattiva in ferro zerovalente realizzata in Italia.



## Una proposta innovativa per la impermeabilizzazione a norma delle casse di colmata

La legge 28 Gennaio 1994 n.84, art 5 come modif. dalla Legge 27 Dicembre 2006 n. 296 comma 996 art.5 -11 quater prevede per queste strutture:..."*le stesse devono presentare un sistema di impermeabilizzazione naturale o completato artificialmente al perimetro e sul fondo, in grado di assicurare requisiti di permeabilità almeno equivalenti a : K minore o uguale a 1,0 x 10<sup>-9</sup> m/sec e spessore maggiore o uguale a 1m. ....*"

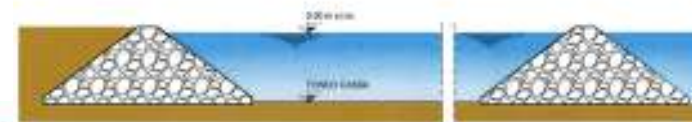
Diverse interpretazioni dell'"equivalenza" :

- È sufficiente la semplice interposizione di un telo in HDPE di pochi mm eventualmente integrato con geomembrana bentonitica .

- Lo spessore deve essere almeno 100cm (sulla base della normativa per le discariche)

**Presunta impossibilità tecnica di realizzare lo strato di 100cm**

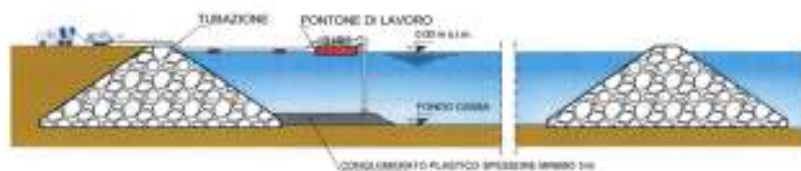
CASO 1 - IMPERMEABILIZZAZIONE CASSA DI COLMATA TRA ARGINI  
1) SITUAZIONE INIZIALE



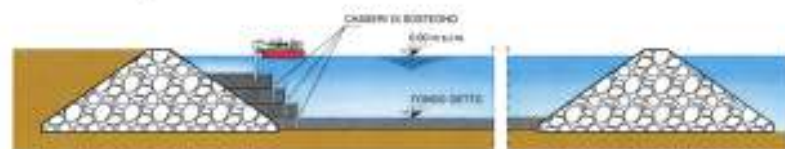
La soluzione è in grado di soddisfare le interpretazioni più restrittive della norma. Si realizza tramite getto subacqueo un tampone sul fondo e sulle pareti della cassa di spessore almeno un metro con calcestruzzo plastico

NB : Il calcestruzzo plastico da impiegare nel getto può essere confezionato direttamente mescolando fuori opera la frazione più pulita del sedimento dragato con leganti ed additivi .Si ottiene un notevole risparmio e non si spreca volume della cassa di colmata

2) GETTO SUBAQUEO TAMPONE DI FONDO CON  $K < 1 \times 10^{-9} \text{M/SEC}$



3) GETTO PARETI A GRADONATA



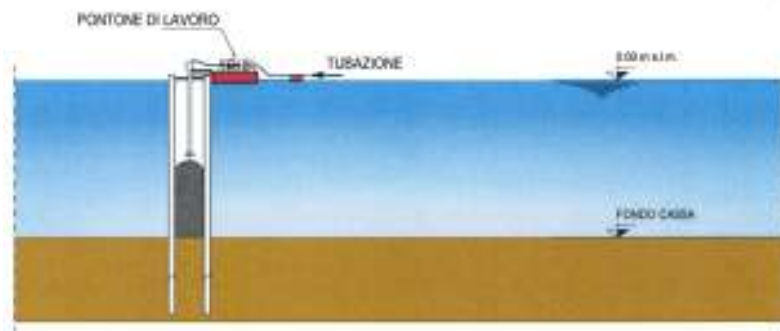
Il secondo palancoato può avere funzioni strutturali limitate al solo sostegno del getto di calcestruzzo plastico  
Lo spessore tra i due palancoati deve essere almeno 1m

CASO 2  
IMPERMEABILIZZAZIONE CASSA DI COLMATA TRA PALANCOLATO

Fase 1) INFISSIONE DOPPIO PALANCOLATO



Fase 2) GETTO TRA PALANCOLE CON CONGLOMERATO PLASTICO

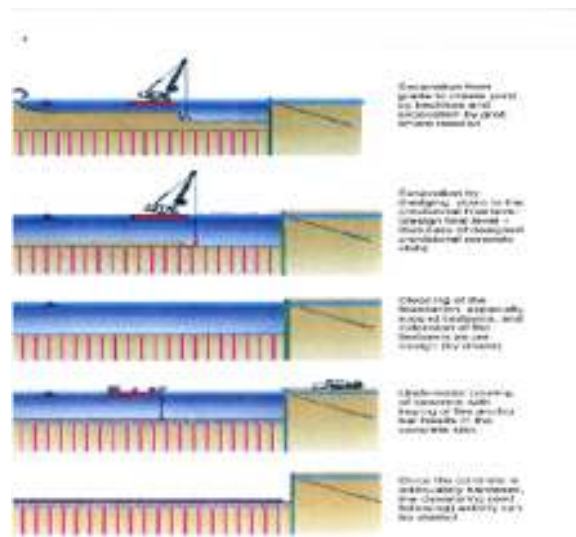


Fase 3) GETTO SOLETTA DI FONDO SPESSORE MINIMO 1 m  
K ≤ 1X10<sup>10</sup> M/SEC



Tampone di fondo subacqueo strutturale

Fasi esecutive



Trattamento a batch mediante mescolatore a vomeri e successivo getto subacqueo



Linea AV Bologna-Milano  
Fondazioni Ponte sul Po



Dall'emergenza  
all'eccellenza.  
Forlì e di Macerata  
2010 - 2013



Dall'emergenza  
all'eccellenza.  
Forlì e di Macerata  
2010 - 2013



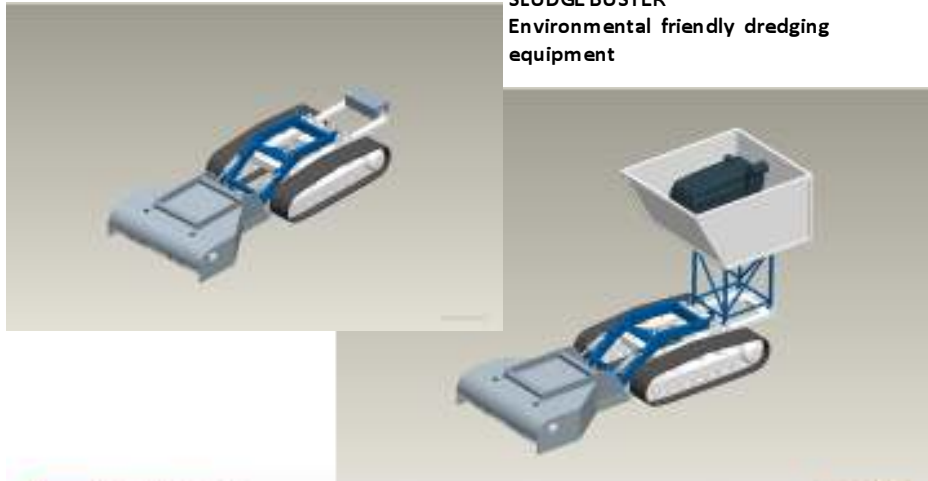
Dall'emergenza  
all'eccellenza.  
Forlì e di Macerata  
2010 - 2013



Dall'emergenza  
all'eccellenza.  
Forlì e di Macerata  
2010 - 2013

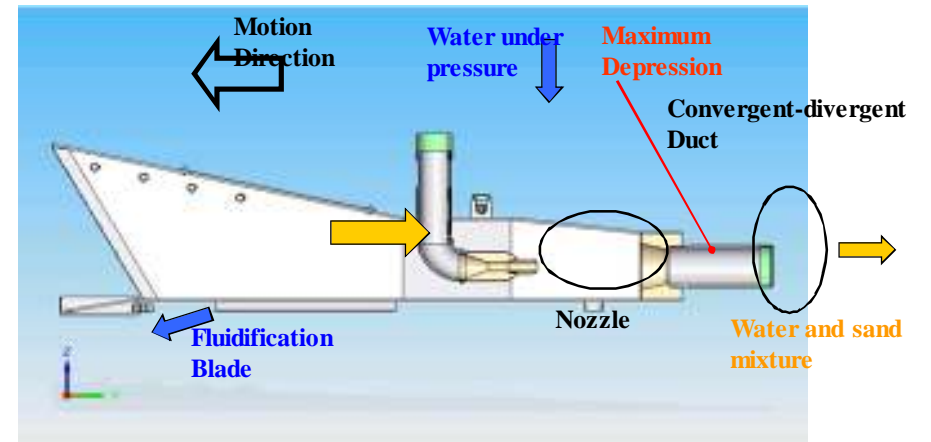


Sludge Buster: 2° prototipo per la sperimentazione proposta



SLUDGE BUSTER  
Environmental friendly dredging  
equipment

Sludge Buster: principio di funzionamento



Attrezzatura Sludge-Buster per dragaggio ambientale

- Vantaggi principali :
- assenza di torbidità
  - dragaggio per strati di precisione
  - Operatività in qualsiasi fondale



Trevi Group operates worldwide in the field of special foundations and oil drillings,, and is daily engaged in the treatment of huge quantities of drilling muds and biphas flows

For civil engineering

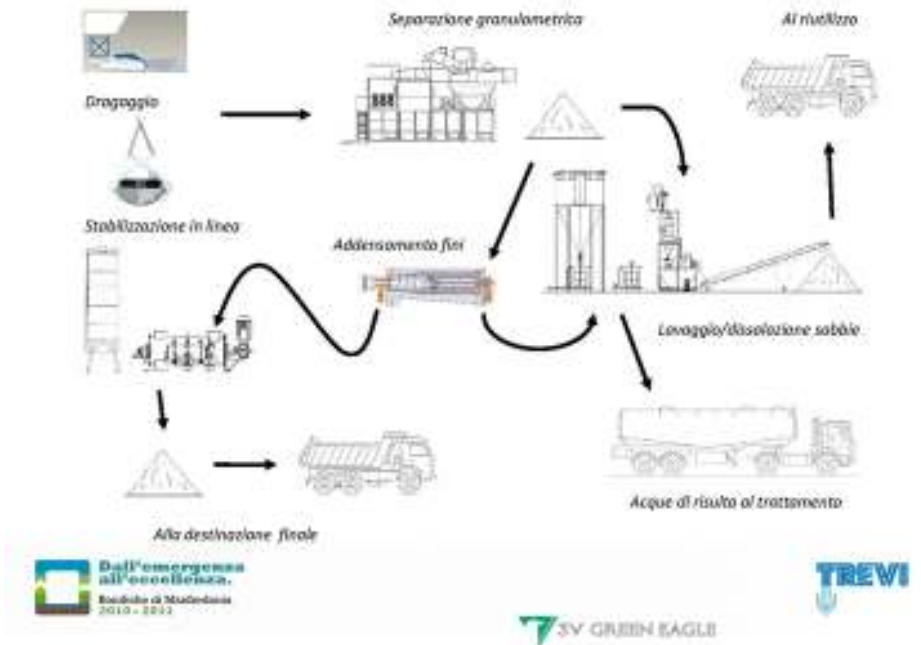
For mine engineering



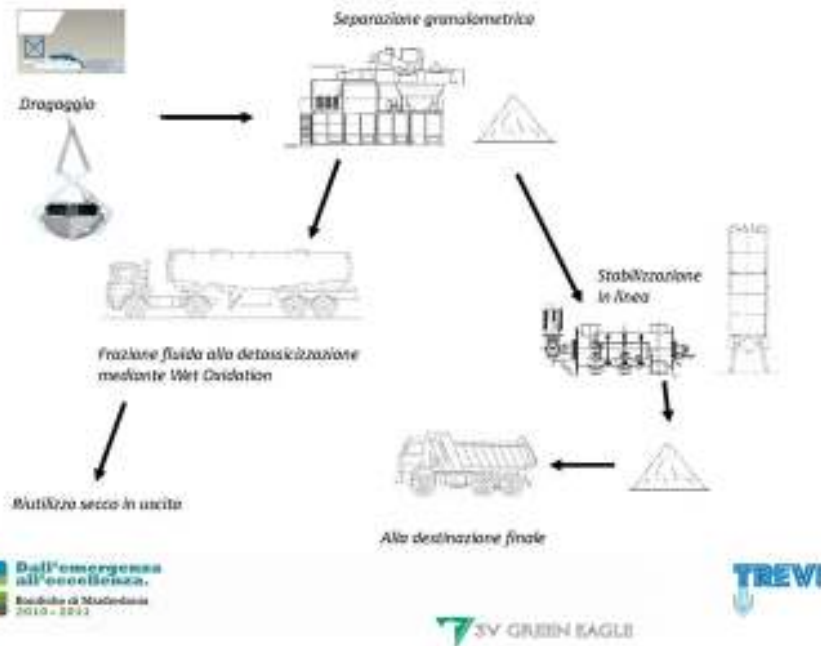
Cantiere Napoli: foto impianto



SCHEMA DI PROCESSO OPZIONE 1



SCHEMA DI PROCESSO OPZIONE 2



### Impianto TOP-Limi di 3V-Green-Eagle

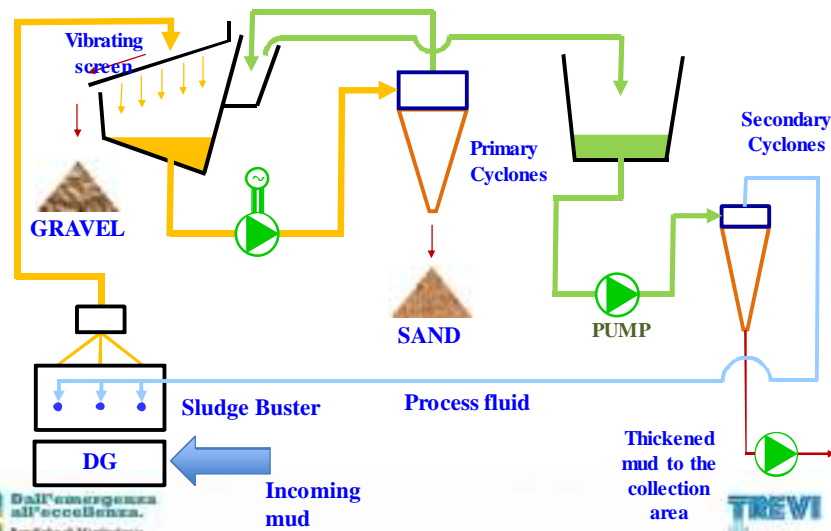
“Wet-Oxidation” della **componente organica** dei limi, con **ossigeno puro ad alta temperatura e alta pressione** (T.O.P. :acronimo di Temperature, Oxygen and Pressure)

Nel corso della reazione di ossidazione le molecole complesse sono trasformate in anidride carbonica, acqua e molecole organiche semplici (alcoli, acidi alifatici etc.); le sostanze alogenurate formano i corrispondenti alogenuri di sodio, quelle solforate producono solfati e i composti organici azotati danno luogo ad ammoniacale e/o nitrati. Le sostanze inorganiche restano praticamente invariate, gli ioni metallici possono trasformarsi nei corrispondenti ossidi. Le condizioni di reazione (temperatura, pH, etc.) non permettono la formazione di sostanze pericolose (ad es. diossine, furani, etc.).

Con l'ossidazione “TOP-Limi”, effettuata in impianti pilota c/o 3V Green Eagle su campioni prelevati in vari porti italiani, si è ottenuta una riduzione del COD superiore al **70%** e una riduzione superiore all'**80%** dei vari microinquinanti. In particolare le diossine (presenti in un campione in concentrazione di 420 ng/l) si sono ridotte più del **90%**, come massa, e più dell'**80%** come tossicità equivalente.

Nuova sperimentazione: Schema Trattamento completo

Separation/classification of solid materials to be subsequently treated



81

Esperienze del gruppo Trevi nella stabilizzazione in massa di terreni

Come evidenziato nelle diapositive precedenti, il Gruppo Trevi, operando in tutto il mondo nel campo delle fondazioni speciali e delle perforazioni petrolifere, ha notevole esperienza nell'ambito della stabilizzazione in massa di terreni difficili o particolari.

E' descritta nella letteratura di settore ed è evidenziato in diverse esperienze in Italia e all'Estero la necessità di stabilizzare con leganti il volume di sedimento contenuto nelle casse di colmata, per rendere utilizzabile la superficie occupata come infrastruttura portuale.

Tutte le tecnologie usualmente utilizzate e descritte in precedenza impongono un trattamento successivo al refluito, con aumento dei tempi e dei costi per la consegna delle aree.

Per tale motivo si propone la sperimentazione della stabilizzazione in linea del materiale, direttamente durante il refluito in cassa di colmata, al fine di minimizzare i tempi e i costi del trattamento.

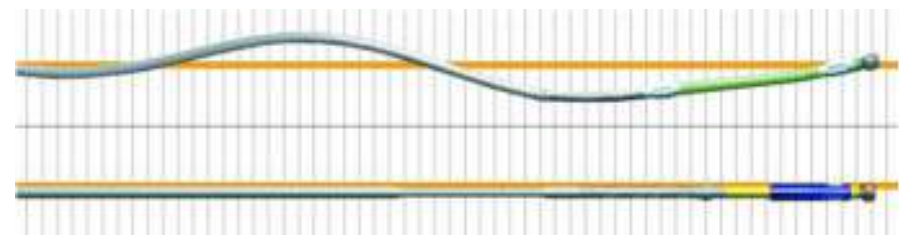
Oltre a quanto descritto, miscelando sedimento pulito, possono anche essere realizzati spessori di materiale stabilizzato, avente elevato livello di impermeabilità, per la realizzazione della barriera geologica delle casse di colmata



Treatment in continuous mediante Flow Mix



Grazie per l'Attenzione



TDDT-TREVI DIRECTIONAL DRILLING TECHNOLOGY

