

worldwide leader in the foundation engineering field



REFERENZA TECNICA - TECHNICAL REFERENCE



Bonifica area contaminata da solventi clorurati ex Discarica di Avigliana

Avigliana (TO), Italy

Barriera permeabile reattiva
in Ferro Zerovalente
Permeable reactive barrier with
Zerovalent Iron



Cliente :
Owner :

TEKSID SPA

Contrattista principale :
Main Contractor :

EDIL MA.VI. Torino Srl

Durata dei lavori :
Duration of works:

1999

Introduzione

L'ex discarica oggetto dell'intervento, autorizzata nel 1991 per la collocazione di sabbie di fonderia, è collocata lungo la valle della Dora Riparia, una decina di chilometri ad ovest di Torino (SS.24 di Susa).

Nell'agosto 1999, in seguito al monitoraggio delle acque eseguito dall'ARPA per conto della Provincia di Torino, è stato rilevato uno stato di contaminazione della falda idrica superficiale legato alla presenza di solventi clorurati, in particolare tricloroetilene.

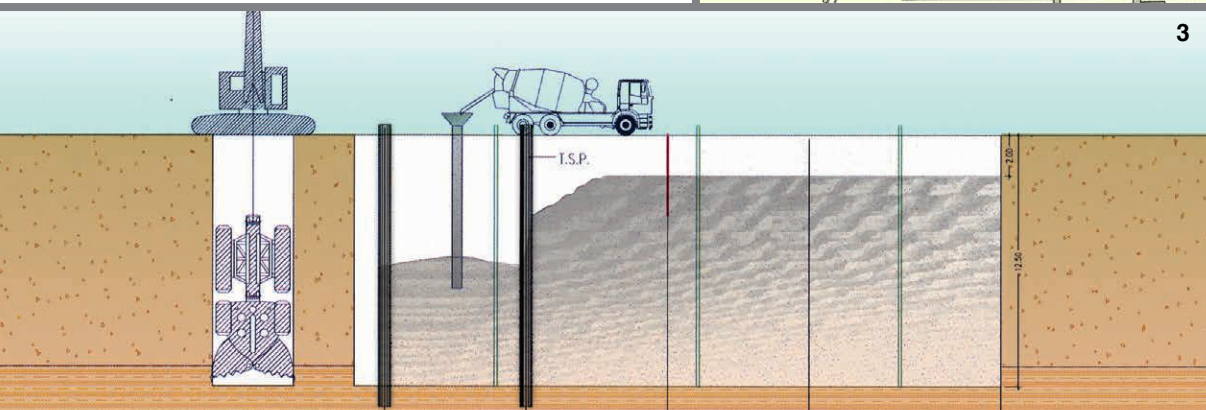
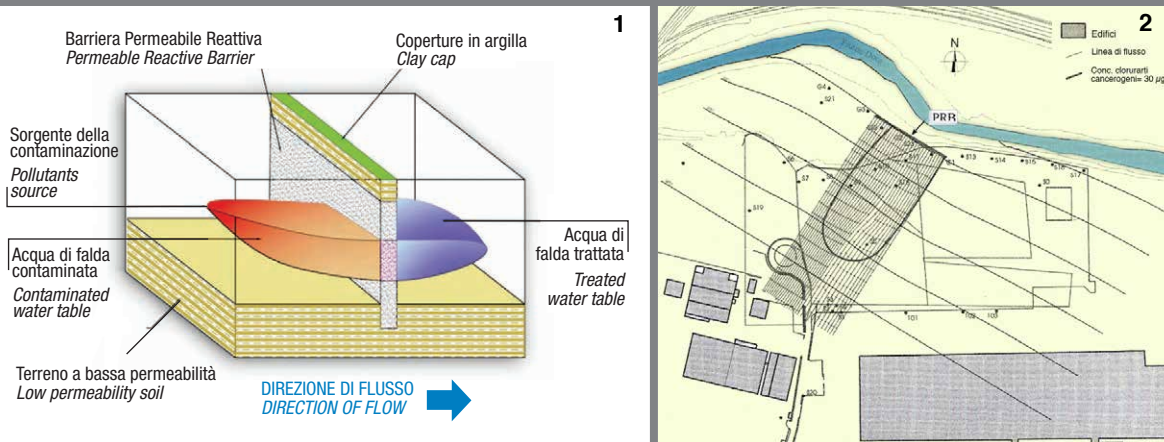
Tale contaminazione sembra essere derivata da fusti abbandonati sul finire degli anni '80 in una zona depressa compresa nell'area di discarica (ad alcune decine di metri dal fiume Dora), prima che questa fosse ricoperta dalla discarica di sabbie di fonderia. I fusti, danneggiati in seguito dalle manovre di spianamento, avrebbero determinato la fuoriuscita dei solventi.

Introduction

The landfill, authorized in 1991 as a disposal area for foundry slag, is located in the Dora Riparia Valley, about 10 km west of Torino.

Water monitoring tests carried out by ARPA (regional environmental protection agency) on August 1999 detected the contamination of the shallow groundwater, caused by the presence of chlorinated solvents, and specifically of trichloroethylene.

The contamination was probably originated by drums abandoned at the end of '80s in a depression of the ground, within the disposal area, a few meters from the riverbed. The barrels were then probably damaged, during the earth movement preliminary to the foundry slag disposal.



La barriera reattiva ha uno sviluppo pressoché parallelo al corso del fiume. Sono stati rimossi i materiali di scogliera, armato. All'estremità occidentale del trincea per l'installazione dei silos e degli impianti. Lo scavo è stato eseguito con continuità al cantiere mediante appositi impianti. La barriera è controllata puntualmente durante le fasi di costruzione.

The permeable reactive barrier is almost parallel to the river course. The materials of the riverbank were removed and reinforced. At the western end of the trench for the installation of silos and plants, the excavation was carried out continuously on the site using specific equipment. The barrier is precisely checked during the construction phases.

La barriera reattiva in Ferro Zerovalente è stata ubicata tra la discarica e la Dora Riparia, a pochi metri dall'alveo e con sviluppo pressoché parallelo al corso del fiume.

In totale sono stati realizzati 1510 m² di paratia con spessore 60 cm, con uno sviluppo pari a 120 m e profondità media pari a 13 m.

La trincea è stata scavata entro un terreno ghiaioso-sabbioso passante verso il basso a sabbia fine limosa ed è stata fatta penetrare per circa 1 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 da utilizzare per consentire il monitoraggio chimico-fisico della falda, in modo da controllare l'evolversi della situazione nel corso del tempo.

In base alla ricostruzione delle linee di flusso nell'area e a dettagliate prove preliminari di laboratorio, è stato messo a punto il progetto con il dimensionamento e l'ubicazione dell'opera.

The permeable reactive barrier, made up of zerovalent iron, is located between the landfill and the river, with an alignment parallel to the riverbed, a few meters from the bank.

Moreover, a 1520 m² barrier has been constructed, with a linear extension of 120 m, an average depth of 13 m and 60 cm of thickness.

The trench was excavated within a sandy-gravelly soil, turning to silty-sand at depth, and keyed 1.0 m in the bottom clay.

1700 tons of zerovalent iron were cast into the trench; the iron composed of grain-sized particles, measuring 0.2 - 3 mm, utterly free from oil or other impurities.

Inside the barrier, five piezometers have been installed to monitor the chemical and physical groundwater parameters and evaluate the evolution of the barrier performance in time.

For the reclamation of the area, based on the ascertained pattern of the flow lines and on the results of the comprehensive laboratory tests carried out, the design was prepared in the interests of supporting the detailing type, location extension, depth and thickness of the permeable barrier.

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

The project, completed in November 2004, represents the first case of permeable reactive barrier with zerovalent iron constructed in Italy.

Intervento

1_ Il principio base delle Barriere Reattive Permeabili consiste nell'intercettare il flusso idrico con materiali capaci di sottrarre, mediante processi di reazione, precipitazione, adsorbimento, i contaminanti in esso contenuti, in modo da impedirne il trasporto nelle zone circostanti.

La barriera reattiva intercetta il flusso senza alterare in modo significativo il regime idrogeologico della falda. Questo sistema, oltre ad ostacolare la migrazione dei contaminanti a valle della barriera, consente nel tempo il risanamento dell'acquifero.

Intervention

1_ The principle of the Permeable Reactive Barriers is the interception of the contaminated water flow with a material capable of removing, by chemical reactions, precipitation or absorption procedures, and the contaminants dispersed in the water, to avoid their further diffusion.

The continuous permeable reactive barrier intercepts the groundwater flow without significantly altering the local hydrologic regime. This system is able to prevent the migration of the contaminants beyond the barrier, and allows the reclamation of the aquifer over time.



soché parallelo al corso del fiume. Per la preparazione dei piani di lavoro create due piste di lavoro e costruiti due cordoli guida in calcestruzzo. Il cordolo di guida della barriera è stata realizzata una platea in calcestruzzo armato di cantiere.

La barriera, mantenendo la trincea colma di fango polimerico confezionato in sacchi, la profondità di scavo in ogni punto è stata definita dai disegni di progetto di cantiere.

To construct the working platform, along with the trench, two tracks were preliminarily removed and two tracks were prepared to bear the weight of the barrier. The trench was excavated by a rope suspended grab, operated by a crawler crane. Furthermore, a reinforced concrete slab was created to allow the barrier to be maintained full of biodegradable mud, made of water and natural polymers (poly-saccharide), from the mixing plant. The excavation depth, defined by the design drawing, was

La barriera è stata riempita con materiale reattivo sino alla quota di massima escursione della falda (2 m dal p.c.). Il Ferro Zerovalente, in sacconi da 2 tonnellate, è costituito da granuli di dimensioni comprese tra 0.2 e 3 mm, esenti da olii o impurità. Massima attenzione è stata posta in ogni fase di lavoro, dallo stoccaggio alla messa in opera, per evitare/ridurre il contatto del ferro con l'aria ed impedirne l'ossidazione.

Per la posa sono stati utilizzati tubi getto e betoniere. La risalita del ferro nel pannello è stata controllata misurando la quota raggiunta dopo lo scarico di ogni betoniera. Sulla testa della barriera reattiva è stata posata sabbia in modo da costituire uno strato di copertura fino al piano campagna.

The trench was backfilled with reactive material up to the max elevation reached by the groundwater table excursion (2 m from working platform). The zerovalent iron was imported from Germany in big bags (2 tons each). It is constituted by 0.2-3.0 mm particles, entirely free from oils or other impurities. At all times during the work activities, great care was paid to avoid/reduce its contact with air, in order to prevent iron oxidation. The casting was performed by tremie-pipes and truck-mixers. During casting, the iron level was checked and recorded at frequent intervals by sounding, to control the actual panel volume versus the theoretical volume. On the top of the iron reactive barrier, sand was poured to create a covering stratum up to the working level.

2_ Ricostruzione dell'area di cattura della barriera permeabile reattiva mediante modello numerico di flusso utilizzato per la progettazione dell'intervento di bonifica (di Molfetta 2005).

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

3_ Procedura di realizzazione della **barriera reattiva con Ferro Zerovalente (PRB, Permeable Reactive Barrier)**, si sviluppa nelle seguenti fasi:

Lo scavo è realizzato mediante benna mordente a fune; la trincea, mantenuta colma di fango polimerico biodegradabile, è scavata con continuità, operando per pannelli 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.

Sono stati realizzati in totale 17 pannelli PRB, con lunghezza mediamente pari a 7 m e profondità di circa 13 m.

2_ The flow-net geometry, location and development were studied and defined by a numerical model, to define location and extension of the permeable barrier for the site reclamation (di Molfetta 2005).

3_ Construction procedure for a **Permeable Reactive Barrier with zerovalent iron (PRB)** entails the following stages:

The trench is excavated by a rope suspended grab, operated by a suitable crawler crane. The trench is excavated by a rope suspended grab, operated by a suitable crawler crane.

The reactive material is cast in panels, having variable depth and length depending on construction design. During the casting activity, each panel is confined at the two ends by **TSP (Temporary Separation Pipes)**, characterized by a shape apt to confine the cast iron from the adjacent excavation. The upper part of the barrier is filled with sand, or other inert material, and capped at the top by clay.

The barrier was constructed by 17 PRB panels, 7 m long and 13 m deep in average.

Dopo il completamento delle operazioni di scavo e getto, **al fine di accelerare la degradazione del polimero, sono stati fatti circolare idonei enzimi attraverso tubi appositamente installati nella trincea.** Compilate tutte le operazioni, sopra la barriera reattiva e nelle immediate adiacenze, è stata posata e rullata argilla in tre strati da 20 cm a costituire una copertura di protezione dalle infiltrazioni superficiali.

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

At the completion of the casting works, the degradation of the polymeric mud remaining in the trench was accelerated by circulating specific enzymes through pipes installed in the trench on purpose.

At the completion of all the works, on the top of the barrier and in the adjacent area, three clay-strata were placed by rolling, to create a protective capping.

Piezometers were installed in pre-designed position, within the barrier. These piezometers will be utilized to monitor the level of the groundwater table within the barrier and to obtain water-samples for chemical tests, with a view to evaluate the behavior of the contaminant degradation process over time.



5819, via Dismano - 47522 Cesena (FC) - Italy
Tel. +39.0547.319311
Fax +39.0547.318542
e-mail: intdept@trevispa.com
www.trevispa.com



TREVI S.p.A.
Divisione RODIO