

demolizioni & riciclaggio

recycling

ANNO 14 - N.6 - NOVEMBRE 2010



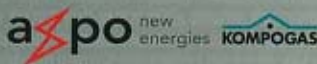
CESARO MAC IMPORT

MACCHINE E IMPIANTI SPECIALI PER L'AMBIENTE

Professional Team



STADLER



CESARO MAC IMPORT

Via delle Industrie, 28
30020 ERACLEA (VE) - Tel. 0421.231101
Fax comm. e ufficio tecnico 0421.232924
Fax amministrazione 0421.233392
Fax servizio ricambi 0421.231908

www.cesaromacimport.com
cesaro@cesaromacimport.com



TECNOLOGIE - IMPIANTI - MACCHINE - ATTREZZATURE
PER L'INDUSTRIA DEL RICICLAGGIO

**Recupero scorie
acciaieria
Ecomondo 2010**

ISSN 1593-2419

Poste Italiane Spa - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/02/2004 n. 46) art. 1 comma 1 DCB Milano
In caso di mancata consegna, inviare a CMP - Roserio per la restituzione al mittente con tassa a suo carico



GEOINGEGNERIA INNOVATIVA PER LA SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE

Trevi Spa, divisione di ingegneria del sottosuolo del Gruppo Trevi, sta operando a Manfredonia con tecniche innovative per la messa in sicurezza permanente di due aree contaminate utilizzate come discariche di rifiuti solidi urbani ■ DANIELE VANNI[®], MAURIZIO CROCE[®]



Le discariche Pariti 1-RSU e Conte di Troia, dismesse ormai da decenni, sono situate nel Comune di Manfredonia in provincia di Foggia, a circa 6 km a Sud-Ovest del centro urbano. I siti sfruttano il volume di due vecchie cave di calcarenite (arenarie calcaree tenere, giallastre, a struttura tufacea) e sono collocate, a quote diverse, rispettivamente alla destra e alla sinistra idrografica rispetto ad un piccola gravina che le divide, denominata Vallone di Mezzanotte. Negli anni successivi alla dismissione, le analisi delle acque di falda nell'area del Comune di Manfredonia hanno mostrato tracce importanti di infiltrazione di percolati. Dopo una serie di vicissitudini di carattere legale con procedura di infrazione da parte della Commissione Europea, nel novembre 2008 la Corte di Giustizia emetteva sentenza di condanna con severe sanzioni per il mancato completamento della bonifica dei due siti. La disposizione veniva però sospesa a seguito dell'impegno dallo Stato Italiano di sanare la situazione entro il 2010. A seguito di un iter burocratico complesso che ha portato nel maggio 2009 alla dichiarazione di stato di emergenza, alla nomina di un Commissario delegato per la bonifica e di un Soggetto Attuatore, nei primi mesi del 2010 sono iniziati i lavori che permetteranno la messa in sicurezza permanente.

Le caratteristiche dell'area e le indagini geognostiche

Le discariche sono situate in un'area caratterizzata da una marcata biodiversità, così come da una serie di gravine (cioè piccoli canyon) di origine erosiva che ospitano un ambiente rupestre di elevato interesse naturalistico. Questo territorio carsico si distingue per la quasi totale assenza di corsi d'acqua superficiali, a causa della permeabilità delle formazioni risalenti al periodo mesozoico; una considerazione chiave per comprendere l'importanza dell'intervento di messa in sicurezza

delle due discariche e la validità delle soluzioni individuate. L'area è stata indagata dal punto di vista geotecnico-idraulico a più riprese a partire dal 2003 fino al 2009. Le indagini hanno rilevato che il fondo su cui insiste la massa dei rifiuti non è regolare, ma caratterizzato dalla presenza di gradini dovuti al metodo di coltivazione tipico delle cave preesistenti. Dai dati ottenuti si è appurato che nell'area per uno spessore di circa 25-40 metri affiorano calcareniti neogeniche classificabili come rocce tenere; esse presentano una granulometria variabile da fine a grossolana, con grado di cementazione che varia da scarso ad elevato. La permeabilità primaria (per porosità interstiziale) delle calcareniti nel caso specifico, data l'omogeneità della formazione, risulta decisamente bassa, cioè dell'ordine di $k = 10-8$ cm/sec. Nondimeno, presumibilmente laddove si sono verificate azioni tettoniche o per altre motivazioni geomeccaniche, le calcareniti presentano macro fessurazioni la cui distribuzione è difficilmente ricostruibile, ma che determinano un notevole incremento (locale) di conducibilità dipendente dalla quantità e tipologia di fessurazioni intercettate durante la prova. Le calcareniti sono sovrastanti ad una formazione di calcari biancastri o rosati (lutiti) ben stratificati ed intensamente fratturati, con fratture spesso allargate dalla dissoluzione carsica, di caratteristiche meccaniche decisamente più elevate. La permeabilità di questi calcari risulta da elevata a molto elevata e di tipo secondario, cioè dovuta esclusivamente a fessurazione e carsismo. A Conte di Troia lo spessore di calcareniti sottostante il fondo della discarica è dell'ordine della decina di metri; i campioni prelevati non presentano evidenze di contaminazione. Peraltro l'assenza di un livello di percolato misurabile è proprio indice della presenza di sistemi comunicanti di fratturazione che, pur non essendo stati individuati dalle indagini eseguite in sede di progetto, hanno senz'altro caratteristiche di permeabilità tali da permettere il drenaggio totale del percolato e delle acque meteoriche. Sotto il fondo di Pariti, che ricordiamo si trova ad una quota altimetrica

più bassa e dal lato opposto della Vallone Di Mezzanotte, lo spessore delle calcareniti sovrastante i calcari è molto più esiguo riducendosi in alcuni punti a pochi metri; rispetto a Conte di Troia il grado di cementazione è risultato inferiore. Si sono inoltre riscontrate subito sotto i rifiuti porzioni alterate con presenza di strati a cementazione scarsa o nulla, permeabilità primaria apprezzabile ed evidente presenza di contaminazione. Si è anche ipotizzato in alternativa che questa situazione si sia determinata dalla presenza di residui di coltivazione della cava che, nel tempo, si sono impregnati di percolato. I valori di resistenza UCS delle rocce sono risultar dell'ordine di 5-15 MPa per le calcareniti e di 20-35 MPa per le lutiti.

Il progetto

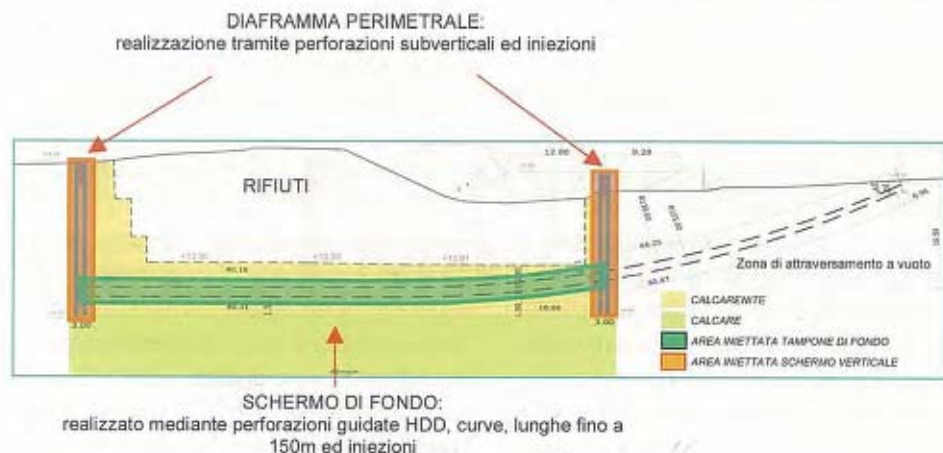
Una prima ipotesi progettuale prevedeva la totale rimozione dei rifiuti, la loro ricollocazione provvisoria in un altro sito ed infine la ricollocazione nella medesima sede, previo adeguamento della stessa. Questa ipotesi veniva però scartata per motivi di tempistica e di impatto ambientale. Per creare in opera e senza movimentare i rifiuti una efficace barriera, il progetto (curato da Sviluppo Italia Engi-

neering con la consulenza geotecnica dello Studio Sintesi) ha dunque dovuto individuare una metodologia d'intervento capace di ridurre sostanzialmente la permeabilità secondaria (cioè quella dovuta a fratturazione) e, localmente, quella primaria (in presenza di calcareniti sciolte).

La maggiore difficoltà tecnica era realizzare il tappo di fondo della discarica. Non essendo tecnicamente realizzabile uno schermo impermeabile con sostituzione dei materiali, si è scelto di intervenire con un trattamento impermeabilizzante di una fascia dell'ammasso roccioso sottostante i rifiuti, mediante iniezioni di miscele cementizie e silicatiche in grado di saturare le fessure, le discontinuità e i vuoti che ne determinavano la permeabilità. È stato stimato l'ottenimento di una permeabilità finale della fascia dell'ordine di 5 UL (Unità Lugeon).

Lo schermo è stato dimensionato per ricoprire il profilo di fondo delle discariche, mantenendosi ad una distanza di almeno 2.5/3 metri dal fondo ed intestandosi sulle barriere perimetrali, senza soluzione di continuità; lo spessore della roccia interessata al trattamento è stato fissato in 3 metri. Per realizzare lo schermo con tecnologie tradizionali sarebbe stato necessario eseguire migliaia di perforazioni verticali attraversando la massa dei rifiuti





per raggiungere gli strati di roccia sottostante da trattare con le iniezioni. Tutto questo avrebbe comportato costi, tempi e rischi ambientali elevatissimi. È stata pertanto messa a punto una soluzione innovativa ispirata alla recente introduzione nel settore della geo-ingegneria delle tecniche di perforazione direzionata HDD (Horizontal Directional Drilling) largamente utilizzate nel settore petrolifero e nel settore della posa di servizi per attraversamenti urbani (denominata "No Dig Technology"). Opportunamente modificate ed integrate, queste tecniche consentono l'esecuzione di perforazioni direzionate curvilinee sub orizzontali di elevata lunghezza (nel caso specifico fino a 150 m). Le perforazioni HDD sono state progettate per essere lanciate da uno dei lati della discarica ed al di sotto della stessa in modo da sotto-atteverarla completamente intersecando nel contempo i due schermi perimetrali verticali (vedi schema 1). La richiesta progettuale era di raggiungere una accuratezza nel direzionamento delle perforazioni dell'ordine di 30 cm. All'interno dei fori è stata prevista la posa di canne valvolate di acciaio per l'esecuzione di iniezioni cementizie e silicatiche.

Analoga soluzione è stata adottata in fase esecutiva anche per la realizzazione del contenimento perimetrale; in questo caso sono state utilizzate perforazioni rettilinee disposte su due file ed inclinate di 15° (in senso opposto per ogni fila) rispetto alla verticale in modo di consentire la inter-

cezione della totalità delle fessure presenti. Una terza fila centrale di perforazioni verticali ed iniezioni silicatiche ha il compito di "rifinitura" dell'intervento. La soluzione individuata per la realizzazione della barriera di fondo della discarica si distingue perché innovativa, economica ed assolutamente non impattante dal punto di vista ambientale dato che il rifiuto non viene mai interessato dalle attività; risulta pertanto applicabile a tutte le discariche che presentano problematiche simili a quelle di Mafredonia.

La cantierizzazione dei lavori e la logistica

La soluzione progettuale ha offerto il vantaggio di una rapida cantierizzazione, ha permesso la possibilità di operare contemporaneamente con più squadre in diversi settori delle due discariche e di ottenere un'ampia flessibilità esecutiva. La tecnica impiegata sta consentendo inoltre il rispetto dei tempi esecutivi incluso, ove necessario, la possibilità di eventuali accelerazioni o modifiche al programma dei lavori e/o alla tecnologia esecutiva.

L'opera è stata appalata nel ottobre 2009; la gara ha visto i lavori aggiudicati ad una ATI avente CCC come mandataria e la Coop Mucafer come asse-

gnataria. I lavori sono eseguiti con la supervisione del Soggetto Attuatore e la Direzione Lavori di SOGESID Spa. Trevi Spa (divisione ingegneria del sottosuolo del Gruppo Trevi) sta operando quale subappaltatrice per i lavori specialistici di perforazione ed iniezione mentre Mucafer sta provvedendo a tutte le attività preliminari e di assistenza (piste, tracciamenti, spostamento parziale di rifiuti, la loro copertura e le corree perimetrali); infine realizzerà anche tutte le lavorazioni relative al "capping" (cioè il rimodellamento della massa dei rifiuti e la copertura definitiva con geotessile e con terreno vegetale). In fase d'opera, per consentire l'elaborazione del progetto costruttivo, è stato necessario eseguire una nuova campagna di indagini molto accurate sia sul perimetro (una perforazione ogni circa 30 m) sia nell'area interna con carotaggio e prove di permeabilità delle zone interessate dal futuro trattamento. Inoltre si è dato seguito ad una serie di campi prova per mettere a punto i dettagli tecnologici ed operativi e testare il raggiungimento degli obiettivi progettuali. Queste indagini, oltre a ridefinire con esattezza le geometrie della discarica ed a mettere in evidenza alcune situazioni anomale, hanno evidenziato (per il 20-30% delle perforazioni eseguite) la presenza di macro-fessure di dimensioni da centimetriche a pluridecimetriche tra loro interconnesse in modo tale da assorbire tutto il volume di acqua immesso rendendo impossibile la misura stessa della permeabilità (valore di UL non misurabile). Questa situazione, confermata anche dalle video ispezioni condotte entro le perforazioni (vedi foto 1-2), ha reso necessario una integrazione alle modalità di perforazione ed iniezione previste da progetto sia per i fori perimetrali che per

Foto 1-2





Foto 3

quelli HDD. In particolare, in presenza di perdita di circolazione, si è deciso di intervenire con una procedura che prevede l'interruzione della perforazione, l'intasamento delle cavità con utilizzo di speciali miscele cementizie espansive ed infine la ripresa della perforazione previa riprova del tratto iniettato. L'uso delle miscele espansive ha consentito di limitare l'area di influenza delle iniezioni alla fascia di interesse e quindi contenere assorbimenti, tempi e costi. Completata questa fase di "intasamento preliminare" le iniezioni sono state condotte con la tecnica prevista in progetto, adatta per le formazioni litoidi, denominata MPSP (Multi Packers Sleeved Pipes). Questa

Foto 5-6



tecnica prevede, quale veicolo per l'iniezione, l'utilizzo di appositi tubi (posizionati entro le perforazioni) dotati di sacchi otturatori e di valvole. Una volta gonfiati i sacchi, l'area da trattare risulta sezionata in tratti che è possibile iniettare separatamente senza necessità di guaina. Per la messa a punto delle perforazioni HDD si sono condotti una serie di test per individuare il sistema di guida ottimale. La tecnica prescelta consente la localizzazione dell'andamento delle perforazioni tramite la misura (per mezzo di speciali sensori installati sulla batteria di perforazione) di campi magnetici artificiali, preventivamente predisposti nel sito. I dati, trasmessi in superficie in tempo reale,

vengono elaborati da un software e confrontati con quelli relativi all'andamento teorico della perforazione pre-calcolati. In caso di supero della tolleranza di scostamento, si interviene per correggere l'andamento con appositi utensili eccentrici in modo da mantenersi entro il range di deviazione previsto. Le perforazioni HDD sono realizzate su due file sub orizzontali a quinconce di lato 1,8 metri. I fori e le iniezioni sono eseguite secondo una successione messa a punto in una serie di campi prova divisi in tre ordini (primari secondari e terziari). Il controllo del grado di impermeabilità ottenuto è effettuato in opera con carotaggi, prove di permeabilità e con video ispezioni.

In entrambe i siti i fori (vedi foto 3) vengono realizzati con perforatrici Soilmec (divisione industriale del Gruppo Trevi per la produzione di macchine ed attrezzature per le fondazioni e i



Foto 4

consolidamenti), che operano al di fuori del perimetro dei rifiuti. Le iniezioni sono effettuate collegando con speciali doppi otturatori le canne di iniezione a centrali di iniezione (sempre fornite da Soilmec) in cui operano decine di iniettori controllati da un sofisticato sistema di controllo e registrazione dati. Infine in adiacenza alle centrali di iniezione sono installate le centrali di muscolazione ed i serbatoi di stoccaggio dei materiali. La gestione di questo complesso di impianti richiede un alto grado di organizzazione e l'assidua presenza di personale specializzato. Dalla qualità e rispondenza alle specifiche di capitolato delle varie miscele (volume delle iniezioni, percentuali di componenti in funzione di parametri esterni quali temperatura, distanza, profondità ecc) dipende infatti il raggiungimento degli standard di permeabilità previsti e quindi la perfetta tenuta idraulica nel tempo dello schermo. Le foto 4 (carotaggio) e 5-6 (video ispezioni) ben documentano la qualità del risultato finale ottenuto. I lavori si svolgono in orario continuo e la loro conclusione, a parte le operazioni di finitura, è prevista entro la fine del 2010. 🌱

Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare per la preziosa collaborazione:

- Ing. Carlo Cerulli, Direttore Tecnico Sviluppo Italia Engineering, Ing. Germano Guiducci, Studio Sintesi.
- Ing. Salvatore Acampora, Sviluppo Italia.
- Ing. Fausto Melli e Dott. Vito Specchio, Direzione Lavori Sogesid.

°TREVI GROUP

°°SOGGETTO ATTUATORE PER LA BONIFICA DELLE DISCARICHE DI MANFREDONIA