

Regione Piemonte

Provincia di Alessandria

Comune di Serravalle Scrivia

COMMISSARIO DELEGATO PER IL SUPERAMENTO EMERGENZA SITO "EX ECOLIBARNA"

**Progetto esecutivo
di messa in sicurezza della falda sottostante
il sito ex Ecolibarna - LOTTO 1A**



Riferimento:
26/06/L1/RG/01

Nome file:
Ecolibarna_rg_
ese_01.doc

Revisione:
01

01 **Relazione generale**

Commessa:
3026_ECOLIBARNA
26/06

Data:
Novembre2007

Redatto:
Dott. Ing. M. Rabino

Verificato:
Dott. Geol. S. Restagno
Dott. Geol. U. Puppini

Approvato:
Dott. Geol. M. Trimboli
Dott. Ing. E. Badolato

Progettazione:


esi
Consulenze Ambientali

ESI Italia s.r.l.
Via G.B. Pirelli, 26 - 20124 Milano
tel. +39.02.36567446 - fax +39.02.36567514
e-mail: milano@esinternational.com
web site: www.groundwatermodels.com


S.G.G.

Società di Geotecnica e Geomeccanica
di Restagno, Trimboli, Vezzolla & C. s.n.c.
Piazza della Vittoria, 24/2 I - 17014 Cairo M.tte (SV)
tel. 019.50.47.88 - fax 019.50.53.81
e-mail: sggsnc@tin.it web site: sgg.infoplus.gare.it

INDICE

1.	PREMESSA	1
2.	INQUADRAMENTO URBANISTICO E ANALISI DEI VINCOLI.....	2
3.	QUADRO CONOSCITIVO E CENNI DI GEOTECNICA.....	3
4.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
5.	MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELL'OPERA.....	8
6.	VERIFICA SISMICA	8
7.	PIANO DEGLI SCAVI.....	9
8.	STIMA DEI LAVORI	12
9.	RIFERIMENTI NORMATIVI	12

1. PREMESSA

Il Commissario Delegato per l'emergenza Ecolibarna, presso il Comune di Serravalle, ha conferito nell'estate 2006 incarico al Raggruppamento Temporaneo d'Imprese, costituito fra ESI Italia s.r.l. di Milano e la Società di Professionisti S.G.G. s.n.c. di Cairo Montenotte (SV), di redigere il progetto esecutivo del I Lotto per la messa in sicurezza della falda sottostante il sito ubicato in Serravalle Scrivia (AL), in relazione alla presenza di numerosi centri di pericolo di inquinamento.

L'obiettivo del progetto del I Lotto era finalizzato a ridurre il più possibile le immissioni della falda all'interno del sito, costruendo una sorta di barriera (scudo) materializzato dalla realizzazione di un diaframma plastico intestato nell'ambito della barriera geologica a bassa permeabilità costituita dai terreni appartenenti alla formazione delle *Marne di S. Agata Fossili*.

Tale scudo era previsto a monte del sito ovvero lungo la strada bianca parallela alla linea ferroviaria, che consente l'accesso alla cascina Curti. Lungo tale strada era inoltre prevista una canaletta di drenaggio delle acque superficiali.

Il progetto prevedeva, inoltre, la realizzazione di un sistema di monitoraggio che permetta sia un controllo della falda a monte e a valle del diaframma, per consentire una valutazione della sua efficacia, sia una verifica in corso d'opera in merito a eventuali cedimenti indotti dagli scavi sul rilevato ferroviario latitante.

Infine, recependo le indicazioni fornite dal Ministero dell'Ambiente, era inoltre previsto un sistema per lo smaltimento del surnatante presente in lacune zone del sito.

Il progetto in questione era stato consegnato nel mese di novembre 2006 e approvato dal Comitato Tecnico. Nel corso della primavera del 2007, è stata trasferita alla Prefettura di Alessandria la competenza della gestione commissariale per la messa in sicurezza di emergenza del sito; a seguito del trasferimento sono state avviate opere di sistemazione di superficie del sito nonché l'affidamento di incarico al Politecnico di Torino delle attività di completamento del piano di caratterizzazione del sito e delle aree esterne ricadenti nella perimetrazione del sito di interesse nazionale.

Contestualmente il Commissario ha avviato la Conferenza dei Servizi per il riesame del progetto del primo lotto al fine di procedere all'esecuzione dei lavori.

In sede di Conferenza referente sono state formulate osservazioni da parte della Provincia di Alessandria, dell'A.R.P.A. Piemonte e della Società SRT di Novi Ligure. In base alle osservazioni il Prefetto di Alessandria ha richiesto l'aggiornamento del progetto, assegnando, inoltre, a Rete Ferroviaria Italiana (RFI) le competenze di progettazione e gestione del monitoraggio geotecnico del rilevato ferroviario adiacente alla zona d'intervento. Parimenti, si è deciso di suddividere i lavori in un lotto 1A, relativo all'esecuzione del diaframma plastico e la sistemazione superficiale delle acque, da un successivo lotto 1B, relativo all'opera di rimozione del surnatante. Tale scelta consegue dalla necessità di aggiornare il quadro conoscitivo con le risultanze delle analisi eseguite dal Politecnico di Torino nonché delle attività di bonifica di superficie eseguite nel corso dell'estate del 2007.

La presente relazione illustra il progetto del lotto 1A, recependo tutte le osservazioni formulate dagli enti cointeressati alle attività di messa in sicurezza di emergenza della falda. In sede di revisione sono stati infine adottati i prezzi del tariffario delle Opere Pubbliche della Regione Piemonte aggiornato al 2006

2. INQUADRAMENTO URBANISTICO E ANALISI DEI VINCOLI

Come già definito nelle precedenti fasi progettuali l'intervento previsto ricade sul limite meridionale del sito "ex Ecolibarna" lungo il quale corre la strada di accesso a Cascina Curti; detta strada corre parallelamente al rilevato sul quale insiste la linea ferroviaria Genova-Arquata Scrivia-Torino.

In tabella si riporta un quadro di sintesi dei vincoli e delle zonizzazioni di carattere ambientale esistenti nel sito e in adiacenza allo stesso.

TIPO DI VINCOLO	PRESENTE	NON PRESENTE
Aree percorse da incendi negli ultimi 10 anni		X
Vincolo idrogeologico		X
L. 431/1985 "Galasso" – Zona perfluviale		X
Vincolo paesaggistico ex l. 1497/1939		X
Vincolo archeologico		X
Siti di Interesse Comunitario – Zone di Protezione Speciale		X
Presenza di Aree carsiche		X
Frane e/o zone esondabili classificate nel Piano Assetto Idrogeologico (P.A.I.) Autorità di bacino del Po		X
Strumento Urbanistico del Comune di Serravalle	CATEGORIA	
Sito ex Ecolibarna	"Comparto destinato a inutilizzabilità"	
Zone circostanti il sito e di ubicazione dei pozzi esterni	C.P.D. "Comparti produttivi di completamento e riordino"	
	Zone agricole	
Classificazione sismica OPCM 3274/2003	3	

Si evince pertanto che le opere oggetto del lotto 1A possono essere realizzate in assenza di contrasti con la normativa di pianificazione vigente.

Il diaframma a progetto è previsto lungo il confine fra la proprietà demaniale ex Ecolibarna e la strada citata che corre in larga parte nell'ambito della proprietà della Rete Ferroviaria Italiana. Nel Piano Particellare di Esproprio sono indicate le specifiche particelle direttamente interessate dai lavori o soggette ad occupazione temporanea.

3. QUADRO CONOSCITIVO E CENNI DI GEOTECNICA

Il progetto prende origine dalla necessità di garantire la messa in sicurezza della falda che scorre, tra l'altro, all'interno del sito ex Ecolibarna nel Comune di Serravalle Scrivia, con particolare riferimento alle criticità legate all'inquinamento di numerosi pozzi utilizzati per uso potabile e per altri usi, presenti a valle del sito in esame.

Il quadro stratigrafico risultante, aggiornato con i dati preliminari delle attività in corso di svolgimento da parte del Politecnico di Torino, è desumibile dalla tabella seguente:

Sondaggio N	Profondità alluvioni (m)	Formazione gessoso-solfifera (m)	Alterazione Marne S. Agata Fossili (m)	Marne S. Agata Fossili (m)
1	0,60-5,70	non presente	5,70-9,00	9,00-15,00
2	1,40-8,30	8,30-13,95	non presente	13,95-19,10
3	2,00-9,90	9,90-16,00	non presente	16,00-20,00
4	1,60-2,40	2,40-20,00	non presente	non presente
5	0,60-3,50	3,50-20,00	non presente	non presente
6	3,20-8,10	8,10-24,00	non presente	non presente
6bis	0,40-3,00	3,00-40,00	non presente	non presente
7	2,60-13,10	13,10-16,70	non presente	non presente
8	1,40-7,10	non presente	7,10-8,30	8,30-18,10
9	0,60-6,80	non presente	6,80-8,00-	6,80-16,00
10	0,60-7,70	non presente	7,70-8,00	8,00-15,00
S1/2007	fino a 5,7	non presente	n.d.	da 5,7
S2/2007	oltre 6,5	spessore maggiore della lunghezza del sondaggio	non presente	non presente
S3/2007	5	5->21	non presente	non presente
S4/2007	23	non presente	n.d.	da 23
S5/2007	10,6	non presente	n.d.	da 10,6
S6/2007	9,7	9,7-45	n.d.	da 45
S7/2007	5,5	5,5-45	n.d.	da 45
S8/2007	8,1	non presente	n.d.	da 8,1
S9/2007	7,7	7,7-22,5	n.d.	da 22,5
S10/2007	4,7	non presente	n.d.	da 4,7
S11/2007	5,5	non presente	n.d.	da 5,5
S12/2007	6,4	non presente	n.d.	da 6,4
S13/2007	9,1	9,1-10,5	n.d.	da 10,5
S14/2007	9	9-50	n.d.	da 50
S15/2007	10,5	non presente	n.d.	da 10,5

Il substrato marnoso ascrivibile alla formazione delle *Marne di S. Agata Fossili* è stato quindi intercettato direttamente al di sotto dello strato alluvionale nei sondaggi S1, S8, S9 e S10, nonché lungo le verticali S1, S4, S5, S8; S10-S12 e S15/2007. Lungo i sondaggi S2 e S3, nonché S6, S7, S9, S13, S14/2007, è stato rinvenuto al di sotto della *Formazione gessoso-solfifera*, stratigraficamente sovrastante.

Come accennato, il substrato ascrivibile alle *Marne di S. Agata Fossili*, sulla base dei risultati derivanti da prove di permeabilità in foro e in laboratorio, può essere considerato un'ideale

barriera geologica, per cui il progetto prevede che il diaframma venga intestato nell'ambito di tale formazione.

La necessità di immersione nei suddetti terreni, tuttavia, comporta l'impossibilità di scavare il diaframma con metodi classici (benna mordente), come già era stato ipotizzato in sede di progetto definitivo.

4. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

In base alle indagini eseguite e alle simulazioni elaborate con il modello di flusso, la messa in sicurezza della falda ha richiesto in prima istanza una soluzione che contempli una deflessione del flusso della falda mediante una barriera costituita da un diaframma plastico, associata alla regimazione delle acque superficiali a monte del sito.

La raccolta e smaltimento del surnatante sarà oggetto del lotto 1B.

4.1. Viabilità di servizio e diaframma plastico composito

Al fine di garantire l'accesso alla Cascina Curti nella quale risiede una persona disabile che necessita di assistenza sanitaria giornaliera, si realizzerà preventivamente una rampa provvisoria, condotta dal piazzale antistante l'insediamento D'Amore & Lunardi; tale rampa avrà lunghezza di circa 170 m per una larghezza di 2,5 m. L'opera sarà realizzata con inghiaatura e rullatura di pietrischetto selezionato che verrà rimosso all'ultimazione degli interventi.

La preparazione del piano di lavoro del diaframma sarà preceduta dallo smontaggio della recinzione esistente e dall'esecuzione di scavo di spianamento del terreno.

Come accennato, il sistema di contenimento della falda in ingresso da monte sarà ottenuto mediante la formazione di un diaframma plastico composito dello spessore nominale di 60 cm, nella cui parte mediana sarà inserita una geomembrana di HDPE di spessore 2,5 mm.

L'inserimento della geomembrana avverrà mediante l'ausilio di apposita guida sollevata da escavatore. Il getto sarà effettuato con una miscela plastica autoindurente, costituita da acqua, cemento e bentonite, opportunamente dosati.

Come già introdotto nelle fasi di progettazione preliminare e definitiva, la realizzazione di tale diaframma implica una serie di difficoltà oggettive:

- necessità di scavare un diaframma in terreni sciolti, sia di riporto sia alluvionali;
- necessità di approfondire il diaframma nell'ambito della formazione di base, in corrispondenza di livelli caratterizzati da un adeguato coefficiente di permeabilità e da consistenza elevata;
- in relazione a quest'ultima caratteristica, lo scavo del diaframma non può avvenire esclusivamente con l'ausilio di benna mordente e *kelly*, poiché con tale attrezzatura non risulta possibile l'approfondimento nella formazione di base.

Tali difficoltà hanno reso necessaria la definizione di una metodologia di lavoro che rendesse possibile lo scavo in terreni sciolti in condizioni di sicurezza e rapidità esecutiva nonché un adeguato approfondimento nella formazione di base.

In prima istanza, è stata considerata la possibilità di realizzare lo scavo con idrofresa, ipotesi comunque accantonata a causa dei costi molto elevati in relazione alle quantità di diaframma in gioco e agli ingombri dell'attrezzatura rapportati agli spazi di cantiere.

E' stata quindi studiata una metodologia di lavoro sviluppata in diverse fasi, che peraltro trova riscontro, pur con qualche variante, in situazioni analoghe nell'ambito di bonifiche di siti contaminati di interesse nazionale.

In particolare, si è previsto un intervento preventivo di consolidamento dei materiali sciolti, con la finalità di evitare l'uso di rivestimenti provvisori e le difficoltà connesse alla posa degli stessi. Il consolidamento potrà effettuarsi mediante formazione di trattamenti colonnari con

gettineiezione (*jet grouting*) di grande diametro (1.200 mm), eseguiti con sistema bifluido. L'adozione di tale sistema garantisce la stabilità del successivo scavo del diaframma e dei terreni circostanti, che verrà effettuato con la tecnica di trivellazione dei pali di medio diametro con eliche da roccia, con la formazione di fori accostati, spinti all'interno della formazione di base costituente la barriera geologica. Il completamento dello scavo del diaframma è previsto mediante la rottura dei setti rimanenti fra un foro tangente e quello contiguo, che potrà effettuarsi con escavatore attrezzato con *kelly* e benna mordente.

La metodologia adottata si sviluppa in cinque fasi:

Fase 1 - Trattamento colonnare mediante *jet-iniezione* ad alta pressione per tutto lo sviluppo del diaframma intestato nel tetto della formazione di base. Le colonne saranno fra loro secanti e dovranno avere un diametro reso di 1.200 mm.

Lo scopo di tale trattamento consiste nel miglioramento dei terreni sciolti onde consentire soddisfare due esigenze:

- esecuzione della seconda fase in condizioni di sicurezza e con adeguata rapidità;
- consolidamento dei terreni preventivo alla scavo in modo da non indurre fenomeni di detensionamento nei terreni su cui è fondato il rilevato ferroviario.

La conglomerazione avverrà mediante iniezione ad alta pressione di una miscela a basso dosaggio opportunamente tarata per facilitare le successive operazioni di scavo e garantire altresì una sufficiente resistenza.

La riuscita di tale intervento sarà opportunamente verificata mediante la realizzazione di almeno un campo prova, nell'ambito del quale effettuare scopertura delle colonne, campionamenti, prove di compressione sui campioni prelevati ed eventuali prove ecometriche. Il campo prova dovrà essere costituito da almeno cinque colonne secanti che raggiungano il tetto del substrato di base. E' necessario sottolineare che questa fase dovrà essere preceduta da una sistemazione logistica di alcune aree, attualmente non accessibili alle attrezzature di perforazione e scavo.

In particolare, dovrà essere eseguita l'asportazione della recinzione esistente nonché alcune operazioni di sterro e riporto. In questa fase dovrà essere realizzata una viabilità alternativa all'edificio abitativo adiacente la discarica di SE.

In corso d'opera dovranno essere controllate le caratteristiche delle miscele iniettate mediante prove di densità, di viscosità ed essudazione dopo 4 ore, rispettivamente mediante bilancia *Baroid*, cono di *Marsh* e cilindro graduato da 1 litro. Il prelievo di provini consentirà, inoltre, l'esecuzione di prove di compressione per la verifica dei parametri di resistenza delle miscele.

Fase 2 – Scavo mediante rotativa a elica da roccia, o benna da roccia, di prefiori tangenti diametro 600 mm, immorsati nella formazione di base per una profondità di circa 4,00 m. Questa metodologia, associata alla precedente, consente lo scavo in sicurezza fino alla profondità di progetto, permettendo una lavorazione a secco e senza rivestimento, essendo la stabilità delle pareti di ciascuno scavo garantita dal precedente trattamento. Questa attività potrà incominciare quasi immediatamente dopo l'inizio della *Fase 1*, riducendo in tal modo i tempi di realizzazione.

Fase 3 – Getto di miscela plastica autoindurente, utilizzando prodotti premiscelati previa analisi delle acque, che in ogni caso presenti una densità non inferiore a $1,16 \text{ g/cm}^3$ e un coefficiente di conducibilità idraulica a 28 giorni pari a $K < 5E-10 \text{ m/s}$ e a 90 giorni pari a $K < 1E-10 \text{ m/s}$. Il getto della miscela dovrà essere effettuato prima della rottura dei setti di roccia con benna, in modo da garantire la stabilità delle pareti dello scavo. Il getto avverrà mediante l'impiego di apposite tubazioni che consentano il riempimento dello scavo dal basso verso l'alto. Nel corso del getto, a carico dell'Impresa, dovranno essere prelevati provini di miscela

da sottoporre a prove speditive di densità, viscosità ed essudazione nonché a prove di laboratorio quali prove di resistenza e permeabilità.

Fase 4 – Scavo dei setti residui fino alla quota di progetto, mediante *kelly* e benna mordente. Tale attività avverrà anch'essa a secco e consentirà la formazione del diaframma s.s. La lavorazione con benna mordente dovrà consentire l'ottenimento di una larghezza resa di 600 mm.

Fase 5 – Posa in opera, nella parte mediana dello scavo, di geomembrana in HDPE, avente spessore 2,5 mm, mediante apposita guida manovrata da escavatore di servizio. Le operazioni di saldatura dei giunti ai pannelli di HDPE dovranno essere adeguatamente certificate. Particolare attenzione dovrà essere posta alle connessioni fra pannelli contigui nonché alle connessioni fra un nuovo concio e il concio attiguo esistente. In corso d'opera saranno effettuate prove sulle saldature, di tenuta sui giunti e prove di laboratorio sui materiali. Alle estremità del diaframma saranno messi in opera due profili metallici di accoppiamento in modo da poter proseguire in continuità la cinturazione del sito in lotti successivi.

La buona riuscita delle operazioni descritte dovrà consentire la realizzazione di un diaframma plastico caratterizzato da un coefficiente di permeabilità dell'ordine di 1×10^{-11} m/s.

Il controllo della buona realizzazione del diaframma avverrà mediante prospezioni geofisiche ed eventuali penetrometriche statiche.

4.2 Monitoraggio diaframma

L'efficienza del diaframma dovrà essere verificata mediante la realizzazione di un sistema di monitoraggio che verrà implementato mediante la realizzazione di n. 6 piezometri a lettura manuale, di cui tre a valle e a monte del diaframma plastico. Il diametro di questi ultimi non dovrà essere inferiore a 3", onde permettere, oltre alla misurazione dei livelli di falda, anche il campionamento delle acque per l'esecuzione di analisi chimiche.

Tutti i nuovi piezometri realizzati dovranno essere ubicati topograficamente e opportunamente quotati con sistema GPS.

4.3 Jet grouting di consolidamento al piede del rilevato ferroviario

Nel tratto più prossimo a cascina Curti, la vicinanza fra il rilevato ferroviario e la discarica delle melme acide ha richiesto, cautelativamente, la realizzazione di un tratto di terreno consolidato a protezione del rilevato stesso. Questa attività sarà effettuata nella zona mediana della strada vicinale, per un tratto di circa 30 m, in modo che lo scavo del diaframma non pregiudichi in alcun modo la stabilità del rilevato.

Le miscele utilizzate per tale trattamento dovranno risultare completamente diverse da quelle adottate per la realizzazione dei *jet grouting* provvisori del diaframma, dovendo agire come trattamento di consolidamento, per cui dovranno garantire la massima resistenza.

4.4 Monitoraggio rilevato ferroviario

Il sistema prevede il monitoraggio in corso d'opera del rilevato ferroviario, a una certa distanza dal quale sarà realizzato il diaframma oggetto dell'appalto. Tale sistema, inizialmente previsto nel progetto e costituito da una catena di cinque inclinometri fissi orizzontali, realizzata nel rilevato stesso, associato a inclinometri verticali ed estensimetri multibase, sarà allestito e gestito a cura di RFI.

4.5 Opere idrauliche di sistemazione acque superficiali

Per il drenaggio e il recapito delle acque meteoriche incidenti sull'area compresa tra il rilevato ferroviario e la recinzione del sito ex Elicobarna è stata progettata un'opera di raccolta costituita da una canaletta suddivisa in due tratti ciascuno relativo ad uno dei due sottobacini in cui è stata suddivisa l'area totale in oggetto. I due tratti T1 (colore marrone sulla Tav. E03B) e T2 (colore azzurro sulla Tav. E03B) della canaletta hanno sezioni trapezie di differenti dimensioni, direzioni di flusso opposte.

Si è scelto di suddividere la canaletta in due tratti poiché il tratto iniziale della strada sterrata è caratterizzato da una elevata pendenza in direzione della ex Strada Statale 35 Bis che impone il deflusso dell'acqua in tale verso, mentre il secondo tratto presenta pendenza opposta.

Al fine di stimare le portate da convogliare nell'opera di raccolta è stato eseguito uno studio idrologico utilizzando i dati contenuti nell'allegato 3 delle Norme di Attuazione della direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica contenuta nel PAI (Piano Stralcio per l'assetto Idrogeologico).

Inserendo i valori dei parametri riportati dal sopra citato documento nella curva di possibilità pluviometrica è stata calcolata l'altezza di pioggia di forte intensità e breve durata. Successivamente, tramite la formula di De Martino, è stato determinato il coefficiente udometrico dal quale, con il metodo dell'invaso, si è giunti alla stima delle portate defluenti nei due sottobacini considerati.

Per il sottobacino relativo al tratto T1 il valore delle portate è risultato pari a 6,55 l/s, mentre per il sottobacino relativo al tratto T2 è risultato pari a 30 l/s.

Il tratto T1, di circa 45 m di lunghezza, è previsto in terra; la pendenza sarà pari a 0,034. La canaletta terminerà con un tratto curvilineo alla fine del quale la portata verrà spagliata superficialmente sul terreno e assorbita per filtrazione.

Il tratto T2, lungo circa 190 m, sarà in elementi prefabbricati in calcestruzzo vibrocompresso posti sulla sommità del diaframma e ne seguirà il tracciato a meno del tratto finale. La posa in opera dell'elemento prefabbricato avverrà mediante inserimento sul tratto sommitale del diaframma allargando leggermente lo scavo e risvoltando la geomembrana sul lato a valle. Una volta posizionata la canaletta prefabbricata la stessa verrà sigillata al diaframma mediante getto di miscela plastica cemento-bentonite analoga a quella impiegata per il getto del diaframma. La pendenza della canaletta sarà pari a 0,005.

La canaletta T2 convoglierà la portata nella roggia esistente; l'innesto sarà realizzato mediante invito in calcestruzzo magro prima del manufatto esistente di sottopasso della strada. La sezione di detta roggia è più che sufficiente a convogliare la portata in gioco.

Si sottolinea l'importanza di rialzare e rinfrancare le sponde del canale in terra (sponda destra idraulica) dalla prima curva dopo l'innesto in roggia fino all'inizio della discesa del canale lungo il pendio.

4.6 Interferenze con il metanodotto THUGA PADANA

A fianco del tratto di canaletta in terra T1, per una lunghezza di circa 50 m sul lato della strada adiacente all'attuale recinzione, si trova una tubazione di trasporto gas a media pressione. Si tratta di un tubo in acciaio di 4", interrato a profondità indicativa di 0,50 m sopra tubo di proprietà della Società Thuga Padana s.r.l. che costituisce collegamento secondario fra due tratti SNAM. In corrispondenza dei tubi guida esterni di sfiato, il tubo, con una curva a 90°, attraversa perpendicolarmente la sede della strada sterrata ed il rilevato ferroviario portandosi sull'altro lato dello stesso. Dovendo realizzare il diaframma e la canaletta in prossimità del tubo, si è concordato con la azienda proprietaria di prevedere la disattivazione temporanea fino al completamento del diaframma. In questo settore i trattamenti colonnari saranno eseguiti a pressione di esercizio dimezzata a partire dalla profondità di 1 m da p.c. A lavori ultimati si procederà alla verifica della tenuta e dell'eventuale presenza di danneggiamenti prima della rimessa in esercizio.

4.7 Recinzione zona d'intervento

Dopo l'ultimazione dell'intervento verrà ripristinata la recinzione del sito in analogia a quanto previsto dal Commissario per la restante perimetrazione; si prevede la posa di pali tutori in legno stagionato e scortecciato, del diametro di medio di 6-8 cm, infissi nel terreno fino alla profondità di 50 cm. L'altezza fuori terra della recinzione sarà di 2,7 m prevedendosi la chiusura della stessa mediante travi di abete dello spessore medio di 3 cm. L'opera sarà verniciata con due mani di *flating* protettivo.

5. MONITORAGGIO E MANUTENZIONE DELL'OPERA

L'efficienza ed efficacia del diaframma saranno verificate dopo il completamento dell'opera a mezzo di piezometri di controllo. Sono stati previsti n. 6 piezometri disposti a monte ed a valle della barriera sotterranea come indicato nella Tav. E03A. I piezometri in questione, unitamente a quelli presenti all'interno del sito nelle aree più prossime al diaframma, saranno periodicamente verificati a mezzo di letture freaticometriche manuali eseguite da personale incaricato dal Commissario. Le tubazioni previste saranno attrezzate con tubi da 3" potendosi parimenti realizzare prelievi per analisi chimiche delle acque di falda superficiale.

Le opere previste non prevedono particolari impieghi e pertanto non sono corredate di manuale d'uso.

In tabella vengono illustrate le opere che richiedono manutenzione periodica, la tipologia d'intervento, il personale richiesto e la frequenza degli interventi.

TIPOLOGIA	DESCRIZIONE DELLA MANUTENZIONE	N. OPERATORI E DURATA	MEZZI D'OPERA NECESSARI	PERIODICITA'
Canalette	verifica integrità e pulizia	2 (1 giornata)	pale e picconi utensileria, autoaspiratore	ogni 6 mesi
Diaframma	nessuna manutenzione	-	-	-
Recinzioni	verifica integrità e verniciatura	2 (4 giornate)	Scala utensileria	Ogni 2 anni (inizio estate)

6. VERIFICA SISMICA

Come evidenziato nella Relazione Geologica (Ecolibarna_geo_es_01.doc), il Comune di Serravalle Scrivia è inserito in zona sismica 3 ai sensi dell'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03. Nella Relazione Geotecnica (Ecolibarna_geot_es_01.doc), viene evidenziato che l'inserimento del diaframma non comporta particolari sollecitazioni orizzontali, se non in presenza di sisma. Per quanto concerne la resistenza a sisma sono state previste specifiche sulle caratteristiche del getto del diaframma finalizzate a ottenere una miscela a elevata plasticità che eviti la formazione di lesioni di trazione nel getto di protezione della geomembrana. Sono previste, infatti, miscele preconfezionate che garantiscono caratteristiche di plasticità e resistenza costantemente controllabili durante le fasi di getto. Infine, la particolare metodologia di scavo adottata, garantisce al diaframma una particolare protezione proprio nel tratto più sensibile ai fenomeni di amplificazione sismica costituito dai terreni alluvionali, trovandosi gli stessi conglomerati dalla gettinazione eseguita in fase preliminare.

7. PIANO DEGLI SCAVI

7.1. Modalità di scavo e produzione di materiale

7.1.1 Consolidamento a protezione del rilevato ferroviario

Per consolidare il terreno prospiciente il rilevato ferroviario si eseguiranno una serie di colonne *jet grouting* con diametro finito non inferiore a 1.200 mm, mediante perforazioni a distruzione di piccolo diametro interdistanti circa 1,200 m, per un tratto lungo circa 30 m. Si prevede che l'esecuzione dei prefiori da 160 mm di diametro fino alla profondità media di 6 m comporti l'estrazione di circa 4 m³ di terreno.

7.1.2 Preconsolidamento del terreno

Prima della realizzazione del diaframma sarà eseguito, come descritto nei paragrafi precedenti, il preconsolidamento del terreno attraverso *jet grouting* con diametro finito non inferiore a 1200 mm. Saranno eseguiti prefiori di piccolo diametro interdistanti circa 1 m e profondi 7,5 m lungo tutta l'impronta del diaframma, per circa 235 m. L'esecuzione dei prefiori potrà comportare l'estrazione di poco più di 30 m³ di terreno.

7.1.3 Scavi verticali per realizzazione diaframma plastico composito

All'interno della fascia di terreno preconsolidato verrà realizzato il diaframma di progetto d=600 mm per una lunghezza pari a 235 m, con una profondità di immersione media di 13,15 m dal piano campagna; il volume di terreno scavato è stato stimato in circa 1.860 m³.

7.2 Deposito temporaneo

Per lo stoccaggio temporaneo dei volumi di terreno estratto, in attesa di eseguire le apposite analisi di classificazione e di destinazione, si prevede di servirsi di una parte della piattaforma in calcestruzzo esistente nel settore nord ovest del sito per un settore ampio 15 m x 15 m in grado di accogliere circa 500 m³ di terreno, formando cumuli alti circa 4-4,5 m.

7.3 Classificazione rifiuti solidi e liquidi e loro movimentazione

Si prevede di movimentare un quantitativo di terreno di circa 1.900 m³ ed ogni circa 500 m³ accumulati sulla piattaforma verranno eseguite analisi chimiche per definirne il codice CER ed il destino a discarica ai sensi del D.M. 03/08/2005. Nelle vicinanze del tracciato del diaframma sono stati eseguiti solo due carotaggi con analisi di terreni che hanno evidenziato:

- in DNBPZ03 superamenti per l'uso industriale tali per cui i terreni non potrebbero essere smaltiti a discarica per inerti;
- in ESTPZ19 nessun superamento, per cui i terreni potrebbero essere smaltiti a discarica per inerti;
- in DNBSO01 e DNBSO05 superamenti per l'uso residenziale, tali per cui i terreni potrebbero essere smaltiti a discarica per inerti.

Pertanto, in via cautelativa, si è scelto di assumere che circa il 30 % del terreno scavato possa essere recapitato a discarica per rifiuti speciali non pericolosi, per un quantitativo di circa 570 m³. Il restante 70 %, vale a dire circa 1.330 m³, si assume che possa essere recapitato a discarica per rifiuti inerti o eventualmente riutilizzato in sito. Tale modalità avverrà a condizione che le risultanze analitiche della frazione < 2 mm risultino conformi ai limiti tabellari di colonna A o B in base all'uso e quelle del test di cessione sulla frazione > 2 mm siano conformi ai limiti per le acque sotterranee del D.M. 471/1999.

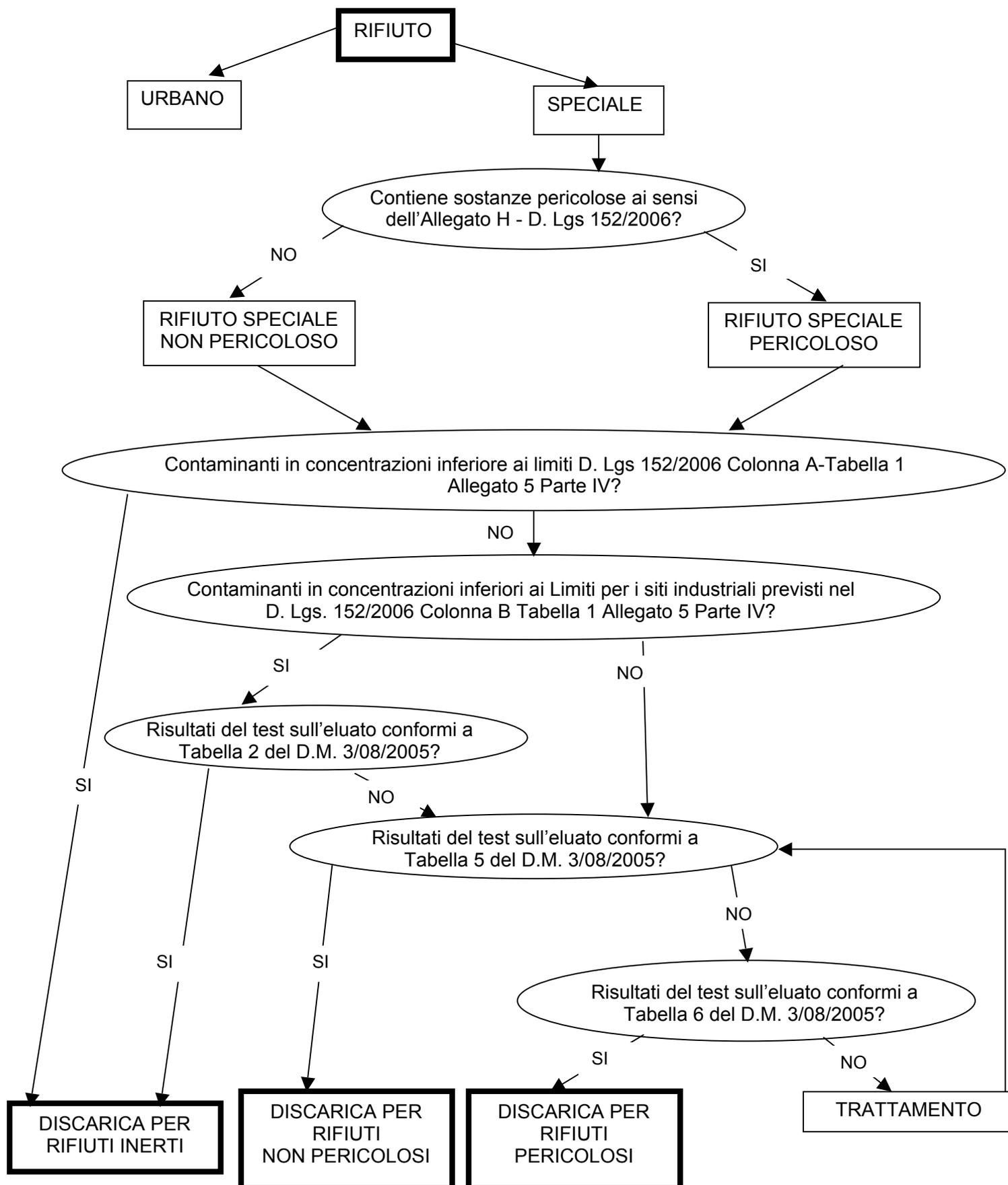
Sulle acque di raccolta della piattaforma per il deposito temporaneo dei terreni verranno eseguite analisi di laboratorio per la classificazione come rifiuto. Le acque verranno poi smaltite tramite vettore autorizzato allo smaltimento e/o trattamento in impianto autorizzato.

Nella tabella seguente si riporta il *set analitico* per la classificazione con codice CER e per la definizione delle modalità di impiego; la lista consegue dai parametri definiti dal Politecnico di Torino.

Parametro	Acque	Terreni
Ammoniaca	X	
Nitrati	X	
Nitriti	X	
Solfati	X	X
Cloruri	X	
Cianuri	X	X
Fluoruri	X	X
Al	X	X
Cd	X	X
Cr totale	X	X
Fe	X	X
Mn	X	X
Cr VI	X	X
Hg	X	X
Ni	X	X
Pb	X	X
Cu	X	x
Zn	X	X
Benzene	X	X
Etilbenzene	X	X
Stirene	X	X
Toluene	X	X
Para-Xilene	X	X
Politiciclici aromatici	X	
Alifatici clorurati cancerogeni	X	X
Alifatici clorurati non cancerogeni	X	X
Cloroformio	X	X
Nitrobenzeni	X	X
Clorobenzeni	X	X
Fenoli	X	X
Clorofenoli	X	X
Ammine aromatiche	X	X
Fitofarmaci	X	X
Diossine	X	
PCB	X	
Idrocarburi totali	X	X
Tensioattivi anionici	X	
Tensioattivi non ionici	X	

Le modalità di utilizzo dei materiali analizzati sono ottenute con la procedura riassunta nel

segunte diagramma di flusso.



I prezzi delle analisi dei materiali di scavo e delle acque, riportati in elenco, sono stati formati con le singole voci di riferimento contenute nel Prezziario 2006 Regione Piemonte, ove presenti.

8. STIMA DEI LAVORI

La stima dei lavori, di cui al computo metrico (rif. 26/06/L1/CME/01, nome file: Ecolibarna_cme_ese_01.doc), inclusiva di spese tecniche e oneri, ammonta a euro **1.460.000,00** ed è descritta in dettaglio nel quadro economico (rif. 26/06/L1/QE/01, nome file: Ecolibarna_qe_es_01.doc).

9. RIFERIMENTI NORMATIVI

- Circolare LL.PP. 04.07.1996 n. 156AA.GG./STC “Istruzioni per l’applicazione delle norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al D.M. 16.01.1996”.
- Legge 5.11.1971 n. 1086 - Circolare LL.PP. 24.06.1993 n. 37406/STC “Istruzioni relative alle norme tecniche per l’esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- Legge 11.02.1994 n. 109 “Legge quadro in materia di lavori pubblici” e successive modifiche e integrazioni.
- Linee guida per la verifica e il collaudo delle barriere impermeabili per la messa in sicurezza di siti contaminati – Provincia di Milano 2003.
- D.G.R. (Regione Piemonte) n. 86-10252 del 1 agosto 2003 Indirizzi regionali per l’applicazione del decreto legislativo 13 gennaio 2003, n. 36 “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti e del decreto ministeriale 13 marzo 2003.
- D.Lvo. n. 36 del 13 gennaio 2003 “Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti”.
- D.L.vo 152/2006 del 03.04.2006 “Norme in materia ambientale”
- D.L.vo 163/2006 del 12.04.2006 “Nuovo Codice degli appalti”
- D.M. 11.03.1988 “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione”.
- D.M. 09.01.1996 “Norme tecniche per il calcolo, l’esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”.
- D.M. 16.01.1996 “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi”.
- D.M. n. 471 del 25 ottobre 1999 “Regolamento recante criteri, procedure e modalità per la messa in sicurezza, la bonifica e il ripristino ambientale dei siti inquinati, ai sensi dell’articolo 17 del D.lgs. 5 febbraio 1997 n. 22 e successive modificazioni e integrazioni”.
- D.M. 14.09.2005 Testo Unitario – Norme tecniche per le costruzioni C.S.LL.PP. pubblicato G.U. del 23 settembre 2005.
- D.P.R. n. 554 del 10 dicembre 1999 “Regolamento sui lavori pubblici”.
- Procedure semplificate per gli interventi di bonifica e ripristino ambientale nel rispetto delle condizioni di cui all’articolo 13 del D.M. 471/1999 – Interventi di bonifica di terreni contaminati a seguito di perdite da serbatoi intarrati per lo stoccaggio di oli minerali – D.G.R. (Regione Piemonte) N. 33-5320 del 18 febbraio 2002.