



Comune di Castegnato

PROVINCIA DI BRESCIA



SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA

COMMESSA N°	REVISIONE N°	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	PAGINE TOTALI
X6090	1	novembre 2016				44
N° COPIE: 3	DISTRIBUITO A: Comune di Castegnato					

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	0	SOMMARIO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	1 di 43



SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO	3
3. DEFINIZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO DEL SITO PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI .	6
4. ATTIVITA' PREGRESSE	8
5. LIVELLI DI CONTAMINAZIONE NEL SITO	10
6. ESAME DELLE ALTERNATIVE	14
7. DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELL'INTERVENTO	15
8. INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE	16
8.1 Capping superficiale	18
8.3 Opere complementari di regimazione delle acque meteoriche	20
9. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE	23
9.1 Pulizia e preparazione dell'area	23
9.2 Scavo di sbancamento per la preparazione del piano di posa dell'impermeabilizzazione artificiale	23
9.3 Impermeabilizzazione naturale	25
9.4 Impermeabilizzazione artificiale	26
9.5 Drenaggio sopratelo	26
9.6 Strato drenante	26
9.7 Copertura finale	27
9.8 Opere di drenaggio superficiale	27
9.9 Modifica tracciato collettore	28
9.10 Completamento della recinzione	29
9.11 Inerbimento della superficie finale	29
10. CALCOLO STERRI E RIPORTI	30
10.1 Sterri	30
10.2 Riporto di materiale inerte.....	32
10.3 Riporto di terreno vegetale.....	33
11. MODALITA' DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA	35
12. QUADRO GENERALE DI SPESA	40
13. BENEFICI ATTESI	41
14. PIANO DI MONITORAGGIO PER LA VERIFICA DEGLI ESITI DEGLI INTERVENTI.....	42
15. CRITERI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI E DELLA POPOLAZIONE.....	43

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	1	PREMESSA			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	2 di 43



1. PREMESSA

Il presente progetto viene redatto su incarico del Comune di Castegnato al fine di dare attuazione all'accordo di programma "Per la definizione degli interventi di messa in sicurezza e successiva bonifica del sito di interesse nazionale Brescia-Caffaro" sottoscritto il 29 settembre 2009.

Sulla base di quanto discusso ai tavoli tecnici con il Commissario Roberto Moreni, la Regione Lombardia e ARPA Brescia, e di quanto emerso in sede di Conferenza dei Servizi Istruttoria in data 23 febbraio 2016 le attività di prevenzione consistono nella realizzazione di un capping della discarica, equivalente a quanto indicato dal DLgs 36/2003 e compatibile con un successivo intervento di messa in sicurezza permanente.

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	2	LOCALIZZAZIONE DEL SITO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	3 di 43



2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO

L'area interessata, una cava dismessa colmata con rifiuti eterogenei, si trova nel Comune di Castegnato, a sud della Statale n°11 "Padana Superiore" e dell'autostrada A4 e a nord della linea ferroviaria Milano –Venezia.

Il lato nord è delimitato da un insediamento artigianale commerciale; la via Pianera, che dalla rotonda sulla statale porta verso Travagliato, consente l'accesso all'area e ne delimita il margine orientale.

I margini meridionale e occidentale sono delimitati da una strada asfaltata a servizio dell'area industriale che da via Pianera raggiunge, prima con andamento est-ovest e quindi sud-nord, la statale 11.

Nelle pagine seguenti si riportano la vista dall'alto del sito e l'estratto mappa catastale.

PARTE	2	LOCALIZZAZIONE DEL SITO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	4 di 43



PARTE	2	LOCALIZZAZIONE DEL SITO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	5 di 43

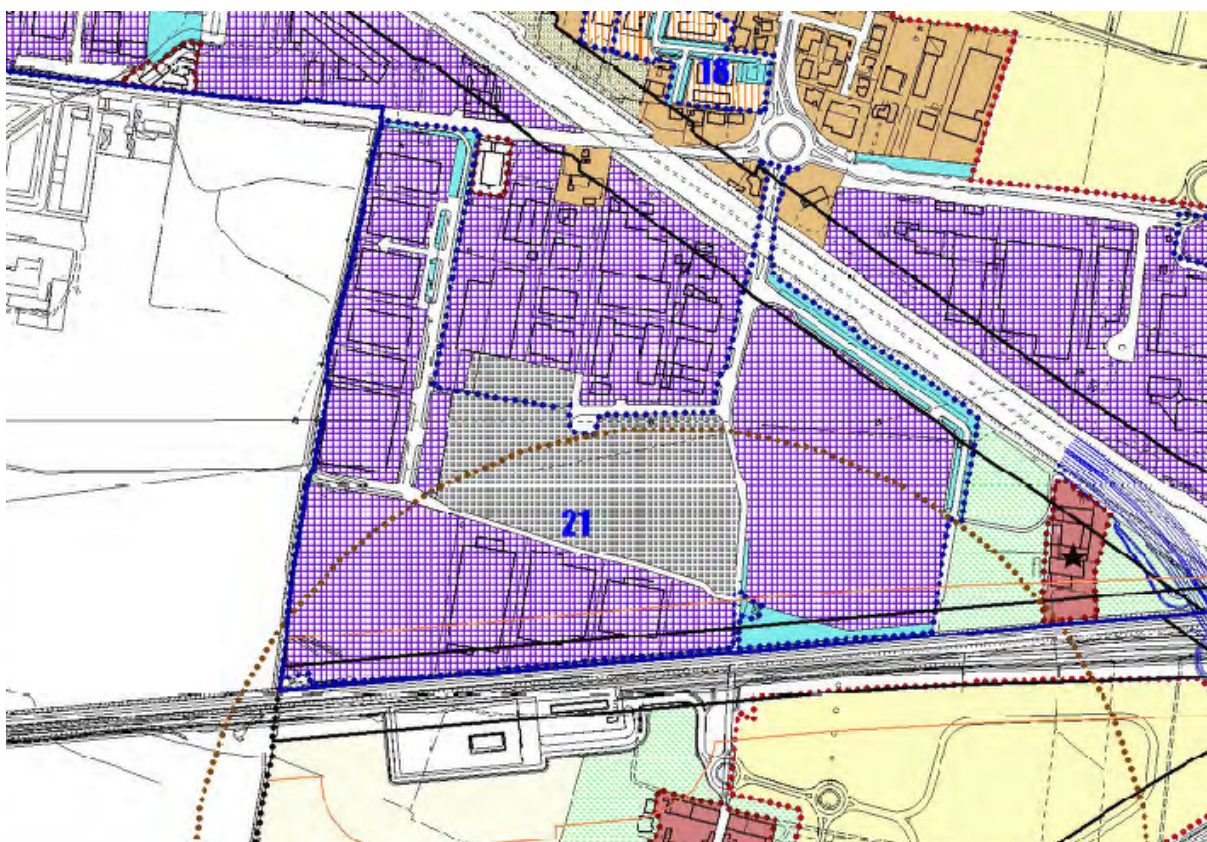


COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	3	DEFINIZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	6 di 43



3. DEFINIZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO DEL SITO PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI

Nel "Piano di Governo del Territorio" la porzione di suolo interessata dalla ex discarica ricade in un'area classificata come "Zona soggetta a bonifica (DM 24 febbraio 2003)" mentre le aree circostanti ricadono nella fattispecie "Ambiti produttivi consolidati".



COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE PROGETTO DEFINITIVO			
PARTE	3	DEFINIZIONE DELLA DESTINAZIONE D'USO PREVISTA DAGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	7 di 43



	Nuclei di antica formazione
	Nuclei di antica formazione in ambito extraurbano
	Ambiti residenziali consolidati - edilizia saturata
	Ambiti residenziali consolidati - edilizia rada
	Ambiti di trasformazione (inclusi nel Documento di Piano)
	Ambiti produttivi consolidati
	Ambito agricolo di rispetto dell'abitato
	Ambito agricolo di salvaguardia ambientale
	Ambito agricolo produttivo
	Tracce non adatte ad uso agricolo in ambiti agricoli
	Servizi pubblici e di interesse pubblico o generale esistenti
	Servizi pubblici o di interesse pubblico o generale di progetto
	Verde privato
	Zone soggette a bonifica (D.M. 24 Febbraio 2003)
	Cave e discariche
	Aree soggette a normativa specifica nel Piano delle Regole
	ATE (Ambiti Territoriali Estrattivi)
	Fasce di rispetto delle infrastrutture viarie e ferroviarie
	Fasce di salvaguardia della linea ferroviaria AC-Ar/c e secondo Bro-Be-Mi
	Fasce di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile
	Fascia di rispetto cimiteriale
	Fascia di rispetto del depuratore
	Alevamenti esistenti
	Fascia di rispetto degli allevamenti
	Perimetro del centro abitato
	Confine comunale

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	4	ATTIVITA' PREGRESSE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	8 di 43



4. ATTIVITA' PREGRESSE

Con riferimento al sito in oggetto sono state condotte da parte dell'Amministrazione Comunale numerose attività di caratterizzazione, indagine e monitoraggio a partire dal 2002, validate da ARPA Brescia per quanto di sua competenza.

Attività ante sito di interesse nazionale:

- Campionamenti e analisi ARPA su terreni superficiali con metodica a W
- Indagine geofisica per la ricerca di anomalie elettromagnetiche relative alla conducibilità elettrica del sottosuolo e l'individuazione di ammassi metallici.
- Terebrazione piezometri Pz1, Pz2, Pz3, Pz4, Pz5 (profondità 27 metri, diametro 80 mm, filtri a -20 m).
- Campionamento e analisi delle carote estratte dalle perforazioni effettuate per l'installazione dei piezometri (4 relative a suoli superficiali e sottosuolo adiacenti al sito, 1 relativa a suoli superficiali e sottosuolo a monte del sito)
- Prelievo e analisi acque sotterranee di prima falda dai 5 piezometri.

2002 - Piano di investigazione iniziale comprendente:

- Campionamento dello strato superficiale (0,0-0,4m) e sottosuperficiale (0,8-1,2m) di suolo circostante il sito -> Campioni serie TE0x.
- Esecuzione di sondaggi geognostici con carotaggio dei primi 5 metri di suolo al fine di delimitare il margine di discarica a nord. Sondaggi identificati con le sigle S1-S8. (sondaggi s6, s7, s8 eseguiti il 7/10/2002).
- Terebrazione piezometro Pz6 in fregio al Pz1, con le seguenti caratteristiche: profondità: 36 m, diametro interno tubo PVC: 4", filtri tra 30 e 36 metri. Rinvenimento di un corpo geologico di natura argillosa tra i 23 e i 29 metri di profondità, (all'interno del quale sono state eseguite n°2 prove di permeabilità a carico variabile. Dislivello fra la prima e la seconda falda pari a circa 1,5 m.)
- Carotaggi interni alla discarica, serie C1-C10 con campionamenti in triplice replica da carote estratte dai sondaggi.
- Campionamento ed analisi delle acque sotterranee dai piezometri,
- Esecuzione di 3 trincee esplorative presso anomalie magnetiche
- Prelievo ed analisi di sedimenti a monte e a valle della roggia lambente il sito.
- Prelievo ed analisi di acque della roggia lambente il sito.

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	4	ATTIVITA' PREGRESSE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	9 di 43



Attività post piano investigazione iniziale:

- Monitoraggio acque sotterranee
- Realizzazione di ulteriori piezometri a monte e valle della discarica rispetto all'andamento della falda

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	5	LIVELLI DI CONTAMINAZIONE NEL SITO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	10 di 43



5. LIVELLI DI CONTAMINAZIONE NEL SITO

Sulla base dei risultati delle indagini effettuate di seguito si riportano i livelli di contaminazione riscontrati per le diverse matrici ambientali.

a) I livelli di contaminazione della copertura dell'ammasso dei rifiuti, soggetta al prelievo e all'analisi di dieci campioni di terreno, sono risultati al di sotto dei limiti di cui alla tabella 1, colonna B dell'allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs 152/06.

b) I livelli di contaminazione della matrice suoli esterni (suoli posti in adiacenza all'ex discarica, adibiti comunque a destinazione d'uso produttiva) sono risultati inferiori ai limiti di cui alla tabella 1, colonna B dell'allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs 152/06.

c) I livelli di contaminazione del suolo posto al di sotto della discarica, nei 13 campioni analizzati, sono risultati al di sotto dei limiti di cui alla tabella 1, colonna A dell'allegato 5 al titolo V della parte quarta del DLgs 152/06, ad eccezione di due valori che in ogni caso rientrano ampiamente entro i limiti di colonna B.

d) La sorgente di contaminazione posta sotto la copertura (inalterata sin dalla metà degli anni settanta) è costituita da uno strato irregolare di spessore variabile (da 1 uno a 4 m) di rifiuti costituiti in prevalenza da RSU (depositati da ASM s.p.a. di Brescia tra il maggio e il novembre 1972) a cui si aggiungono scarti di attività artigianali ed industriali (stracci, latte di piccole dimensioni, imballaggi in plastica, fili metallici, rottami di piccole dimensioni) e scarti edili.

In alcuni carotaggi, al di sotto di tale strato sono stati rinvenuti dei limi probabilmente depositati per decantazione delle acque di lavaggio della ghiaia ivi estratta.

I rifiuti mostrano una modesta contaminazione da metalli pesanti, con valori generalmente inferiori ai limiti di colonna B, nei rifiuti le concentrazioni maggiori di PCB sono state misurate nei punti di sondaggi C7, C8 e C9, posti nella porzione centrale dell'area.

e) Le acque sotterranee sono attualmente monitorate attraverso 11 piezometri posti sia a monte che a valle idrogeologico, pescanti nella prima e nella seconda falda.

La prima falda ha una soggiacenza di circa 20 metri, una bassa circolazione (K medio dell'acquifero di $4,6 \cdot 10^{-4}$ m/s) e una potenza inferiore ai 5 metri.

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	5	LIVELLI DI CONTAMINAZIONE NEL SITO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	11 di 43



Tale acquifero non è oggetto di prelievi a scopo idropotabile, mentre i primi prelievi ad uso irriguo (peraltro da litozone acquifere non in diretta continuità con la falda in questione) si trovano alcuni chilometri a sud in territorio del Comune di Travagliato.

Il più vicino prelievo a scopo idropotabile, con prelievi dai livelli 40-46 m, 54-56 m e 86-92 m, è posto ad una distanza di 3 chilometri in direzione est/sud-est (azimut 127°) in territorio del Comune di Roncadelle, in via Santa Giulia, nelle adiacenze del fosso Gandovere, gestito dal consorzio di Roncadelle, Castelmella, Torbole-Casaglia.

I dati geografici e idrogeologici relativi ai piezometri riferiti ai campionamenti effettuati in data 27 ottobre 2010 sono riportati nella tabella seguente.

Piezometro	Coord. Est Gauss Boaga	Coord. Nord Gauss-Boaga	Quota bocca PVC s.l.m.
Pz1A	1586550.24	5044300.77	134,79
Pz1B	158653.65	5044299.28	134,67
Pz3A	1586573.95	5044782.16	138,50
Pz3B	1586571.93	5044782.58	138,50
Pz4B	1586748.85	5044253.85	133,54
Pz5B	1586360.87	5044378.33	135,79
Pz6A	1586497.30	5044536.60	137,23
Pz6B	1586496.35	5044536.91	137.24
Pz7A	156283.60	5044571.83	138.74
Pz7B	1586286.06	5044571.39	137.72
Pz8B	1586351.69	5044889.38	139.64

Nella pagina seguente si riporta una planimetria con l'ubicazione dei piezometri esistenti al 30/06/14 e l'indicazione dei punti dove sono stati realizzati ulteriori 4 nuovi piezometri; i piezometri indicati in azzurro non vengono più utilizzati.

I piezometri contrassegnati con la lettera B sono relativi alla prima falda, quelli con la lettera A alla seconda.

I due piezometri a monte idrogeologico relativi alla prima falda (Pz3B e Pz8B) sono sempre risultati con battente idraulico nullo o comunque tale da non consentire il campionamento; non sono quindi disponibili dati relativi alla situazione della prima falda a monte della discarica.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	5	LIVELLI DI CONTAMINAZIONE NEL SITO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	12 di 43



Le varie campagne di prelievi ed analisi effettuate hanno evidenziato:

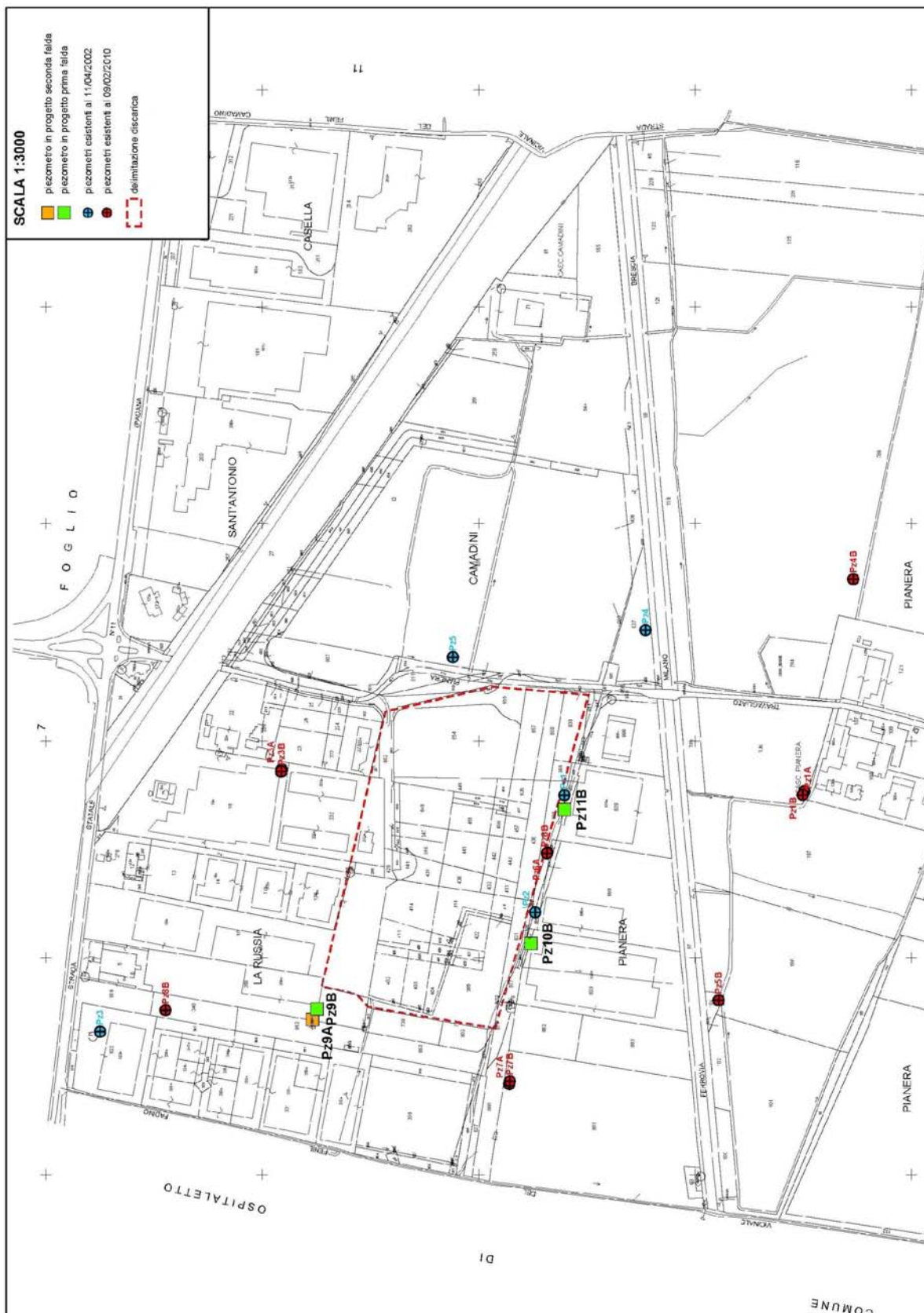
1) per quanto riguarda la prima falda, a valle della discarica la costante presenza di superi in modo saltuario e variabile degli alifatici clorurati cancerogeni (cloruro di vinile, 1,1 dicloroetilene, tricloroetilene, tetracloroetilene) e non cancerogeni (1,2 dicloropropano) nonché benzene e clorobenzeni (monoclorobenzene, 1,4 diclorobenzene). Tra questi i più frequenti sono relativi a tetracloroetilene mentre gli altri contaminanti presentano superi più sporadici.

2) per quanto riguarda la seconda falda non sono stati rilevati superi a monte della discarica mentre a valle la situazione si presenta analoga a quella della prima falda.

f) I sedimenti delle acque superficiali sono al di sotto dei limiti di cui alla tabella 1, colonna B dell'allegato 1 al DM 471/99; inoltre i valori di monte idraulico sono maggiori rispetto ai corrispondenti composti rilevati a valle della ex discarica.

g) Le acque superficiali non mostrano contaminazioni riconducibili alla presenza della discarica.

PARTE	5	LIVELLI DI CONTAMINAZIONE NEL SITO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	13 di 43



COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	6	ESAME DELLE ALTERNATIVE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	14 di 43



6. ESAME DELLE ALTERNATIVE

Sulla base delle indagini eseguite il volume dei rifiuti presenti in discarica può essere stimato pari a circa 200.000 mc, corrispondenti, vista la tipologia di materiali conferiti, a circa 250-300.000 t.

Dal momento che la presenza di contaminanti nei rifiuti è riconducibile essenzialmente a quelli di tipo inorganico ed in particolare ai metalli pesanti, le tecnologie di trattamento applicabili ai fini della bonifica del sito sono limitate alle seguenti:

- 1 – trattamenti chimico fisici in situ (soil flushing e solidificazione/stabilizzazione)
- 2 – trattamenti chimico fisici ex situ (soil washing e solidificazione/stabilizzazione)

Le ulteriori possibili alternative sono costituite da:

- 3 - rimozione dei rifiuti ed il loro smaltimento in una discarica per rifiuti non pericolosi
- 4 - rimozione dei rifiuti e loro riallocazione nel medesimo sito allestito a discarica

Una valutazione in prima approssimazione dei costi di intervento delle alternative di cui sopra, riferito a dati di letteratura, è il seguente:

1a - soil flushing (75-250 €/mc)	15-50.000.000 €
1b - solidificazione/stabilizzazione in situ (75-80 €/mc)	15-16.000.000 €
2a - soil washing (130-150 €/mc)	26-30.000.000 €
2b - solidificazione/stabilizzazione ex situ (75-80 €/mc)	15-16.000.000 €
3 - rimozione e smaltimento in discarica (100-120 €/t)	30-36.000.000 €
4 - rimozione e riallocazione in sito (80-100 €/t)	24-30.000.000 €

I costi delle tecnologie sopra elencate risultano economicamente non sostenibili e/o non praticabili; alcune di esse risultano inoltre difficilmente proponibili per i problemi di impatto ambientale connessi alla loro applicazione.

Sulla base di quanto sopra l'unica alternativa praticabile dal punto di vista della sostenibilità economica ed ambientale risulta quindi essere quella della messa in sicurezza permanente del sito.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	7	DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELL'INTERVENTO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	15 di 43



7. DEFINIZIONE DEGLI OBIETTIVI DELL'INTERVENTO

L'obiettivo dell'intervento a cui si riferisce il presente progetto è quello di realizzare le misure di prevenzione del sito che il Comune di Castegnato intende mettere in atto utilizzando le risorse economiche disponibili al fine di limitare l'impatto della discarica stessa sulle componenti ambientali e che consistono nella realizzazione di un capping della discarica, compatibile con un successivo intervento di messa in sicurezza permanente.

Tale capping corrisponde a quanto previsto dal DLgs 36/2003 per la copertura definitiva delle discariche.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	8	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	16 di 43



8. INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE

Sulla base di quanto riportato nei capitoli precedenti gli interventi previsti dal presente progetto consistono nelle seguenti opere:

- a) Pulizia dell'area, rimozione degli elementi di recinzione presenti internamente all'area e rimozione della vegetazione esistente
- b) Rimozione e accantonamento in sito dello strato di terreno vegetale presente di spessore pari a circa 30 cm
- c) regolarizzazione della superficie al fine di raggiungere le quote e le pendenze previste dal progetto per la posa dell'impermeabilizzazione **naturale** ed artificiale, con accatastamento del materiale inerte di risulta in sito lasciando in posto uno spessore minimo di materiale inerte pari a 50 cm che costituirà gli strati di regolarizzazione e lo strato di drenaggio e rottura capillare, così come previsti dal DLgs 36/2003 per discariche di rifiuti non pericolosi e pericolosi
- d) realizzazione di uno strato di impermeabilizzazione naturale costituito da argilla di spessore minimo pari a 10 cm con funzione di protezione rispetto a possibili cedimenti differenziali**
- e) realizzazione di uno strato di impermeabilizzazione artificiale costituito da un telo in hdpe di spessore 1,5 mm, protetto superiormente ed inferiormente da un geotessile in tessuto non tessuto da 300 g/mq; su tale strato, successivamente alla posa verrà eseguito il controllo non distruttivo sul 100% delle saldature e prove distruttive a campione, come normalmente previsto per le discariche
- f) realizzazione di uno strato drenante protetto da eventuali intasamenti, con spessore di almeno 50 cm, realizzato anche mediante riutilizzo del materiale inerte rimosso ed accantonato in posto di cui al precedente punto c), previa effettuazione di adeguate verifiche di compatibilità ambientale mediante campionamenti ed analisi in contraddittorio con ARPA ed integrato per la quantità necessaria con inerti di recupero provenienti da recupero materiali da demolizione
- g) realizzazione di copertura superficiale in terreno vegetale dello spessore pari a 100 cm, mediante riutilizzo di quello rimosso ed accantonato in posto di cui al precedente punto b); pur essendo già stata verificata in sede di piano di caratterizzazione verranno effettuate adeguate verifiche per la compatibilità ambientale mediante

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	8	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	17 di 43



campionamenti ed analisi in contraddittorio con ARPA ed integrato per la quantità mancante da terreno vegetale di nuova fornitura

- h) realizzazione di un sistema di drenaggio e smaltimento delle acque meteoriche costituito da canali semicircolari in lamiera zincata ondulata, opportunamente dimensionati e disposti come nelle tavole di progetto. Tali canali, organizzati in 5 linee separate per uno sviluppo totale di circa 1300 m, convogliano le acque meteoriche a pozzetti realizzati sul confine orientale dell'area di discarica ove è presente un condotto interrato in cls (diametro 100 cm) che funge da convogliamento delle acque superficiali provenienti dalle aree ad ovest della discarica.

L'intervento previsto risulta compatibile con un successivo intervento di messa in sicurezza permanente in quanto il capping realizzato in questa fase risulta conforme a quanto previsto dal DLgs 36/2003; tale capping definitivo costituirà uno degli elementi della messa in sicurezza permanente unitamente alla realizzazione del confinamento laterale ed eventualmente di fondo della sorgente della potenziale contaminazione.

A questo proposito si prevede, una volta pulita l'area e regolarizzata la superficie, l'effettuazione di una prospezione geofisica mediante tomografia elettrica (resistività & I.P. Imaging System) finalizzata all'individuazione e definizione stratigrafica di dettaglio con sistema multi elettrodo, nell'ottica idrogeologica con particolare riferimento:

- all'individuazione della continuità laterale di livelli argillosi al di sotto della discarica
- all'individuazione di ammassi compatibili con accumuli di materiale metallico in corrispondenza delle sezioni di studio

Tale indagine consentirà di acquisire gli elementi necessari per la definizione e progettazione degli interventi di confinamento laterale e di fondo della discarica.

Le opere di impermeabilizzazione della superficie della discarica sopra descritte consentono di ridurre l'infiltrazione efficace da un valore attuale stimato in circa 30 cm/anno (terreno inerbito) ad un valore teoricamente nullo nelle condizioni di progetto (precipitazione media annuale di riferimento 100 cm/a).

Ciò significa una riduzione della quantità di acque di percolazione attraverso i rifiuti, tenendo conto che la superficie netta della discarica è pari a 47.000 mq, di circa 14.000 mc/a.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	8	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	18 di 43



Dal punto di vista della diffusione della contaminazione, dal suolo profondo alla prima falda sottostante la discarica a causa dei contaminanti presenti nei rifiuti, ciò comporta un sostanziale azzeramento del valore del fattore di lisciviazione LF per ciascun contaminante.

Il proseguo delle attività di monitoraggio delle acque sotterranee consentirà di valutare in termini reali l'eventuale contributo della discarica alla contaminazione della falda e l'efficacia del sistema realizzato.

8.1 Capping superficiale

Il DLgs 36/03 (Attuazione della direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche per rifiuti), che qui viene preso a riferimento in relazione alle BAT, stabilisce, nell'allegato 1, i criteri costruttivi e gestionali degli impianti di discarica.

In particolare per quanto di interesse nell'ambito del presente progetto, stabilisce che la copertura superficiale finale per gli impianti (discariche) per rifiuti non pericolosi debba rispondere ai seguenti requisiti:

- isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno
- minimizzazione delle infiltrazioni di acqua
- riduzione al minimo della necessità di manutenzione
- minimizzazione dei fenomeni di erosione
- resistenza agli assestamenti ed ai fenomeni di subsidenza localizzata.

Esso individua quindi una copertura con struttura multistrato (capping) che soddisfa a tali requisiti e costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti strati:

- strato di regolarizzazione propedeutico alla realizzazione degli strati successivi
- strato di drenaggio del gas e di rottura capillare, protetto da eventuali intasamenti, con spessore di almeno 50 cm
- strato minerale compatto di spessore almeno 50 cm e di conducibilità idraulica K maggiore di 10^{-8} m/s o di caratteristiche equivalenti

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	8	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	19 di 43



- strato drenante protetto da eventuali intasamenti, con spessore di almeno 50 cm, in grado di impedire la formazione di un battente idraulico sopra le barriere costituite dagli strati precedenti
- strato superficiale di copertura con spessore di almeno 100 cm che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche.

Attualmente la discarica, sulla base dei sondaggi a suo tempo eseguiti in fase di caratterizzazione, presenta al di sopra del corpo rifiuti uno strato di copertura in materiale inerte dello spessore variabile tra 80 e 150 cm.

Tale copertura, previa pulizia superficiale e regolarizzazione della superficie al fine di raggiungere le quote e le pendenze di progetto, viene considerata come rispondente ai primi due strati (regolarizzazione e drenaggio del gas) previsti dalla 36/03.

Al di sopra di questi verranno realizzati i seguenti strati, come illustrato anche nella figura di seguito riportata:

- a) strato di impermeabilizzazione naturale costituito da argilla con spessore minimo 10 cm
- b) strato di impermeabilizzazione artificiale costituito da un telo in hdpe di spessore 1,5 mm, protetto superiormente ed inferiormente da un geotessile in tessuto non tessuto da 300 g/mq
- c) strato drenante protetto da eventuali intasamenti, con spessore di almeno 50 cm
- d) strato di terreno vegetale dello spessore di cm 100

Tale pacchetto risponde pienamente ai requisiti richiesti dal DLgs 36/03 in quanto:

- gli strati a) e b) soddisfano ed anzi migliorano le caratteristiche di permeabilità indicate (strato di argilla + telo hdpe contro i 50 cm di strato minerale compatto richiesto);
- gli strati c) e d) corrispondono a quelli previsti;

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	8	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	20 di 43



8.3 Opere complementari di regimazione delle acque meteoriche

Per la raccolta delle acque meteoriche è prevista dal presente progetto la realizzazione di un sistema di drenaggio costituito da canalette semicircolari in acciaio zincato corrugato, opportunamente dimensionate e disposte come nelle tavole di progetto.

Tali canalette, di diametro pari a 60 cm, organizzate in 5 linee separate per uno sviluppo totale di circa 1300 m, convoglieranno le acque meteoriche ad un sistema a doppi pozzetti realizzati sul ciglio superiore della copertura finale sul lato orientale dell'area di discarica, da qui verrà realizzato un collegamento all'esistente condotto interrato in cls (diametro interno 80 cm) che funge da convogliamento delle acque superficiali provenienti dalle aree ad ovest della discarica.

Il sistema a doppio pozzetto, mediante l'utilizzo di valvole di non ritorno, è stato progettato in modo tale da impedire lo scarico delle acque meteoriche provenienti dalla superficie della discarica nel collettore nel caso in cui questo risulti già al limite della sua portata a causa delle acque provenienti da monte. In questo caso le acque meteoriche verranno scaricate sulla superficie della discarica stessa, tramite tubazioni di troppo pieno, in bacini di raccolta realizzati mediante arginelli posizionati al di sopra del piano finale della discarica.

Le foto sotto riportate mostrano il lato orientale della discarica, da nord a sud, dove è posizionato il condotto interrato, visibile nell'ultima fotografia nel tratto in cui affiora dal piano campagna.

PARTE	8	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	21 di 43



COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	8	INDIVIDUAZIONE DEGLI INTERVENTI DA ESEGUIRE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	22 di 43



COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	9	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	23 di 43



9. DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE

9.1 Pulizia e preparazione dell'area

L'area risulta attualmente quasi completamente recintata e presenta un andamento irregolare per la presenza di cumuli di materiale, è inoltre presente abbondante vegetazione spontanea sia arborea che arbustiva.

Le operazioni da eseguire sono le seguenti:

- rimozione della recinzione esistente all'interno dell'area di cui una parte, di lunghezza pari a circa 200, ml è dotata un muretto di base (circa 15x60 cm) ed una parte dotata solo piantini verticali di sostegno (lunghezza circa 210 ml)
- rimozione della vegetazione presente, sia arborea che arbustiva, e suo smaltimento
- rimozione di eventuali materiali di rifiuto e/o rottami presenti e sua collocazione in appositi container messi a disposizione dalla stazione appaltante che si farà carico dei relativi costi di smaltimento
- completamento della recinzione perimetrale ove mancante o danneggiata dalle operazioni di pulizia mediante posa di recinzione da cantiere
- Regolizzazione della superficie al fine di permettere l'esecuzione di una prospezione geofisica mediante tomografia elettrica (non compresa nell'appalto dei lavori)

9.2 Scavo di sbancamento per la preparazione del piano di posa dell'impermeabilizzazione artificiale

Gli scavi per la preparazione del piano di posa dell'impermeabilizzazione artificiale andranno eseguiti, una volta terminata l'indagine geofisica, in modo da tenere separate le frazioni composte dal terreno di copertura da quelle di materiale inerte che andranno accumulate separatamente in vista del loro eventuale riutilizzo per la copertura finale dell'area.

Per lo stoccaggio provvisorio e la movimentazione di tali materiali si è previsto un andamento dei lavori per fasi (descritte nel successivo capitolo 10) che prevede l'utilizzo delle sole aree interne al cantiere; la stazione appaltante metterà a comunque disposizione anche un area adiacente al cantiere costituita da un area di parcheggio asfaltata, al momento non utilizzata, di superficie pari a circa 1.600 mq, come individuata nelle tavole di progetto e nelle fotografie di cui di seguito riportate, per eventuali altre esigenze dell'Appaltatore.

PARTE	9	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	24 di 43



COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	9	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	25 di 43



L'utilizzo di tale area verrà eventualmente definito in sede di esecuzione dei lavori di concerto con la Direzione lavori.

I lavori di sbancamento dovranno essere eseguiti fino al raggiungimento delle quote indicate nelle tavole progettuali fatta salva l'eventualità che vengano rinvenuti rifiuti ad una quota superiore a quella prevista di fondo scavo; in questo caso le modifiche al progetto originario verranno disposte dalla direzione lavori.

Il piano finale dovrà risultare regolare e privo di asperità e perfettamente livellato e rullato secondo le quote e le pendenze di progetto.

Dal momento che le opere di cui al presente paragrafo verranno computate a corpo, ai fini della contabilità e della conformità al progetto dei lavori eseguiti faranno unicamente fede i controlli, eseguiti mediante rilievo topografico, delle quote e delle pendenze del piano finale di fondo scavo, rullato e finito, così come risultano dalle tavole di progetto.

Per quanto riguarda il materiale al di sotto del piano finito di fondo scavo, che dovrebbe assolvere alla funzione di strato drenante sottotelo (per i primi 50 cm), dovranno essere eseguite, in contraddittorio con ARPA, delle prove di permeabilità in sito (a carico dell'Appaltatore) che ne attestino l'adeguatezza.

Ai fini del riutilizzo del materiale nelle successive fasi di lavoro (strato di drenaggio sopratelo e copertura finale) dovranno essere eseguiti, a carico dell'Appaltatore, i campionamenti, le prove geotecniche e le analisi chimiche e le procedure previste dalla normativa vigente sulla gestione dei materiali da scavo, da eseguirsi in contraddittorio con la Direzione lavori ed eventualmente con ARPA.

9.3 Impermeabilizzazione naturale

Al di sopra del piano fondo scavo dovrà essere posato uno strato di argilla di spessore minimo pari a 10 cm, compattato e rullato per strati non superiori a 15 cm fino ad ottenere una permeabilità massima di 10^{-8} m/s.

Dal momento che lo spessore finale verrà determinato in fase di aggiudicazione dell'appalto e che le opere di cui al presente paragrafo verranno computate a corpo, ai fini della contabilità e della conformità al progetto dei lavori eseguiti faranno unicamente fede i controlli, eseguiti mediante rilievo topografico, delle quote e delle pendenze del piano finale, rullato e finito.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	9	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	26 di 43



9.4 Impermeabilizzazione artificiale

L'impermeabilizzazione artificiale dovrà essere realizzata mediante la posa di teli in PEAD di spessore non inferiore ad 1,5 mm protetti sia sul lato inferiore che superiore con un geotessile da 300 g/mq da posarsi su tutta la superficie dell'area (fondo e scarpate).

I teli dovranno essere normalmente uniti mediante saldatura a doppia pista, fatti salvi punti particolari dove sarà ammessa, a discrezione del Direttore lavori una saldatura ad estrusione, ed ancorati lungo il perimetro mediante picchetti metallici a U ad aderenza migliorata, da posizionarsi a circa 10 cm dal bordo superiore della scarpata di raccordo con il paino campagna circostante.

Prima della posa del geotessile superiore verrà eseguito il controllo non distruttivo del 100% delle saldature.

Particolare attenzione andrà posta per la realizzazione dell'impermeabilizzazione nei punti di attraversamento delle tubazioni, in particolare quelle relative alla modifica del tracciato del collettore e quelle di collegamento del sistema di raccolta delle acque meteoriche al collettore stesso.

9.5 Drenaggio sopratelo

Al di sopra dello strato di impermeabilizzazione artificiale dovranno essere realizzate due linee di drenaggio sopratelo, nelle posizioni e con andamento indicati nelle tavole progettuali, costituite da tubazioni in PEAD fessurate, corrugate esternamente e internamente lisce, DN 250 mm. Tali tubazioni confluiranno in pozzetti prefabbricati in cemento con dimensioni interne 100x100 cm, dotati di chiusino in cemento e posizionati nei punti indicati nei disegni di progetto.

9.6 Strato drenante

Al di sopra dell'impermeabilizzazione artificiale dovrà essere steso uno strato drenante di spessore pari a 50 cm utilizzando materiale inerte selezionato proveniente da operazione di recupero di rifiuti edili da demolizione, di granulometria 10-60 mm, ed il materiale precedentemente rimosso e stoccato (se idoneo), fino a raggiungere le quote e le pendenze previste dal progetto.

Dal momento che le opere di cui al presente paragrafo vengono computate a corpo, ai fini della contabilità e della conformità al progetto dei lavori eseguiti faranno unicamente fede i

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	9	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	27 di 43



controlli, eseguiti mediante rilievo topografico, delle quote e delle pendenze del piano finale, rullato e finito, così come risultano dalle tavole di progetto, eventualmente corrette in funzione dello spessore dello strato di argilla effettivamente posato.

9.7 Copertura finale

La copertura finale dell'area sarà costituita da terreno vegetale di spessore pari a 100 cm, realizzato con il materiale precedentemente rimosso e stoccato (se idoneo) integrandolo per le quantità mancanti con terreno vegetale di nuova fornitura.

Il materiale dovrà essere steso e modellato secondo le quote e le pendenze di progetto e finito mediante rullatura.

Dal momento che le opere di cui al presente paragrafo vengono computate a corpo, ai fini della contabilità e della conformità al progetto dei lavori eseguiti faranno unicamente fede i controlli, eseguiti mediante rilievo topografico, delle quote e delle pendenze del piano finale, rullato e finito, così come risultano dalle tavole di progetto, eventualmente corrette in funzione dello spessore dello strato di argilla effettivamente posato.

9.8 Opere di drenaggio superficiale

Una volta realizzata la copertura finale dell'area dovrà essere realizzato il sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche che sarà costituito da:

- rete di canalette semicircolari in acciaio zincato corrugato di diametro pari a cm 60 disposta su n°5 linee separate per un totale di circa 1.300 ml, ciascuna confluyente in un sistema a doppi pozzetti
- un sistema a doppi pozzetti (una coppia per linea) realizzati sul ciglio superiore della copertura finale sul lato orientale dell'area, progettato in modo tale da impedire lo scarico delle acque meteoriche provenienti dalla superficie della discarica nel collettore nel caso in cui questo risulti già al limite della sua portata. I due pozzetti, prefabbricati in cemento ciascuno di dimensioni interne 100x100 cm, saranno posati uno adiacente all'altro e collegati mediante un tronchetto di tubazione in PCV del diametro di 315 mm; il pozzetto in cui si immette la canaletta (quello di monte) sarà dotato di chiusino in cemento da 80x80 cm e provvisto di tubazione di deflusso di troppo pieno costituita da tubazione in PCV del diametro di 315 mm; il pozzetto di valle verrà collegato, mediante tubazione di deflusso in PCV del diametro di 315 mm, al collettore in cemento (condotto interrato con diametro interno 80 cm) esistente

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	9	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	28 di 43



lungo la via Pianera, o di nuova realizzazione nel tratto più settentrionale, e sarà dotato di valvola di non ritorno in acciaio inox, priva di involucro con le dimensioni e le caratteristiche tecniche indicate nel capitolato tecnico; il chiusino dovrà essere in ghisa a tenuta stagna con dimensioni 80x80 cm. I pozzetti dovranno essere posizionati prima della stesura dello strato di terreno vegetale sul piano finito dello strato di drenaggio sopratelo, appoggiati su uno strato protettivo in geotessile da 300 g/mq, sopra lo strato di drenaggio.

I particolari delle opere sopra descritte sono riportati nelle tavole di progetto.

9.9 Modifica tracciato collettore

Il collettore, costituito da una tubazione in cemento di diametro interno pari a 80 cm, esistente e con tracciato corrente lungo il perimetro sui lati meridionali ed orientali dell'area in oggetto, presenta un angolo acuto nel tracciato in corrispondenza dello spigolo sud-est dell'area che costituisce un nodo problematico al flusso delle acque.

Si è previsto quindi di modificarne il tracciato in corrispondenza di tale punto mediante la realizzazione di un tratto obliquo come indicato nei disegni di progetto (v. tav. 9).

Tale intervento prevede:

- scavo per la messa a nudo della tubazione e realizzazione dei pozzetti di collegamento
- realizzazione di n°2 pozzetti in calcestruzzo realizzati in opera di dimensioni interne 200x200 cm, dotati di chiusini in ghisa a tenuta stagna ed impermeabilizzati internamente
- taglio e demolizione del condotto esistente in corrispondenza dei pozzetti
- posa di nuova tubazione in cemento di diametro interno pari a 80 cm di collegamento tra i due pozzetti

Tale opera dovrà essere realizzata, in relazione alle quote di posa della tubazione, prima della posa dello strato di drenaggio sopratelo, provvedendo a realizzare l'impermeabilizzazione artificiale in questa zona con l'andamento adattato alla presenza della tubazione e del suo posizionamento.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	9	DESCRIZIONE DELLE OPERE DA REALIZZARE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	29 di 43



Al fine di raccogliere e convogliare le acque meteoriche provenienti dalla superficie dell'area in oggetto in particolare delle due linee di raccolta più settentrionali, risulta inoltre necessario prolungare il collettore verso nord, a partire dal pozzetto ubicato in corrispondenza del punto in cui esso attraversa la strada via Pianera, per una lunghezza pari a circa 40 metri, in questo nuovo tratto verranno realizzati gli innesti delle tubazioni provenienti dai pozzetti di testa delle due suddette linee di raccolta, così come illustrato nelle tavole di progetto.

9.10 Completamento della recinzione

La recinzione esistente andrà completata, nei tratti mancanti o rimossi, mediante la posa di rete metallica romboidale plastificata, di altezza pari a 2,00 metri, tesata su tre fili, integrando eventualmente anche i paletti di sostegno in ferro a T ed il muretto di sostegno in cemento.

9.11 Inerbimento della superficie finale

Una volta completato lo strato di copertura finale in terreno vegetale ed effettuati i rilievi topografici di controllo, la superficie andrà inerbita mediante semina di idonei miscugli di sementi comprendente le seguenti fasi e lavorazioni:

- lavorazione superficiale del terreno mediante fresatura incrociata
- fertilizzazione con prodotti a cessione controllata
- erpicatura incrociata compreso eventuali rifiniture manuali
- fornitura dei miscugli di semi (selezione europea) in quantità pari a 40 g/mq
- semina incrociata compresa distribuzione e reinterro del seme
- rullatura finale con passaggi incrociati
- risarcimenti eventuali

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	10	CALCOLO STERRI E RIPORTI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	30 di 43



10. CALCOLO STERRI E RIPORTI

Con riferimento alle sezioni di cui alle tavole di progetto n°4, 7 e 9, di seguito si riportano i calcoli eseguiti per sterri e riporti. Tale calcolo si riferisce ai volumi totali indipendentemente dalle movimentazioni per fasi di cui al successivo capitolo 11, tenuto conto che la distanza tra una sezione e la successiva è pari a 10 metri.

Tali calcoli sono stati utilizzati per la definizione dei prezzi a corpo relativi ai movimenti terra e la formazione dei diversi strati di copertura (strato drenante sopratelo e copertura finale in terreno vegetale).

10.1 Sterri

sterri				
sez	sterro mq	riporto mq	diff mq	totale mc
0	0,0	0,0	0,0	
				353,5
1	70,7	0,0	70,7	
				730,8
2	75,5	0,0	75,5	
				828,0
3	90,1	0,0	90,1	
				987,2
4	107,3	0,0	107,3	
				1110,6
5	114,8	0,0	114,8	
				1138,2
6	112,8	0,0	112,8	
				1076,1
7	102,4	0,0	102,4	
				970,2
8	91,7	0,0	91,7	
				1091,2
9	126,6	0,0	126,6	
				1446,4
10	162,7	0,0	162,7	
				1578,2
11	152,9	0,0	152,9	
				1498,9
12	146,8	0,0	146,8	
				1426,7
13	138,5	0,0	138,5	
				1394,6
14	140,4	0,0	140,4	
				1424,3
15	144,4	0,0	144,4	
				1365,2

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	10	CALCOLO STERRI E RIPORTI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	31 di 43



16	128,6	0,0	128,6	
				1166,8
17	104,8	0,0	104,8	
				1069,6
18	109,2	0,0	109,2	
				1140,7
19	119,0	0,0	119,0	
				1080,9
20	97,2	0,0	97,2	
				924,5
21	87,7	0,0	87,7	
				861,7
22	84,6	0,0	84,6	
				806,8
23	76,7	0,0	76,7	
				733,2
24	69,9	0,0	69,9	
				662,6
25	62,6	0,0	62,6	
				654,6
26	68,3	0,0	68,3	
				697,0
27	71,1	0,0	71,1	
				699,3
28	68,8	0,0	68,8	
				707,3
29	72,7	0,0	72,7	
				870,4
30	101,4	0,0	101,4	
				811,9
31	61,0	0,0	61,0	
				305,1
0	0,0	0,0	0,0	
	3 161,17	0,00	3 161,17	31 611,70

La quantità calcolata si riferisce allo sterro totale necessario per l'ottenimento del piano di posa dell'impermeabilizzazione artificiale secondo le quote e le pendenze di progetto (cfr tavv. 3, 4a e 4b).

Ai fini delle stime delle forniture dei materiali da utilizzare per i diversi strati della copertura, si è stimato che i primi 30 cm della copertura attuale siano costituiti da terreno vegetale; risulta quindi che il volume totale di sterro sia costituito da 14.240 mc di terreno vegetale e 17.372 mc di materiale inerte.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	10	CALCOLO STERRI E RIPORTI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	32 di 43



10.2 Riporto di materiale inerte

riporto inerte				
sez	riporto	sterro	diff	totale
	mq	mq	mq	mc
0	0,0	0,0	0,0	
				264,9
1	53,0	0,0	53,0	
				587,3
2	64,5	0,0	64,5	
				699,9
3	75,5	0,0	75,5	
				824,8
4	89,5	0,0	89,5	
				864,7
5	83,5	0,0	83,5	
				837,5
6	84,0	0,0	84,0	
				823,4
7	80,6	0,0	80,6	
				803,5
8	80,1	0,0	80,1	
				780,0
9	75,9	0,0	75,9	
				728,6
10	69,8	0,0	69,8	
				723,2
11	74,8	0,0	74,8	
				769,2
12	79,0	0,0	79,0	
				799,0
13	80,8	0,0	80,8	
				788,5
14	76,9	0,0	76,9	
				748,8
15	72,9	0,0	72,9	
				683,5
16	63,8	0,0	63,8	
				601,2
17	56,4	0,0	56,4	
				560,1
18	55,6	0,0	55,6	
				657,1
19	75,8	0,0	75,8	
				800,1
20	84,2	0,0	84,2	
				840,5
21	83,9	0,0	83,9	
				841,1
22	84,4	0,0	84,4	
				840,4
23	83,7	0,0	83,7	
				840,3

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	10	CALCOLO STERRI E RIPORTI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	33 di 43



24	84,3	0,0	84,3	
				842,1
25	84,1	0,0	84,1	
				835,1
26	82,9	0,0	82,9	
				818,8
27	80,8	0,0	80,8	
				805,5
28	80,3	0,0	80,3	
				798,7
29	79,5	0,0	79,5	
				786,5
30	77,8	0,0	77,8	
				667,0
31	55,6	0,0	55,6	
				277,9
0		0,0	0,0	
	2 353,87	0,00	2 353,87	23 538,70

Il volume totale calcolato è quello necessario per la realizzazione dello strato di drenaggio sopratelo secondo le quote e le pendenze di progetto (cfr tavv. 6, 7a e 7b), utilizzando materiale di nuova fornitura e, qualora idoneo, il materiale proveniente dagli sterri.

10.3 Riporto di terreno vegetale

riporto terreno vegetale				
sez	riporto	sterro	diff	totale
	mq	mq	mq	mc
0	0,0	0,0	0,0	
				584,8
1	117,0	0,0	117,0	
				1256,8
2	134,4	0,0	134,4	
				1436,5
3	152,9	0,0	152,9	
				1610,9
4	169,3	0,0	169,3	
				1662,9
5	163,3	0,0	163,3	
				1614,7
6	159,6	0,0	159,6	
				1565,0
7	153,4	0,0	153,4	
				1522,8
8	151,2	0,0	151,2	
				1497,6
9	148,3	0,0	148,3	
				1494,5
10	150,6	0,0	150,6	
				1464,9

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	10	CALCOLO STERRI E RIPORTI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	34 di 43



11	142,4	0,0	142,4	
				1407,7
12	139,1	0,0	139,1	
				1351,3
13	131,1	0,0	131,1	
				1328,7
14	134,6	0,0	134,6	
				1347,8
15	134,9	0,0	134,9	
				1386,6
16	142,4	0,0	142,4	
				1257,8
17	109,2	0,0	109,2	
				1099,7
18	110,8	0,0	110,8	
				1288,2
19	146,9	0,0	146,9	
				1540,9
20	161,3	0,0	161,3	
				1606,8
21	160,1	0,0	160,1	
				1676,7
22	175,3	0,0	175,3	
				1747,9
23	174,3	0,0	174,3	
				1738,7
24	173,5	0,0	173,5	
				1696,0
25	165,7	0,0	165,7	
				1645,1
26	163,3	0,0	163,3	
				1603,1
27	157,3	0,0	157,3	
				1580,5
28	158,8	0,0	158,8	
				1591,5
29	159,5	0,0	159,5	
				1566,8
30	153,8	0,0	153,8	
				1313,9
31	109,0	0,0	109,0	
				544,8
0		0,0	0,0	
	4 603,10	0,00	4 603,10	46 031,00

Il volume totale calcolato è quello necessario per la realizzazione dello strato di copertura finale secondo le quote e le pendenze di progetto (cfr tavv. 8, 9a e 9b), utilizzando materiale di nuova fornitura e, qualora idoneo, il materiale proveniente dagli sterri.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	11	MODALITA' DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	35 di 43



11. MODALITA' DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA

A prescindere dalla possibilità di stoccaggio di parte del materiale di scavo nell'area esterna al cantiere di cui si è fatto cenno nei paragrafi precedenti ed evidenziata nelle tavole di progetto, le modalità di esecuzione dei movimenti terra dovranno essere condotte come di seguito specificato.

L'area oggetto dell'intervento verrà suddivisa in 4 settori di uguale superficie e la movimentazione verrà eseguita, con riferimento alla tavola 5 di progetto ed alle figure di seguito riportate [TAV 5], secondo le seguenti fasi.

Fase 1

Scotico del terreno vegetale dai settori 1, 2 e 3 e suo accumulo nel settore 4

Fase 2

Escavazione del materiale inerte fino alle quote e con le pendenze previste dal progetto dai settori 2 e 3 e suo accumulo nel settore 1

Fase 3

Rilievo topografico di controllo delle quote di fondo scavo dei settori 2 e 3 (non compreso nell'appalto dei lavori)

Posa dell'argilla nei settori 2 e 3

Fase 4

Rilievo topografico di controllo delle quote del piano di argilla dei settori 2 e 3 (non compreso nell'appalto dei lavori)

Posa del geotessile di protezione inferiore nei settori 2 e 3

Posa dell'impermeabilizzazione artificiale nei medesimi settori 2 e 3 e controllo delle saldature
Posa del geotessile di protezione superiore nei settori 2 e 3

Fase 5

Trasferimento del materiale inerte accumulato sul settore 1 nei settori 2 e 3

Escavazione del materiale inerte fino alle quote e con le pendenze previste dal progetto dal settore 1 e spostamento nei settori 2 e 3 a formare lo strato drenante sopratelo di spessore

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	11	MODALITA' DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	36 di 43



pari a 50 cm, secondo le quote e le pendenze previste dal progetto e accumulo del materiale rimanente sugli stessi settori

Fase 6

Rilievo topografico di controllo delle quote dello strato drenante dei settori 2 e 3 (non compreso nell'appalto dei lavori)

Posa del geotessile a protezione di eventuali intasamenti sui settori 2 e 3

Fase 7

Trasferimento di tutto il terreno vegetale dal settore 4 ai settori 2 e 3 a formare lo strato di copertura finale di spessore pari a 100 cm e accumulo del materiale rimanente sullo stesso settore

Fase 8

Escavazione del materiale inerte fino alle quote e con le pendenze previste dal progetto dal settore 4 e suo accumulo nel settore 2

Fase 9

Rilievo topografico di controllo delle quote di fondo scavo dei settori 1 e 4 (non compreso nell'appalto dei lavori)

Posa dell'argilla nei settori 1 e 4

Fase 10

Rilievo topografico di controllo delle quote del piano di argilla dei settori 1 e 4 (non compreso nell'appalto dei lavori)

Posa del geotessile di protezione inferiore nei settori 1 e 4

Posa dell'impermeabilizzazione artificiale nei medesimi settori 1 e 4 e controllo delle saldature

Posa del geotessile di protezione superiore nei settori 1 e 4

Fase 11

Realizzazione dello strato drenante di spessore pari a 50 cm nei settori 1 e 4, secondo le quote e le pendenze previste dal progetto, utilizzando il materiale precedentemente accumulato nel settore 2 integrandolo con la fornitura del materiale mancante

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	11	MODALITA' DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	37 di 43



Fase 12

Rilievo topografico di controllo delle quote dello strato drenante dei settori 1 e 4 (non compreso nell'appalto dei lavori)

Posa del geotessile a protezione di eventuali intasamenti sui settori 1 e 4

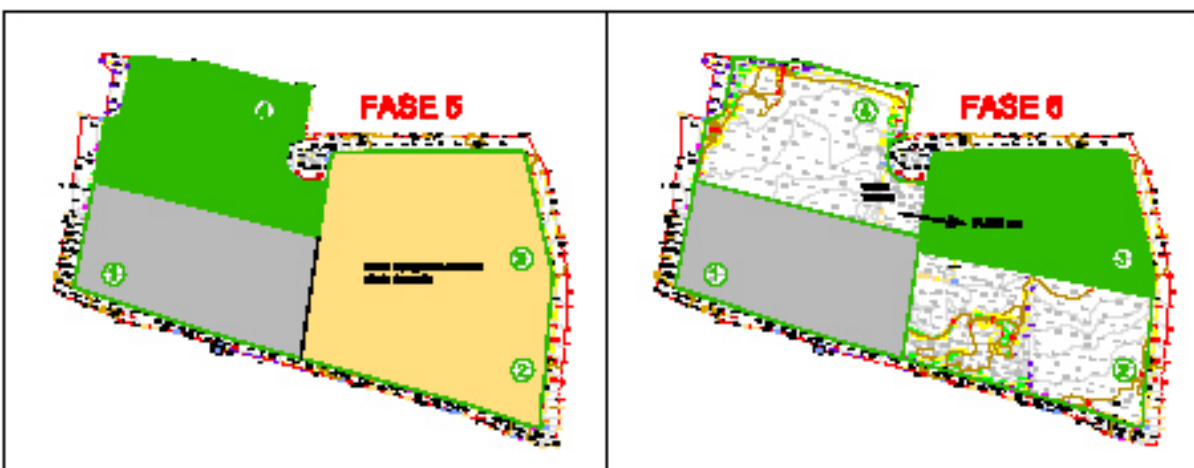
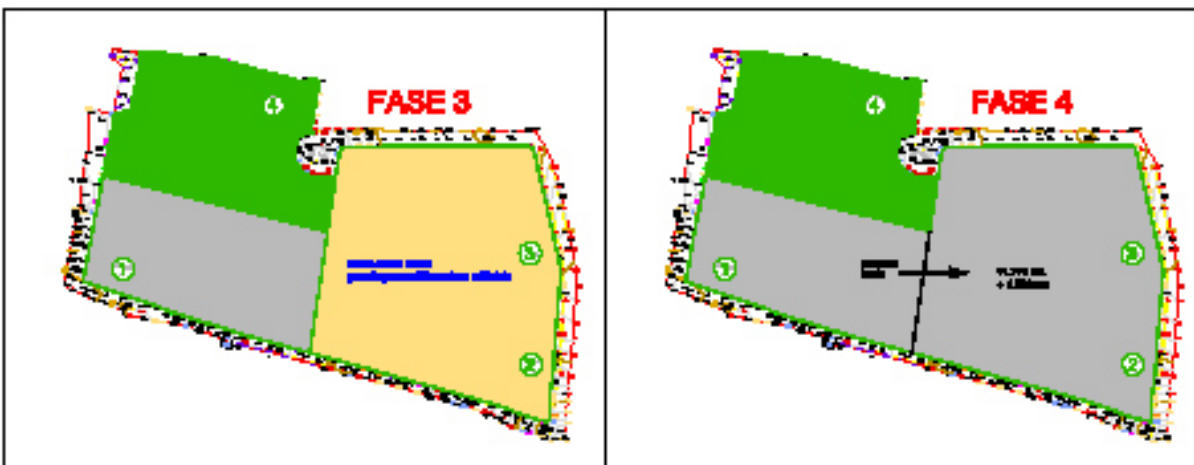
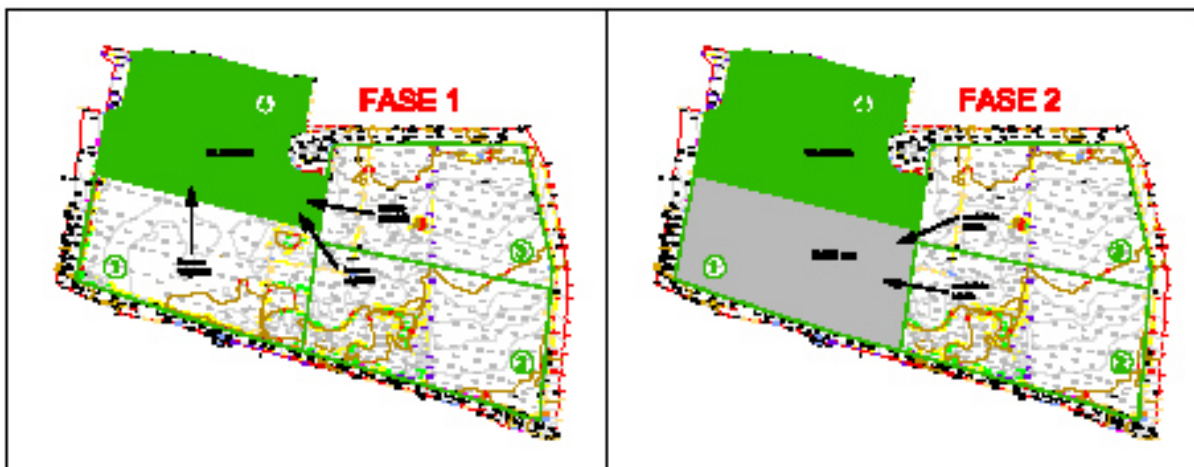
Fase 13

Realizzazione della copertura finale in terreno vegetale su tutti e 4 i settori utilizzando anche quello precedentemente accumulato sul settore 3 integrandolo con la fornitura del materiale mancante

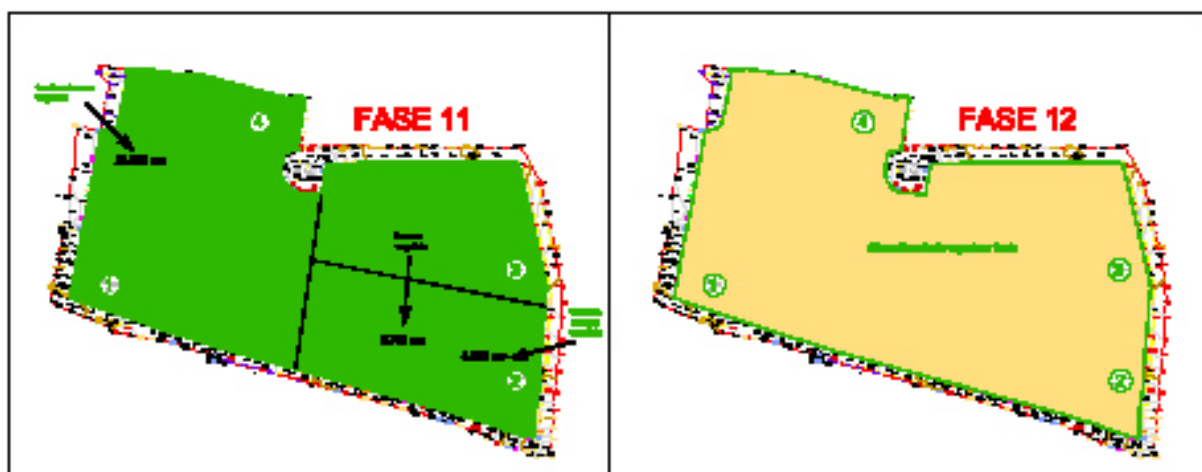
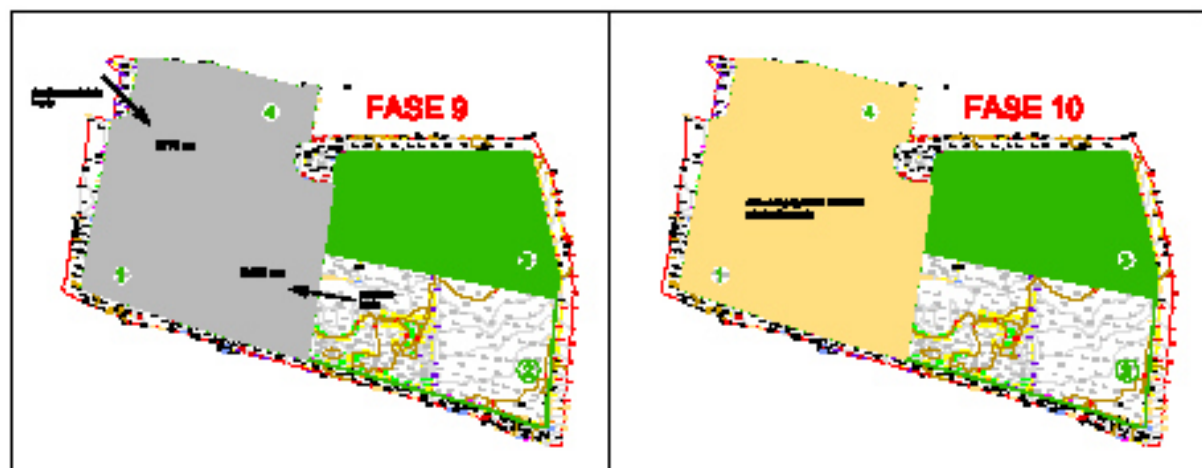
Fase 12

Rilievo topografico di controllo delle quote dello strato di copertura finale su tutta l'area (non compreso nell'appalto dei lavori).

PARTE	11	MODALITA' DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	38 di 43



PARTE	11	MODALITA' DI ESECUZIONE DEI MOVIMENTI TERRA			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	39 di 43



COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	13	BENEFICI ATTESI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	40 di 43



12. QUADRO GENERALE DI SPESA

Sulla base di quanto previsto dal progetto e precedentemente illustrato si riporta di seguito la il conseguente quadro generale di spesa, che tiene conto delle somme disponibili provenienti dal finanziamento da parte del Ministero dell'ambiente e delle somme già spese per le attività pregresse a valere su tale finanziamento.

QUADRO GENERALE DI SPESA		
A	LAVORI	
	Lavori a misura	
a01	Sistema drenaggio acque meteoriche	119.764,00
a02	opere complementari	92.661,40
	Lavori a corpo	
a03	opere provvisionali	20.000,00
a04	impermeabilizzazione artificiale e geotessili	470.000,00
a05	movimenti terra	704 500,00
A	Totale lavori	1.406.925,40
B	Oneri sicurezza	5 307,00
A + B	Totale appalto	1 412 232,40
F	SOMME A DISPOSIZIONE	
f01	imprevisti	20 265,00
f02	iva lavori (10%)	143 249,74
f03	spese tecniche pregresse (progettazione preliminare e definitiva – IVA compresa)	38 916,00
f04	Spese tecniche (progettazione esecutiva, DL, sicurezza – IVA compresa)	35 112,48
f05	spese tecniche collaudo (IVA compresa)	12 000,00
f06	Somme a disposizione per rilievi topografici di controllo (IVA compresa)	15 300,00
f07	Somme a disposizione per indagine geofisica (IVA compresa)	12 200,00
f08	Somme a disposizione per appalto (centrale unica di committenza)	3 530,58
f09	opere provvisionali di pulizia già realizzate (IVA compresa)	2 623,00
f10	Esecuzione piezometri già realizzati (IVA compresa)	13 288,00
f11	Competenze ARPA pregresse (IVA compresa)	1 281,00
f12	arrotondamento	1,80
F	Totale somme a disposizione	297 767,60
TOTALE GENERALE		1 710 000,00

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	13	BENEFICI ATTESI			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	41 di 43



13. BENEFICI ATTESI

Le opere di impermeabilizzazione della superficie della discarica previste dal presente progetto e sopra descritte consentono di ridurre l'infiltrazione efficace da un valore attuale stimato in circa 30 cm/anno (terreno inerbito) ad un valore teoricamente nullo nelle condizioni di progetto (precipitazione media annuale di riferimento 100 cm/a).

Ciò significa una riduzione della quantità di acque di percolazione attraverso i rifiuti, tenendo conto che la superficie netta della discarica è pari a 47.000 mq, di circa 14.000 mc/a.

Dal punto di vista della diffusione della contaminazione, dal suolo profondo alla prima falda sottostante la discarica a causa dei contaminanti presenti nei rifiuti, ciò comporta un sostanziale azzeramento del valore del fattore di lisciviazione LF per ciascun contaminante.

Il proseguo delle attività di monitoraggio delle acque sotterranee consentirà di valutare in termini reali l'eventuale contributo della discarica alla contaminazione della falda, l'efficacia del sistema realizzato e la reale necessità di realizzare le ulteriori opere di messa in sicurezza previste.

COMUNE DI CASTEGNATO			SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO		
PARTE	14	PIANO DI MONITORAGGIO			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	42 di 43



14. PIANO DI MONITORAGGIO PER LA VERIFICA DEGLI ESITI DEGLI INTERVENTI

In riferimento agli obiettivi di protezione delle risorse idriche sotterranee, esplicitamente inclusi in un intervento di messa in sicurezza la definizione di un piano di monitoraggio per verificare l'efficacia degli interventi deve essere guidata da una serie di valutazioni conservative e deve modularsi su degli indicatori di risposta del sistema che consentano dei margini di azione a protezione dei potenziali bersagli.

Come indicazione iniziale si propone un monitoraggio dei piezometri a cadenza semestrale, con prelievi nella fase tardo invernale-primaverile e nella fase post o tardo irrigua autunnale, per un periodo di almeno 3 anni, con un profilo analitico da concordare contenente almeno, rispetto al profilo analitico delle campagne fin qui svolte, oltre ai parametri chimico-fisici e ai metalli, gli analiti organici rilevati almeno una volta in quantità superiore al limite di rilevabilità.

Conclusa questa prima fase, in caso di mantenimento di concentrazioni analoghe a quelle attuali o di una loro diminuzione, si prevede di passare ad una cadenza annuale dei campionamenti per i successivi 3-5 anni.

COMUNE DI CASTEGNATO		SITO EX DISCARICA PIANERA MISURE DI PREVENZIONE PROGETTO ESECUTIVO			
PARTE	15	CRITERI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI E DELLA POPOLAZIONE			
SEZIONE					
CAPITOLO					
REVISIONE N.	3	DATA	novembre 2016	PAGINA	43 di 43



15. CRITERI DI PROTEZIONE DEI LAVORATORI E DELLA POPOLAZIONE

Per quanto riguarda il tema della sicurezza sul cantiere si rimanda al "Piano di sicurezza e coordinamento" ai sensi della normativa vigente (D.Lgs 81/96), allegato al progetto esecutivo.

Ciò nondimeno vengono di seguito descritti i principali criteri adottati al fine di garantire la protezione dei lavoratori che opereranno sul luogo interessato dagli interventi:

1. Il cantiere verrà recintato per evitare l'ingresso di estranei nell'area di intervento. Verrà installata una adeguata segnaletica stradale in entrambi i sensi di marcia della via Pianera e di via Biagi.
2. Per i fronteggiare i rischi normalmente connessi all'attività di cantiere, di provvederà a dotare i lavoratori degli idonei mezzi di protezione personale, quali mascherine antipolvere e tuta usa e getta; si eviterà di operare nel caso di condizioni meteorologiche sfavorevoli e verranno rispettate le normali precauzioni di cantiere circa l'utilizzo delle macchine operatrici e dei dispositivi di protezione individuale commisurati a ciascuna mansione.
3. Nel caso di rinvenimento di rifiuti sarà evitato il mescolamento dei medesimi con gli altri materiali movimentati, e si disporrà il loro confinamento all'interno del cantiere, protetti da teli impermeabili in attesa di apposita pianificazione per il loro corretto smaltimento. In tal caso gli addetti alla movimentazione di tali rifiuti saranno muniti di maschere antipolvere, tuta, soprascarpe e guanti monouso e di eventuali maschere filtranti a seconda delle caratteristiche fisico-chimiche del materiale rinvenuto.
4. I lavoratori, prima dell'inizio dei lavori, riceveranno un'idonea formazione circa i possibili rischi connessi all'attività di cantiere, circa le procedure e ai comportamenti da tenere in seguito all'eventuale rinvenimento di rifiuti, circa l'utilizzo dei dispositivi di protezione individuale e all'uso in condizioni di sicurezza dei mezzi di lavoro.
5. L'organizzazione dei trasporti, sia come percorsi che come orari, da e verso il cantiere dovrà essere concordata con la Direzione lavori al fini di minimizzare i disagi alla popolazione.

dott. ing. **FILIPPO MUTTI**
ordine degli ingegneri di Brescia
n.° 1847