

OPERE - SERVIZI ECOLOGICI - ENERGIE



* * * * *

AUMENTO DELLE VOLUMETRIE ATTRAVERSO LA SOPRAELEVAZIONE DEL COLMO PER LA DISCARICA "TIRO A SEGNO" UBICATA IN LOC. NAVACCHIO NEL COMUNE DI CASCINA (PI) GESTITA DA ECOFOR SERVICE S.P.A.

* * * * *

SPECIFICHE TECNICHE

Progettisti:

Dott. Geol. Raffaele Isolani
Dott. Ing. Tommaso Pandolfi

Collaboratore:

Dott. Geol. Andrea Buetti



Controlli Sicurezza Ambientale

srl di Mauro Giardi & C.

Via Paolini 21/r
59100 Prato
Tel. +39 0574 693253
www.csaprato.it
e-mail: csa@csaprato.it
PEC: csa@pec.conmet.it



Documento:

P04

Data:

Gennaio 2018

Revisioni:

Num.	Data	Redatto	Verificato
0	23/11/2016	T.P.	R.I.
1	12/01/2018	T.P.	R.I.

INDICE

1. MATERIALI GHIAIOSI	1
1.1. Caratteristiche del materiale	1
1.2. Posa in opera	2
1.3. Controllo di qualità	2
2. GEOSINTETICI	3
2.1. Geocomposito drenante di rottura capillare	3
2.1.1. Posa in opera.....	4
2.2. Geomembrana in HDPE spessore 2.0 mm ad attrito migliorato	4
2.2.1. Normativa di riferimento.....	4
2.2.2. Requisiti minimi di qualità del prodotto.....	5
2.2.3. Qualificazione del materiale.....	7
2.2.4. Accettazione del materiale.....	7
2.2.5. Movimentazione e stoccaggio.....	8
2.2.6. Controllo delle geomembrane prima e dopo la posa.....	8
2.2.7. Posa in opera delle geomembrane.....	9
2.2.8. Saldature.....	9
2.2.9. Controlli nella realizzazione dei giunti saldati.....	13
2.2.10. Ancoraggi.....	21
2.2.11. Collaudo geoelettrico.....	21
2.3. Geocomposito bentonitico	21
2.3.1. Requisiti minimi di qualità.....	22
2.3.2. Posa in opera.....	23
2.4. Geocomposito drenante delle acque meteoriche	23
2.4.1. Posa in opera.....	24
2.5. Geocomposito di rinforzo	24
2.5.1. Posa in opera.....	25
2.6. Geotessuto di protezione	25
2.7. Biostuoia	26
3. OPERE IN TERRA	27
3.1. Rilevati in argilla compattata	27

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

3.1.1. Caratteristiche del materiale	27
3.2. Riporto di terreno	28
4. TUBAZIONI DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE.....	29
4.1. Tubazioni corrugate fessurate.....	29
4.2. Tubazioni corrugate strutturate coestruse cieche	29
4.3. Posa in opera	31
5. MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO	32
5.1. Geoblocchi	32
5.2. Pozzetti e prolunghe.....	32
5.3. Embrici	33
6. OPERE DI RINVERDIMENTO.....	34
6.1. Specie arboree	34
6.2. Specie arbustive	34
6.3. Specie erbacee nelle aree piane interne al comparto	35
6.4. Specie erbacee su superfici del corpo discarica.....	35
6.5. Interventi di manutenzione	36

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

1. MATERIALI GHIAIOSI

La presente specifica definisce le caratteristiche dei materiali ghiaiosi da mettere in opera per la realizzazione delle massicciate stradali, dei drenaggi e della livelletta al piede esterno dei geoblocchi.

La massicciata stradale, costituita da uno spessore di circa 30 cm di ghiaia 40÷100 mm, sarà messa in opera sulle viabilità di servizio e sulla viabilità perimetrale.

La massicciata stradale dovrà essere completata con la messa in opera di uno strato omogeneo di materiale granulare stabilizzato 0÷30, successivamente compattato con ripetute passate di rullo liscio. La stessa tipologia di materiale ghiaioso dovrà essere utilizzato per la realizzazione della livelletta presente al piede esterno dei geoblocchi ed il rinfianco delle tubazioni di scarico presenti al piede della discarica.

Materiale ghiaioso, con diametro 10÷30 mm, dovrà essere collocata a rinfianco dei drenaggi interni, costituiti da una tubazione corrugata fessurata $\Phi 125$.

1.1. Caratteristiche del materiale

- a) Dreno della massicciata stradale: il dreno sarà costituito da ghiaia o da frantumato di cava, le cui dimensioni degli elementi saranno comprese nell'intervallo di 40÷100 mm.
- b) Dreno dei drenaggi interni: il dreno sarà costituito da ghiaia, le cui dimensioni degli elementi saranno comprese nell'intervallo di 10÷30 mm.
- c) Materiale granulare stabilizzato: stabilizzato di cava, le cui dimensioni degli elementi saranno comprese nell'intervallo di 0÷30 mm.

Il materiale dovrà essere privo di qualsiasi impurità, resti vegetali; dovrà inoltre presentare una buona resistenza meccanica.

Le caratteristiche del materiale da utilizzare dovranno corrispondere ai seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Dreno di tipo a)	40÷100	mm
Dreno di tipo b)	10÷30	mm
Materiale granulare stabilizzato di tipo c)	0÷30	mm
Perdita di masse (Los Angeles) (per tipo a e b)	< 30	%
Percentuale di fine passante al vaglio 200 ASTM(per tipo a e b)	< 5	%
Coefficiente di permeabilità (per tipo a e b)	$>10^{-4}$	m/sec

Tabella 1 – Caratteristiche dei materiali ghiaiosi

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

1.2. Posa in opera

La posa in opera della ghiaia per la realizzazione delle massicciate stradali potrà essere eseguita con pala meccanica. Dopo la posa sarà necessario il passaggio di un rullo liscio per la compattazione e la regolarizzazione del materiale.

Per la realizzazione dei drenaggi interni, si dovrà procedere in modo che il geocomposito drenante sia a contatto con il dreno in ghiaia e con la tubazione corrugata fessurata, che sarà rinfiancata con la stessa ghiaia fino al suo ricoprimento. Completata la stesa della ghiaia, verrà collocato un geotessuto di protezione prima del definitivo ricoprimento con il materiale terroso.

Il materiale granulare stabilizzato utilizzato per la realizzazione della livelletta presente al piede esterno dei geoblocchi e per il rinfianco delle tubazioni di scarico presenti al piede discarica dovrà essere messo in opera con l'ausilio di un escavatore mentre, per il completamento delle massicciate stradali, la messa in opera del materiale granulare stabilizzato potrà avvenire con pala meccanica.

Lo spessore dello strato drenante dovrà corrispondere a quanto indicato nelle tavole progettuali e non saranno quindi accettati spessori inferiori o superiori del 10% a quelli di progetto.

1.3. Controllo di qualità

Le verifiche sui materiali drenanti per la relativa accettazione dovranno essere eseguite in accordo alle metodologie indicate nella tabella che segue, nel rispetto dei valori limite caratterizzanti i materiali riportati nel § 1.1.

CARATTERISTICHE	STANDARD	FREQUENZA DI PROVA
Granulometria	CNR n. 4	1 ogni lotto di approvvigionamento

Tabella 2 – Controllo qualità sui materiali ghiaiosi

La D.L. potrà richiedere la verifica della conducibilità idraulica dello strato drenante ottenuta mediante l'esecuzione di prove di permeabilità in sito, eseguite in pozzetti superficiali ricavati dallo strato drenante stesso del quale sarà eventualmente previsto un ispessimento fino ad un'altezza di 60-70 cm. Su tale rilevato "sperimentale" in ghiaia, si dovrà procedere all'installazione di un pozzetto superficiale a base circolare o quadrata, all'interno del quale saranno eseguiti i test di verifica della conducibilità idraulica condotti secondo quanto previsto nelle Raccomandazioni AGI (1977).

Sarà cura della D.L. verificare, per l'accettazione, la corrispondenza tra quanto contenuto nel progetto e quanto realizzato.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

2. GEOSINTETICI

La presente specifica indica le caratteristiche tecniche e le modalità di messa in opera dei geosintetici impiegati per i lavori di capping definitivo della discarica “Tiro a Segno”.

I materiali sintetici utilizzati dovranno essere delle migliori qualità esistenti in commercio e dovranno essere riconosciuti idonei ed approvati dalla D.L., la quale richiederà i certificati di laboratorio rilasciati da istituti ufficiali nazionali od europei, attestanti le caratteristiche tecniche indicate.

La D.L. si riserva inoltre la possibilità di prelevare campioni da sottoporre ad analisi presso laboratori di fiducia, a spese dell'Impresa.

2.1. Geocomposito drenante di rottura capillare

Il geocomposito drenante dovrà essere messo in opera sull'intera superficie della discarica fra lo strato di regolarizzazione dei rifiuti e l'elemento a bassa permeabilità rappresentato dalla geomembrana in HDPE dello spessore di 2.0 mm, nelle porzioni in scarpata, e dal geocomposito bentonitico, sul colmo discarica. Tale geosintetico rappresenta lo strato di rottura capillare e svolge il compito di drenare le eventuali venute di percolato dal corpo rifiuti verso i drenaggi del percolato presenti in corrispondenza della testa d'argine perimetrale.

Il geocomposito dovrà essere costituito da una singola lamina cuspidata in HDPE accoppiata termicamente su un lato, ad un geotessile filtrante in polipropilene. Tale geocomposito drenante funge da impermeabilizzazione secondaria, rispetto alla barriera primaria costituita dalla geomembrana in HDPE da 2.0 mm. L'eventuale presenza di trafiletti di percolato in scarpata verrebbe drenata dal geocomposito che, grazie al *liner* cuspidato continuo in HDPE, non avrebbe la possibilità di migrare ulteriormente verso la sovrastante barriera a bassa conducibilità, costituita dalla geomembrana in HDPE da 2.0 mm.

Il geocomposito da utilizzare dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

MATERIALE	PROPRIETA'	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GEOCOMPOSITO	Spessore	≥6.0	mm	EN ISO 9863-1:2016
	Peso unitario	≥600	g/m ²	EN ISO 9864:2005
	Resistenza a trazione long/trasv	≥10	KN/m	EN ISO 10319:2015
	Portata idraulica long/trasv i=1 - 20kPa i=1 - 200kPa	≥1.0	l/m/s	EN ISO 9864:2005

Tabella 3 – Proprietà del geocomposito drenante

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica “Tiro a Segno” ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

Il geocomposito dovrà essere approvato dalla direzione lavori ed il produttore dovrà a sua volta rilasciare una dichiarazione di conformità sul materiale fornito attestante le caratteristiche tecniche richieste. Il geocomposito drenante dovrà essere marcato CE in conformità alla normativa europea e la produzione del geocomposito dovrà essere effettuata da aziende operanti sotto regime di certificazione EN ISO 9001:2000.

2.1.1. Posa in opera

La posa in opera del geocomposito dovrà avvenire su una superficie il più possibile regolare.

Le giunzioni laterali dei diversi rotoli del geocomposito, disposti lungo il senso di massima pendenza, dovranno essere eseguite assicurando la perfetta continuità dell'elemento drenante interno.

I rotoli adiacenti dovranno essere cuciti oppure collegati mediante la sovrapposizione di una striscia catramata della larghezza di 10 cm o alternativamente termosaldati a caldo.

Non è consentito il transito diretto dei mezzi meccanici al di sopra del geocomposito.

2.2. Geomembrana in HDPE spessore 2.0 mm ad attrito migliorato

La presente specifica intende definire le caratteristiche, i corrispettivi parametri nominali e le modalità di messa in opera della geomembrana in polietilene ad alta densità ad attrito migliorato, di spessore 2.0 mm, inserita nel pacchetto di copertura definitiva della discarica.

Tale materiale verrà messo in opera su tutte le porzioni in scarpata della discarica nella sezione di interfaccia fra il geocomposito drenante del percolato ed il geocomposito drenante delle acque meteoriche, costituendo l'elemento a bassa permeabilità del pacchetto di copertura definitivo.

2.2.1. Normativa di riferimento

La normativa di riferimento per la scelta della geomembrana in HDPE è quella riportata di seguito::

- *Norma UNI EN 13492:2013*: Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per smaltimento, di opere di trasferimento o di contenimento secondario di rifiuti liquidi;
- *Norma UNI EN 13493:2013*: Geosintetici con funzione barriera - Caratteristiche richieste per l'impiego nella costruzione di discariche per accumulo e smaltimento di rifiuti solidi;

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

- *Norma UNI EN 1107-1:2002*: Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Membrane bituminose per l'impermeabilizzazione delle coperture - Determinazione della stabilità dimensionale;
- *Norma UNI EN 1107-2:2002*: Membrane flessibili per impermeabilizzazione - Determinazione della stabilità dimensionale - Membrane di materiale plastico e gomma per l'impermeabilizzazione delle coperture;
- *Norma UNI 10567:2011*: Membrane di polietilene per impermeabilizzazione di discariche controllate - Criteri generali per la saldatura ed il controllo dei giunti saldati, la qualificazione dei saldatori e delle procedure di saldatura;
- *Norma UNI 11309:2008*: Geosintetici con funzione barriera - Geosintetici polimerici a base di polietilene a media e alta densità - Caratteristiche e limiti di accettazione;
- *Norma UNI EN 12814-2:2001*: Prove di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Prova di trazione;
- *Norma UNI EN 12814-4:2003*: Prove di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Prova di pelatura;
- *Norma UNI EN 13067:2013*: Personale per la saldatura di materie plastiche - Prova di qualificazione dei saldatori - Assiemi saldati di materiale termoplastico;
- *Norma UNI EN 13100-1:2001*: Prove non distruttive di giunti saldati di prodotti semifiniti di materiale termoplastico - Esame visivo;
- *Norma UNI EN ISO 1183-1:2013*: Materie plastiche - Metodi per la determinazione della massa volumica delle materie plastiche non alveolari - Parte 1: Metodo ad immersione, metodo del picnometro in mezzo liquido e metodo per titolazione;
- *Norma UNI EN ISO 10318-1:2015*: Geosintetici - Termini e definizioni;
- *Norma UNI CEI EN ISO/IEC 17024:2012*: Valutazione della conformità - Requisiti generali per organismi che operano nella certificazione delle persone.

2.2.2. Requisiti minimi di qualità del prodotto

La geomembrana in HDPE impiegata dovrà rispondere ai requisiti minimi riportati di seguito.

CARATTERISTICHE	VALORI	NORME
Polimero base	≥ 97%	UNI EN ISO 11358:2014
Nero di carbonio (CB)	≥ 2%	UNI 9556:1990 - ASTM D 1603-14
Dispersione CB	≤ 3	UNI 9555:1990

Tabella 4- Materie prime della geomembrana in HDPE

CARATTERISTICHE	VALORI	NORME
Massa volumica	0.940 ÷ 0.960 g/cm ³	UNI EN ISO 1183-1:2013
Spessore nominale	2.0 mm	UNI EN 1849-2:2010
Lunghezza senza presaldature	> 6 mm	UNI EN 1849-2:2010

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

CARATTERISTICHE	VALORI	NORME
Altezza asperità	0.9 mm	ASTMD 7466
Coefficiente dilatazione termica lineare	$2.2 \times 10^{-4} / ^\circ\text{C}$	UNI 8202:2016 ASTM D 696-16
Resistenza all'urto (senza intaglio)	Nessuna rottura	UNI EN ISO 179-1:2010
Resistenza a trazione: <ul style="list-style-type: none"> Carico di snervamento a trazione Allungamento a snervamento Carico di rottura a trazione Allungamento a rottura 	$\geq 14.5 \text{ N/mm}^2$ $\geq 14\%$ $\geq 23.5 \text{ N/mm}^2$ $\geq 500\%$	UNI EN 12311-2:2013 UNI EN ISO 527-3:1997 ASTM D 638-14
Resistenza alla lacerazione	$\geq 280 \text{ N/mm}$	UNI EN 12310-2:2002 UNI EN 34-1:2015 ASTM D 1004-13
Flessibilità a freddo (senza fessurazioni)	$\leq -50^\circ\text{C}$	UNI EN 1109:2013 UNI EN 495-5:2013
Stabilità dimensionale (1h/120°C)	$\leq 2\%$ trasversale e longitudinale	UNI EN 1107-1:2002 ASTM D1204-14
Resistenza al punzonamento statico	$> 6\text{KN}$	UNI EN ISO 12236:2006
Resistenza al punzonamento dinamico	PD4	UNI EN 12691:2006
Stress cracking	$\geq 500 \text{ h}$	ASTM D 5397-07

Tabella 5 - Caratteristiche fisico meccaniche

CARATTERISTICHE	VALORI	NORME
Resistenza agli agenti chimici liquidi diluiti e/o percolato: <ul style="list-style-type: none"> Massa Carico di snervamento Allungamento allo snervamento 	$\pm 10\%$ $\pm 20\%$ $\pm 20\%$	UNI ISO 175:2010
Resistenza agli agenti chimici liquidi concentrati (esclusi: benzine, idrocarburi aromatici e clorurati): <ul style="list-style-type: none"> Massa Carico di snervamento Allungamento allo snervamento 	$\pm 15\%$ $\pm 25\%$ $\pm 25\%$	UNI ISO 175:2010
Resistenza agli agenti chimici gassosi (50% CH ₄ - 50% CO ₂ in ambiente saturo di umidità) <ul style="list-style-type: none"> Massa Carico di snervamento Allungamento allo snervamento 	$\pm 10\%$ $\pm 20\%$ $\pm 20\%$	UNI ISO 175:2010

Tabella 6 - Caratteristiche chimiche

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

2.2.3. Qualificazione del materiale

Tutti i rotoli di geomembrana HDPE destinati alla costruzione della discarica dovranno essere muniti di Certificato di Accompagnamento e di certificati di fabbrica.

Il fornitore dovrà:

- dichiarare l'origine del prodotto ovvero lo stabilimento di produzione;
- fornire certificato di controllo di qualità, per ogni rotolo, identificato con n° di matricola, contenente le prove eseguite realmente nei laboratori del produttore, riportando:
 - nome e indirizzo del produttore del manto;
 - nome commerciale e sigla del manto;
 - caratteristiche dimensionali;
 - larghezza;
 - lunghezza;
 - spessore nominale;
 - numero di identificazione del rotolo;
 - data di produzione del rotolo;
 - nome commerciale, sigla e nome del Fornitore del granulo utilizzato nel rotolo;
 - numero di lotto/i di produzione del granulo;
 - risultati dei test di laboratorio da eseguire nell'ambito del controllo qualità dal produttore del manto;
 - misure di spessore;
 - prove di trazione.

Di norma devono essere forniti materiali appartenenti a partite omogenee. E' facoltà del D.L. respingere partite di materiale prodotte in epoche diverse e/o caratterizzate da proprietà significativamente disomogenee.

2.2.4. Accettazione del materiale

All'arrivo del materiale in cantiere dovrà essere verificato che la merce elencata nella bolla di consegna corrisponda effettivamente al materiale pervenuto.

Dovrà essere verificato che i dati elencati nel certificato di origine rispettino le prescrizioni delle presenti specifiche tecniche.

Nel caso in cui il controllo risultasse positivo, verrà apposto un visto di accettazione sul certificato e sulla bolla; il materiale potrà essere allora inviato alla sua sede di magazzino, mentre il certificato andrà archiviato.

Nel caso in cui le caratteristiche indicate sul certificato non fossero accettabili ovvero l'ispezione visiva desse luogo a dubbi sulla qualità, integrità o comunque l'accettabilità del

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

materiale, sarà informato il D.L. che, esaminato il caso, deciderà se autorizzare ugualmente l'accettazione, se tenere in sospeso in attesa di ulteriori controlli o se rifiutare l'impiego del materiale in questione.

Nell'attesa della decisione finale, il materiale non sarà immagazzinato nella sua sede nominale, ma sarà tenuto distinto e contrassegnato da appositi cartelli, etichette, etc..

2.2.5. Movimentazione e stoccaggio

Le operazioni di movimentazione e lo stoccaggio delle geomembrane dovranno essere effettuate in modo tale da non recare danneggiamento alle geomembrane stesse, che potrebbe influenzare negativamente la qualità delle saldature.

In particolare:

- nel trasporto si dovrà evitare l'impiego di piani d'appoggio che presentino asperità;
- nelle operazioni di carico e scarico si dovranno impiegare modalità di imbragatura che non determinino danneggiamento (impronte, scalfitture) delle geomembrane;
- lo stoccaggio e l'accatastamento delle geomembrane dovrà avvenire su superfici d'appoggio orizzontali e prive di pietre, oggetti appuntiti od altre asperità.

Per accatastamenti all'aperto che si protraggano per lunghi periodi, le geomembrane dovranno essere protette dall'azione degli agenti esterni, che potrebbero causare danneggiamenti.

2.2.6. Controllo delle geomembrane prima e dopo la posa

Il controllo della conformità delle geomembrane in polietilene, oltre a quanto indicato precedentemente, verrà effettuato mediante prove di laboratorio su campioni prelevati in cantiere dalla D.L., in contraddittorio con l'Appaltatore.

Saranno effettuate prove di laboratorio che determinino le seguenti caratteristiche:

- massa volumica (densità);
- spessore nominale a 20 kPa;
- resistenza a lacerazione L e T);
- trazione;
 - Sforzo di snervamento (L e T);
 - Deformazione a snervamento (L e T);
 - Sforzo di rottura (L e T);
 - Deformazione a rottura (L e T);
- Composizione quantitativa della miscela;
- Stabilità dimensionale;
- Stress cracking (500 ore).

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

2.2.7. Posa in opera delle geomembrane

La posa in opera dei rotoli di geomembrana dovrà essere effettuata dotandosi di tutte le cautele necessarie per evitare il danneggiamento dei teli stessi e utilizzando attrezzature adeguate.

Prima della posa in opera dei teli, l'Appaltatore dovrà concordare con la D.L. le modalità di posa delle geomembrane.

A lavoro completato, dovrà essere realizzato il diagramma di posa in opera con l'indicazione e l'ubicazione delle geomembrane posate, del numero di matricola delle geomembrane, di eventuali riparazioni o di situazioni particolari che si sono verificate durante la posa in opera.

La zavoratura dei teli, durante e dopo la posa, dovrà essere effettuata con sacchi di sabbia o simile e solo in particolari occasioni con materiale sfuso. L'onere di fornire e posare tali zavorre sarà a carico dell'Appaltatore.

Se la posa dei teli dovrà avvenire in periodo estivo, il Direttore dei Lavori, a suo insindacabile giudizio, potrà richiedere che la posa del manto o di parti, in zone particolari, o la posa dell'ancoraggio dei teli, non sia effettuata nelle ore più calde della giornata.

Per tale situazione all'Appaltatore non sarà riconosciuto alcun onere aggiuntivo.

2.2.8. Saldature

Le saldature delle geomembrane in HDPE saranno realizzate ai sensi della *Norma UNI 10567:2011*.

A) Tipologia dei giunti saldati

Per la saldatura delle membrane vengono realizzati giunti a sovrapposizione delle seguenti tipologie:

- a doppia saldatura (con canaletta di prova): sono realizzati con processi ad elemento termico oppure a gas caldo e comunque con attrezzatura di tipo meccanizzato; tali giunti sono costituiti da due distinte saldature tra loro parallele, tra le quali viene realizzata una canaletta, successivamente utilizzata per la prova di tenuta della saldatura mediante gas in pressione (aria);
- a cordone sovrapposto: (da utilizzare dove non sia possibile adottare il metodo precedente) sono realizzati con procedimento ad estrusione ed attrezzatura di tipo manuale; queste giunzioni sono sensibilmente diverse dalle precedenti, poiché il cordone di saldatura viene realizzato fra il lembo della membrana superiore opportunamente smussato e la membrana inferiore, che funziona quindi anche come sostegno per il materiale d'apporto;

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

le attrezzature impiegate sono estrusori portatili di piccole dimensioni, che vengono impiegati in genere anche per le operazioni di riparazione.

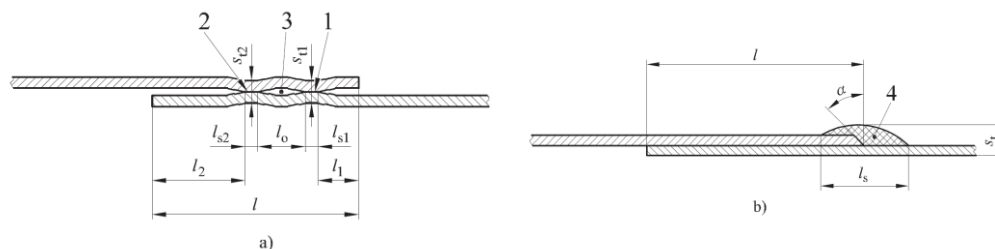


Figura 1 – Giunto a doppia saldatura (a) ed a cordone sovrapposto (b)

Nel caso di giunti di incroci a T, realizzati con processo di saldatura ad elemento termico ed a gas caldo con attrezzatura di tipo meccanizzato, è necessario effettuare sulla saldatura eseguita un cordone di sigillo mediante processo ad estrusione ed attrezzatura di tipo manuale.

Non sono permessi giunti a croce.

B) Materiale d'apporto

È impiegato nei processi ad estrusione (manuale o meccanizzato) e deve essere polietilene con le stesse caratteristiche previste per il materiale base ovvero per le geomembrane in HDPE, che consenta di ottenere giunti con il richiesto livello qualità.

La conformità del materiale d'apporto ai requisiti previsti deve essere certificata dal costruttore mediante apposita dichiarazione di conformità.

C) Attrezzature di tipo meccanizzato

Sono attrezzature automovimentate impiegate per la saldatura continua delle membrane.

Sono composte da un'unità di base che accoglie e gestisce le parti funzionali di riscaldamento e/o di estrusione, di guida e di applicazione della forza di saldatura.

Il sistema di riscaldamento deve permettere un adeguato rammollimento superficiale delle membrane, alla velocità di avanzamento impostata.

Il riscaldamento delle membrane è ottenuto mediante elemento termico o mediante gas caldo:

- il sistema ad elemento termico deve permettere il rammollimento superficiale delle membrane per contatto diretto con un cuneo riscaldante la cui temperatura, misurabile mediante un sensore predisposto nel cuneo stesso, deve essere regolabile in continuo o per piccole variazioni con un'oscillazione massima di $\pm 10^{\circ}\text{C}$ sul valore impostato;
- il sistema a gas caldo deve permettere il rammollimento superficiale delle membrane per mezzo di gas caldo addotto con portata e temperatura

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

adeguate: la temperatura deve essere misurabile mediante sensore posizionato nel canale di efflusso o in prossimità dell'ugello e deve essere regolabile in continuo o per piccole variazioni con oscillazione massima di $\pm 10^{\circ}\text{C}$ sul valore impostato.

Il sistema di guida deve garantire un avanzamento senza slittamenti ad una velocità regolabile in continuo o per piccole variazioni con un errore massimo di ± 5 cm/min.

L'applicazione della forza di saldatura alle membrane avviene con rulli azionati da un sistema di tipo meccanico, idraulico o pneumatico comunque dotato di indicazione e controllo della forza stessa.

D) Attrezzature di tipo manuale

Sono attrezzature non automovimentate impiegate per la realizzazione di saldature per riparazioni, raccordi, incroci a T e comunque ove generalmente non è possibile impiegare le attrezzature di tipo meccanizzato.

Tali attrezzature devono permettere un adeguato rammollimento superficiale delle membrane mediante gas caldo ed il deposito del materiale d'apporto sulle membrane stesse conformemente a quanto descritto al punto precedente.

E) Condizioni ambientali

Durante l'esecuzione delle saldature di posa e di riparazione dei giunti le superfici delle membrane in prossimità dei lembi devono essere completamente asciutte; tale prescrizione deve essere osservata per una larghezza non inferiore a 30 cm misurata dalle estremità delle membrane stesse.

La temperatura delle geomembrane durante le operazioni di saldatura e/o di riparazione deve maggiore o uguale a $+ 5^{\circ}\text{C}$; è tuttavia possibile procedere con le operazioni di saldatura nel caso di temperature minori delle geomembrane, previa validazione della procedura di saldatura attraverso la qualifica del procedimento secondo le modalità descritte nell'Appendice B della *Norma UNI 10567*, fornendo evidenza documentale, quando previsto, all'organismo di controllo

Non è ammesso l'utilizzo di sorgenti termiche (bruciatori, cannelli a gas caldo, ecc.) per innalzare la temperatura delle geomembrane.

Nel caso di agenti atmosferici avversi (pioggia, vento, eccessivo irraggiamento solare, ecc.) la zona di saldatura deve essere riparata in modo opportuno (tende o altri dispositivi).

F) Pulizia e preparazione superficiale delle membrane

Le porzioni di superficie delle membrane interessate dalla saldatura, sono le fasce laterali aventi larghezza maggiore di almeno 50 mm rispetto al valore della sovrapposizione totale.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

Esse devono essere asciutte, prive di tracce di polvere, unto e altra sporcizia: la eventuale pulizia deve essere effettuata mediante panno pulito esente da filacce.

Inoltre, dal momento che lo strato superficiale può presentare alterazioni chimico/fisiche strutturali (ossidazione superficiale), nella saldatura ad estrusione si deve eseguire sulle fasce laterali un'operazione di rimozione di tale strato mediante molatura e/o raschiatura.

Anche con gli altri processi di saldatura (ad elemento termico ed a gas caldo) tale operazione deve essere eseguita a meno che la procedura di saldatura certificata non ne preveda l'omissione.

In ogni caso, le fasce laterali interessate alla saldatura devono avere la superficie piana, liscia ed omogenea, priva di rugosità e/o asperità.

G) Procedura di saldatura ad elemento termico

Con il processo ad elemento termico, impiegato per la realizzazione di giunti a doppia saldatura senza materiale d'apporto si determina il rammollimento superficiale delle membrane per contatto diretto con l'elemento stesso e si realizza la saldatura delle stesse con l'applicazione contemporanea di una forza sufficiente a produrre la coesione delle superficie.

I parametri di saldatura devono essere scelti principalmente in funzione dello spessore e della temperatura delle membrane entro i limiti dei valori riportati nella seguente tabella:

PARAMETRI DI SALDATURA PER PROCESSO AD ELEMENTO TERMICO.	
Temperatura dell'elemento termico	Da 320° C a 420°C
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento dell'attrezzatura	Da 0.8 m/min a 4 m/min

Tabella 7 - Parametri di saldatura per processo ad elemento termico

H) Procedura di saldatura a gas caldo

Il processo a gas caldo è impiegato per la realizzazione di giunti a doppia saldatura con attrezzatura di tipo meccanizzata.

I parametri di saldatura devono essere scelti entro i limiti dei valori indicati nella seguente tabella:

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

PARAMETRI DI SALDATURA PER PROCESSO A GAS CALDO	
Temperatura del gas caldo	Da 350° C a 500°C
Portata del gas caldo	Da 300 l/min a 800 l/min
Forza di saldatura per millimetro di larghezza dei rulli	Da 20 N a 50 N
Velocità di avanzamento	Da 0.5 m/min a 3 m/min

Tabella 8 - Parametri di saldatura per processo a gas caldo

l) Procedura di saldatura ad estrusione

Mediante un'attrezzatura manuale, con un sistema di riscaldamento a gas caldo e sistema di estrusione, si rammollisce la superficie delle geomembrane per mezzo del gas caldo e si applica il materiale di apporto per mezzo del sistema di estrusione.

I parametri di saldatura devono essere scelti, in funzione dello spessore, della temperatura delle geomembrane e delle caratteristiche reologiche del materiale d'apporto, entro i limiti dei valori riportati nella seguente tabella:

PARAMETRI DI SALDATURA PER PROCESSO AD ESTRUSIONE	
Temperatura del gas caldo	Da 250° C a 400°C
Portata del gas caldo	Da 200 l/min a 400 l/min
Temperatura del materiale d'apporto	Da 220° C a 250°C
Velocità di avanzamento	Da 0.5 m/min a 1 m/min

Tabella 9 - Parametri di saldatura per processo ad estrusione

2.2.9. Controlli nella realizzazione dei giunti saldati

Si prevedono tre fasi temporali successive di collaudo:

- controlli preliminari;
- controlli in corso d'opera;
- controlli finali.

A) Controlli preliminari alle operazioni di saldatura

Sono rivolti alla verifica delle conformità di tutte le componenti che concorrono alla qualità finale delle giunzioni saldate.

Le fasi fondamentali sono:

- controllo delle geomembrane e dei materiali d'apporto;
- controllo delle attrezzature di saldatura;
- controllo dei requisiti di qualificazione dei saldatori;
- controlli della qualificazione delle procedure di saldatura.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

B) Controllo delle geomembrane e del materiale di apporto

Il controllo delle geomembrane e del materiale d'apporto dovrà essere effettuato come indicato nei paragrafi precedenti.

C) Controllo delle attrezzature di saldatura

Devono essere effettuati due tipi fondamentali di verifica:

- la verifica del corretto stato di manutenzione delle attrezzature e dei relativi strumenti di misura, che devono essere rispettivamente revisionate e tarate con frequenza almeno annuale dal produttore delle attrezzature stesse o da un Ente specializzato di rilevanza nazionale che ne rilascia certificato. In particolare, si deve eseguire e documentare la taratura degli strumenti di misura dei principali parametri di saldatura. Queste verifiche assumono particolare importanza anche ai fini della sicurezza di saldatori ed operatori;
- la verifica del corretto funzionamento delle attrezzature, per la quale è prevista una prova di pre-produzione da effettuarsi con le stesse modalità previste dalle procedure di saldatura impiegate ovvero, all'inizio di ogni giornata di lavoro, prima dell'avvio delle operazioni di saldatura, deve essere verificata l'efficienza delle attrezzature mediante l'esecuzione di un campione saldato, adottando i parametri di saldatura di cui alle procedure certificate, da sottoporre ad esame visivo, ad un esame dimensionale e ad una prova di resistenza a pelatura effettuata con apposite apparecchiature su almeno due provini.

D) Controllo del personale di saldatura

Il personale impiegato dal Costruttore per la realizzazione dei giunti saldati deve essere certificato secondo quanto previsto nell'Appendice A della *Norma UNI 10567*, ovvero in possesso di patentino rilasciato dall'Istituto Italiano della Saldatura o da enti equivalenti dell'U.E..

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura deve essere verificata la corrispondenza degli estremi della certificazione (designazione della classe di qualifica) a quanto previsto per la realizzazione di giunti saldati di cantiere nonché la validità (scadenza) della certificazione stessa.

In ogni momento la Direzione Lavori e/o l'Ente di Controllo possono richiedere, comunque, l'esecuzione di ulteriori prove per la verifica delle capacità operative del personale impiegato.

La classificazione e la certificazione dei saldatori rappresenta uno dei punti maggiormente significativi.

I saldatori, in funzione della tipologia di giunti e del processo impiegato, sono suddivisi in tre classi secondo la seguente tabella:

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

CLASSE	TIPO DI GIUNTO	PROCESSO	ATTREZZATURA
1-PE/MDC	A cordone sovrapposto	Estrusione	Manuale
2-PE/MDC	A doppia saldatura	Gas caldo	Meccanizzata
3-PE/MDC	A doppia saldatura	Elemento termico	Meccanizzata

Tabella 10 - Classificazione dei saldatori

E) Controllo delle procedure di saldatura

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura il Costruttore deve redigere le procedure di saldatura, contenenti tutti i dati e i parametri necessari che intende applicare per la realizzazione dei giunti di cantiere; in particolare devono essere specificate le modalità di preparazione superficiale delle membrane che il Costruttore intende adottare durante la posa.

Tali procedure devono essere certificate secondo quanto previsto nell'Appendice B alla citata *Norma UNI 10567*; durante i lavori tali procedure devono essere sempre disponibili al saldatore che deve verificare la conformità dei parametri di saldatura impostati.

Gli scostamenti ammissibili dei parametri di saldatura per procedure certificate sono indicati nella già citata Appendice B della *Norma UNI 10567*.

Prima dell'inizio dell'attività di saldatura, deve essere verificato che il certificato di qualificazione della procedura di saldatura sia effettivamente utilizzata all'interno del proprio campo di validità (tipo e spessore delle membrane, attrezzatura di saldatura, tipologia del giunto).

F) Controlli successivi all'esecuzione dei giunti

Sulle saldature realizzate durante la posa delle geomembrane, devono essere effettuati i seguenti esami e prove:

- esame visivo dei giunti saldati;
- prova di impermeabilità dei giunti saldati;
- esame dimensionale dei giunti saldati;
- prova di resistenza a pelatura dei giunti saldati.

Tali controlli devono essere eseguiti, a cura del Costruttore o dell'Ente di Controllo, da personale in possesso di specifica esperienza.

Le modalità esecutive e l'esito di tali esami e prove devono essere documentati dal Costruttore su appositi verbali che devono essere sempre resi disponibili alla Direzione Lavori e/o all'Ente di Controllo.

L'estensione relativa ad ogni esame o prova nonché i criteri di accettazione sono riportati ai punti successivi.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

1) Esame visivo dei giunti saldati

L'esame visivo deve essere effettuato in conformità alla UNI EN 13100-1 su tutta la lunghezza dei giunti saldati; è consentito l'uso di punteruoli in corrispondenza del lembo della membrana superiore per meglio individuare e valutare le zone eventualmente non saldate.

L'esame visivo deve essere condotto su tutta la lunghezza dei giunti saldati.

Mediante l'esame visivo deve essere valutato l'aspetto superficiale delle saldature ed in particolare, devono essere considerati i seguenti aspetti:

- l'uniformità della saldatura;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura e la simmetria e l'uniformità del deposito di materiale d'apporto rispetto all'asse longitudinale della saldatura;
- la presenza di superfici lisce e prive di incisioni;
- l'assenza di intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) nel giunto. uniformità della saldatura.

In ogni caso non devono essere accettate le seguenti anomalie:

- imperfezioni di dimensioni tali da compromettere l'affidabilità del giunto;
- per i giunti a cordone sovrapposto, la sporgenza di materiale d'apporto ai margini della saldatura per tratti non limitati e aventi dimensione maggiore dello spessore della geomembrana;
- intagli e mancanza di materiale (per esempio fori) di profondità al maggiore del 10% dello spessore del giunto.

2) Prova di impermeabilità dei giunti

La prova deve essere effettuata su tutta la lunghezza dei giunti saldati.

Tale prova deve essere effettuata mediante uno dei metodi di seguito riportati, in funzione della tipologia del giunto realizzato:

TIPO DI GIUNTO	PROVA A PRESSIONE	PROVA CON CAMPANA SOTTO VUOTO	PROVA CON ALTA TENSIONE
Giunto a doppia saldatura	SI	SI	NO
Giunto a cordone sovrapposto	NO	SI	SI

Tabella 11 - Relazione fra tipologia del giunto e metodo di prova

A) Prova in Pressione

Tutte le saldature a doppia pista con canale interposto dovranno essere sottoposte a collaudo con aria compressa.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

La prova consiste nell'introduzione di aria compressa nella canaletta di prova e nella verifica della tenuta della stessa per una durata minima di 5 minuti.

Il valore della pressione applicata deve essere scelto mediante apposito diagramma in funzione dello spessore e della temperatura delle membrane nonché della dimensione della canaletta di prova.

La prova deve essere effettuata non prima di un'ora dal termine dell'esecuzione del giunto. Prima dell'esecuzione della prova è necessario verificare la continuità della canaletta per il tratto in esame. La prova deve essere considerata superata quando l'eventuale caduta di pressione risulta non superiore al 10% del valore imposto.

Di ogni prova dovrà essere redatto apposito verbale con indicati data e ora della prova, identificazione della saldatura, pressione all'inizio e alla fine della prova del tratto di saldatura in esame.

B) Prova con campana sottovuoto

Consiste nell'imporre in corrispondenza della superficie del giunto una depressione di 0.5 bar, mediante campana trasparente sottovuoto, per una durata di 10 secondi.

Immediatamente prima dell'inizio della prova deve essere applicata sulla superficie del giunto una soluzione saponosa, chimicamente inattiva nei confronti delle membrane.

Nel caso in cui il tratto di giunto da indagare non possa essere controllato mediante una sola applicazione della campana, deve essere prevista una sovrapposizione non inferiore a 10 cm tra le zone indagate in successione.

La prova è considerata superata quando non si verifichi alcuna variazione di depressione e/o formazione di bolle.

C) Prova ad alta tensione

Tutte le saldature effettuate con giunto a cordone sovrapposto devono essere collaudate con prova ad alta tensione.

Tale prova consiste nell'applicazione di un'elevata differenza di potenziale tra le superfici superiore ed inferiore dei giunti mediante elettrodi alimentati con una sorgente elettrica ad alto voltaggio; durante l'imposizione della differenza di potenziale, se esiste all'interno del giunto una discontinuità, la mancanza di impermeabilità viene evidenziata da una scarica elettrica tra gli elettrodi. La velocità di avanzamento deve essere non superiore a 10 m/min.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

La prova deve essere considerata superata se non si verifica alcuna scarica elettrica. A tale scopo in tutte le saldature effettuate con giunto a cordone sovrapposto deve essere inserito un filo di rame continuo.

Gli oneri per l'inserimento del filo di rame nelle saldature sono compresi nella voce di fornitura e posa in opera della geomembrana in HDPE.

3) Esame dimensionale

L'esame dimensionale deve essere effettuato mediante strumenti meccanici di misura, utilizzando apposite provette ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati trasversalmente all'asse di saldatura.

Il numero dei campioni deve essere non inferiore ad 1 ogni 300 metri di lunghezza di saldatura eseguita.

I campioni devono essere prelevati mediante apposita attrezzatura onde evitare il danneggiamento delle provette stesse (intagli, incisioni o quanto altro possa compromettere l'esito delle successive prove); da ogni campione deve essere prelevato una provetta di larghezza non inferiore a 20 mm. Per tali operazioni non è ammesso l'impiego di sorgenti termiche.

Le provette utilizzate per l'esame dimensionale possono anche essere impiegate per l'esecuzione della prova di resistenza a pelatura di cui al punto seguente.

L'esame dimensionale deve essere considerato superato se sono soddisfatte le dimensioni in funzione della tipologia del giunto riportate nella seguente tabella:

Tipo di giunto	S_t	S_{t1}	S_{t2}	l	l_s	l_{s1}	l_{s2}	l_{cs}	l_1	l_2	l_c	α
a doppia saldatura		$\leq 2x_s - 0.2$ $\geq 2x_s - 0.8$	$\leq 2x_s - 0.2$ $\geq 2x_s - 0.8$	≥ 100		≥ 13	≥ 13	≥ 26	≥ 20	≥ 30	≥ 10	
a cordone sovrapposto	$\geq 1.25x_2x_s$ $\geq 1.75x_2x_s$			≥ 80	≥ 40			≥ 40				$\geq 40^\circ$

Tabella 12 – Dimensione dei giunti saldati in mm

Nel caso di giunti a cordone sovrapposto, la distanza fra la mezzeria del cordone stesso ed il lembo della membrana superiore non deve essere superiore a 5 mm.

4) Prova di resistenza a pelatura

La prova di resistenza a pelatura deve essere eseguita utilizzando n° 5 provette di larghezza non inferiore a 20 mm, ottenute da campioni prelevati dai giunti saldati, trasversalmente all'asse di saldatura, in numero non inferiore a 1 ogni 300 metri di lunghezza di saldatura eseguita.

Nel caso di giunto a doppia saldatura (con canaletta di prova), entrambe le saldature devono essere sottoposte alla prova di resistenza a pelatura.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

La prova deve essere condotta utilizzando apposite apparecchiature da campo, corredate da certificato di taratura in corso di validità, che permettono di applicare carico e velocità di deformazione in modo uniforme: la distanza fra gli afferraggi deve essere di almeno 40 mm e il contatto tra ogni afferraggio e le geomembrane non inferiore a 10 mm.

Mediante tale prova, condotta ad una velocità di applicazione del carico di 100 mm/min, devono essere determinate la deformazione e il comportamento a rottura dei provini in modo qualitativo mentre la resistenza deve essere valutata in modo quantitativo.

La prova deve essere considerata superata, se la rottura si verifica nelle seguenti condizioni:

- in materiale base, fuori dalla saldatura, senza distacco della saldatura stessa e con deformazione del materiale base;
- in materiale base, in prossimità della saldatura o in saldatura stessa, con limitato distacco della saldatura e con deformazione del materiale base o della saldatura: in ogni caso, la larghezza residua di saldatura complessiva deve risultare maggiore o eguale al 70% dei valori minimi di I_{cs} previsti nella Tabella 12.

In ogni caso la resistenza allo sfogliamento, riferita allo spessore nominale della membrana deve risultare superiore al 75% della resistenza a snervamento del materiale base, ottenuta dalla prova di trazione prevista dalla Norma UNI 11309.

Tale precisazione al criterio di accettazione delle saldature è finalizzato ad evidenziare fenomeni di danneggiamento del foglio precursori di fratture sotto stress.

Per l'esecuzione della prova di resistenza a pelatura possono essere utilizzate le provette già impiegate per l'esame dimensionale.

Le provette esaminate devono essere conservate in apposito locale con indicati data e identificazione della saldatura.

5) Riparazione dei giunti saldati

I giunti saldati risultati difettosi a seguito dei controlli di cui ai punti precedenti devono essere oggetto di riparazione.

Le riparazioni devono essere effettuate utilizzando il processo ad estrusione ed attrezzatura di tipo manuale (cordone sovrapposto) in accordo a quanto previsto in precedenza.

Le modalità di riparazione applicabili dipendono dalla dimensione e dalla frequenza delle irregolarità o dei difetti da eliminare:

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

- per irregolarità e difetti non continui (per esempio fori) devono essere utilizzate strisce o pezzi di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, applicate sopra le irregolarità o i difetti stessi. Le strisce o i pezzi di geomembrane sovrapposte devono coprire la zona difettosa, estendendosi oltre tale zona per almeno 10 cm in ogni direzione ed essere saldati alle geomembrane posate per tutto il loro perimetro;
- per irregolarità e difetti estesi in lunghezza in maniera limitata devono essere utilizzati cordoni di saldatura ben raccordati alle geomembrane; tali irregolarità e difetti devono essere precedentemente rimossi con attrezzatura meccanica;
- per irregolarità e difetti continui devono essere sovrapposte alla zona difettosa strisce di geomembrane dello stesso tipo di quelle posate, con spigoli arrotondati, aventi lunghezza pari all'estensione della zona difettosa più 10 cm almeno da ogni sua estremità e larghezza di almeno 60 cm a cavallo del tratto difettoso. La saldatura di tali strisce deve essere effettuata lungo tutto il perimetro.

I giunti riparati devono essere controllati per tutta la loro lunghezza secondo le modalità riportate in precedenza.

6) Documentazione finale

E' compito del Costruttore raccogliere e mantenere tutti i documenti di seguito elencati, che devono essere sempre resi disponibili alla Direzione Lavori e/o all'Ente di Controllo per tutta la durata dei lavori di posa:

- dichiarazione di conformità delle membrane e dei materiali d'apporto;
- certificati di controllo delle geomembrane;
- certificati di revisione delle attrezzature di saldatura e di taratura degli strumenti di misurazione installati sulle attrezzature di saldatura;
- certificati di qualificazione dei saldatori;
- certificati di qualificazione delle procedure di saldatura;
- certificati dei controlli dei giunti saldati;
- diagramma di posa contenenti almeno le seguenti indicazioni:
 - la posizione di tutte le saldature eseguite;
 - le date di esecuzione;
 - i saldatori e le procedure di saldatura impiegate;
 - i tipi di controllo eseguiti e le zone di prelievo dei campioni per i controlli;
 - la posizione delle riparazioni con le relative modalità di saldatura adottate.

E' compito del Committente conservare tali documenti per almeno 10 anni di vita della discarica.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

2.2.10. Ancoraggi

Le geomembrane dovranno essere opportunamente ancorate in sommità in modo definitivo secondo le modalità dettagliate nelle tavole di progetto.

In particolare, prima che si proceda alla saldatura definitiva dei singoli teli in HDPE, si dovrà provvedere ad un ancoraggio provvisorio da eseguirsi o all'interno delle trincee di ancoraggio, attraverso l'utilizzo di picchetti in ferro ad aderenza migliorata, conformati ad U di adeguata lunghezza e dimensione, oppure con la messa in opera di *big bags*. La densità dei picchetti e dei *big bags* deve essere valutata in funzione delle particolari geometrie che può assumere il terreno.

2.2.11. Collaudo geoelettrico

Ad ulteriore garanzia della corretta tenuta dell'impermeabilizzazione, è previsto il collaudo geoelettrico per la verifica di integrità della geomembrana in HDPE del pacchetto di capping definitivo, in modo da eliminare eventuali non conformità presenti sul telo, una volta in opera.

L'indagine geoelettrica da eseguire dovrà essere del tipo "*LDET – Leak Detection Electrical Tomography*" o equivalente, basata su una metodologia di acquisizione dei valori assunti dai vari parametri dei campi elettrici che si instaurano in superficie a seguito di apposita energizzazione. I valori risultanti dovranno essere poi processati mediante un modello matematico ad elementi finiti e le anomalie riscontrate saranno indice della presenza di flussi elettrici corrispondenti a rotture nella geomembrana.

In corrispondenza di ogni non conformità individuata dovranno essere realizzati interventi di riparazione / ripristino della barriera che, al termine del collaudo, dovrà essere realizzata a perfetta regola d'arte.

2.3. Geocomposito bentonitico

Il geocomposito bentonitico dovrà essere messo in opera sull'intera superficie del colmo della discarica.

Il geocomposito bentonitico è una geomembrana composta impermeabilizzante ottenuta per accoppiamento a sandwich di tre strati: uno superiore in tessuto non tessuto agugliato in fibre di polipropilene, uno centrale di bentonite sodica in polvere ed uno inferiore di supporto in geocomposito formato da tessuto di piattina accoppiato a fibre agugliate di polipropilene (per una fascia di 20 cm lungo entrambi i bordi il tessuto in piattina non è accoppiato a fibre, per una miglior tenuta idraulica dei sormonti fra teli adiacenti).

Il collegamento meccanico degli strati componenti è ottenuto con una fitta agugliatura di fibre sintetiche passanti dallo strato superiore in tessuto non tessuto a quella inferiore a cui

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

vengono ancorate. Tale agugliatura è uniformemente distribuita su tutta la superficie, assicurando al sistema elevate resistenze allo scorrimento e spellamento degli strati e confinando stabilmente in posizione la bentonite anche in condizioni di elevata inclinazione

Il geocomposito bentonitico, di larghezza minima di 2.0 m, verrà messo in opera sul colmo discarica tra il geocomposito drenante del percolato ed uno strato, di 30 cm di spessore, di argilla mediamente compattata, ed andrà a costituire l'elemento a bassa permeabilità del pacchetto di copertura definitiva.

2.3.1. Requisiti minimi di qualità

Il geocomposito bentonitico dovrà essere costituito da due geotessili tessuti in polipropilene che racchiudono uno strato di bentonite sodica in polvere trattenuta uniformemente da un geotessile in polipropilene molto poroso detto *aerofeltro*.

Il materassino bentonitico dovrà essere assemblato con cuciture longitudinale parallele spaziate mediamente di 3.5 cm.

I lati del geocomposito dovranno essere rivestiti con uno strato antiscivolamento ruvido, in modo da conferire al materiale un elevato attrito superficiale.

Il prodotto dovrà essere realizzato secondo un sistema di qualità certificato secondo le norme EN 150 9001(2000).

Il materiale in arrivo dovrà essere dotato di certificazioni attestanti le caratteristiche richieste.

Il geocomposito bentonitico da utilizzare dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Spessore nominale	≥ 6	mm	UNI EN ISO 9863-1:2016
Massa areica della bentonite interposta	≥ 5000	g/m ²	UNI EN 14196:2016
Tenore di Montmorillonite nella bentonite	≥ 70	%	metodo MB
Umidità	< 15	%	5h a 105°
Indice di rigonfiamento	> 24	ml/2g	ASTM D 5890-11
Assorbimento acqua a 48h	> 650	%	DIN EN 18132
Coefficiente di permeabilità prova a carico costante con p=100 kPa e i=10	< 2x10 ⁻¹¹	m/sec	DIN EN 18130-2 ASTM D 5887
Resistenza a trazione	> 15	kN/m	UNI EN ISO 10319:2015
Allungamento a rottura	≤ 20	%	

Tabella 13 – Caratteristiche del geocomposito bentonitico

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

2.3.2. Posa in opera

Le operazioni di movimentazione e lo stoccaggio del materiale dovranno essere effettuate in modo tale da non recare danneggiamento alcuno ai teli stessi.

In particolare:

- nel trasporto si deve evitare l'impiego di piani d'appoggio che presentino asperità;
- nelle operazioni di carico e scarico si devono impiegare modalità di imbragatura che non determinino danneggiamento dei geocompositi;
- lo stoccaggio potrà avvenire sovrapponendo massimo 3 rotoli su superficie d'appoggio orizzontale e priva di pietre, oggetti appuntiti od altre asperità; per accatastamenti all'aperto è necessario proteggere i geocompositi dall'azione degli agenti esterni e dei raggi U.V. che sicuramente causerebbero danneggiamenti;
- l'imballaggio dovrà essere rimosso poco prima dell'installazione.

Per la messa in opera del materiale, caratterizzato da elevato peso, al fine di non danneggiare i rotoli sarà indispensabile l'ausilio di un mezzo meccanico dotato di apposita attrezzatura di afferraggio e srotolamento.

Il materiale dovrà essere posato con sovrapposizione minima di 25 cm.

Si deve evitare, nei limiti del possibile, il trascinarsi dei rotoli sul terreno.

Durante la posa si deve procedere in modo che i manti bentonitici, posati quotidianamente, vengano ricoperti ed ancorati nel corso della giornata stessa ed ovviamente si deve aver cura di liberare dall'imballaggio unicamente i rotoli da utilizzare immediatamente.

I tratti di geocomposito che per qualsiasi causa dovessero rimanere scoperti al termine della giornata lavorativa andranno sormontati da un telo in polietilene, in modo da prevenirne la preventiva attivazione.

La posa in opera del geocomposito bentonitico è vietata in presenza di pioggia o in condizioni meteorologiche sfavorevoli. Per poter funzionare correttamente il manto bentonitico deve arrivare perfettamente asciutto fino alla copertura finale (con terreno vegetale) prevista al termine dei lavori.

E' vietato il transito diretto dei mezzi meccanici sopra il geocomposito bentonitico.

2.4. Geocomposito drenante delle acque meteoriche

Il geocomposito drenante dovrà essere messo in opera sull'intera superficie della discarica; nelle porzioni in scarpata, dovrà essere posato fra l'elemento a bassa permeabilità, rappresentato dalla geomembrana in HDPE dello spessore di 2.0 mm, ed il geocomposito di rinforzo mentre, mentre nelle porzioni di colmo discarica, dovrà essere posato fra l'elemento a bassa permeabilità, rappresentato dal geocomposito bentonitico e lo spessore di circa 30

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

centimetri di materiale argilloso mediamente compattato, ed il terreno di copertura. Tale geosintetico svolge il compito di drenare esternamente al corpo discarica le acque meteoriche infiltratesi nello strato di terreno di copertura.

Il geocomposito drenante da impiegare è costituito da una struttura tridimensionale in polipropilene a forte indice dei vuoti presa in sandwich fra due geotessili non tessuti di poliestere-poliammide. I due teli filtranti debordano di 10 cm ai lati della struttura drenante in modo da ottenere una superficie filtrante continua anche in corrispondenza dei giunti fra i pannelli adiacenti.

Il geocomposito da utilizzare dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

MATERIALE	PROPRIETA'	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
GEOCOMPOSITO	Spessore a 20 kPa	≥ 6.0	mm	EN ISO 9863-1
	Massa areica	≥ 800	g/mm^2	EN ISO 9864
	Resistenza a trazione MD	≥ 18	KN/m	EN ISO 10319
	Portata idraulica i=1 - 20kPa i=1 - 200kPa	$\geq 1.0 \times 10^{-4}$ ≥ 0.1	m^2/s l/ms	EN ISO 9864 EN ISO 11058
GEOTESSUTI	Peso unitario	≥ 120	g/m^2	EN ISO 9864

Tabella 14 – Proprietà del geocomposito drenante

2.4.1. Posa in opera

La posa in opera del geocomposito dovrà avvenire su una superficie il più possibile regolare.

Le giunzioni laterali dei diversi rotoli del geocomposito, disposti lungo il senso di massima pendenza, dovranno essere eseguite assicurando la perfetta continuità dell'elemento drenante interno.

I rotoli adiacenti dovranno essere cuciti oppure collegati mediante la sovrapposizione di una striscia catramata della larghezza di 10 cm o alternativamente termosaldati a caldo.

Non è consentito il transito diretto dei mezzi meccanici al di sopra del geocomposito.

2.5. Geocomposito di rinforzo

Il geocomposito di rinforzo dovrà essere collocato nella sezione di interfaccia fra il geocomposito drenante delle acque meteoriche ed il terreno di copertura, su tutta la superficie di discarica, ad eccezione della scarpata sommitale e della porzione sommitale sub-pianeggiante della colmata. Tale geosintetico ha lo scopo di garantire la stabilità delle

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

superfici in scarpata nei confronti di potenziali scorrimenti di terreno determinati dall'elevata pendenza.

Il geocomposito di rinforzo sarà costituito da una georete flessibile tridimensionale a fondo piatto, costituita da monofilamenti di poliestere/poliammide termosaldati tra loro nei punti di contatto; la parte superiore a maglia tridimensionale con indice alveolare del 90% deve essere collegata alla parte inferiore a maglia piatta.

Il geocomposito dovrà possedere le seguenti caratteristiche tecniche:

CARATTERISTICHE DEL GEOCOMPOSITO DI RINFORZO	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Resistenza a trazione longitudinale	≥200	kN/m	EN ISO 10319
Resistenza a trazione trasversale	≥20	kN/m	EN ISO 10319
Deformazione a rottura	≥10	%	EN ISO 10319

Tabella 15 – Caratteristiche del geocomposito di rinforzo

2.5.1. Posa in opera

Il geocomposito di rinforzo dovrà essere posizionato con fondo piano verso il basso, avendo cura di porre la direzione longitudinale parallela alla massima pendenza.

La procedura di messa in opera prevede lo srotolamento preliminare del geocomposito di rinforzo che deve essere tagliato alla giusta lunghezza.

Il geocomposito dovrà essere posto in opera parallelo al telo adiacente evitando la formazione di pieghe e la sovrapposizione dei rotoli.

Ogni rotolo di geocomposito dovrà rimanere continuo nella direzione di carico evitando la sovrapposizione e la giunzione di elementi.

Non è consentito il transito diretto dei mezzi meccanici al di sopra del geocomposito.

2.6. Geotessuto di protezione

Verrà impiegato come strato di separazione e rinforzo al di sotto dello strato in ghiaia della massicciata stradale delle viabilità da realizzare.

Il geotessile da utilizzare dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

CARATTERISTICHE	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA	NORMATIVA DI RIFERIMENTO
Massa areica	>125	g/m ²	EN ISO 9864
Resistenza a trazione	>9.5	kN/m	EN ISO 10319
Allungamento a rottura	<9.5	%	EN ISO 10319

Tabella 16 – Caratteristiche del geotessuto di protezione

2.7. Biostuoia

Una volta eseguita l'idrosemina, su tutta la superficie di capping definitivo dovrà essere messa in opera una biostuoia, al fine di proteggere il terreno di copertura dagli agenti atmosferici nel periodo che precede lo sviluppo del cotico erboso, in modo da proteggere la superficie dall'insorgere di fenomeni erosivi.

La biostuoia sarà fornita in rotoli e dovrà soddisfare i seguenti requisiti:

CARATTERISTICHE	VALORE RICHIESTO	UNITÀ DI MISURA
Larghezza	≥2	m
Peso unitario	≥200	g/m ²

Tabella 17 – Caratteristiche della biostuoia

I rotoli di biostuoia verranno fissati al terreno con una serie di picchetti in ferro conformati a "U".

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

3. OPERE IN TERRA

La presente specifica descrive le lavorazioni ed i materiali da impiegare per l'esecuzione dei rilevati in argilla e per la copertura con terreno delle scarpate, dei gradoni e del colmo della discarica.

La geometria dei rilevati e dei riporti sarà quella indicata nelle tavole di progetto.

3.1. Rilevati in argilla compattata

La realizzazione di rilevati in argilla compattata è prevista sia al piede della colmata, con la realizzazione delle livellette, e sia sul corpo discarica per la realizzazione degli ancoraggi dei geosintetici.

Al piede della discarica, una volta realizzate le opere di sostegno al piede, dovrà essere realizzata una livelletta in argilla compattata che avrà il duplice compito di creare un livello impermeabile in corrispondenza del piede della discarica e di creare il piano sul quale dovrà essere realizzato il drenaggio interno posto al piede della discarica.

Una volta messi in opera sulla porzione in scarpata della discarica tutti i geosintetici previsti dal progetto di capping definitivo, in testa alla scarpata sommitale dovrà essere realizzata una livelletta in argilla compattata, dello spessore di 1.0 m, fino cioè a raggiungere il profilo finale di progetto.

3.1.1. Caratteristiche del materiale

Il materiale da impiegare per la realizzazione dei rilevati in argilla compattata dovrà essere costituito da argilla con limo e/o limo con argilla avente granulometria, limiti ed indici all'interno dei valori indicati nella seguente tabella:

SETACCIO ASTM	% PASSANTE	
	LIMITE SUPERIORE	LIMITE INFERIORE
40	100	90
80	100	90
200	100	80
LIMITI DI ATTERBERG		
<i>LL</i>	70	45
<i>IP</i>	50	20

Tabella 18 – Granulometria e limiti di Atterberg del materiale argilloso

Il materiale dovrà essere messo in opera con un contenuto di acqua congruo con i valori idonei per la compattazione. In presenza di umidità superiori a quelle richieste per la

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

compattazione si procederà ad un pretrattamento, da eseguire fuori opera, finalizzato a provocare la perdita di umidità del materiale.

Il materiale dovrà essere accettato dalla D.L. prima della sua stesura.

La stesura del materiale avverrà con pala meccanica od escavatore per strati con spessore uniforme non superiore, dopo compattazione, a 20 cm oppure un eventuale spessore minore precisato dalla D.L. e resosi necessario per ottenere le prestazioni richieste.

Nel caso di eccessiva umidità del materiale, dovuta ad eventi piovosi, durante la stesura si dovrà procedere alla sua rimozione e sostituzione.

La compattazione del materiale steso sarà effettuata mediante un compattatore di piccole dimensioni. Sul primo strato, posto a contatto con i geosintetici sarà evitato l'utilizzo di rulli a piastre onde evitare rischi di danneggiamento dei geosintetici.

3.2. Riporto di terreno

Sull'intero corpo discarica da assoggettare a copertura definitiva verrà realizzato il riporto di uno spessore variabile di terreno di natura prevalentemente argilloso limosa.

Il terreno dovrà risultare esente da impurità, pietre e radici e di caratteristiche strutturali conformi ai luoghi.

Il riporto del terreno di copertura sulle porzioni in scarpata dovrà inderogabilmente procedere dal basso verso l'alto, con la posa di strati di terreno di copertura di spessore massimo pari a 0.3 m; la compattazione dei vari strati orizzontali di terreno dovrà essere eseguita con un compattatore a rullo dentato a piede di montone di almeno 8-10 ton di peso, con un numero minimo di 10 passaggi vai/vieni, senza usare l'azione vibrante.

Le superfici lavorate dovranno risultare perfettamente regolari e prive di buche, impronte od altro.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

4. TUBAZIONI DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE METEORICHE

La presente specifica definisce le caratteristiche delle tubazioni da mettere in opera per la regimazione delle acque meteoriche. Le tubazioni, si suddividono in fessurate e cieche: quelle fessurate saranno utilizzate per il drenaggio delle acque meteoriche mentre le tubazioni cieche saranno utilizzate per l'allontanamento delle acque raccolte dal sistema di regimazione.

4.1. Tubazioni corrugate fessurate

La tubazione in PE corrugata fessurata avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella verrà impiegata per la realizzazione dei drenaggi interni, secondo quanto illustrato nella planimetria riportata in Tavola 7.

CARATTERISTICHE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Diametro esterno	125	mm
Diametro interno	107	mm
n° fori sul diametro	3	
Superficie di captazione	>45	cm ² /m
Spessore fessure	2.0	mm

Tabella 19 – Caratteristiche delle tubazioni corrugate fessurate Ø125

4.2. Tubazioni corrugate strutturate coestruse cieche

La tubazione corrugata strutturata cieca avente le caratteristiche riportate nella seguente tabella dovrà essere impiegata per lo scarico verso il recettore finale.

CARATTERISTICHE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Diametro esterno	500	mm
Diametro interno	427	mm
Resistenza anulare SN	≥ 65	kN/m ²

Tabella 20 – Caratteristiche delle tubazioni corrugate strutturate cieche Ø 500

Le tubazioni corrugate strutturate cieche aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella dovranno essere impiegate per lo scarico verso il recettore finale.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

CARATTERISTICHE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Diametro esterno	315	mm
Diametro interno	300	mm
Resistenza anulare SN	≥ 30	kN/m ²

Tabella 21 – Caratteristiche delle tubazioni corrugate strutturate cieche Ø250

Le tubazioni corrugate strutturate cieche riportate in tabella dovranno essere impiegate per l'allontanamento delle acque meteoriche verso i pozzetti 100x100x100 cm e 120x120x120 cm al piede scarica.

CARATTERISTICHE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Diametro esterno	250	mm
Diametro interno	214	mm
Resistenza anulare SN	≥ 16	kN/m ²

Tabella 22 – Caratteristiche delle tubazioni corrugate strutturate cieche Ø250

Le tubazioni corrugate strutturate cieche aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella verranno impiegate per lo scarico di parte dei pozzetti di piede della seconda scarpata.

CARATTERISTICHE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Diametro esterno	200	mm
Diametro interno	174	mm
Resistenza anulare SN	≥ 12	kN/m ²

Tabella 23 – Caratteristiche delle tubazioni corrugate strutturate cieche Ø 200

Le tubazioni corrugate strutturate cieche aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella verranno impiegate per lo scarico delle canalette in terra battuta, degli embrici e per allontanare le acque intercettate dal drenaggio interno intermedio.

CARATTERISTICHE	VALORE	UNITA' DI MISURA
Diametro esterno	160	mm
Diametro interno	136	mm
Resistenza anulare SN	≥ 8	kN/m ²

Tabella 24 – Caratteristiche delle tubazioni corrugate strutturate cieche Ø 160

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la scarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

4.3. Posa in opera

Prima della posa in opera, i tubi dovranno essere accuratamente controllati e quelli che dovessero risultare danneggiati in modo tale da compromettere la qualità o la funzionalità dell'opera dovranno essere scartati e sostituiti.

Nell'operazione di posa si dovrà evitare che all'interno delle condotte penetrino detriti o corpi estranei di qualunque natura e che venga comunque danneggiata la loro superficie interna.

La posa in opera dei tubi corrugati fessurati in trincea sarà effettuata sul fondo dello scavo, al di sopra di un primo spessore di ghiaia, avendo cura di eliminare ogni asperità che possa danneggiare tubi e rivestimenti.

Le tubazioni verranno poste in opera con pendenza media dell'1% verso il punto di scarico.

Le giunzioni delle tubazioni corrugate verranno eseguite esclusivamente con l'impiego di opportuni manicotti di diametro tale da garantire un efficiente incastro delle tubazioni.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

5. MANUFATTI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO

La presente specifica descrive le caratteristiche dei geoblocchi, pozzetti e prolunghe, canalette mezzo tubo ed embrici realizzati in conglomerato cementizio.

Tali manufatti dovranno essere realizzati in stabilimenti di prefabbricazione debitamente attrezzati, con procedimento atto a garantire il costante raggiungimento dei requisiti richiesti in tutti i manufatti prodotti.

Ogni operazione concernente il processo di lavorazione, dal controllo delle materie prime alla costruzione vera e propria, dovrà essere ripetuta secondo uno schema prestabilito e ben precisato, con procedure integralmente trascritte e cui il produttore dovrà provare, con propria procedura interna controllata, di attenersi.

5.1. Geoblocchi

I geoblocchi in calcestruzzo vibrato, di dimensione 1.0x1.0x1.0 m, verranno posizionati alla base della prima scarpata su uno o due ordini sovrapposti, come dettagliatamente rappresentate nelle tavole di progetto:

- messa in opera di n. 2 ordini di geoblocchi più uno ulteriore ubicato al piede interno;
- messa in opera di n. 2 ordini di geoblocchi e di un pozzetto, realizzato con prolunga prefabbricata in cls di dimensioni complessive 100x100x200 m, posto al piede interno, nei punti di scarico del sistema di regimazione delle acque meteo;
- messa in opera di n. 1 ordine di geoblocchi.

Durante la movimentazione e posa dei geoblocchi si dovrà avere cura di non danneggiare i manufatti.

I manufatti saranno costituiti da blocchi modulari in c.a.v. (per la realizzazione di opere di sostegno) delle dimensioni di 1.0x1.0x1.0 m con n° 3 fori \varnothing 28 cm/cad. e del peso di circa kg 1800/cad., realizzati in calcestruzzo Rck \geq 300. Nelle faccia superiore ed inferiore dovranno essere presenti n. 3 denti antiscorrimento.

Per la formazione del muro con due ordini di geoblocchi, si prescrive il montaggio delle file allineate frontalmente e sfalsate reciprocamente di mezzo modulo orizzontalmente.

5.2. Pozzetti e prolunghe

Verranno messi in opera pozzetti con adeguate prolunghe in cls per la raccolta delle acque meteoriche delle seguenti misure:

- i pozzetti di dimensioni 60x60x60 cm verranno posizionati sui gradoni intermedi, per permettere lo scarico degli embrici presenti sulle scarpate, e lungo la porzione

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

occidentale della viabilità perimetrale, per consentire lo scarico della canaletta mezzo tubo in cls;

- i pozzetti di dimensioni 120x120x120 cm verranno posizionati al piede esterno dei n. 2 ordini di geoblocchi ed in alcuni punti di scarico delle acque meteoriche lungo la viabilità perimetrale;
- i pozzetti di dimensioni 100x100x200 cm verranno posizionati in corrispondenza dei punti di scarico delle acque meteoriche a tergo dei n. 2 ordini di geoblocchi;
- i pozzetti di dimensioni 100x100x100 cm verranno posizionati in corrispondenza dei punti di scarico delle acque meteoriche a tergo del singolo ordine di geoblocchi, in testa ai gabbioni già in opera, ed al piede della prima scarpata.

Tutti i pozzetti e le prolunghe potranno essere forniti prefabbricati oppure gettati in opera una volta poste in opera le varie tubazioni previste dal progetto.

5.3. Embrici

Canalette prefabbricate in cemento vibrato, costituite da embrici in calcestruzzo cementizio a pianta trapezia e sezione di flusso variabile, di dimensioni 47/37x17/14x55, dove l'elemento di canaletta superiore entra con la parte più stretta nell'elemento di canaletta inferiore, sovrapponendosi parzialmente ad esso.

Esse dovranno essere poste in opera a perfetta regola d'arte, secondo la massima pendenza delle scarpate, compreso lo scavo, il costipamento del terreno d'appoggio della condotta, il bloccaggio delle canalette ed il successivo rinfianco delle stesse con materiale terroso incassando completamente la canaletta all'interno della scarpata.

Tale tipologia di canaletta verrà posizionata su tutte le scarpate, in corrispondenza degli allineamenti di scarico delle acque meteoriche.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

6. OPERE DI RINVERDIMENTO

Di seguito vengono richiamate le principali specifiche tecniche per gli interventi di rinverdimento relativi al progetto di recupero ambientale della discarica.

L'insieme degli interventi interessano le seguenti superfici:

- superficie corpo discarica oggetto di interventi di copertura erbacea mediante idrosemina, 26454 m²;
- superficie interessata da piantagione di masse arbustive, 3613 m²;
- superficie piana rinverdata a prato selvatico, 4196 m².

Le scelte relative alle specie vegetali da utilizzare per le opere a verde possono essere riassunte come di seguito riportato.

6.1. Specie arboree

Per la realizzazione dei filari alberati da realizzare lungo il perimetro interno del comparto di discarica, sui lati a sud, est e nord della discarica, verrà utilizzata una sola specie arborea, che risulta la seguente:

- *Populus nigra varietà Italica*.

Complessivamente è prevista la fornitura e piantagione di alberi a pronto effetto, pari a 150 piante.

Gli impianti arborei saranno dotati di un impianto di irrigazione automatico, per supportare la crescita e l'attecchimento nei primi anni. Tale impianto, può permettere una crescita degli esemplari arborei più rapida, riducendo consistentemente le operazioni di innaffiatura di soccorso eventualmente da prevedere nei periodi più siccitosi.

6.2. Specie arbustive

Le specie arbustive da collocare in corrispondenza dei settori identificati con la lettera da "A" a "I" della Tavola P03-RA04 del progetto di recupero ambientale e inserimento paesaggistico, risultano le seguenti:

- *Crataegus monogyna*;
- *Prunus spinosa*;
- *Rosa canina*;
- *Phyllirea angustifolia*;
- *Rhamnus alaternus*.

Complessivamente è prevista la fornitura e piantagione di arbusti, pari a 7726 piante.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

Le piantagioni di masse arbustive sul corpo discarica saranno protette da adeguato telo pacciamante, che garantisce la permanenza di una percentuale maggiore di umidità utile per il primo sviluppo delle piante e la limitazione della crescita di erbe infestanti, così come della comparsa di fenomeni localizzati di erosione superficiale del terreno.

6.3. Specie erbacee nelle aree piane interne al comparto

Le aree pianeggianti interne al sedime di proprietà della discarica verranno interessate dalla semina di specie erbacee, per la formazione di prato. Il miscuglio di base scelto è formato dalle seguenti specie, in percentuali differenti, da definire in sede di realizzazione degli interventi è il seguente:

- *Centaurea scabiosa*,
- *Escolzia*, *Borrago officinalis*,
- *Achillea millefolium*,
- *Calamintha nepeta*,
- *Calendula* *Centranthus ruber*,
- *Cosmos bipennatus*,
- *Coreopsis spp.*,
- *Dianthus carthusianorum*,
- *Erigeron karvickianus*,
- *Hypericum perforatum*,
- *Leucanthemum vulgare*,
- *Linum usitatissimum*,
- *Malva sylvestris*,
- *Papaver rhoeas*,
- *Scabiosa columbaria*,
- *Zinnia spp.*

Complessivamente le superfici inerbite con tecniche tradizionali corrispondono a 4196 m².

6.4. Specie erbacee su superfici del corpo discarica

Per il completo rinverdimento del corpo discarica, verrà realizzata una idrosemina secondo la tecnica del mulch (miscuglio contenente fibre vegetali, acqua, collante, sementi, concimi e fertilizzanti). Per quanto riguarda il miscuglio di sementi da utilizzare, la scelta si è orientata verso un miscuglio piuttosto articolato, capace di dare una risposta differenziata nel tempo alle dinamiche di sviluppo della copertura vegetale del corpo discarica. Le specie da introdurre nel miscuglio sono:

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

- *Lolium perenne* 10%;
- *Poa pratensis* 5%;
- *Festuca rubra* 10%;
- *Festuca arundinacea* 35%;
- *Hedysarum coronarium* 18%;
- *Lotus corniculatus* 10%;
- *Medicago lupulina* 5%;
- *Trifolium repens* 5%;
- *Melilotus comune* 2%.

Complessivamente le superfici inerbite con tecniche di idrosemina corrispondono a 26454 m².

Nella tabella sottostante si specifica la composizione della miscela da utilizzare per l'idrosemina:

Prodotto	Unità di misura	Quantità
acqua	L/mq	20
sementi	G/mq	40
fertilizzante organico biologicamente attivato	G/mq	200
collante argillo-umico	G/mq	200
ammendante in fibra di cellulosa	G/mq	60

Tabella 25 – Composizione della miscela per l'idrosemina

L'epoca migliore di semina è quella autunnale (Settembre – Ottobre) o quella primaverile immediatamente prima della ripresa vegetativa (Marzo).

6.5. Interventi di manutenzione

Per quanto attiene alle operazioni di manutenzione programmata, che nel progetto ha una durata minima di tre anni post-impianto, riguarderà in particolare:

- le irrigazioni periodiche durante il periodo primaverile-estivo per le piantagioni arboree (minimo 2 innaffiature mensili per 6 mesi), finalizzate al migliore attecchimento degli impianti;
- il controllo dei tutori, delle legature, etc.;
- il controllo generale degli impianti arboreo-arbustivi, con particolare riferimento ad eventuali patologie riscontrabili (ivi inclusi trattamenti fitoiatrici);

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.

- il controllo e manutenzione dei teli pacciamanti e la tenuta delle formelle degli alberi;
- le concimazioni periodiche degli impianti vegetali;
- la gestione dell'impianto di irrigazione automatico.

Tali interventi dovranno comprendere anche minimo tre sfalci all'anno, compreso nelle operazioni di durata triennale.

Gli impianti arboreo-arbustivi, in caso di fallanze riscontrabili all'interno del triennio di manutenzione programmata così come prevista dal progetto, saranno oggetto di reimpianti, allo scopo di mantenere l'articolazione complessiva degli interventi di inserimento paesaggistico.

SPECIFICHE TECNICHE

Aumento delle volumetrie attraverso la sopraelevazione del colmo per la discarica "Tiro a Segno" ubicata in Loc. Navacchio nel comune di Cascina (PI) gestita da Ecofor Service S.p.A.