

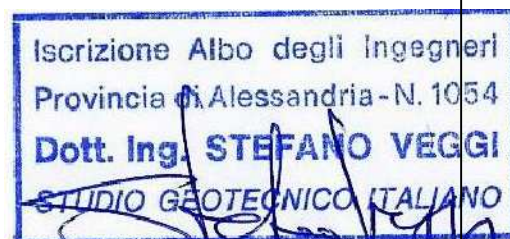
STUDIO GEOTECNICO ITALIANO s.r.l.

ingegneria geotecnicaingegneria ambientaleingegneria sismica
geologia applicata



S.p.A.

PROVINCIA DI TARANTO
COMUNE DI TARANTO (TA)



MESSA IN SICUREZZA PERMANENTE
DELLA DISCARICA "EX CAVA CEMENTIR"

PROGETTO DEFINITIVO

| REV. Rev. | DATA Date | DESCRIZIONE Description | REDATTO (IP/RP) Edited | CONTROLLATO (RP) Checked | APPROVATO (DTR) Authorized |
|--------------|--------------|----------------------------|---------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| E01 | 24/09/2012 | EMISSIONE PER COMMENTI | CARMEN CRISAFULLI | CARMEN CRISAFULLI | STEFANO VEGGI |
| E02 | 19/10/2012 | EMISSIONE DEFINITIVA | CARMEN CRISAFULLI | CARMEN CRISAFULLI | STEFANO VEGGI |
| E03 | 30/10/2012 | EMISSIONE DEFINITIVA | CARMEN CRISAFULLI | CARMEN CRISAFULLI | STEFANO VEGGI |
| E04 | | | | | |

| | | | | | |
|---|--|---------------------|--------------------|-----------------------------|-----------|
| STUDIO GEOTECNICO ITALIANO | | IDENTIFICAZIONE SGI | | | |
| | | SGI identification | | | |
| CONTRATTO N. Contract Nr. | | COMMESSA | CODICE ARCHIVIO | ELABORATO | EMISSIONE |
| | | 0 | 8 | 4 | 7 |
| | | 8 | - | 0 | 0 |
| | | 7 | R | 0 | 5 |
| | | | | E | 0 |
| | | | | 3 | |
| TITOLO Title | | | | | |
| DISCIPLINARE TECNICO PRESTAZIONALE | | | | | |
| NOME FILE File name | | SCALA Scale | | SCALA GRAFICA Graphic scale | |
| 08478-007R05E03 | | | | | |
| E' VIETATA LA RIPRODUZIONE DI QUESTO DOCUMENTO SENZA PREVENTIVA AUTORIZZAZIONE SCRITTA SGI Reproduction of this document is forbidden without prior written permission by SGI | | | | | |

I N D I C E

| | | |
|-------|--|----|
| 1. | Qualità e provenienza dei materiali – modo di esecuzione e ordine da tenersi dei lavori..... | 1 |
| 1.1 | Premessa | 1 |
| 1.2 | Qualità, requisiti, provenienza e accettazione dei materiali..... | 1 |
| 1.3 | Accettazione, qualità ed impiego dei materiali | 2 |
| 2. | Preparazione del piano di posa della copertura..... | 4 |
| 2.1 | Allontanamento delle acque | 4 |
| 2.2 | Mezzi di compattazione | 4 |
| 2.3 | Prescrizioni limite | 4 |
| 2.4 | Operazioni di compattazione | 5 |
| 2.5 | Modalità di mantenimento..... | 5 |
| 2.6 | Controlli..... | 5 |
| 3. | Argilla | 6 |
| 3.1 | Caratteristiche del materiale | 6 |
| 3.1.1 | Composizione | 6 |
| 3.2 | Provenienza del materiale..... | 6 |
| 3.2.1 | Provenienza..... | 6 |
| 3.2.2 | Cave di prestito e fornitura | 7 |
| 3.2.3 | Prove di qualificazione | 8 |
| 3.3 | Posa in opera dello strato minerale..... | 9 |
| 3.3.1 | Piano di posa | 9 |
| 3.3.2 | Campo prova..... | 9 |
| 3.3.3 | Stesura del materiale | 10 |
| 3.3.4 | Controlli in corso d'opera | 15 |
| 3.4 | Normativa di riferimento | 18 |
| 4. | Inerti di drenaggio..... | 20 |
| 4.1 | Copertura | 20 |
| 4.1.1 | Caratteristiche del materiale | 20 |
| 4.1.2 | Controlli in corso d'opera | 20 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.1.3 | Modalità di posa..... | 20 |
| 4.2 | Bauletti drenanti..... | 21 |
| 4.2.1 | Caratteristiche del materiale | 21 |
| 4.2.2 | Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale | 21 |
| 4.2.3 | Controlli in corso d'opera | 21 |
| 4.3 | Normativa di riferimento | 22 |
| 5. | Terreno vegetale | 23 |
| 6. | Geocomposito bentonitico laminato..... | 24 |
| 6.1 | Caratteristiche generali | 24 |
| 6.2 | Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale | 26 |
| 6.2.1 | Referenze del produttore | 26 |
| 6.2.2 | Ispezioni e prove | 27 |
| 6.2.3 | Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera..... | 27 |
| 6.2.4 | Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere | 27 |
| 6.3 | Posa in opera del materiale..... | 28 |
| 6.3.1 | Manutenzione della superficie di posa | 28 |
| 6.3.2 | Posizionamento dei teli in opera | 28 |
| 6.3.3 | Verbale di accettazione | 28 |
| 6.4 | Controlli in corso d'opera..... | 28 |
| 6.4.1 | Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale | 28 |
| 6.4.2 | Controlli da effettuarsi in corso d'opera | 29 |
| 7. | Geotessili | 30 |
| 7.1 | Caratteristiche generali | 30 |
| 7.2 | Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale | 33 |
| 7.2.1 | Referenze del produttore | 33 |
| 7.2.2 | Ispezioni e prove | 33 |
| 7.2.3 | Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera..... | 33 |
| 7.2.4 | Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere | 34 |
| 7.3 | Posa in opera del materiale..... | 34 |
| 7.3.1 | Manutenzione della superficie di posa | 34 |
| 7.3.2 | Posizionamento dei teli in opera | 34 |
| 7.3.3 | Verbale di accettazione | 35 |

| | | |
|--------|--|----|
| 7.3.4 | Procedure per la posa in opera..... | 35 |
| 7.4 | Controlli in corso d'opera | 36 |
| 7.4.1 | Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale | 36 |
| 7.4.2 | Controlli sulla posa dei teli | 36 |
| 8. | Geogriglie di rinforzo..... | 38 |
| 8.1 | Caratteristiche del materiale | 38 |
| 8.2 | Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale | 39 |
| 8.2.1 | Referenze del produttore..... | 39 |
| 8.2.2 | Ispezioni e prove..... | 39 |
| 8.2.3 | Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera | 39 |
| 8.2.4 | Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere | 40 |
| 8.3 | Posa in opera del materiale | 40 |
| 8.3.1 | Manutenzione della superficie di posa..... | 40 |
| 8.3.2 | Verbale di accettazione | 40 |
| 8.3.3 | Procedure per la posa in opera..... | 40 |
| 8.4 | Controlli in corso d'opera | 42 |
| 8.4.1 | Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale | 42 |
| 8.4.2 | Controlli sulle geogriglie posate..... | 42 |
| 9. | Geosintetico antierosione..... | 43 |
| 10. | Pozzi di estrazione del percolato | 44 |
| 10.1 | Prescrizioni di carattere generale e particolare | 44 |
| 10.2 | Tipo e dimensioni dei pozzi | 45 |
| 10.3 | Piano di lavoro e tracciamenti | 46 |
| 10.4 | Esecuzione dei pozzi | 47 |
| 10.4.1 | Generalità | 47 |
| 10.4.2 | Attrezzature e metodo di perforazione..... | 47 |
| 10.4.3 | Strumenti di controllo | 48 |
| 10.4.4 | Rilievo stratigrafico dei rifiuti estratti..... | 49 |
| 10.4.5 | Posa delle tubazioni pozzo | 49 |
| 10.5 | Rapporto finale..... | 50 |
| 11. | Strutture prefabbricate di calcestruzzo armato e/o precompresso | 51 |

| | | |
|------|--|----|
| 11.1 | Posa in opera | 52 |
| 11.2 | Unioni e giunti..... | 53 |
| 11.3 | Appoggi..... | 53 |
| 11.4 | Montaggio..... | 53 |
| 11.5 | Controlli in fase di accettazione..... | 54 |
| 11.6 | Strutture impiegate..... | 54 |

Tabelle nel testo

| | |
|--|----|
| Tabella 3.1: Granulometria ammissibile per il materiale minerale..... | 6 |
| Tabella 6.1: Caratteristiche minime del geocomposito bentonitico laminato. | 25 |
| Tabella 6.2: Caratteristiche minime della bentonite sodica granulare..... | 25 |
| Tabella 6.3 Caratteristiche minime dei geotessili e della geomembrana. | 25 |
| Tabella 7.1: Caratteristiche minime del geotessile non tessuto da 600 g/m ² | 31 |
| Tabella 7.2: Caratteristiche minime del geotessile non tessuto da 300 g/m ² | 31 |
| Tabella 7.3: Caratteristiche minime del geotessile a maglia larga..... | 32 |
| Tabella 8.1: Caratteristiche principali della geogriglia di rinforzo | 38 |
| Tabella 9.1: Caratteristiche minime del geosintetico antierosione (biostuoia) | 43 |
| Tabella 10.1: Caratteristiche dei pozzi percolato | 49 |

1. QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI – MODO DI ESECUZIONE E ORDINE DA TENERSI DEI LAVORI

1.1 Premessa

Il presente documento ha lo scopo di precisare le caratteristiche dei materiali principali e delle lavorazioni significative prevista dal progetto definitivo di sistemazione del capping della discarica ex 2B "ex cava Cementir" sita nel comune di Taranto (TA), ad eccezione dei materiali forniti dall'ILVA S.p.A..

Un maggiore dettaglio relativo anche a opere minori sarà fornito in fase di progettazione esecutiva.

1.2 Qualità, requisiti, provenienza e accettazione dei materiali

I materiali da impiegare per la realizzazione delle opere descritte nel presente Disciplinare Tecnico Prestazionale devono corrispondere ai requisiti prescritti nei successivi Capitoli; nel caso in cui non siano espressamente dichiarate le caratteristiche del materiale, l'Impresa deve fare riferimento a quanto stabilito nelle leggi e regolamenti ufficiali vigenti in materia.

In mancanza di particolari prescrizioni, i materiali impiegati devono essere delle migliori qualità esistenti in commercio.

La Direzione Lavori ha la facoltà di prescrivere le qualità dei materiali che si devono impiegare in ogni singolo lavoro, quando trattasi di materiali non contemplati nel presente Capitolato.

I materiali occorrenti devono provenire da località e/o Aziende che l'Impresa ritiene di sua convenienza, purché ad insindacabile giudizio della Direzione Lavori, siano riconosciuti della migliore qualità e comunque rispondenti ai requisiti di cui sopra. L'impresa deve quindi sottoporre per approvazione alla Direzione Lavori ogni materiale in fase di approvvigionamento in cantiere e durante la posa in opera.

Nel caso in cui la Direzione Lavori dovesse rifiutare una qualsiasi provvista come non atta all'impiego, l'Impresa, a sua cura e spese, deve sostituirla con altra che corrisponda alle caratteristiche volute.

I materiali rifiutati devono essere allontanati immediatamente dal cantiere, a cura e spese della stessa Impresa.

Nonostante l'accettazione dei materiali da parte della Direzione Lavori, l'Impresa risulta essere la sola ed unica responsabile della riuscita delle opere, anche per quanto può dipendere dai materiali stessi.

Le opere devono essere eseguite secondo un programma dei lavori presentato e disposto dall'Impresa, previa accettazione della Direzione Lavori o dalle disposizioni che verranno ordinate volta per volta dalla Direzione Lavori. Resta invece di esclusiva competenza dell'Impresa la loro organizzazione per aumentare il rendimento della produzione lavorativa.

L'impiego, da parte dell'Impresa, di prodotti provenienti da operazioni di riciclaggio è ammesso, purché il materiale rientri nelle successive prescrizioni di accettazione. La loro presenza deve essere dichiarata alla Direzione Lavori.

L'Impresa deve demolire e rifare, a sua cura e spese, i lavori eseguiti senza la necessaria diligenza e con materiali per qualità, misura e peso diversi dai prescritti, anche in caso di sua opposizione e protesta.

In merito all'eventuale opposizione o protesta, da esprimersi nelle forme prescritte dalla normativa vigente, verrà deciso secondo la procedura stabilita dalle norme medesime.

Qualora la Direzione Lavori presuma che esistano difetti di costruzione, può ordinare le necessarie verifiche.

1.3 Accettazione, qualità ed impiego dei materiali

I controlli di qualificazione in fase di approvvigionamento devono essere realizzati a cura dell'Impresa.

Le prove di controllo in corso d'opera rimangono a carico dell'Impresa e devono essere eseguite da un laboratorio (ufficiale quando previsto dalla legge) di gradimento della Committente e della Direzione Lavori.

In correlazione a quanto è prescritto circa la qualità e le caratteristiche dei materiali per la loro accettazione, l'impresa è obbligata a prestarsi in tempo alle prove dei materiali impiegati o da impiegarsi, nonché a quelle di campioni di lavori eseguiti, da prelevare in opera, sottostando a tutte le spese per il prelievo, la formazione dei

campioni, le analisi in sito e/o l'invio degli stessi a laboratori specializzati (ufficiali quando previsto dalla legge) indicati dalla Committente e/o dalla Direzione Lavori, nonché per le corrispondenti prove ed esami.

Il prelievo dei saggi e/o campioni per le prove prescritte deve avvenire in contraddittorio e dell'operazione deve essere redatto apposito verbale con tutte le indicazioni utili ad individuare univocamente i prelievi effettuati, la loro conservazione e la loro autenticità che deve essere garantita, secondo i casi, da punzonature e/o sigilli e/o fotografie.

Le diverse prove ed esami sui campioni devono essere effettuate presso laboratori specializzati ,secondo quanto previsto nel presente documento.

I risultati ottenuti in tali laboratori di fiducia della Committente sono i soli riconosciuti validi dalle due parti e ad essi esclusivamente si farà riferimento a tutti gli effetti del presente appalto.

Qualora il committente intenda approvvigionare direttamente i materiali geosintetici le prove di controllo previste su campioni prelevati in sito saranno a carico del fornitore salvo diversamente specificato in sede contrattuale.

2. PREPARAZIONE DEL PIANO DI POSA DELLA COPERTURA

Prima della posa del sistema di copertura definitivo sarà necessario procedere alla regolarizzazione del piano di posa attraverso il riporto e la compattazione di materiale frantumato fornito dalla Committente fino ad ottenere la conformazione di progetto.

Non è consentita in alcun modo la movimentazione dei rifiuti abbancati.

2.1 Allontanamento delle acque

L'Impresa dovrà provvedere all'allontanamento delle acque di qualsiasi provenienza e quantità eventualmente raccoltesi in corrispondenza delle aree di lavoro.

Gli esaurimenti di acqua dovranno essere eseguiti con tutti i mezzi che si ravviseranno più opportuni per mantenere costantemente asciutta la superficie di lavoro e tali mezzi dovranno essere sempre in perfetta efficienza, nel numero e con le portate e le prevalenze necessarie e sufficienti per garantire la continuità del prosciugamento.

I sistemi impiegati per l'eliminazione delle acque dovranno essere sicuri ed idonei, in modo che non ne derivi alcun intralcio al normale svolgimento dei lavori nell'area di cantiere e nelle zone limitrofe e nessun danno alle opere in costruzione ed alla proprietà. Resta chiaramente stabilito che ogni onere è a carico dell'Appaltatore, salvo lo scivolamento del liquido a carico del committente.

2.2 Mezzi di compattazione

Per la compattazione si dovrà impiegare un rullo vibrante liscio con peso non inferiore a 11 t (peso statico del rullo al metro lineare >5 t/m) con una frequenza di vibrazione \cong 1500-1800 cicli/min.

2.3 Prescrizioni limite

Si prevede un numero maggiore di 6 passate di rullo vibrante.

Il numero di passate ottimale sarà definito con la D.L. nelle fasi di lavorazione iniziale, valutando anche l'uso e l'opportunità di vibrare durante la compattazione.

Qualora la densità in sito e le prove di carico su piastra non raggiungano i limiti previsti, il numero di passate richiesto dovrà essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non sarà concesso alcun pagamento extra all'Impresa per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle minime.

2.4 Operazioni di compattazione

I rulli compattatori dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele le più lunghe possibili, con sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

La velocità operativa dei rulli non dovrà superare i 4 km/h.

Le operazioni di compattazione saranno dirette da un capo squadra competente. Sarà a sua cura la compilazione dei rapporti.

2.5 Modalità di mantenimento

L'Impresa avrà cura di mantenere la superficie in ottimo stato di conservazione fino all'esecuzione delle attività successive.

Tali attività saranno a totale carico dell'Impresa e sono considerate nei prezzi di elenco relativi ai riporti.

Nel caso in cui l'Impresa non raggiunga le caratteristiche di addensamento richieste è tenuto a ridurre gli spessori di stesa o ad aumentare il numero di passate del rullo compattatore.

Si precisa che all'Impresa sarà riconosciuto solo il volume di riporto previsto dagli elaborati di progetto, rimanendo a totale carico della stessa la fornitura, la messa in opera e la compattazione di volumi maggiori di materiale.

2.6 Controlli

L'Impresa dovrà verificare che il modulo di deformabilità M_E valutato tra 50 kPa e 150 kPa sia ≥ 20 MPa attraverso n.2 prove di carico su piastra con piastra di diametro 300 mm (SNV 670317a) ogni 10'000 m² di strato compattato.

La D.L. potrà a sua discrezione, richiedere un infittimento delle prove di controllo.

La D.L., su richiesta dell'Impresa, potrà approvare settori parziali dell'intera superficie da regolarizzare per permettere l'inizio delle attività successive localizzate su tali aree.

3. ARGILLA

3.1 Caratteristiche del materiale

3.1.1 Composizione

Il materiale sarà costituito da argilla con granulometria nei limiti riportati nella tabella seguente.

| | Vaglio ASTM N. | | | | Dimensioni dei grani |
|------------------|----------------------|-----|-----|-----|----------------------|
| | 4 | 40 | 80 | 200 | < 0.002 mm |
| | Percentuale passante | | | | |
| Limite superiore | 100 | 100 | 100 | 100 | 60 |
| Limite inferiore | 90 | 80 | 60 | 40 | 20 |

Tabella 3.1: Granulometria ammissibile per il materiale minerale

I limiti di Atterberg dovranno rispettare i valori seguenti:

- limite liquido: $LL > 25\%$;
- indice di plasticità: $10\% < IP < 45\%$.

Il materiale dovrà essere tale che, compattato secondo le prescrizioni di cui nei paragrafi seguenti, risulti avere le caratteristiche prescritte.

Inoltre dovrà essere privo di qualsiasi materia estranea quale terreno organico, piante, materiale di discarica e di qualsiasi altro tipo non idoneo alla costruzione dello strato.

È escluso l'impiego di materiale proveniente dal lavaggio degli inerti.

3.2 Provenienza del materiale

3.2.1 Provenienza

Il materiale naturale dovrà provenire da una o più cave di prestito proposte dall'Appaltatore ed approvate dalla Direzione Lavori.

Per ogni zona di provenienza del materiale naturale, l'Appaltatore dovrà eseguire un adeguato numero di sondaggi (almeno un sondaggio o pozzetto), avvertendo la Direzione Lavori sulla data di esecuzione in modo da consentire di assistere e fornendo la documentazione comprovante l'esecuzione degli stessi (stratigrafie, fotografie, relazione).

È compito dell'Appaltatore prelevare campioni nel corso dei sondaggi e/o dei pozzetti e fornire, tramite le prove di qualificazione elencate al paragrafo 3.2.3, gli elementi necessari per l'approvazione del materiale naturale. I risultati delle prove effettuate dovranno essere messi a disposizione della Committente e della Direzione Lavori, che si riserveranno di esprimere il parere favorevole o contrario entro 15 giorni, prima dell'inizio del trasporto del materiale in cantiere.

3.2.2 Cave di prestito e fornitura

3.2.2.1 Apertura e/o sfruttamento di cave di prestito

Lo sfruttamento della cava di prestito e/o l'apertura di una nuova cava è a totale cura e spese dell'Appaltatore, che:

- si assumerà tutti gli oneri relativi alla predisposizione e alla presentazione agli uffici competenti, nonché alla richiesta e all'ottenimento delle relative autorizzazioni;
- dovrà corrispondere le relative indennità ai proprietari delle cave;
- dovrà provvedere al sicuro e facile deflusso delle acque che si dovessero raccogliere nelle cave stesse, evitando ristagni e danni alle proprietà circostanti;
- dovrà sistemare convenientemente le scarpate, in osservanza anche alla normativa vigente.

Le cave di prestito dovranno essere coltivate nel rispetto delle vigenti norme di legge, secondo le previsioni di progetto ed in modo che, tanto durante la cavatura che a cavatura ultimata, non si abbiano a verificare condizioni pregiudizievoli per la salute e l'incolumità pubblica.

Le stesse condizioni di sicurezza dovranno essere garantite per le eventuali aree di stoccaggio e/o di lavorazione di cui, a sua cura e spese, l'Appaltatore dovesse avvalersi.

3.2.2.2 Depositi intermedi di accumulo del materiale di cava

Se il recapito al cantiere di materiale per i riporti dovesse procedere ad un ritmo più veloce della sua messa in opera, l'Appaltatore potrà formare, su opportune aree assegnate dalla Direzione Lavori o dalla Committente in cantiere, depositi intermedi di accumulo di materiale.

3.2.3 Prove di qualificazione

Per la qualificazione del materiale naturale prelevato, l'Appaltatore dovrà fornire le seguenti prove, necessarie per l'accettazione dello stesso:

- n. 1 misurazione dell'umidità naturale (in cava) (ASTM D2216);
- n. 1 analisi mineralogica;
- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422);
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318);
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione);
- n. 1 prova di compattazione con il metodo ASTM Modificato – metodo Proctor (ASTM D1557) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità (curve di compattazione);
- n. 3 prove di permeabilità sul materiale compattato con metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) a diversi contenuti d'acqua, tutte effettuate con gradiente idraulico $i=30$ e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm^2 (25 kPa);
- n. 3 prove di permeabilità sul materiale compattato con metodo ASTM Modificato – metodo Proctor (ASTM D1557) a diversi contenuti d'acqua, tutte effettuate con gradiente idraulico $i=30$ e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm^2 (25 kPa).
- n. 1 prova di compressione edometrica (ASTM D2435);
- n. 2 prova di compressione triassiale UU (ASTM D2850);
- n. 1 prova di taglio (ASTM D3080).

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante della documentazione necessaria ad ottenere l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

3.3 Posa in opera dello strato minerale

3.3.1 Piano di posa

Il piano di posa appositamente preparato dovrà essere mantenuto in condizioni ottimali dall'Appaltatore fino all'inizio delle operazioni di stesura dello strato argilloso.

In particolare, si dovrà evitare che le acque meteoriche si raccolgano su tale superficie. L'Appaltatore dovrà evitare nel modo più assoluto il formarsi di pozze d'acqua piovana prima di iniziare la stesura dello strato impermeabile sulla superficie predisposta; se, nonostante le pendenze prescritte dal progetto, si verificassero ristagni d'acqua, vi si dovrà ovviare colmando con materiale di riporto le lievi depressioni che dovessero determinare tali ristagni.

È a cura e spesa dell'Appaltatore il trasporto a rifiuto di tutto il materiale di scarto, che non sarà compensato con voci di elenco prezzi; l'Appaltatore dovrà quindi tenerne conto nella formulazione dei prezzi.

3.3.2 Campo prova

Preventivamente alla posa dello strato impermeabile, L'Appaltatore, d'accordo con la Committente potrà realizzare un campo prova per la taratura delle procedure di posa in opera.

Il campo prova dovrà avere le seguenti dimensioni minime:

- larghezza (misurata perpendicolarmente alla direzione di compattazione del rullo) maggiore o uguale di 7 m e comunque di 3 volte superiore alla larghezza del rullo compattatore;
- lunghezza (misurata nella direzione di compattazione del rullo) maggiore o uguale di 15 m, comunque tale da permettere la compattazione; si precisa che la lunghezza netta, non interessata dalle manovre del rullo, dovrà essere di almeno 8 m;

- area di prova centrale: 4x8 m rispettivamente in direzione perpendicolare e parallela alla direzione di compattazione del rullo.

Gli oneri relativi al campo prova, al carico, al trasporto, alla messa in opera ed alle relative prove di controllo dei materiali sono a cura e spese dell'Appaltatore.

3.3.2.1 Modifiche alle modalità di posa dello strato minerale

Le procedure di stesura, compattazione ed umidificazione potranno essere variate dalla Direzione Lavori in corso d'opera.

Qualora le prove di controllo previste non avessero fornito risultati soddisfacenti (densità $\geq 95\%$ della densità ottimale della prova Proctor Standard, permeabilità $\leq 1 \times 10^{-6}$ cm/s), a sua cura e spese l'Appaltatore ripeterà il campo prova e le relative prove, fino alla messa a punto di una metodologia di posa tale da permettere il conseguimento degli obiettivi.

3.3.3 Stesura del materiale

3.3.3.1 Prove di controllo sul materiale approvvigionato

Prima della stesura, l'Appaltatore deve prelevare campioni di materiale naturale portato in cantiere e/o accumulato temporaneamente perché siano eseguite, a sua cura e spese, prove di controllo con frequenza indicata di seguito:

- n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422) ogni 5'000 m³ di materiale;
- n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318) ogni 5'000 m³ di materiale;
- n.1 prova di compattazione con il metodo ASTM Standard – metodo Proctor (ASTM D698) per la determinazione dei valori ottimali di umidità in funzione della densità ogni 10'000 m³ di materiale.

Le caratteristiche di compattazione saranno successivamente confrontate con i risultati delle prove di controllo da effettuare sul materiale compattato.

I risultati delle prove sul materiale approvvigionato saranno consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante della documentazione necessaria ad ottenere l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

Il prelievo dei campioni, le analisi, l'approvazione della Direzione Lavori e la successiva compattazione dovrà avvenire in un arco di tempo ragionevolmente ristretto e comunque tale da far sì che le condizioni atmosferiche non alterino il grado di umidità del materiale. In caso negativo non si potrà procedere alla compattazione, ma dovranno essere presi provvedimenti tali da riportare il materiale al grado di umidità voluto e che le verifiche diano esito positivo.

La Direzione Lavori si riserva di chiedere una frequenza maggiore di prove nel caso in cui il materiale risulti poco omogeneo.

La Direzione Lavori dovrà essere avvertita quando avverranno tali prelievi, in modo da potervi assistere.

Inoltre è richiesta la presenza in sito di un laboratorio da campo per l'esecuzione di prove di controllo sul materiale approvvigionato e della taratura delle procedure di posa in opera dello strato minerale.

3.3.3.2 Norme generali

Nell'esecuzione delle operazioni di stesura del materiale l'Appaltatore dovrà attenersi a norme, leggi e regolamenti vigenti all'atto del lavoro.

Inoltre dovrà in ogni caso mettere in atto tutti gli accorgimenti necessari per assicurare l'incolumità degli operai, la perfetta riuscita dell'opera ed il rispetto dei tempi di esecuzione previsti dai programmi.

I mezzi meccanici predisposti per il lavoro dovranno essere ben proporzionati all'opera da eseguire ed essere dotati di una sufficiente riserva, atta a garantire la continuità e regolarità del lavoro.

Allorché, in corso d'opera, gli impianti di cantiere risultino praticamente deficienti e comunque non rispondano alle esigenze dei lavori, l'Appaltatore è tenuto ad aumentarli, a modificarli e, se necessario, a sostituirli totalmente e ciò a sua cura e spese senza che possa invocare, a scarico di responsabilità, l'approvazione data e le eventuali modifiche suggerite dalla Direzione Lavori, né pretendere compensi e/o indennità di sorta oltre ai prezzi di contratto.

Nel caso che, a giudizio della Direzione Lavori, le condizioni nelle quali i lavori si svolgono lo richiedano, l'Appaltatore è tenuto a coordinare opportunamente la

successione e l'esecuzione delle opere di stesura del materiale con altre attività previste in cantiere, essendo gli oneri relativi compensati nei prezzi contrattuali.

Oltre all'osservanza delle prescrizioni impartite dalla Direzione Lavori, l'Appaltatore dovrà prendere, di sua iniziativa, tutte le disposizioni necessarie atte ad assicurare il buon andamento dei lavori, in modo che, ad opere compiuta, la superficie stesa e compattata risponda con perfetta esattezza al tracciato ed alle pendenze richieste dagli elaborati progettuali, e presenti un'accurata lavorazione, elemento indispensabile per la sua funzionalità.

3.3.3.3 Programma di stesura del materiale

Prima dell'esecuzione l'Appaltatore presenterà alla Direzione Lavori una relazione dettagliata in cui siano indicati i mezzi e le modalità di esecuzione dei lavori nonché il cronoprogramma dettagliato delle opere con gli avanzamenti previsti in accordo con le richieste della Committente. Nell'esecuzione l'Appaltatore si dovrà attenere a tale programma, previamente approvato dalla Direzione Lavori.

È facoltà della Direzione Lavori disporre variazioni al programma, prima dell'inizio dei lavori e/o nel corso di essi.

Resta in ogni caso stabilito che il sistema dettato, ed in modo speciale la successione delle varie fasi di lavoro, dovrà essere rispondente alle migliori norme di esecuzione per lavori del genere, in relazione alle caratteristiche dei materiali utilizzati e al tempo stabilito per l'utilizzazione di tutte le opere connesse.

L'Appaltatore, tenuto conto del tempo concesso per l'esecuzione dei lavori, dovrà dare dimostrazione che i mezzi d'opera predisposti in genere sono largamente proporzionati per la razionale esecuzione dei lavori.

3.3.3.4 Smaltimento provvisorio delle acque meteoriche

Al fine di smaltire le acque piovane, sia dalla superficie dello strato impermeabile in formazione sia dal piano di posa del medesimo, nell'intervallo di tempo precedente alla stesura degli strati successivi, dovranno essere realizzate canalette di raccolta perimetrali in modo tale da evitare ristagni o infiltrazioni, oppure punti di raccolta dotati di elettropompe per l'allontanamento delle acque nel reticolo superficiale dell'impianto.

3.3.3.5 Approvazione

Il materiale minerale potrà essere steso solo previa approvazione della superficie di imposta o dello strato precedente da parte della Direzione Lavori, in base all'esito delle prove di controllo.

3.3.3.6 Operazioni di stesura

In linea di principio, ogni strato dovrà essere steso sulla massima superficie possibile compatibile con le lavorazioni, prima che inizi la compattazione.

La dimensione delle zolle di materiale di riporto non dovrà essere maggiore di 3 cm.

Ogni strato dovrà essere steso in modo uniforme affinché risulti, dopo la compattazione, uno spessore non superiore a 20 cm o eventualmente ad altro valore inferiore a questo, come precisato dalla Direzione Lavori al fine di ottenere grado di compattazione e permeabilità richiesti.

3.3.3.7 Umidificazione

Il materiale in opera, pronto per la compattazione, dovrà avere contenuto d'acqua entro i limiti prefissati in fase di qualificazione del materiale.

A tale scopo l'Appaltatore dovrà provvedere ad aerare il terreno, per asciugarlo, o ad inumidirlo a secondo delle necessità.

3.3.3.8 Condizioni climatiche

Eventuali integrazioni del contenuto d'acqua dovranno essere definite tenendo conto delle condizioni atmosferiche, per evitare l'essiccamento dello strato appena messo in opera fino alla stesura di quello successivo.

In caso di pioggia, in cantiere dovranno essere presenti mezzi idonei a chiudere la superficie dello strato in lavorazione. Alla ripresa del lavoro, la stessa superficie dovrà essere convenientemente erpicata, provvedendo a rimuovere lo strato superficiale rammollito; alternativamente, se le condizioni climatiche lo consentiranno, il materiale sarà fatto essiccare in loco fino ad ottenere il contenuto d'acqua previsto.

3.3.3.9 Tolleranze piano – altimetriche

Saranno ammesse le tolleranze seguenti:

- tolleranza altimetrica: ± 10 cm rispetto alla quota di progetto;
- tolleranza planimetrica: ± 25 cm rispetto all'ubicazione di progetto delle linee di posa.

Nel caso in cui non vengano rispettate le tolleranze piano-altimetriche, a sua cura e spese l'Appaltatore dovrà provvedere al riporto e al costipamento (compreso l'onere della fornitura) di materiale idoneo.

Il rilievo consentirà alla Direzione Lavori il controllo della superficie e il computo del volume di materiale utilizzato.

3.3.3.10 Protezione dello strato completato

Lo strato dovrà essere mantenuto in condizioni ottimali, in particolare evitando fessurazioni dovute alle condizioni climatiche o altro tipo di danneggiamento fino alla copertura con gli ulteriori strati di impermeabilizzazione previsti.

Le attività di mantenimento (bagnatura temporanea, etc.) sono a totale cura e spese dell'Appaltatore, che dovrà concordare le modalità di esecuzione con la Direzione Lavori.

3.3.3.11 Mezzi di compattazione

Dovranno essere impiegati rulli statici del tipo “a piede di pecora” e/o “a piastra” con peso non inferiore a 15 t (5 t per metro lineare di tamburo).

Prescrizioni limite

Le prescrizioni qui indicate sono da considerarsi richieste minime. Numero di passate del rullo e spessore degli strati dovranno essere determinati mediante il campo prova già descritto e verificati in base ai risultati conseguiti nel corso del lavoro; qualora le prove di densità in sito, eseguite a tale momento, provassero l'impossibilità di raggiungere la densità specificata con le prescrizioni limite, il numero di passate richiesto dovrà essere maggiore o lo spessore degli strati inferiore.

Non sarà concesso alcun pagamento extra all'Appaltatore per il suo adeguamento a prescrizioni più restrittive di quelle limite.

| TIPO DI STRATO | NUMERO DI PASSATE MINIMO |
|---|--------------------------|
| Strati impermeabilizzanti di spessore massimo 20 cm | 6 |

Operazioni di compattazione

I rulli compattanti dovranno operare in maniera sistematica, su strisce parallele che siano le più lunghe possibili, con sovrapposizione non inferiore a 20 cm.

La velocità operativa dei rulli non dovrà superare 4 km/h.

Le operazioni di compattazione dovranno essere dirette da un capo squadra competente, che curerà la compilazione dei rapportini di cui al par. D.4.4.

3.3.4 Controlli in corso d'opera

Le prove, da eseguire dopo la compattazione in sito e in laboratorio sono qui di seguito indicate:

Prove in sito

Sono richieste:

- prove di permeabilità in sito: almeno n. 2 prove con permeametro Boutwell ogni 15'000 m²;
- determinazione della densità (ASTM D1556 –metodo della sabbia calibrata, ASTM D2167 – volumometro a membrana) e del contenuto d'acqua (ASTM D2216): minimo n. 2 prove per ogni 15.000 m² di materiale minerale posato.

Le piccole cavità derivanti dall'asporto di materiale per le prove di densità (nel caso si utilizzi il metodo della sabbia calibrata) dovranno essere accuratamente liberate dalla sabbia calibrata usata per la prova ed intasate con argilla compattata manualmente

- prove di carico su piastra (SNV 670317a): minimo n. 2 prove ogni 15'000 m².

Prove in laboratorio

Si preleveranno campioni cubici da sottoporre alle seguenti prove:

- n. 1 prova di permeabilità sul materiale effettuata con gradiente idraulico $i=30$ e pressione di confinamento efficace pari a 0.25 kg/cm² (25 kPa), per ogni 10'000 m³ di materiale minerale posato, in corrispondenza delle prove di densità effettuate in sito;

- n. 1 prova di compressione edometrica (ASTM D2435) con determinazione diretta del grado di permeabilità a varie pressioni di confinamento per ogni 10'000 m³ di materiale minerale posato;
- n.1 prova di compressione triassiale UU (ASTM D2850) 5.000 m³ di materiale minerale posato e CID (AGI 1994) alternativamente per ogni 10.000 m³ di materiale minerale posato;
- n.1 prova di taglio (ASTM D3080) per ogni 10.000 m³ di materiale minerale posato. Inoltre per ogni prova meccanica di cui sopra dovranno essere effettuate:
 - n. 1 analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro (ASTM D422);
 - n.1 limiti di Atterberg (ASTM D4318).

I risultati delle prove dovranno essere consegnati alla Direzione Lavori e costituiranno parte integrante della documentazione necessaria ad ottenere l'approvazione degli strati di materiale messo in opera.

L'Appaltatore dovrà eseguire le prove in sito e di laboratorio in base alle procedure standard citate ed alla frequenza richiesta, avvertendo sempre la Direzione Lavori quando avranno luogo le attività in sito in modo tale da consentirle di assistere.

In corso d'opera, è facoltà della Direzione Lavori richiedere una frequenza di prove maggiore, per un periodo di tempo ritenuto necessario a garantire la qualità della compattazione.

Per l'esecuzione delle prove sul materiale messo in opera dopo la compattazione è richiesta la presenza di un laboratorio da campo in sito.

3.3.4.1 Valori di riferimento

Il materiale compattato in sito dovrà avere le caratteristiche seguenti:

- permeabilità in laboratorio: $k \leq 5 \times 10^{-7}$ cm/s effettuate su campioni prelevati in sito;
- permeabilità in sito: $k \leq 10^{-6}$ cm/s;
- coesione non drenata: $c_u \geq 60$ kPa e compatibili con la stabilità della discarica, con valori non inferiori a quelli considerati nelle verifiche di progetto;
- densità: $\geq 95\%$ della densità ottimale della prova Proctor Standard;
- parametri di resistenza a taglio: compatibili con la stabilità della copertura, con valori non inferiori a quelli considerati in progetto;
- modulo di deformazione da prove di carico su piastra ≥ 10 MPa

- spessore minimo dello strato: > 0,5 m, riferito alle quote 'as- built' del piano di posa, con variazioni massime locali ammesse in eccedenza di +10 cm.

I limiti indicati sono tali da consentire l'ottenimento dei requisiti di permeabilità e di resistenza richiesti, nonché di impedire fessurazioni legate all'essiccazione del materiale steso in opera, che potrebbero verificarsi anche adottando tutte le cautele descritte.

3.3.4.2 Rapporti

Sarà a cura dell'Appaltatore la compilazione dei rapporti giornalieri e settimanali, copia dei quali dovrà essere consegnata alla Direzione Lavori.

Rapporti a frequenza giornaliera

Quotidianamente, saranno compilati rapporti in cui dovranno essere indicati:

- data, inizio e termine delle operazioni di stesura e di compattazione, quota ed area delle zone in cui è stato steso del materiale ed in cui è stata effettuata la compattazione, volume di materiale compattato con indicazione del relativo numero di passaggi di rullo, temperatura massima e minima durante le operazioni di stesura;
- numero ed ubicazione planimetrica ed altimetrica delle prove di controllo eseguite durante la giornata.

Rapporti a frequenza settimanale

Settimanalmente, saranno compilati rapporti in cui dovranno essere indicati:

- risultati delle prove in sito e in laboratorio.

Rapporto finale

Al termine della stesura dello strato minerale sarà compilato il rapporto finale, in cui si indicheranno:

- ubicazione del campo prova;
- dimensioni planimetriche, numero e spessore degli strati (riportando sia lo spessore del materiale sciolto sia lo spessore finale compattato);

- metodo di compattazione impiegato (tipo e caratteristiche del rullo impiegato, numero dei passaggi del rullo e relativa velocità, umidità del materiale immediatamente prima dell'inizio della compattazione);
- risultati di tutte le prove in sito e di laboratorio effettuate su ciascuno strato, con indicazione della ubicazione planimetrica del punto di prova o di prelievo.

3.3.4.3 Verifica finale

Al termine dei lavori, a cura e spese dell'Appaltatore, dovrà essere effettuata la verifica topografica dello spessore finale dello strato minerale impermeabile.

Tale verifica dovrà essere rappresentata tramite opportune planimetrie e sezioni quotate firmate da un tecnico abilitato.

3.4 Normativa di riferimento

- ASTM D422 "Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils"
- ASTM D698 "Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Standard Effort [12,400 ft-lbf/ft³ (600 kN-m/m³)]"
- ASTM D1556 "Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Sand-Cone Method"
- ASTM D1557 "Standard Test Methods for Laboratory Compaction Characteristics of Soil Using Modified Effort [56,000 ft-lbf/ft³ (2,700 kN-m/m³)]"
- ASTM D2167 "Standard Test Method for Density and Unit Weight of Soil in Place by the Rubber Balloon Method"
- ASTM D2216 "Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) Content of Soil and Rock by Mass"
- ASTM D2435 "Standard Test Methods for One-Dimensional Consolidation Properties of Soils Using Incremental Loading"
- ASTM D2850 "Standard Test Method for Unconsolidated-Undrained Triaxial Compression Test on Cohesive Soils"
- ASTM D3080 "Standard Test Method for Direct Shear Test of Soils Under Consolidated Drained Conditions"

- ASTM D4318 "Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils"
- ASTM D5093 "Standard Test Method for Field Measurement of Infiltration Rate Using Double-Ring Infiltrometer with Sealed-Inner Ring"
- ASTM D6391 "Standard Test Method for Field Measurement of Hydraulic Conductivity Limits of Porous Materials Using Two Stages of Infiltration from a Borehole"
- AGI (1994) "Raccomandazioni sulle prove geotecniche di laboratorio"

4. INERTI DI DRENAGGIO

4.1 Copertura

Lo strato di drenaggio in copertura sarà realizzato con materiale frantumato fornito dalla Committente.

4.1.1 Caratteristiche del materiale

Lo strato di materiale drenante deve essere costituito da materiale inerte rispondente ai seguenti requisiti:

- contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM): < 5 %;
- dimensione granulometrica: 30÷60 mm;
- conducibilità idraulica: $\geq 1 \times 10^{-5}$ m/s.

Lo strato drenante deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.

4.1.2 Controlli in corso d'opera

In corso d'opera, le prove di controllo da effettuarsi sono indicate di seguito:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 5'000 m³ di materiale posato;
- n.2 prova di permeabilità (ASTM D5084).

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

4.1.3 Modalità di posa

Le operazioni di posa devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione ed il sottostante strato impermeabile.

4.2 Bauletti drenanti

I bauletti posti a completamento del drenaggio a tergo delle terre rinforzate e linee interne alla copertura (CS) saranno realizzati con ghiaia silicea arrotondata fornita a cura dell'Appaltatore.

4.2.1 Caratteristiche del materiale

Lo strato di materiale drenante deve essere costituito da materiale inerte rispondente ai seguenti requisiti:

- contenuto in fine (passante al vaglio 200 ASTM): < 5%;
- dimensione granulometrica: 10÷20 mm;
- conducibilità idraulica: $\geq 1 \times 10^{-4}$ m/s.

Lo strato drenante deve risultare esente da componenti instabili (gelive, tenere, solubili, etc.) e da resti vegetali.

4.2.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

In fase di accettazione, le prove di controllo da effettuarsi sono almeno 1, e se la quantità supera i 10.000 m³ di materiale posato, almeno 3 provenienti da punti diversi della cava o dei cumuli stoccati e sono indicate di seguito:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422);
- n.1 analisi di permeabilità (ASTM D5084);
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373).

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

4.2.3 Controlli in corso d'opera

Le operazioni di posa devono essere eseguite adottando adeguate cautele per non danneggiare i geotessili di protezione ed il sottostante strato impermeabile.

In corso d'opera, le prove di controllo da effettuarsi sono indicate di seguito:

- n.1 analisi granulometrica (ASTM D422) per ogni 5'000 m³ di materiale posato;
- n.1 prova di permeabilità (ASTM D5084) per ogni 5'000 m³ di materiale posato;
- n.1 contenuto di carbonati (ASTM D4373) per ogni 5'000 m³ di materiale posato.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

4.3 Normativa di riferimento

- ASTM D422 "Standard Test Method for Particle-Size Analysis of Soils"
- ASTM D4373 "Standard Test Method for Rapid Determination of Carbonate Content of Soils"
- ASTM D5084 "Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter"

5. TERRENO VEGETALE

Si prevede la stesura di uno strato di vegetale di spessore non inferiore a 1 m. In particolare i primi 70 cm saranno miscelati a compost (10-15% in peso) mentre i rimanenti 30 cm saranno costituiti da solo terreno vegetale.

Il compost dovrà essere accompagnata da idonea documentazione di legge.

La tipologia di terreno da impiegare, i controlli in fase di accettazione e in corso d'opera, nonché le modalità di posa verranno definiti in fase di progettazione esecutiva.

6. GEOCOMPOSITO BENTONITICO LAMINATO

6.1 Caratteristiche generali

Il geocomposito bentonitico laminato deve essere costituito da uno strato di bentonite sodica granulare racchiuso e fissato, mediante coesione meccanica (agugliatura: n. punti $\geq 50.000 \text{ m}^2$; cuciture disposte ad interassi ravvicinati: $< 50 \text{ mm}$), a due geosintetici, assolutamente esenti da collanti, appretti, impregnanti e senza aver subito alcun trattamento di termosaldatura e termo calandratura con uno dei due geotessili laminato con una sottile membrana impermeabile.

I geosintetici impiegati possono essere di diverso tipo:

- geotessili del tipo tessuto in PP, PE e/o PET;
- geotessili del tipo non tessuto in PP, PE e/o PET;

Il geocomposito bentonitico laminato impiegato deve rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nelle tabelle seguenti.

Inoltre deve essere:

- resistente ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- inattaccabile da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibile;
- resistente all'invecchiamento;
- stabile ai raggi UV e agli agenti atmosferici in genere.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

| Caratteristiche | Norma | Unità di misura | Valori di riferimento |
|------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------------------|
| Spessore (a 2kPa) | UNI EN 964-1 | mm | $\geq 5,5$ |
| Massa areica | UNI EN 14196 | g/m ² | ≥ 4500 |
| Resistenza a trazione | UNI EN ISO 10319 | kN/m | $\geq 12,5$ (L) $\geq 7,5$ (T) |
| Deformazione al carico massimo | UNI EN ISO 10319 | % | 50 ÷ 75% (L) 50 ÷ 75% (T) |
| Resistenza al punzonamento statico | UNI EN ISO 12236 | kN | ≥ 2 |
| Coeff. di permeabilità | ASTM D5084 | m/s | $\leq 5 \times 10^{-11}$ |
| Larghezza del rotolo | UNI EN ISO 10320 | m | ≥ 4 |
| Lunghezza del rotolo | UNI EN ISO 10320 | m | ≥ 40 |

Tabella 6.1: Caratteristiche minime del geocomposito bentonitico laminato.

| Caratteristiche | Norma | Unità di misura | Valori di riferimento |
|------------------------------|-------------------------|------------------|-----------------------|
| Contenuto di montmorillonite | Test al blu di metilene | % | > 70 |
| Indice di rigonfiamento | ASTM D5890 | ml/2g | ≥ 20 |
| Massa areica | UNI EN 14196 | g/m ² | ≥ 4.500 |
| Umidità | UNI EN 14196 | % | ≤ 15 |

Tabella 6.2: Caratteristiche minime della bentonite sodica granulare.

| Caratteristiche | Valori di riferimento |
|--|--|
| polimero dei geotessili | PP (sup) PP (inf) |
| tipologia membrana laminata su un lato | film di PE o altro idoneo materiale plastico |

Tabella 6.3 Caratteristiche minime dei geotessili e della geomembrana.

Nel caso fossero presenti punti singolari (es. attraversamento tubi), si deve impiegare bentonite sodica granulare (generalmente dello stesso tipo di quella utilizzata per la costruzione del geocomposito e fornita dallo stesso Produttore) per la loro sigillatura.

Normativa di riferimento

- UNI EN 964-1:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli";
- UNI EN 14196:2004 "Geosintetici - Metodi di prova per la misurazione della massa areica di geocompositi bentonitici";
- UNI EN ISO 10319:2008 "Geotessili - Prova di trazione a banda larga";
- UNI EN ISO 12236:1999 "Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)";
- UNI EN ISO 10320:2002 "Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito";
- ASTM D5084:2003 "Standard Test Methods for Measurement of Hydraulic Conductivity of Saturated Porous Materials Using a Flexible Wall Permeameter";
- ASTM D5321:2002 "Standard Test Method for Determining the Coefficient of Soil and Geosynthetic or Geosynthetic and Geosynthetic Friction by the Direct Shear Method";
- ASTM D5890:2002 "Standard Test Method for Swell Index of Clay Mineral Component of Geosynthetic Clay Liners".

6.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

6.2.1 Referenze del produttore

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

Tale documentazione insieme ad un campione del materiale verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

6.2.2 Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione del geocomposito bentonitico.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

6.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei manti bentonitici, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

6.2.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geocomposito bentonitico e bentonite sodica granulare (se presenti punti singolari da dover sigillare), affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati nel Paragrafo 6.1.

6.3 Posa in opera del materiale

6.3.1 Manutenzione della superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

6.3.2 Posizionamento dei teli in opera

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a +5°C.

6.3.3 Verbale di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

6.4 Controlli in corso d'opera

6.4.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità del geocomposito bentonitico.

6.4.2 Controlli da effettuarsi in corso d'opera

Durante la posa del geocomposito bentonitico, deve essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti).

La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità del manto bentonitico, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

La sovrapposizione dei teli deve essere controllata visivamente e puntualmente, rilevando la sovrapposizione con controlli a campione a discrezione del Collaudatore.

Devono inoltre essere controllati gli ancoraggi ed i punti singolari (se presenti), al fine di verificare la continuità del sistema di impermeabilizzazione. In particolare, nei punti singolari (es. attraversamento tubazioni) deve essere verificata la corretta sigillatura con colletto di bentonite granulare.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nel Paragrafo 6.1, saranno prelevati due campioni di geocomposito bentonitico posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (norma UNI EN 14196);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- coeff. di permeabilità (metodo ASTM D5084).

Per verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nel Paragrafo 6.1 delle caratteristiche della bentonite sodica granulare impiegata nei punti singolari (se presenti), si prevede il prelievo di alcuni campioni da sottoporre alle seguenti prove:

- limiti di Atterberg (metodo ASTM D4318);
- indice di rigonfiamento (metodo ASTM D5890).

Ulteriori campioni potranno essere prelevati a discrezione della Direzione Lavori e/o del Collaudatore.

Infine vengono previsti controlli dimensionali sulla geometria del tampone costituito dal materiale posato.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

7. GEOTESSILI

7.1 Caratteristiche generali

I geotessili impiegati hanno funzioni di protezione dello strato impermeabile, dello strato drenante e/o di separazione dagli strati sovrastanti; possono essere del tipo "tessuto" o "non tessuto".

Nel caso in oggetto, i geotessili impiegati devono rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nelle tabelle seguenti.

Inoltre devono essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel corpo rifiuti;
- inattaccabili da microrganismi, insetti e roditori;
- imputrescibili;
- resistenti all'invecchiamento;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- stabili agli agenti atmosferici in genere;
- stabilizzati ai raggi UV (per i geotessili in HDPE).

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

| CARATTERISTICHE | NORMA | UNITÀ DI MISURA | VALORI DI RIFERIMENTO |
|------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Tipo geotessile | - | - | non tessuto |
| Tipo di polimero | - | - | - |
| Massa areica | UNI EN 965 | g/m ² | 600 |
| Spessore (a 2 kPa) | UNI EN 964-1 | mm | ≥ 3.5 |
| Resistenza a trazione | UNI EN ISO 10319 | kN/m | ≥ 40 (L) ≥ 40 (T) |
| Deformazione al carico massimo | | % | ≥ 50(L) ≥ 60(T) |
| Resistenza al punzonamento statico | UNI EN ISO 12236 | kN | ≥ 7 |
| Apertura nel punzonamento dinamico | UNI EN 918 | mm | 6 |
| Permeabilità | UNI EN ISO 11058 | m/s | ≤ 10 |
| Apertura di filtrazione | UNI EN ISO 12956 | μm | ≤ 100 |
| Larghezza del rotolo | UNI EN ISO 10320 | m | a richiesta |
| Lunghezza del rotolo | | m | a richiesta |

Tabella 7.1: Caratteristiche minime del geotessile non tessuto da 600 g/m²

| CARATTERISTICHE | NORMA | UNITÀ DI MISURA | VALORI DI RIFERIMENTO |
|------------------------------------|------------------|------------------|-----------------------|
| Tipo geotessile | - | - | non tessuto |
| Tipo di polimero | - | - | - |
| Massa areica | UNI EN 965 | g/m ² | 300 |
| Spessore (a 2 kPa) | UNI EN 964-1 | mm | ≥ 2.5 |
| Resistenza a trazione | UNI EN ISO 10319 | kN/m | ≥ 20 (L) ≥ 20 (T) |
| Deformazione al carico massimo | | % | ≥ 40(L) ≥ 40(T) |
| Resistenza al punzonamento statico | UNI EN ISO 12236 | kN | ≥ 3 |
| Apertura nel punzonamento dinamico | UNI EN 918 | mm | ≤ 25 |
| Permeabilità | UNI EN ISO 11058 | m/s | ≤ 10 |
| Apertura di filtrazione | UNI EN ISO 12956 | μm | ≤ 100 |
| Larghezza del rotolo | UNI EN ISO 10320 | m | a richiesta |
| Lunghezza del rotolo | | m | a richiesta |

Tabella 7.2: Caratteristiche minime del geotessile non tessuto da 300 g/m².

| CARATTERISTICHE | NORMA | UNITÀ DI MISURA | VALORI DI RIFERIMENTO |
|------------------------------------|------------------|------------------|---------------------------------|
| Tipo geotessile | - | - | tessuto |
| Tipo di polimero | - | - | PE, PET |
| Massa areica | UNI EN 965 | g/m ² | 90 |
| Spessore (a 2 kPa) | UNI EN 964-1 | mm | ≥ 0,5 |
| Resistenza a trazione | UNI EN ISO 10319 | kN/m | ≥ 15 (L) ≥ 14 (T) |
| Deformazione al carico massimo | | % | ≥ 27 (L) ≥ 24 (T) |
| Resistenza al punzonamento statico | UNI EN ISO 12236 | kN | ≥ 2 (per PE) n.d. (per PET) |
| Apertura nel punzonamento dinamico | UNI EN 918 | mm | ≤ 16 (per PE) n.d. (per PET) |
| Permeabilità (normale al piano) | UNI EN ISO 11058 | m/s | ≥ 200 x 10 ⁻³ |
| Apertura di filtrazione | UNI EN ISO 12956 | μm | 150 -250 |
| Larghezza del rotolo | UNI EN ISO 10320 | m | ≥ 1,5 |
| Lunghezza del rotolo | | m | ≥ 100 |

Tabella 7.3: Caratteristiche minime del geotessile a maglia larga.

Normativa di riferimento

- UNI EN 965:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione della massa areica";
- UNI EN 964-1:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli";
- UNI EN ISO 10319:2008 "Geotessili - Prova di trazione a banda larga";
- UNI EN ISO 12236:1999 "Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento statico (metodo CBR)";
- UNI EN 918:1999 "Geotessili e prodotti affini - Prova di punzonamento dinamico (metodo della caduta del cono)";
- UNI EN ISO 11058:2002 "Geotessili e prodotti affini - Determinazione delle caratteristiche di permeabilità all'acqua perpendicolare al piano, senza carico";
- UNI EN ISO 12956:2001 "Geotessili e prodotti affini - Determinazione della dimensione di apertura (opening size) caratteristica";
- UNI EN ISO 10320:2002 "Geotessili e prodotti affini - Identificazione in sito".

7.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

7.2.1 Referenze del produttore

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

Tale documentazione insieme ad un campione del materiale verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

7.2.2 Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione dei geotessili.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

7.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera dei geotessili, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

Prima di iniziare la posa del materiale, l'Impresa deve sottoporre per accettazione alla Direzione Lavori una planimetria riportante in modo univoco la numerazione, la disposizione e la sequenza di posa di tutti i rotoli e giunture previsti (abaco di posa).

7.2.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche del geotessuto, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati nel Paragrafo 7.1.

Il materiale deve riportare ben evidenziato su ogni rotolo il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti prima di innescare qualsiasi processo di deterioramento.

7.3 Posa in opera del materiale

7.3.1 Manutenzione della superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

7.3.2 Posizionamento dei teli in opera

Le varie sezioni di telo devono essere srotolate in modo da ridurre al minimo gli spostamenti a rotolo svolto. Inoltre devono essere evitate condizioni di stress e/o eccessiva trazione o rigonfiamenti, prevedendo opportuni franchi per tener conto delle contrazioni.

Una volta srotolati, i teli devono essere zavorrati per prevenire movimenti e/o sollevamenti.

Lo srotolamento dei teli deve avvenire a temperatura ambiente non inferiore a + 5°C.

7.3.3 Verbale di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

7.3.4 Procedure per la posa in opera

L'Impresa deve organizzare le operazioni di posa dei teli in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori, che limitatamente a queste attività, può essere prorogata dalla Direzione Lavori in base alle esigenze di coltivazione.

I teli devono essere posizionati in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza del fondo.

Le giunzioni tra i teli devono essere sovrapposte di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza dei teli stessi senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

Le giunzioni tra i teli devono essere cucite evitando fili o graffette metalliche ed assicurando, con i certificati necessari, che gli eventuali prodotti utilizzati per le suddette operazioni non siano in alcun modo dannosi per i teli in HDPE sia durante le fasi costruttive che di esercizio dell'impianto. L'Impresa deve inoltre assicurare che i teli rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

L'Impresa deve inoltre garantire che le operazioni di posa non rechino danni al telo in HDPE, ai tubi di drenaggio e ai drenaggi, assumendosi ogni responsabilità ed ogni eventuale onere di riparazione.

In caso di danneggiamento l'Impresa deve informare tempestivamente la Direzione Lavori indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di riparazione. Dopo che la Direzione Lavori avrà approvato tali modalità oppure avrà

apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Impresa deve procedere alle riparazioni.

Alla fine della messa in opera di ciascuno strato di geotessile, la Direzione Lavori deve approvare per iscritto il lavoro eseguito.

I teli non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

7.4 Controlli in corso d'opera

7.4.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

Prima della posa, bisogna assicurarsi che il substrato di posa sia privo di materiali potenzialmente dannosi per l'integrità del geotessile.

7.4.2 Controlli sulla posa dei teli

Durante la posa del geotessile, deve essere verificata la rispondenza della disposizione dei rotoli e delle corrispondenti giunture con l'abaco di posa (planimetria riportante in modo univoco la numerazione e la disposizione di tutti i rotoli e giunture previsti).

La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 20 cm, garantendo così la continuità del telo, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nel Paragrafo 7.1, vengono prelevati due campioni per ogni tipo di geotessile impiegato e posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (norma UNI EN 965);
- spessore (a 2 kPa) (norma UNI EN 964-1);
- resistenza al punzonamento statico (norma UNI EN ISO 12236).

Non ci sono particolari criteri di controllo sulle giunture tra i teli adiacenti, tuttavia si sottolinea che le cuciture non dovrebbero presentare fili o graffette in metallo.

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

8. GEOGRIGLIE DI RINFORZO

Per la realizzazione del rilevato in terre rinforzate per la conterminazione della copertura sono previste geogriglie con resistenza caratteristica minima di 50 kN/m, posate con interasse di 0.5 m e risolto di almeno 1 m.

8.1 Caratteristiche del materiale

Le geogriglie dovranno essere:

- resistenti ad agenti chimici presenti nel terreno;
- resistenti alle sollecitazioni meccaniche;
- inattaccabili da microrganismi, insetti, muffe e roditori;
- imputrescibili;
- resistente all'invecchiamento.

Il materiale impiegato deve essere certificato secondo le norme ISO 9001 ed essere conforme ai requisiti della direttiva CE come materiale da rinforzo (R).

Nella tabella seguente sono riportate le principali caratteristiche nominali minime.

| CARATTERISTICHE | NORMA | UNITÀ DI MISURA | VALORI DI RIFERIMENTO |
|--------------------------------|--------------|------------------|-----------------------|
| Polimero della griglia | - | - | PET |
| Polimero del rivestimento | - | - | PE o PVC(*) |
| Massa areica | UNI EN 965 | g/m ² | ≥ 250 |
| Spessore a 2 kPa | UNI EN 964-1 | mm | ≥ 1.1 |
| Resistenza alla trazione | EN ISO 10319 | kN/m | ≥ 50 (L) ≥ 5 (T) |
| Deformazione al carico massimo | EN ISO 10319 | % | ≤ 12 (L) |

(*) = in ogni caso la resistenza deve essere garantita anche in caso di ambiente aggressivo per valori del pH compresi tra 4 e 10 mediante fornitura di certificazione

Tabella 8.1: Caratteristiche principali della geogriglia di rinforzo

Normativa di riferimento:

- UNI EN 965:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione della massa areica";
- UNI EN 964-1:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli";
- UNI EN ISO 10319:2008 "Geotessili - Prova di trazione a banda larga".

8.2 Controlli in fase di scelta e qualificazione del materiale

8.2.1 Referenze del produttore

L'Impresa deve fornire alla Direzione Lavori una documentazione contenente le certificazioni del Produttore, le specifiche tecniche del materiale, i risultati di eventuali controlli di qualità ed il certificato di prova di ciascun rotolo, con particolare riferimento alle forniture per discariche di rifiuti e sarà responsabile del prodotto approvvigionato.

Tale documentazione insieme ad un campione del materiale verrà sottoposto alla Committente per accettazione.

8.2.2 Ispezioni e prove

L'Impresa deve consentire e fare in modo che la Direzione Lavori possa visitare ed ispezionare in qualsiasi momento la produzione delle geogriglie.

La Direzione Lavori si riserva il diritto di chiedere campioni del materiale tal quale allo scopo di provarli in proprio; ciò senza sollevare l'Impresa dalla responsabilità di campionare e provare secondo quanto prescritto in questa specifica.

8.2.3 Istruzioni di fornitura, trasporto, stoccaggio e posa in opera

L'Impresa deve ottenere dal Produttore, e quindi fornire alla Direzione Lavori per approvazione, una specifica completa per quanto riguarda la fornitura, il trasporto, lo stoccaggio e la posa in opera delle geogriglie, in accordo con quanto indicato nel seguito; il tutto prima di confermare l'ordine della fornitura.

L'Impresa deve assicurare che le proprie procedure di imballaggio, trasporto e stoccaggio sono tali da prevenire qualsiasi danneggiamento del materiale.

Il materiale viene fornito in rotoli che devono riportare in modo ben evidenziato un apposito contrassegno di identificazione che ne illustri le specifiche tecniche.

Una volta in cantiere, i rotoli devono essere stoccati in un'area sicura e protetta dagli agenti atmosferici, messa a disposizione dalla Committente previa richiesta dell'Impresa, e coperti da teli opachi per evitare l'esposizione diretta ai raggi UV.

8.2.4 Verifica della qualità del materiale approvvigionato in cantiere

Il Produttore deve corredare ogni partita di prodotto con i relativi certificati attestanti le caratteristiche tecniche delle geogriglie, affinché la Direzione Lavori possa controllare la rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti riportati nel paragrafo 8.1.

Il materiale deve riportare ben evidenziato su ogni rotolo il periodo massimo consentito di esposizione ai raggi ultravioletti prima di innescare qualsiasi processo di deterioramento.

8.3 Posa in opera del materiale

8.3.1 Manutenzione della superficie di posa

L'Impresa è la sola ed unica responsabile della manutenzione della superficie preparata precedentemente per la posa del materiale. Essa deve infatti assicurare che tale superficie sia uno strato di fondazione solido poco deformabile e privo di asperità od improvvisi gradini.

8.3.2 Verbale di accettazione

La Direzione Lavori ed il Collaudatore devono assistere all'esecuzione dei collaudi meccanici, al rifacimento dei punti difettosi ed alla compilazione delle annotazioni sul diagramma di posa, quindi firmare il verbale di accettazione del manto posato in opera.

8.3.3 Procedure per la posa in opera

Dopo aver predisposto un piano di posa stabile e compatto, si posizionano lungo il primo strato da realizzare i casseri.

L'utilizzo dei casseri consente, oltre che un'adeguata compattazione del terreno di riempimento, anche di ottenere una scarpata dalla pendenza stabilita.

Per la realizzazione delle terre rinforzate si ripete il seguente ciclo di fasi per realizzare un modulo di terra rinforzata:

1. Posizionamento dei supporti e del cassero di contenimento lungo la scarpata;
2. Posa della geogriglia con lunghezza di ancoraggio come previsto nel progetto, lasciandola fuoriuscire dal cassero per una lunghezza sufficiente ad eseguire il risvolto minimo di progetto;
3. Posa dell'elemento antierosivo;
4. Stesura del terreno di riempimento per strati di circa 30 cm di spessore e compattazione con un rullo compressore con caratteristiche idonee a ottenere il 95% della densità ottima di Proctor. In prossimità del paramento si eseguirà la compattazione mediante una piastra vibrante o altro mezzo idoneo a costipare il terreno senza danneggiare il cassero;
5. Ripiegamento dell'elemento antierosivo e della geogriglia avendo cura di metterla in tensione;
6. Riempimento finale e completamento dello strato;
7. Posizionamento del sistema di drenaggio delle acque a tergo dello stato (se previsto dagli elaborati di progetto);
8. Prosecuzione del ciclo, ripartendo dalla fase 1.

Durante le fasi suddette, l'Impresa deve organizzare le operazioni di posa delle geogriglie in modo tale che i periodi di esposizione ai raggi solari, tenendo conto della durata delle fasi di costruzione e gestione, non superino mai i limiti massimi previsti dal Produttore, avendo essa a suo totale carico tutti i maggiori oneri provenienti dal protrarsi delle operazioni anche oltre il termine ultimo previsto per la fine dei lavori.

Le geogriglie devono essere posizionate in opera con l'asse longitudinale parallelo alla massima pendenza del rilevato.

Le giunzioni tra geogriglie devono essere effettuate sovrapponendo di almeno 30 cm e devono essere parallele per tutta la lunghezza delle geogriglie senza eccessive ondulazioni, pieghe e/o corrugamenti.

L'Impresa deve inoltre assicurare che le geogriglie rimangano in posizione corretta durante tutte le fasi delle lavorazioni, anche in presenza di vento o altre condizioni atmosferiche avverse.

In caso di danneggiamento l'Impresa deve informare tempestivamente la Direzione Lavori indicandone le cause e deve predisporre una relazione con le modalità di

riparazione. Dopo che la Direzione Lavori avrà approvato tali modalità oppure avrà apportato a suo insindacabile giudizio le modifiche opportune, l'Impresa deve procedere alle riparazioni a proprio carico.

Le geogriglie non devono essere in alcun modo esposti al diretto passaggio di mezzi meccanici prima della messa in opera degli strati di materiale previsti al di sopra degli stessi.

8.4 Controlli in corso d'opera

8.4.1 Controlli da effettuarsi prima della posa del materiale

La fornitura dei rotoli giunti in cantiere deve controllata mediante la verifica del numero di matricola del rotolo e delle relative specifiche tecniche forniti dal Produttore.

8.4.2 Controlli sulle geogriglie posate

La sovrapposizione tra teli adiacenti non deve essere inferiore a 30 cm, garantendo così la continuità dei telo, e la disposizione degli stessi deve essere parallela alle linee di massima pendenza.

Al fine di verificare la rispondenza alle specifiche tecniche riportate nel paragrafo 8.1, vengono prelevati due campioni di materiale posato, da sottoporre alle seguenti prove:

- massa areica (norma UNI EN 965);
- resistenza a trazione (norma EN ISO 10319);
- deformazione a carico massimo (norma EN ISO 10319).

Tutte le prove sono a cura e spese dell'Impresa.

9. GEOSINTETICO ANTIEROSIONE

Il geosintetico che dovrà essere posato all'interno delle geogriglie dei rilevati in terra rinforzata avrà una funzione di ritenzione e antierosiva soprattutto nel periodo necessario all'inerbimento del rilevato.

Nel caso in oggetto, i geosintetici impiegati devono rispondere alle caratteristiche tecniche riportate nella tabella seguente.

Il materiale impiegato deve avere la marcatura CE, in conformità alle norme UNI EN vigenti.

Il Sistema Qualità del Produttore deve essere certificato a fronte delle norme UNI EN ISO 9001:2000.

| CARATTERISTICHE | NORMA | UNITÀ DI MISURA | VALORI DI RIFERIMENTO |
|--|------------------|------------------|------------------------|
| Tipo materiale | - | - | Paglia o cocco |
| Tipo di polimero dell'eventuale geosintetico di contenimento | - | - | PP |
| Massa areica | UNI EN 965 | g/m ² | ≥ 400 |
| Spessore (a 2 kPa) | UNI EN 964-1 | mm | ≥ 4 |
| Resistenza a trazione | UNI EN ISO 10319 | kN/m | ≥ 1.4 (L) ≥ 2.2 (T) |
| Deformazione al carico massimo | UNI EN ISO 10319 | % | ≤ 20 (L) ≤ 20(T) |

Tabella 9.1: Caratteristiche minime del geosintetico antierosione (biostuoia)

Normativa di riferimento:

- UNI EN 965:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione della massa areica";
- UNI EN 964-1:1997 "Geotessili e prodotti affini. Determinazione dello spessore a pressioni stabilite - Strati singoli";
- UNI EN ISO 10319:2008 "Geotessili - Prova di trazione a banda larga".

10. POZZI DI ESTRAZIONE DEL PERCOLATO

Il presente documento costituisce la Specifica Tecnica propedeutica per l'esecuzione di una rete di pozzi, realizzati per il drenaggio del presente nel corpo rifiuti.

Per una specifica dettagliata della tipologia di rifiuti presenti si rimanda alla Tabella 4-1 della Relazione Geotecnica (rif. SGI: 08478-007R03E02).

L'impresa Esecutrice dovrà procedere alla perforazione e all'allestimento dei pozzi. Per quanto riguarda la fornitura di materiali quali ghiaietto, bentonite e tubazioni in acciaio inox AISI, verranno messi in campo direttamente dalla Committente.

L'impresa affidataria avrà il compito di eseguire le perforazioni attraverso attrezzature adeguate e posare e allestire le tubazioni pozzo (tubi drenanti) a perfetta regola d'arte. L'Esecutore dovrà consegnare il pozzo completato fino al piano di lavoro con la tubazione in acciaio inox AISI flangiata che sporge di qualche centimetro per acconsentire il successivo raccordo con la testa pozzo (testa pozzo munita di attacco per la posa di sistema di estrazione percolato). Come già indicato la parte terminale del pozzo quali raccordi, teste per allaccio tubazioni ecc, verrà eseguita direttamente dalla Committente.

10.1 Prescrizioni di carattere generale e particolare

L'impresa è tenuta ad osservare quanto sotto specificato:

1. Prendere visione dell'area, delle problematiche tecniche inerenti le operazioni da eseguire, degli eventuali condizionamenti locali e ambientali, dei materiali e dei mezzi necessari per lo svolgimento del lavoro secondo la regola dell'arte;
2. Per lo svolgimento delle attività l'Esecutore dovrà ottenere le necessarie autorizzazioni dalla Committente e operare in accordo con le disposizioni di sicurezza. Durante la perforazione potrà essere presente biogas, quindi è necessario impiegare macchine adeguate e provvedimenti tali da garantire la sicurezza degli operatori, risolvendo problemi legati al surriscaldamento delle macchine, degli utensili o lo sprigionarsi di scintille. L'Esecutore dovrà quindi produrre il piano per la sicurezza e il piano di controllo della qualità (CQ) per il

lavoro da svolgere; tali documenti dovranno essere consegnati con l'offerta economica;

3. L'Esecutore compilerà un rapporto giornaliero relativo all'attività svolta; copia del documento sarà consegnata al rappresentante della Committente (Direzione Lavori, D.L.) presente in cantiere, entro le prime ore del mattino successivo. Il documento deve comprendere le quantità di perforazioni svolte, suddivise fra le varie tipologie di lavoro, le relative quote, nonché le principali annotazioni riguardanti inconvenienti, soste, condizioni meteorologiche, ecc.;
4. L'Esecutore dovrà predisporre, assieme all'offerta economica, un dettagliato rapporto contenente la descrizione delle caratteristiche delle attrezzature e dei metodi esecutivi che intende adottare, il programma temporale delle attività, suddiviso per attrezzatura, i tempi di mobilitazione, i tempi di preparazione e di esecuzione e consegna del lavoro eseguito;
5. Ulteriori prescrizioni:
 - L'Esecutore si farà carico dell'approvvigionamento idrico e di energia elettrica nel caso le attività debbano essere realizzate anche durante le ore serali.
 - La rimozione dei residui delle perforazioni sarà a carico dell'Esecutore, secondo accordi preventivi presi con la Committente.
 - L'esecutore dovrà essere autorizzato e certificato secondo le prescrizioni di legge.
 - Non saranno accettati sub-appalti delle attività di perforazione in progetto.
 - L'esecutore dovrà sottoporre la sua offerta in termini di prezzi unitari per le tipologie di lavorazione.

10.2 Tipo e dimensioni dei pozzi

I pozzi saranno del tipo trivellato a rotazione e la profondità massima di perforazione sarà pari 20 m da piano di regolarizzazione dei rifiuti. I pozzi previsti n° 12 verranno perforati con un diametro nominale da ≥ 800 mm e diametro effettivo non minore del diametro nominale. Al termine della perforazione le verticali verranno attrezzate con tubazioni acciaio inox AISI 304 L DE 406 mm sp.4 mm.

Il filtro passante a ponte, avente luce della fenestratura pari a 2.0/2.5 mm, dovrà essere installato tra – 2.5 m a – 20.0 m dal piano di regolarizzazione dei rifiuti (profondità da verificare in corso d'opera).

L'Esecutore dovrà provvedere alla posa e alla realizzazione dei tratti drenanti e delle impermeabilizzazioni superficiali.

Il sostegno temporaneo delle pareti del perforo sarà costituito da:

- un rivestimento metallico provvisorio ("avampozzo") per il tratto superiore, fino alla profondità di almeno 10 m dal piano di lavoro;
- eventuale posa del rivestimento provvisorio per il rimanente tratto inferiore nel caso in cui le pareti del foro non siano in grado di autosostenersi per la presenza di rifiuto sciolto (macerie, copertoni ecc.,).

L'utilizzo di fanghi bentonitici durante la perforazione per sostegno delle pareti del foro è tassativamente vietata in quanto compromette la funzionalità del pozzo, andando ad impermeabilizzare i vuoti e ad occludere la porosità efficace del rifiuto. In determinati casi ritenuti critici, previo accordo con la Direzione Lavori, potranno essere impiegati fanghi polimerici biodegradabili.

Per quanto riguarda le profondità di progetto, si prevedono al momento verticali a - 20.0 m dal piano di regolarizzazione dei rifiuti denominati P01 ÷ P12; per maggiori dettagli riguardante l'ubicazione si veda la Tavola di progetto rif. SGI:

08478-007D07E03.

Le profondità sono indicative e saranno valutate durante la perforazione. La Direzione Lavori e la Committente potranno variare in corso d'opera le ubicazioni e la quota di fondo foro del singolo pozzo avvertendo per tempo l'Esecutore.

10.3 Piano di lavoro e tracciamenti

L'impresa dovrà effettuare, sul piano di lavoro che le sarà consegnato dalla Committente, tutte le eventuali operazioni ulteriori di compattazione o consolidamento necessarie per consentire la piena operatività delle attrezzature che intende impiegare per i lavori, anche in presenza di condizioni meteorologiche avverse.

La Direzione Lavori provvederà al tracciamento sul piano di regolarizzazione degli assi di tutti i pozzi, in base alle ubicazioni allegate al presente documento (si veda

tavola rif. SGI: 08478-007D07E02). Ogni pozzo verrà contrassegnato da un picchetto con l'indicazione della sigla che lo contraddistingue nella planimetria di progetto allegata alla presente.

La conservazione dei picchetti e di eventuali capisaldi intermedi di riferimento per le operazioni di tracciamento e di controllo topografico è a carico dell'impresa, che dovrà provvedere a sua cura ed onere al ripristino di picchetti e capisaldi eventualmente distrutti, rimossi o spostati accidentalmente durante i lavori.

10.4 Esecuzione dei pozzi

10.4.1 Generalità

Di seguito si definiscono le caratteristiche dell'attrezzatura da impiegarsi e le operazioni più direttamente connesse alla perforazione e all'allestimento a cui attenersi in quanto parte integrante dell'esecuzione oggetto del presente documento.

10.4.2 Attrezzature e metodo di perforazione

Gli utensili di perforazione dovranno avere le caratteristiche adeguate per la tipologia di rifiuto che verrà riscontrato.

Le attrezzature di perforazione saranno dotate di tavola rotary e di aste quadre rigide o telescopiche, per l'azionamento di utensili di scavo a secchione ("bucket") o ad elica ("auger") nel caso vengano attraversati materiali compatti e duri. L'altezza libera dal piano di lavoro alla tavola rotary dovrà consentire le operazioni di posa dell'avampozzo della necessaria lunghezza.

La potenza e la capacità operativa delle attrezzature dovranno essere adeguate alla dimensione del pozzo da eseguire, alla profondità di perforazione (circa 20 m) ed ai tempi di esecuzione previsti. Nel caso di produttività effettiva inferiore a quella prevista dall'impresa, essa è tenuta a integrare il numero delle attrezzature inizialmente previste, nella misura occorrente per il rispetto dei termini di consegna, senza diritto a compensi supplementari.

Gli utensili di perforazione saranno dotati di denti raschiatori periferici in modo da ottenere il voluto diametro del foro, pur mantenendo sufficientemente ampio lo

spazio anulare tra il corpo dell'utensile e le pareti del foro, allo scopo di evitare effetti di pistonamento e depressioni nocive alla stabilità del foro durante le manovre di risalita dell'utensile. Il fondo dell'utensile dovrà essere conformato in modo da consentire l'asportazione integrale dei detriti smossi dal fondo dello scavo. Il secchione dovrà essere dotato delle opportune aperture per la fuoriuscita del percolato in fase di estrazione.

Prima della posa delle tubazioni pozzo (tubi drenanti in acciaio inox AISI) i fori dovranno essere misurati con scandaglio e dovranno essere liberi fino alla quota di progetto. La tolleranza massima sulla profondità sarà di 0.5 m.

Il materiale franato all'interno del foro prima della posa della tubazione dovrà essere tempestivamente rimosso.

Nel caso in cui il foro non rimanga aperto sino alla quota di progetto dovranno essere predisposti i rivestimenti di sostegno aventi diametro interno maggiore di ≥ 800 mm.

Qualora durante l'esecuzione della verticale si rinvenissero elementi metallici di grosse dimensioni, lamiere, blocchi di calcestruzzo, ferro, ecc., che rallentano la perforazione o la ostacolano, l'esecutore tramite propri mezzi e proprie spese dovrà essere in grado di proseguire lo scavo e ultimare il foro.

Nel caso non sia possibile avanzare con lo scavo, in accordo con la Direzione Lavori e la Committente sarà possibile riubicare la verticale; la posizione verrà stabilita dalla Direzione Lavori. La chiusura dei fori abbandonanti sarà completamente a carico dell'Esecutore.

Per quanto riguarda la rimozione della risulta proveniente dalla perforazione sarà a cura dell'Esecutore il quale, tramite mezzi propri, dovrà provvedere al trasporto e conferimento dei rifiuti a discarica indicata dalla Committente (oneri smaltimento a carico della Committente).

10.4.3 Strumenti di controllo

Devono fare parte del corredo della trivella gli strumenti di controllo quali: lo scandaglio a filo graduato, per la misura della quota reale di fondo foro e la sonda freaticometrica per la lettura del livello di percolato presente.

10.4.4 Rilievo stratigrafico dei rifiuti estratti

Il tecnico responsabile del cantiere compilerà una scheda stratigrafica della verticale con il procedere della perforazione, descrivendo il materiale estratto . La descrizione stratigrafica sarà effettuata seguendo i criteri esposti di seguito:

- tipo di rifiuto attraversato e relative profondità da p.c.;
- condizioni di umidità del rifiuto;
- consistenza;
- presenza di percolato.

10.4.5 Posa delle tubazioni pozzo

Una volta effettuata la perforazione verrà posata la tubazione costituente il pozzo che dovrà essere realizzata in acciaio inox AISI 304 L con diametro pari a 406 mm e sp. 4 mm.

Il filtro passante a ponte, avrà luce della fenestrazione pari a 2.0/2.5 mm, dovrà essere installato tra -1.5 m e -20 m dal piano di regolarizzazione (profondità da verificare in corso d'opera).

| ID. Pozzi | QUOTE FONDO FORO PROF. DA P.R. (*) [m] | TUBAZIONI IN HDPE | | QUOTE DRENO E BENTONITE | |
|-----------|---|-----------------------------|----------------------|-------------------------|---------------------------|
| | | TRATTI FENESTRATI [m] | TRATTI CIECHI [m] | QUOTE DRENO [m] | QUOTE BENTONITE [m] |
| P01 ÷ P12 | -20.0 m | da -1.5 a - 20.0 | da 0.0 a - 1.5 | da - 1.5 a -20 | da 0.0 a -1.5 |

(*) Con p.r. si intende piano di regolarizzazione dei rifiuti

Tabella 10.1: Caratteristiche dei pozzi percolato

Terminata la posa delle barre in acciaio inox AISI si provvederà ad inserire la ghiaia selezionata la quale verrà calata a fondo foro tramite una tubazione getto avente diametro non inferiore a 200 mm. La tubazione getto verrà sollevata verso la superficie via via che la ghiaia riempie l'intercapedine tra tubo in acciaio inox AISI e parete del foro. Si rammenta che non sarà accettata la posa della ghiaia a gravità da piano campagna. Il dreno, come già indicato, dovrà essere sempre posizionato con i tubi getto con continuità in modo tale che non si creino vuoti all'interno dell'intercapedine tra la tubazione pozzo acciaio inox AISI e le pareti del foro.

Il dreno verrà collocato sino a quota -2.5 m da piano di regolarizzazione dei rifiuti, successivamente verrà posizionata la bentonite in pellets da -2.5 m a quota piano di lavoro.

Terminata la posa della tubazione pozzo e dei setti sia drenanti che a bassa permeabilità, il foro verrà consegnato alla Committente che si occuperà dell'allestimento definitivo.

10.5 Rapporto finale

Il rapporto finale redatto dall'Esecutore e consegnato alla Committente nel numero di copie previste contrattualmente deve comprendere quanto elencato nel seguito:

- Descrizione delle attrezzature utilizzate e relative caratteristiche e dimensioni principali.
- Descrizione delle metodologie utilizzate per ciascuna delle attività svolte.
- Scheda monografica di perforazione riportante:
 - o stralcio planimetrico con l'ubicazione della verticale e report fotografico che individua la targhetta di riconoscimento del pozzo;
 - o data di inizio e di termine della perforazione;
 - o stratigrafia sommaria del rifiuto attraversato;
 - o profondità effettiva raggiunta dalla perforazione;
 - o profondità del fondo foro prima della posa del tubo in HDPE;
 - o data di inizio e di termine posa tubo HDPE e getto di ghiaietto e bentonite;
 - o scostamento tra lunghezza tubo HDPE e profondità del foro;
 - o schema di posa delle tubazioni di HDPE: tratti con la disposizione del ghiaietto e tratti impermeabilizzati con la bentonite.

Tutti i dati dovranno anche essere memorizzati su supporto informatico ed allegati al rapporto finale.

11. STRUTTURE PREFABBRICATE DI CALCESTRUZZO ARMATO E/O PRECOMPRESSO

Con struttura prefabbricata s'intende una struttura realizzata mediante l'associazione e/o il completamento in opera di più elementi costruiti in stabilimento o a piè d'opera.

La progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate sono disciplinate dalle norme contenute nel D.M. 3 dicembre 1987 "Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture prefabbricate", nonché nella Circolare 16 marzo 1989 n. 31104 "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate" e ogni altra disposizione in materia.

I manufatti prefabbricati utilizzati e montati dall'Impresa costruttrice dovranno appartenere ad una delle due categorie di produzione previste dal citato Decreto e precisamente:

- in serie "dichiarata";
- in serie "controllata".

Per serie "dichiarata" s'intende la produzione in serie eseguita in Stabilimento, dichiarata tale dal Produttore, conforme alle norme e per la quale è stato effettuato il deposito ai sensi dell'art. 9 della Legge 05/11/1971 n. 1086, o sia stata rilasciata la certificazione di idoneità di cui agli artt. 1 e 7 della Legge 02/02/1974 n. 64.

Per serie "controllata" s'intende la produzione in serie che, oltre ad avere i requisiti specificati per quella "dichiarata", sia eseguita con procedure che prevedono verifiche sperimentali su prototipo e controllo di conformità della produzione.

Tutte le forniture di componenti strutturali prodotti in serie controllata possono essere accettate senza ulteriori controlli dei materiali, né prove di carico dei componenti isolati, se accompagnati da un certificato di origine firmato dal Produttore e dal tecnico responsabile della produzione e attestante che gli elementi sono stati prodotti in serie controllata e recante in allegato copia del relativo estratto del registro di produzione e degli estremi dei certificati di verifica preventiva del laboratorio ufficiale.

Per i componenti strutturali prodotti in serie dichiarata si deve verificare che esista una dichiarazione di conformità rilasciata dal produttore.

11.1 Posa in opera

Nella fase di posa e regolazione degli elementi prefabbricati si devono adottare gli accorgimenti necessari per ridurre le sollecitazioni di natura dinamica conseguenti al movimento degli elementi e per evitare forti concentrazioni di sforzo. I dispositivi di regolazione devono consentire il rispetto delle tolleranze previste nel progetto, tenendo conto sia di quelle di produzione degli elementi prefabbricati, sia di quelle di esecuzione dell'unione.

Gli eventuali dispositivi di vincolo impiegati durante la posa, se lasciati definitivamente in sito, non devono alterare il corretto funzionamento dell'unione realizzata e comunque generare concentrazioni di sforzo.

Gli elementi devono sempre essere accompagnati dalla Certificazione di conformità del Produttore.

Prima della posa in opera degli elementi prefabbricati, l'Impresa deve aver cura di:

- effettuare il tracciamento;
- effettuare lo scavo di impostazione degli elementi, dando allo scavo stesso la forma dell'elemento ed in modo che il piano di impostazione di ciascun elemento risulti debitamente costipato, per evitare il cedimento dei singoli elementi e come sarà specificato dalle tavole esecutive.

L'Impresa deve provvedere alla sigillatura tra gli elementi con malta cementizia o altro materiale previo assenso da parte della Direzione Lavori, al raccordo con le superfici scolanti e a quant'altro occorrente per dare l'opera finita a regola d'arte.

Pozzetti

Eseguito lo scavo nel materiale con dimensioni in pianta maggiori di 20 cm per lato dell'ingombro esterno dei pozzetti si deve procedere al getto del calcestruzzo di sottofondo in spessore di 10 cm di classe C 12/15.

Si può procedere quindi alla posa verificando preliminarmente l'integrità dei manufatti e successivamente l'allineamento dei fori per il passaggio delle tubazioni.

Si deve procedere infine al reinterro con il materiale di risulta degli scavi ben costipato e/o con getti di calcestruzzo di classe C 12/15.

11.2 Unioni e giunti

Per quanto riguarda le unioni e/o i giunti e le relative caratteristiche prestazionali richieste, si rimanda al Paragrafo.

11.3 Appoggi

Gli appoggi dovranno essere tali da soddisfare le condizioni di resistenza dell'elemento appoggiato, dell'eventuale apparecchio di appoggio e del sostegno, tenendo conto delle variazioni termiche, della deformabilità delle strutture e dei fenomeni lenti.

11.4 Montaggio

Nel rispetto delle vigenti norme antinfortunistiche, i mezzi di sollevamento dovranno essere proporzionati per la massima prestazione prevista nel programma di montaggio; inoltre nella fase di messa in opera dell'elemento prefabbricato fino al contatto con gli appoggi, i mezzi devono avere velocità di posa commisurata con le caratteristiche del piano di appoggio e con quella dell'elemento stesso.

La velocità di discesa deve essere tale da poter considerare non influenti le forze dinamiche di urto.

Gli elementi dovranno essere posizionati come e dove indicato in progetto.

In presenza di getti integrativi eseguiti in opera, che concorrono alla stabilità della struttura anche nelle fasi intermedie, il programma di montaggio sarà condizionato dai tempi di maturazione richiesti per questi, secondo le prescrizioni di progetto.

L'elemento potrà essere svincolato dall'apparecchiatura di posa solo dopo che è stata assicurata la sua stabilità; in particolare dovrà essere stabile all'azione di:

- peso proprio;
- vento;
- azioni di successive operazioni di montaggio;
- azioni orizzontali convenzionali.

L'attrezzatura impiegata per garantire la stabilità nella fase transitoria che precede il definitivo completamento dell'opera dovrà essere munita di apparecchiature, ove

necessarie, per consentire, in condizioni di sicurezza, le operazioni di registrazione dell'elemento (piccoli spostamenti delle tre coordinate, piccole rotazioni, ecc.) e, dopo il fissaggio definitivo degli elementi, le operazioni di recupero dell'attrezzatura stessa, senza provocare danni agli elementi stessi.

Deve essere previsto nel progetto un ordine di montaggio tale da evitare che si determinino strutture temporaneamente labili o instabili nel loro insieme.

La corrispondenza dei manufatti al progetto sotto tutti gli aspetti rilevabili al montaggio (forme, dimensioni e relative tolleranze) sarà verificata dalla Direzione Lavori, che escluderà l'impiego di manufatti non rispondenti.

11.5 Controlli in fase di accettazione

Gli elementi devono essere corredati dalla Certificazione di conformità del Produttore.

11.6 Strutture impiegate

La tipologia e le dimensioni delle strutture prefabbricate, oggetto del presente Capitolato, sono riportate negli elaborati grafici di progetto.