



COMUNE DI BUONALBERGO
PROVINCIA DI BENEVENTO

**PROGETTO OPERATIVO DI STABILIZZAZIONE E
CONSOLIDAMENTO DEL CORPO RIFIUTI DELL'EX
DISCARICA "POSTIGLIONE"**

PROGETTO DEFINITIVO



ELABORATO

R.2

RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA

PROGETTAZIONE - U.T.C. BUONALBERGO
ing. Adamo Ventura

RUP
Geom. Antonio Belperio

DATA: MAGGIO 2016

INDICE

1	PREMESSA.....	1
2	CARATTERIZZAZIONE E CAUSE DELLA FRANA.....	1
3	INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEFINITIVA	2
3.1	DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO	2
3.2	INTERVENTI STRUTTURALI	3
3.3	INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA.....	4
3.3.1	Formazione Di Vimate Vive	5
3.3.2	Gradonate Vive	6
3.3.3	Realizzazione Di Dreni Sub Orizzontali	7
3.4	INTERVENTI DI REGIMENTAZIONE ACQUE SOTTERRANEE (DIAFRAMMA DRENANTE)9	
3.5	INTERVENTI DI REGIMENTAZIONE ACQUE SUPERFICIALI.....	13
3.5.1	Cunette A Cielo Aperto In Cls.....	13
3.5.2	Canale di scarico con materassini in pietrame e sistema di Briglie In Legname e Pietrame	14
3.6	ALLESTIMENTO CANTIERE	16
3.7	SISTEMAZIONE STRADA DI ACCESSO ESTERNA E REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE.....	16
4	VERIFICA FINALE E MONITORAGGIO	17



1 PREMESSA

Il presente progetto definitivo è finalizzato ad illustrare gli interventi atti a conseguire la messa in sicurezza definitiva e la stabilizzazione del corpo rifiuti, interessato da movimenti franosi, dell'ex discarica comunale "Postiglione", sita in località omonima, del Comune di Buonalbergo (BN).

La progettazione degli interventi è stata sviluppata nel rispetto dei *"Criteri generali per l'esecuzione degli interventi di messa in sicurezza permanente e di ripristino ambientale, nonché per l'individuazione delle migliori tecniche a costi sopportabili"* contenuti nell'Allegato 3 del titolo V di cui al D.Lgs. 04.04.2006 n.152 e s.m.i. (Supplemento Ordinario alla GUI n.88 del 14.04.2006).

Il progetto è stato redatto sulla base delle indicazioni del D.G.R. Campania N°198 del 23/11/2015 *"Approvazione delle risultanze del Piano di Caratterizzazione e del documento di Analisi di Rischio della ex Discarica Comunale in Località Potiglione – BUONALBERGO (BN) – Procedura d'infrazione"*, nel quale decreto, attese che le matrici ambientali suolo, sottosuolo e acque sotterranee non risultano contaminate in quanto gli analiti riscontrati presentano valori di CSC (Concentrazioni soglia di contaminazione) inferiori ai limiti legislativi per i siti a destinazione d'uso verde pubblico, privato e residenziale di cui alla colonna A della tab.1 – all.5 Titolo V Parte IV del D. Lgs 152/06, e attesa, invece, la presenza sulla discarica di fattori di instabilità, si **suggerisce la possibilità della sola messa in sicurezza definitiva dell'area interessata dal movimento franoso** per evitare lo scivolamento di rifiuti a valle che potrebbero inquinare le acque del fiume sottostante.

2 CARATTERIZZAZIONE E CAUSE DELLA FRANA

L'area oggetto del presente intervento è stata interessata da erosione a causa di infiltrazioni d'acqua che, essendosi raccolte nel suolo in corrispondenza della superficie di contatto tra i due strati di terreno caratterizzati da un livello di permeabilità relativa tra loro differente, hanno causato lo scivolamento della parte superficiali dei terreni stessi.

In particolare, lo scorrimento del terreno, la cui successione litologica è stata ricostruita nell'elaborato *"Relazione descrittiva dell'esito delle indagini ed analisi di rischio"* Allegato 3,



avviene ad una profondità media di circa **5,00 m** ed è dovuto ad un cambio di litologia, dall'alto verso il basso, da *"terreno formato da argille siltose alternate a siltiti sabbiose"* a *"terreno formato da marne, argille marnose grigiastre e calcari marnosi"*. Tale variazione litologica comporta anche una variazione di permeabilità da *"terreno mediamente permeabile"* a *"terreno scarsamente permeabile"*.

Come si evince dall'elaborato grafico allegato **G.1** *"Inquadramento della frana e rilievo fotografico"*, si sono verificate **due frane di tipo colata**, una, meno recente, che lambisce il lato Nord della discarica e una seconda, più recente, che taglia la prima frana e presenta una nicchia di distacco (zona del versante da cui ha avuto origine il movimento della massa di terreno) lungo il lato valle della discarica.

Al momento l'area del corpo rifiuti non ha subito movimenti franosi ma la continua instabilità del terreno circostante potrebbe, in tempi brevi, interessare anche la zona dell'ex discarica e favorire così lo scivolamento dei rifiuti a valle che comporterebbe un potenziale inquinamento delle acque del torrente sottostante.

3 INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DEFINITIVA

3.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Per stabilizzare l'area caratterizzata dalle frane, verificatesi in seguito all'infiltrazione ed accumulo di acqua negli strati di terreno che lo ricoprono ed al fine di evitare lo scivolamento di rifiuti a valle che potrebbero inquinare le acque del torrente sottostante, saranno previsti interventi strutturali di sostegno attraverso interventi di ingegneria naturalistica (viminate e gradonate vive, dreni sub orizzontali) e attraverso la realizzazione di palificate opportunamente dimensionate in modo da garantire il contenimento del corpo rifiuti a monte di essi.

Inoltre, si prevede un efficiente sistema di regimentazione delle acque superficiali, il drenaggio delle acque di infiltrazione e il ripristino del canale di scarico finale che sarà ricostruito in cls con l'inserimento di un sistema di briglie in legname e pietrame.

Di seguito si elencano i principali interventi, da effettuarsi per la stabilizzazione e il consolidamento del corpo della suddetta discarica in oggetto, che verranno dettagliati nella seguente relazione e negli elaborati grafici di corredo alle presente:



- Interventi *strutturali* attraverso la realizzazione di paratia di pali collegati in testa composta da:
 - Pali;
 - Trave di testata.
- Interventi di *Ingegneria Naturalistica* per il consolidamento dello strato superficiale del corpo di discarica attraverso la realizzazione di:
 - Vimate vive;
 - Gradonate vive;
 - Dreni sub-orizzontali.
- Interventi di *regimentazione delle acque sotterranee*, attraverso la realizzazione di :
 - Diaframma drenante a monte idrologica del corpo di discarica;
- Interventi di *regimentazione delle acque superficiali*, attraverso la realizzazione di :
 - Cunette perimetrali a cielo aperto in cls;
 - Canale di scarico in cls con sistema di briglie in legname e pietrame.
- Allestimento cantiere;
- Sistemazione strada di accesso;
- Realizzazione di recinzione e cancello di accesso;

L'utilizzo di tali opere garantisce la conservazione della staticità dei luoghi e allo stesso tempo ha come obiettivo il recupero, la rinaturalizzazione e la valorizzazione dell'area adibita a discarica che, in un ambiente naturale comporta un forte impatto ambientale. Tali opere, infatti, attraverso operazioni di risanamento, favoriscono il restaurarsi di relazioni ecologiche in quelle aree oggi fortemente degradate favorendo l'integrazione dell'area con l'ambiente circostante.

Nel seguito sono illustrati dettagliatamente i singoli elementi principali dell'opera.

3.2 INTERVENTI STRUTTURALI

Al fine di assicurare un'adeguata stabilità del corpo discarica nonchè ridurre le pendenze, da un punto di vista *strutturale*, si realizzerà una paratia di pali affiancati in calcestruzzo C25/30 e del diametro di 400 mm, disposti con interasse longitudinale pari a 80 cm, sormontata da un



cordolo di testa a sezione rettangolare 50 x 50 cm e armata con barre Ø16 e staffe Ø10 in acciaio B450C.

La paratia avrà una profondità di circa 12 metri e in ogni caso dovrà essere adeguatamente ammorsata nello strato inferiore più impermeabile (orizzonte composto da marne, argille marnose e calcari marnosi) riscontrato durante l' ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE.

La stessa si estenderà per circa 48 m e verrà installata a Ovest del corpo discarica in modo da stabilizzare il versante oggetto di smottamento.

Le paratie sono opere di sostegno flessibili che possono essere adottate in condizioni di terreno molto sfavorevoli perché non richiedono fondazioni. Nelle paratie libere o a sbalzo la stabilità della struttura è affidata ad una adeguata profondità di infissione nel terreno al di sotto del piano di scavo. Essa si comporta infatti come una mensola incastrata nel terreno. Per queste ragioni le altezze di ritenute sono in genere modeste (3-4 m), il momento flettente che sollecita la paratia infatti aumenta con il cubo dell'altezza di ritenuta.

La paratia libera è stata progettata sia in condizioni statiche sia sotto le azioni derivanti dal sisma.

Come detto, i pali saranno collegati tra loro mediante apposita trave di coronamento, sempre in calcestruzzo armato. La stessa sarà interrata al fine di minimizzare l'impatto ambientale.

Per un più dettagliato dimensionamento della paratia si rimanda alla tavola grafica **G.4** "Interventi strutturali" ed all'elaborato **R.4** "Relazione dimensionamento delle opere".

3.3 INTERVENTI DI INGEGNERIA NATURALISTICA

La realizzazione di opere di consolidamento superficiale che utilizzano materiali vegetali vivi (piantumazioni, viminata o graticciata, fascinata, gradonate, palificata, palizzata, grate) hanno un impatto ambientale molto ridotto. Infatti la loro costruzione non necessita di movimenti terra significativi in grado di arrecare danni alla vegetazione o all'ecosistema. La struttura garantisce un rapido effetto di consolidamento delle scarpate in dissesto. Se infatti il legno può marcire in tempi relativamente brevi, il radicamento e la crescita delle talee e delle piantine assicurano, nella fase successiva, la stabilità dei versanti. Questi sistemi di ingegneria naturalistica,



rappresentano una delle soluzioni più indicate nelle zone in cui si intende effettuare un ripristino ambientale, nelle quali occorre garantire, oltre che l'efficacia tecnico-funzionale dell'intervento anche gli aspetti ecologici, estetico paesaggistici e naturalistici, ad esso connessi.

Gli interventi stabilizzanti, di seguito dettagliatamente descritti, consentono un ottimo recupero naturale delle aree degradate, favorendo il **consolidamento dei pendii** e lo sviluppo successivo della copertura vegetale e il ripristino degli ecosistemi naturali danneggiati.

3.3.1 Formazione Di Vimate Vive

La vimate viva ha la funzione di consolidamento superficiale per mezzo delle piante ed un immediato effetto di regimazione delle acque meteoriche. Questo sistema comporta una tecnica mista tra materiali vivi (astoni e talee) e materiali morti.

La disposizione di tale intervento di ingegneria naturalistica contrasta efficacemente l'erosione superficiale e/o piccoli movimenti franosi, intercettando le acque piovane e non permettendo che queste acquisiscano l'energia per movimentare gli strati superficiali, indirizzandole con una velocità contenuta verso embrici opportunamente predisposti lungo i versanti.

In particolare si intende intervenire sulle pendenze dell'area di discarica, che verranno stabilizzate, mediante vimate vive di Tamerice che verranno estese fino al coronamento della frana meno recente.

La vimate sarà costituita da paletti di legno (castagno, larice, salice o altro) lunghi circa 100 cm, infissi nel terreno per 70 cm, con un interasse di circa 100 cm. A questi paletti vengono collegati, intrecciandoli, 3 - 8 rami lunghi e flessibili di salice disposti longitudinalmente e legati con filo di ferro zincato. La parte terminale di questa deve essere interrata al fine di ridurre i rischi di scalzamento della struttura e di favorire il radicamento delle talee. L'altezza fuori terra delle vimate è di circa 30 cm.

Per ottenere la massima efficacia di consolidamento del terreno è necessario eseguire le vimate durante il periodo di riposo vegetativo. In tal caso le talee radicano ed hanno la possibilità di ritenere immediatamente il terreno sul pendio, formando solidi gradoni.

Si prevede di realizzare un sistema di vimate, posizionate ortogonalmente al flusso idrico insistente sul corpo rifiuti, formato da circa 13 filari di almeno 20 metri, estesi fino al



coronamento della frana e interdistanziati tra di loro in modo da ottenere un efficace stabilizzazione del versante.

Questi filari, come detto, avranno il compito di ridurre la velocità delle acque di ruscellamento e di convogliarle verso il canale di briglie in legname e pietrame di nuova realizzazione.

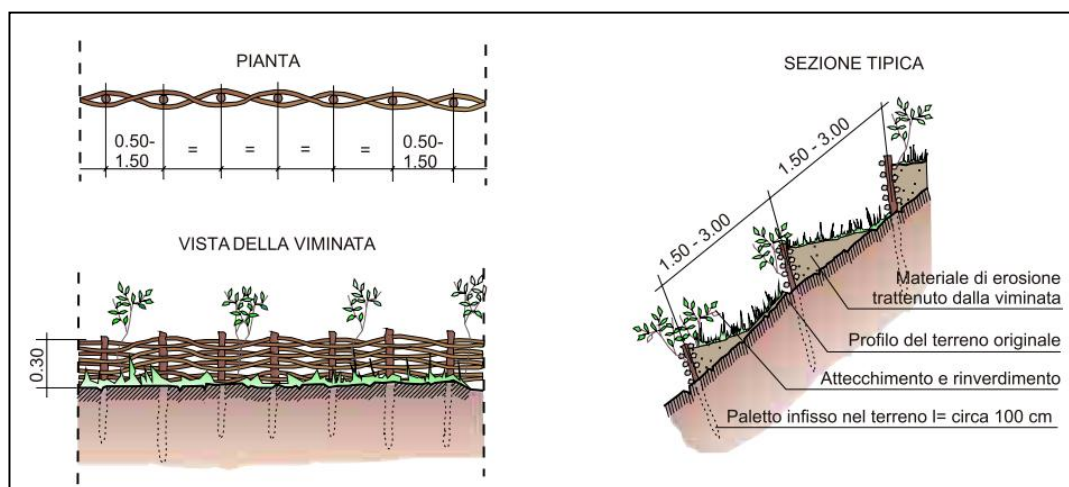


Figura 1 Vista, pianta e sezione viminata viva

Inoltre la tecnica delle vimate (anche morte) verrà combinata con quella delle gradonate con talee (descritta nel paragrafo successivo), ottenendo in tal modo un immediato consolidamento del terreno dal punto di vista meccanico ed un rapido rinverdimento grazie alle talee.

3.3.2 Gradonate Vive

La tecnica delle gradonate vive con talee è un sistema impiegato con successo negli interventi di stabilizzazione di pendii e scarpate, naturali o artificiali, in materiali sciolti.

La realizzazione di gradonate permette di rinverdire le scarpate attraverso la formazione di piccoli gradoni lineari, che corrono lungo le curve di livello del pendio, in cui si interrano dei fitti "pettini" di talee. Lo sviluppo dell'apparato radicale garantisce il consolidamento del terreno, mentre la parte aerea contribuisce a contenere l'erosione superficiale.

La sequenza costruttiva comprende:

- Lo scavo manuale o meccanico di una banchina profonda almeno 50 cm, con una pendenza verso l'interno dello scavo del 10% circa;
- La messa a dimora orizzontale di almeno 20 talee (di Φ 2 cm) a metro lineare;



- La ricarica della banchina con la terra di scavo, lasciando di sporgere le talee solo per pochi centimetri;

Per la sistemazione del versante vengono realizzate più linee di gradonate vive, eseguite con interassi di 2 m, partendo generalmente dalla base del pendio fino alla parte più alta.

3.3.3 Realizzazione Di Dreni Sub Orizzontali

La cura dell'allontanamento delle acque in eccesso verrà affidata ai dreni suborizzontali posti all'interno del corpo discarica in modo da ridurre le pressioni interstiziali del versante instabile ed evitare, così, l'imbibizione e l'appesantimento del terreno.

I dreni sono costituiti da tubazioni microfessurate in PVC di diametro 80 mm, inseriti in fori pre-scavati, di adeguato diametro, eseguiti mediante macchine idrauliche potenti e molto versatili. I dreni avranno un andamento sub-orizzontale o leggermente inclinato verso l'alto.

Inoltre, visto che la tecnica di realizzazione di questo tipo di intervento non permette la messa in posto di una massa filtrante intorno alla fessurazione dei dreni, i tubi saranno rivestiti con geotessili per evitare l'intasamento da parte di sedimenti a granulometria fine e nello stesso tempo aumentare la superficie di captazione.

La *disposizione*, la *pendenza*, la *profondità*, il *dimensionamento*, l'*interasse* e il *numero* dei tubi drenanti di seguito descritti nel dettaglio, è stata fatta sulla base di una buona conoscenza della topografia del sito nonché su un'accurata indagine geologica ed idrogeologica locale e generale finalizzata ad acquisire i parametri idrogeologici del terreno necessari per una corretta progettazione del sistema drenante volto all'allontanamento delle acque in eccesso dal versante.

La *disposizione* dei dreni sarà a raggiera per facilitare la raccolta e l'evacuazione delle acque nonché la realizzazione dell'intervento (limitare il numero di posizionamenti del macchinario di perforazione).

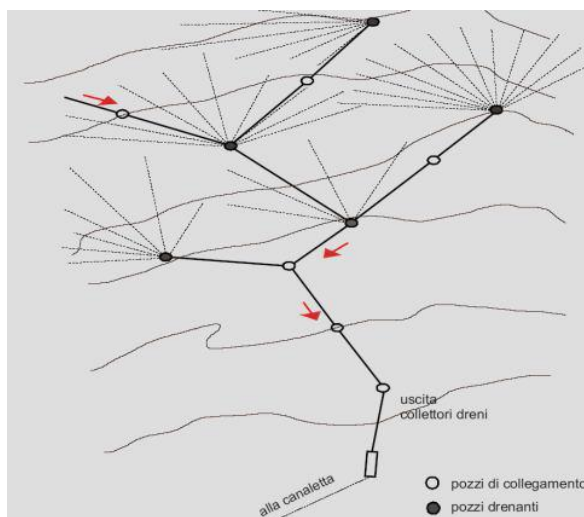


Figura 2 Esempi di applicazione dei dreni a raggiera

I dreni avranno una *pendenza* verso l'alto di 5°- 15°, sufficiente per un'evacuazione gravitativa delle acque drenate e per consentirne l'autopulizia. Inoltre gli stessi saranno raccordati allo scolo gravitativo composto da briglie in legname e pietrame, controllando, in ogni caso che il riversamento delle acque raccolte non sia causa di fenomeni di instabilità a valle.

Al fine di ridurre l'impatto sull'ambiente, le *profondità* massime che verranno raggiunte dai tubi drenanti sono dell'ordine di 50 cm (per i dreni inclinati di 5°) - 100 cm (per i dreni inclinati fino a 15°), al di sotto del piano di campagna.

Le *dimensioni delle finestrature* sono state scelte in funzione del tipo di terreno da stabilizzare: nel caso in esame, trattandosi di un terreno costituito da argille siltose e siltiti sabbiosi, si è scelto l'applicazione di tubi con fessure di spessore pari a 0.2 - 0.4 mm. Inoltre, per evitare l'ostruzione dei fori da parte della vegetazione, i primi 150 cm dei tubi non saranno perforati.

Per quanto riguarda la *distanza ottimale* tra i dreni è stata scelta quella fornita da letteratura (DI MAIO et al. 1988) e cioè pari a ca. 1.5–2 volte la lunghezza dei dreni stessi, nel caso gli stessi siano disposti parallelamente tra di loro. In generale è opportuno sottolineare come, a parità di lunghezza cumulata, dreni lunghi con ampia spaziatura risultino più efficienti di dreni corti con spaziatura ridotta; inoltre minore è la pendenza del versante, maggiore dovrebbe essere la lunghezza dei dreni.



Nel dettaglio si prevede la realizzazione di 9 canne drenanti di 10 m disposte a raggiera a gruppi di tre, con inclinazione di 10° come illustrato nella tavola grafica allegata **G.5** "Opere di ingegneria naturalistica".



Figura 3: Esempio di dreni suborizzontali

3.4 INTERVENTI DI REGIMENTAZIONE ACQUE SOTTERRANEE (DIAFRAMMA DRENANTE)

Al fine di evitare a monte il ripetersi del fenomeno erosivo sopracitato e di permettere l'intercettazione e il drenaggio delle acque ipogee che filtrano nei primi metri di sottosuolo, si è ritenuto opportuno la realizzazione di un sistema di drenaggio più performante, costituito da un DIAFRAMMA DRENANTE posto a monte idrogeologico della discarica ed attestato all'interno dello strato impermeabile di terreno.

Tale soluzione è particolarmente indicata per il consolidamento dei versanti franati in quanto il sistema nel suo complesso è caratterizzato da alta resistenza alla compressione e da elevate capacità di smaltimento idrico anche a basse pendenze che permettono di ottenere una **riduzione delle pressioni neutre**, con il conseguente miglioramento della stabilità del terreno. L'intervento consiste, quindi, nella costruzione, in corrispondenza delle linee di deflusso prevalenti della falda a monte (Est-Nord-Est), di un setto permeabile di spessore non inferiore a **60 cm** e profondità variabile da **5,5 a 7 metri**.



In ogni caso la precisa profondità del diaframma drenante sarà decisa durante la messa in opera dello stesso e dovrà rigorosamente attestarsi, per circa un metro, nello strato più impermeabile (orizzonte composto da marne, argille marnose e calcari marnosi) riscontrato durante l' ATTIVITÀ DI CARATTERIZZAZIONE e deducibile dall' Allegato 3 dell'elaborato *"Relazione descrittiva dell'esito delle indagini ed analisi di rischio"*.

Il setto permeabile verrà riempito con materiale arido per garantirne la stabilità ed alla sua base verrà collocato un tubo drenante sfinestrato, e che convoglierà le acque drenate verso il canale gravitativo composto da briglie in legname e pietrame.

Tale diaframma avrà la seguente funzione:

- Lungo il lato a **monte** della discarica (Est), limitrofo alla strada di accesso, e lungo parte del lato a Nord, verrà realizzata una trincea drenante con una profondità media di circa m. 6,00 ma, come già detto, eventualmente variabile in funzione della profondità di affioramento dello strato impermeabile, tale da intercettare e drenare le acque profonde e far sì che le stesse non vadano ad interagire con la superficie di contatto tra i due strati di terreno caratterizzati da un livello di permeabilità relativa tra loro differente.

Il setto drenante, infatti, va realizzato in modo che svolga una funzione di drenaggio delle acque profonde provenienti dalla parte di monte e che rimanga confinato nei depositi piroclastici di copertura allo scopo di evitare il travaso delle acque drenate verso i sottostanti litotipi calcarei, maggiormente permeabili per fratturazione e che costituiscono il serbatoio dell'acquifero più vulnerabile da preservare. A garantire la funzione di dreno del setto impermeabile, lo stesso sarà rivestito con un telo di tessuto non tessuto che contestualmente non permetta il travaso dell'acqua drenata verso l'esterno.

Considerate le caratteristiche dell'area e la quota d'imposta dello scavo, si prevede che le trincee possano essere realizzate con scavo tradizionale (escavatore a braccio rovescio) eventualmente realizzando un piano di lavoro ribassato per ridurre l'altezza delle pareti in scavo e renderle compatibili con la stabilità; nella realizzazione di ogni singolo ramo di trincea,



sarà opportuno avviare lo scavo dalla quota più bassa, procedendo verso monte; in questo modo, si potrà allontanare l'acqua drenata senza ulteriori interventi e la funzione drenante si potrà esplicare già in fase di costruzione.

Lungo le pareti dello scavo verrà posto un geotessile, di adeguata porosità, in modo da impedire alle particelle più fini del materiale di rinterro di riempire i vuoti presenti nel materiale incoerente della trincea che così perderebbe la sua funzione drenante; sul fondo dello scavo verrà posto un tubo drenante sfinestrato in HPDE del diametro di 250 mm, che convoglierà le acque drenate verso il canale gravitativo composto da briglie in legname e pietrame; la tubazione verrà rinfiancata con sabbia; lo scavo verrà poi riempito fino ad una quota di 2 m. dal piano di campagna con materiale arido drenante costituito da pietrisco con pezzatura variabile da 40 a 70 mm.; al di sopra dello strato drenante verrà realizzato un tappo di argilla dello spessore di 1 m. a protezione dello stesso ed infine si procederà alla chiusura dello scavo con terreno vegetale di riporto a ricostituire il profilo topografico del terreno.

Il relativo tracciato del diaframma drenante è riportato nella tavola grafica **G.6** "*Interventi di regimentazione delle acque sotterranee*".

Il sistema di drenaggio, come già detto, è composto da:

- **Tubazione in polietilene microfessurata** ad alta densità PE 80 di diametro esterno 250 mm;
- **Strato di geocomposito drenante** composto da nucleo drenante e non tessuto filtrante;

Nucleo drenante:

Il nucleo del geocomposito drenante deve mantenere la sua efficienza in relazione alla vita utile prevista per l'opera ed alle condizioni di carico a cui è sottoposto.

Per questo è importante che il nucleo drenante possieda:

- un elevato indice di vuoti;
- una buona resistenza ai carichi agenti, sia a breve che a lungo termine;
- una buona resistenza chimico-fisica alle condizioni ambientali.

Filtro di separazione:

Il non tessuto filtrante è contraddistinto dalle seguenti caratteristiche tecniche:



- Spessore ridotto: in tal modo si ostacola il fenomeno del clogging esercitato dal terreno nei confronti del non tessuto, rendendo il materiale privo di fenomeni di intasamento interno;
- Elevato numero dei pori a casuale distribuzione degli stessi: in tal modo simulando la naturale struttura del terreno, si ottiene un geotessile non tessuto di difficile intasamento superficiale (blocking blinding).

Lo spessore ridotto e la compattezza ottenuta mediante il particolare trattamento di termosaldatura permettono di ottenere un materiale di ridotta comprimibilità e deformabilità nel tempo e, quindi, in grado di mantenere le proprie prestazioni sotto carichi elevati esercitati dalle pressioni di confinamento del terreno circostante.

In particolare verrà utilizzato come materiale, l'Enkadrain, geocomposito drenante costituito da due filtri esterni in non tessuto termosaldato a filo continuo in polipropilene con interposta una struttura drenante tridimensionale ad elevato indice di vuoto realizzata in monofilamenti di polipropilene di colore bianco. I tre elementi sono uniti tra loro per cucitura ad alta resistenza. È particolarmente indicato per il drenaggio verticale e appunto le trincee drenanti (per profondità da 4 a 7 m).



Figura 4: Geocomposito drenante



Tali strutture, sebbene di spessore limitato, sono in grado di evacuare elevate quantità d'acqua in considerazione della struttura del nucleo, che garantisce la resistenza alle pressioni di confinamento, e della presenza di filtri ad elevata permeabilità e a basso intasamento.

3.5 INTERVENTI DI REGIMENTAZIONE ACQUE SUPERFICIALI

L'instabilità dei versanti, come già anticipato, è spesso ricollegabile alla presenza di acqua, sia per decremento delle caratteristiche meccaniche dei terreni, sia per incremento delle pressioni interstiziali.

Al fine di non impedire un corretto drenaggio delle acque di infiltrazione che potrebbero causare un innalzamento delle pressioni neutre del terreno con conseguente perdita di stabilità ed innesco di dissesti e/o fenomeni franosi si prevedono tutta una serie di interventi di drenaggio del versante dalle acque meteoriche.

Difatti, in caso di eventi di pioggia particolarmente intensi, il livello della falda, potrebbe salire fino a saturare il terreno del terrapieno. Questa situazione porterebbe ad un aggravio dei carichi agenti sulle strutture, oltre ad una diminuzione delle forze stabilizzanti.

Si prevedono, quindi, i seguenti interventi di drenaggio.

3.5.1 Cunette A Cielo Aperto In Cls

Al fine di garantire una corretta regimentazione delle acque meteoriche superficiali dirette ed indirette interessanti il corpo della discarica sarà previsto un sistema di regimentazione (a gravità) composto da cunette a cielo aperto a sezione trapezoidali in calcestruzzo 75/25 cm e di altezza 25 cm, installate lungo il perimetro del corpo della discarica (lato interno).

Le canalette raccoglieranno le acque di ruscellamento interessanti direttamente il corpo della discarica e le recapiteranno, per mezzo di opportune pendenze dei pendii, al pozzetto di raccolta e campionamento che a sua volta convoglierà le acque stesse, a mezzo di tubazione interrata in pead (DE 315 mm), nel canale gravitativo in cls composto da briglie in legname e pietrame

Per maggiori ragguagli in ordine alla configurazione ed al dimensionamento della rete di raccolta si rimanda alla tavola grafica **G.7** *"Interventi di regimentazione delle acque superficiali"*.



3.5.2 Canale di scarico in materassini in pietrame e sistema di Briglie In Legname e Pietrame

Le acque raccolte dai sistemi di regimentazione verranno convogliate verso il canale naturale situato sul lato sud-ovest della discarica, tale canale conduce le acque verso il torrente Santo Spirito. Il canale sarà ricostruito con materassini in pietrame.

Inoltre, attesa la pendenza del versante sul quale il canale sarà realizzato (25%) e al fine di ridurre la velocità e di contenere fenomeni erosivi e di trasporto si procede a ridurre la pendenza mediante una sistemazione a salti di fondo (briglie in legname e pietrame). In particolare si prevede la realizzazione di salti (briglie) da 1 m ciascuno, costruiti in pietra e legno a mezzo di tecniche di ingegneria naturalistica, in maniera tale da portare la pendenza del canale al di sotto del 20%.

Le Briglie sono utilizzate sia come opera di contenimento spondale sia per dissipare l'energia cinetica dell'acqua attraverso la caduta verticale dalla gaveta; l'opera infatti è costituita da una serie di sbarramenti trasversali al canale al fine di ridurre e trattenere il trasporto materiale solido di fondo a valle, attraverso un sistema che riprofila il canale in una forma "a gradoni"; in questo modo si ottiene un innalzamento del fondo del canale e una conseguente diminuzione della pendenza, accumulando materiale lungo le sponde e limitandone quindi il dissesto.

Tale tipo di opera è particolarmente adatto in zone poco accessibili, come nel caso in oggetto, nelle quali sono difficilmente trasportabili altri materiali per cui si preferisce far ricorso a materiali disponibili in loco.

Nel caso in esame facciamo riferimento alla briglia in legname e pietrame, costituita da una struttura in tronchi disposti, in livelli sovrapposti, perpendicolari uno all'altro a formare una gabbia di contenimento per il materiale inerte ed il materiale vegetativo.

La struttura presenta due pareti di cui una esterna, frontale ed inclinata con un valore massimo di circa 60° rispetto all'orizzontale, ed una interna, a contatto con il substrato.

Il legname generalmente impiegato nella costruzione delle briglie è il larice o il castagno, dai quali si ricavano tronchi (lunghezza di circa 120 cm e posti ad un interasse di circa 15 cm), collegati in modo da costituire un cassone, successivamente riempito da pietrame, ben assestato a mano (avente un diametro di circa 20÷30 cm). In questo modo la briglia risulta una struttura



autoportante capace di sopportare piccoli assestamenti del terreno senza subire alterazioni strutturali.

Il materiale vegetale vivo, una volta attecchito e sviluppato, svolge nel tempo un'efficientissima azione di consolidamento della struttura stessa, mediante l'apparato radicale, e di drenaggio, mediante la traspirazione fogliare.

Per maggiori dettagli in ordine alla configurazione ed al dimensionamento del sistema di briglie si rimanda alla tavola grafica **G.7** "*Interventi di regimentazione delle acque superficiali*".





Figura 5: Briglia in legname e pietrame

3.6 ALLESTIMENTO CANTIERE

L'allestimento del cantiere sarà effettuato nelle seguenti fasi:

1. Recinzione provvisoria di cantiere di altezza non inferiore a 2 m;
2. Adeguamento delle piste carrabili per il transito dei mezzi d'opera e tracciamento della viabilità interna di cantiere;
3. Decespugliamento dell'area e smaltimento dei rifiuti prodotti;
4. Individuazione e sistemazione del campo base in cui saranno alloggiati i container (uffici, spogliatoi, mensa, servizi igienici, ecc.), le officine, i depositi, i parcheggi degli automezzi e delle vetture, ecc..

Le aree di transito dei mezzi di cantiere saranno adeguatamente segnalate.

3.7 SISTEMAZIONE STRADA DI ACCESSO ESTERNA E REALIZZAZIONE RECINZIONE PERIMETRALE

Per la sistemazione della stradina di accesso alla discarica di circa 25 metri, nel rispetto dei principi di compatibilità ambientale e paesaggistica, sarà utilizzato un pacchetto stradale (conglomerato misto bituminoso) composto da:

- Tappetino (spessore di 3cm);
- Binder (spessore di 7cm);
- Fondazione in misto granulare (spessore 20cm).



Il pacchetto stradale previsto sarà in grado di conferire una maggiore compattezza al manto carrabile ed evitarne l'erosione superficiale. Il manto stradale (dello spessore di ca. 10 cm) sarà posato previa scarificazione dell'attuale terreno superficiale e compattazione del fondo e previa stesura di fondazione stradale in misto granulometrico stabilizzato (dello spessore di ca. 20cm) su fondo in terra battuta miscelata ad idrossido di calce micronizzato: ciò consente di lasciare inalterata la capacità drenante del corpo stradale pur conferendogli una maggiore portanza, resistenza all'erosione da ruscellamento e durabilità rispetto alla costipazione da carichi in transito.

Infine, l'intero perimetro del corpo discarica, sarà recintata con muro in c.a. dell'altezza di cm 50 e della larghezza di cm 50, rivestito in pietra locale con sovrastante rete metallica elettrosaldata a maglia romboidale rivestita in materiale plastico di colore verde, mentre l'ingresso sarà sbarrato da un cancello metallico.

4 VERIFICA FINALE E MONITORAGGIO

Per verificare l'efficacia degli interventi di messa in sicurezza permanente, al loro termine sarà avviato un piano di monitoraggio e controllo. Essendo tali interventi finalizzati all'interruzione dei fenomeni franosi e alla stabilizzazione del versante, la verifica avverrà mediante il monitoraggio della stabilità del corpo della discarica, tramite l'installazione di capisaldi topografici. E' inoltre prevista l'installazione di una centralina per il monitoraggio dei parametri meteo climatici.

Il controllo e la sorveglianza saranno condotti avvalendosi di personale qualificato ed indipendente con riguardo ai parametri ed alle periodicità individuate, in relazione ai seguenti elementi:

- *acque superficiali di drenaggio;*
- *qualità dell'aria;*
- *acque sotterranee;*
- *parametri meteoroclimatici;*
- *stato del corpo della discarica.*

Le frequenze e le tipologie dei monitoraggi da eseguire, in fase di gestione post-operativa, sono quelle definite nell'allegato 2 del D.Lgs. n. 36/2003. Per una più dettagliata descrizione del piano si rimanda agli *elaborati R.5 - R.6.*