

A. AM. P. S.

Azienda Ambientale di Pubblico Servizio
S.p.A.

Via G. Bandi, 15 – 57121 – LIVORNO

DISCARICA DI VALLIN DELL'AQUILA

**PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA
DEI DISSESTI**

**RIPRISTINO DEI DISSESTI SUL VERSANTE OVEST
(COSSU NORD E COSSU SUD)**

PROGETTO ESECUTIVO

1. RELAZIONE TECNICA

Marzo 2009





Azienda Ambientale di Pubblico Servizio
S.p.A.

Via G. Bandi, 15 – 57121 – LIVORNO

DISCARICA DI VALLIN DELL'AQUILA

PROGETTO DI MESSA IN SICUREZZA DEI DISSESTI

**RIPRISTINO DEI DISSESTI SUL VERSANTE OVEST
(COSSU NORD E COSSU SUD)**

PROGETTO ESECUTIVO

1. RELAZIONE TECNICA

GETAS-PETROGEO s.r.l.

PISA

Marzo 2009

<i>Emesso da:</i>	<i>Dr. Massimo Pellegrini</i>	
	<i>Ing. Paolo Ghezzi</i>	
<i>Rivisto e Approvato da:</i>	<i>Dr. Giuseppe Ghezzi</i>	

INDICE

	<u>Pagina</u>
1. - PREMESSA	3
2. - EVOLUZIONE DEI DISSESTI DEL VERSANTE OVEST	4
3. - INTERVENTI PROPOSTI	5
3.1. - Zona Nord	5
3.1.1. - Analisi dei dissesti e interventi di rinforzo	5
3.1.2. - Verifiche di stabilità	11
3.2. - Zona Sud	12
3.2.1. - Analisi dei dissesti e interventi di rinforzo	12
3.2.2. - Verifiche di stabilità	15
3.3. - Rete di regimazione acque	16
3.3.1. - Stato di fatto e criteri generali di progetto	16
3.3.2. - Analisi idrologica	18
3.3.3. - Dimensionamento della rete di drenaggio	23
3.4. - Pozzetti di raccordo, discendenti ed opere accessorie	29
4. - QUADRO ECONOMICO RIASSUNTIVO	30

N. 2 Figure nel testo
N. 7 Tabelle nel testo
N. 9 Tavole nel testo

Hanno collaborato:

*Ing. Giovanni Doganieri
Dr. Giuseppe Bellomo
Dr. Luca Rizza
Dr. Cosma Damiano Porsia (Progetto preliminare)
Dr. Chiara Beconcini (Progetto preliminare)*

Rilievi topografici: Geom. Carlo Macchi

1. - PREMESSA

Nel giugno 2004 è stato affidato a Getas-Petrogeo s.r.l. l'incarico della progettazione preliminare, definitiva ed esecutiva degli interventi sui dissesti in essere sui fianchi della discarica in oggetto, evidenziati nel Piano di Caratterizzazione del sito.

I siti in questione sono:

- a) frana versante sud Pian dei Pinoli;
- b) dissesto versante ovest (Cossu nord)
- c) dissesto versante ovest (Cossu sud)

Dopo l'esecuzione della topografia (campagna 2004) e della campagna geognostica sui siti oggetto di intervento la progettazione è stata sospesa in attesa di un coordinamento di tutti gli interventi di messa in sicurezza e di bonifica a suo tempo discussi. Nel frattempo sono però continuati il monitoraggio della stabilità del versante sud ed i sopralluoghi periodici ai dissesti del versante ovest.

Su richiesta di AAMPS, nell'Ottobre 2007 è stato presentato un progetto preliminare di intervento sui dissesti della parte Nord e, nel gennaio 2008, un analogo intervento sulla parte Sud.

Dopo una analisi da parte di AAMPS ed un confronto con gli Enti preposti, è stato deciso di procedere con la progettazione esecutiva degli interventi di consolidamento che, come richiesto da AAMPS, non dovranno interessare i versanti della Vasca Cossu che saranno oggetto di progetto separato di rimodellamento e chiusura definitiva.

2. - EVOLUZIONE DEI DISSESTI DEL VERSANTE OVEST

Nelle Tavole 1 e 2 si riportano le planimetrie con i rilievi topografici eseguiti dallo Studio Macchi nell'inverno 2008. Su tale rilievo viene basata la proposta progettuale esecutiva che in qualche caso ha richiesto alcune modifiche rispetto la previsione del progetto preliminare.

I rilievi precedenti erano datati 2004 e 2007. Nel progetto preliminare era già stata messa in evidenza la veloce erosione avvenuta a spese del materiale di riporto proveniente dallo scavo della vicina Vasca Cossu che aveva innescato l'arretramento del ciglio su tutte e quattro le sezioni quotate strumentalmente.

Già nel febbraio 2007, nel corso di una delle visite periodiche ai dissesti, era stato osservato un deterioramento morfologico sia della zona Nord che della zona Sud. Ne era seguita una Nota in cui veniva documentata la situazione ed in cui, pur non ravvisando gli estremi di rischio immediato per i rifiuti conferiti nella Cossu, si faceva presente che la situazione era in continua e rapida evoluzione.

Il rilievo del 2008 consente la progettazione di dettaglio evidenziando, al contempo, i vincoli al contorno presenti sull'area: la recinzione sul fondo scarpata ed il fosso al limite della zona boscata che limitano gli spazi di manovra; la strada perimetrale che delimita la soprastante Vasca Cossu che, come richiesto da AAMPS, non dovrà essere oggetto di alcun intervento.

3. - INTERVENTI PROPOSTI

Le verifiche di stabilità eseguite indicano che per ottenere i coefficienti minimi di norma in condizioni sismiche e con la stessa tipologia di terreno attualmente in posto i versanti devono avere pendenze medie di 23° , con punte massime di 25° , con interruzione della tratta. Già in fase preliminare era stato definito il ricorso ad opere di sostegno in terra rinforzata con pendenze del fronte sterno di 70° . Di seguito si rappresenta l'analisi dei dissesti in atto sia per la zona Nord che per la zona sud

3.1. - Zona Nord

3.1.1. - Analisi dei dissesti e interventi di rinforzo

L'area è interessata da diffusi movimenti gravitativi di massa con dinamica relativamente superficiale. I sopralluoghi ed i rilievi eseguiti hanno permesso di stimare spessori di terreni mobilizzati dai fenomeni franosi variabili tra i 2 e i 3-4 metri. La dinamica, come già detto, è da imputare ad una carente ed errata rete di raccolta e smaltimento sia delle acque di scorrimento superficiale sia ad una, seppur scarsa, infiltrazione nei livelli più superficiali del terreno riportato, che nel tempo ha favorito infiltrazioni, circolazioni ipodermali e saturazioni dei terreni con innesco dei movimenti gravitativi oggi rilevabili sul versante.

Gli interventi di rimodellamento e stabilizzazione previsti, quindi, oltre a ricercare un profilo "geotecnicamente" stabile devono essere mirati anche alla creazione di un efficiente sistema di captazione e smaltimento delle acque superficiali che di quelle

infiltrate. Gli spazi a disposizione non sono eccessivi e, di conseguenza, anche gli interventi proposti, pur rispettando i limiti imposti dalla normativa vigente, non lasciano eccessivi gradi di libertà nella previsione di ampie gradonature anche ai fini manutentivi.

Come si nota dalla Tavola 3, l'intervento prevede in particolare un rimodellamento del versante lato Nord attraverso tre diversi ordini di terre rinforzate:

Muro alto - Di fatto serve per ricostituire la strada al piede della Vasca Cossu. Ha una altezza di 1.50 metri con quota sommitale costante di 46 m.s.l.m. pari alla quota attuale del piano campagna nella zona di intervento. La larghezza in sommità è di tre metri, comprensiva di canaletta di regimazione acque, che conferisce alla strada la larghezza originaria e compatibile con i raccordi nei tratti ancora stabili.

I rinforzi sono costituiti da geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 55 KN/m spaziate di 0.50 m, con lunghezza dei rinforzi nell'ordine dei 3 m e dei risvolti non inferiore a 2.00 m. Alla base del muro, è comunque previsto una geogriglia di resistenza ultima a trazione longitudinale non inferiore a 130 KN/m. Frontalmente il muro sarà sostenuto da una casserratura metallica a perdere. Frontalmente, per il rinterro, dovrà essere utilizzato terreno vegetale su cui si procederà attraverso una idrosemina, così da favorire il reinserimento ambientale dell'opera. Al fine di impedire fenomeni di erosione del fronte del muro, sopra la geogriglia principale, in corrispondenza del paramento frontale e favorendo il necessario risvolto e sovrapposizione sia alla base che alla testa dello strato, dovrà essere messa in opera una griglia antierosione in poliestere avente le seguenti caratteristiche: maglia tessuta di circa 3,5x3,5 mm di apertura realizzata in fibre di poliestere e ricoperta con un rivestimento polimerico; resistenza a trazione a breve termine non inferiore a 15 kN/m nella direzione longitudinale e a 14 kN/m nella direzione trasversale.

Come riempimento sarà utilizzato terreno proveniente da scavi o altro terreno approvvigionato dall'impresa di caratteristiche geotecniche analoghe. La compattazione avverrà per strati di 25-30 cm utilizzando un rullo con caratteristiche idonee a ottenere almeno il 90-95 % della densità ottima di Proctor. In prossimità del paramento esterno, la

compattazione dovrà avvenire cercando di non danneggiare l'eventuale cassero e/o le geogriglie esposte.

Gli elementi caratteristici di questo elemento di rinforzo sono:

- Lunghezza: 37 m
- Altezza massima 1.50 m
- Proiezione su piano verticale (mq) 50 mq
- Materiale di riporto 130 mc
- Resistenza geogriglie 55 KN/m
- Entratura geogriglie 3 m

Muro intermedio - E' di altezza variabile che raggiunge un massimo di 2.50 metri nella parte centrale e che, all'altezza della sezione 7, si sovrappone al muro basso. Al piede del muro è previsto un gradone di altezza costante 2 metri con adeguata pendenza (1%) per lo scorrimento delle acque all'interno di un'apposita canaletta. Anche in testa al muro è previsto un gradone in piano di larghezza 2 metri. Alla base del muro, è previsto una geogriglia di resistenza ultima a trazione longitudinale non inferiore a 130 KN/m. I rinforzi successivi sono costituiti da geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 55 KN/m spaziate di 0.50 m, con lunghezza dei rinforzi nell'ordine dei 3,5-4,0 m e dei risvolti non inferiore a 2.00 m. Frontalmente il muro sarà sostenuto da una cassatura metallica a perdere. Al fine di impedire fenomeni di erosione del fronte del muro, sopra la geogriglia principale, in corrispondenza del paramento frontale e favorendo il necessario risvolto e sovrapposizione sia alla base che alla testa dello strato, dovrà essere messa in opera una griglia antierosione in poliestere avente le seguenti caratteristiche: maglia tessuta di circa 3,5x3,5 mm di apertura realizzata in fibre di poliestere e ricoperta con un rivestimento polimerico; resistenza a trazione a breve termine non inferiore a 15 kN/m nella direzione longitudinale e a 14 kN/m nella direzione trasversale. Frontalmente, per il rinterro, dovrà essere utilizzato terreno vegetale su cui si procederà attraverso una idrosemina, così da favorire il reinserimento ambientale dell'opera.

Come riempimento sarà utilizzato terreno proveniente da scavi o altro terreno approvvigionato dall'impresa di caratteristiche geotecniche analoghe. La compattazione avverrà per strati di 25-30 cm utilizzando un rullo con caratteristiche idonee a ottenere almeno il 90-95 % della densità ottima di Proctor. In prossimità del paramento esterno, la compattazione dovrà avvenire cercando di non danneggiare l'eventuale cassero e/o le geogriglie esposte.

Gli elementi caratteristici di questo elemento di rinforzo sono:

- Lunghezza: 34 m
- Altezza massima 2.5 m
- Proiezione su piano verticale 61 mq
- Materiale di riporto 250 mc
- Resistenza geogriglie 55 KN/m
- Entratura geogriglie 4 m

Muro basso - E' l'elemento strutturale di rinforzo più impegnativo con un'altezza massima di 4 metri. Al piede del muro è stata mantenuta una distanza minima dalla recinzione esistente di 1.75 metri con adeguata pendenza per lo scorrimento delle acque all'interno di un'apposita canaletta. Anche in testa al muro è previsto un gradone in piano di larghezza minima 1.50 metri. Alla base del muro, è prevista una fondazione rinforzata, di altezza 1.0 m, che sarà realizzata con geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale non inferiore a 130 KN/m spaziate di 0.50 m. La lunghezza dei rinforzi sarà nell'ordine dei 6,0 m e dei risvolti non inferiore a 2.00 m. La berma superiore di altezza massima 4.0 m, sarà ancora realizzata fino ad una altezza di 1,5 m dalla base con geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale non inferiore a 130 KN/m spaziate di 0.50 m e per gli strati successivi con geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 55 KN/m spaziate di 0.50 m. La lunghezza dei rinforzi sarà nell'ordine dei 5.0 m e dei risvolti non inferiore a 2.00 m. Frontalmente il muro sarà sostenuto da una cassetta metallica a perdere. Al fine di impedire fenomeni di erosione del fronte del muro, sopra la geogriglia principale, in corrispondenza del paramento frontale e favorendo

il necessario risvolto e sovrapposizione sia alla base che alla testa dello strato, dovrà essere messa in opera una griglia antierosione in poliestere avente le seguenti caratteristiche: maglia tessuta di circa 3,5x3,5 mm di apertura realizzata in fibre di poliestere e ricoperta con un rivestimento polimerico; resistenza a trazione a breve termine non inferiore a 15 kN/m nella direzione longitudinale e a 14 kN/m nella direzione trasversale. Frontalmente, per il rinterro, dovrà essere utilizzato terreno vegetale su cui si procederà attraverso una idrosemina, così da favorire il reinserimento ambientale.

Come riempimento sarà utilizzato terreno proveniente da scavi o altro terreno approvvigionato dall'impresa di caratteristiche geotecniche analoghe. La compattazione avverrà per strati di 25-30 cm utilizzando un rullo con caratteristiche idonee a ottenere almeno il 90-95 % della densità ottima di Proctor. In prossimità del paramento esterno, la compattazione dovrà avvenire cercando di non danneggiare l'eventuale cassero e/o le geogriglie esposte.

Gli elementi caratteristici di questo elemento di rinforzo sono:

- | | |
|---------------------------------|---------|
| • Lunghezza: | 31 m |
| • Altezza massima | 4 m |
| • Proiezione su piano verticale | 105 mq |
| • Materiale di riporto | 520 mc |
| • Resistenza geogriglie | 55 KN/m |
| • Entratura geogriglie | 5 |

Alle spalle di tutti i muri in terra rinforzata è previsto un geocomposito drenante con tubo fessurato di base, che avrà lo scopo di intercettare l'eventuale circolazione idrica di infiltrazione e prevenire quindi pericolose sovrappressioni alle spalle delle due opere di contenimento. La tubazione dovrà essere collegata in più punti alla rete di regimazione acque così da mantenere scarico il manufatto rinforzata da retrospinte dovute all'acqua..

I vari manufatti interra rinforzata saranno raccordati attraverso riporto di terreno in strati successivi e ben compattati così da realizzare versanti di raccordo con pendenze variabili da 18° a 22°. I profili così realizzati, dovranno poi raccordarsi con il terreno esistente.

Opere di completamento

Oltre ai muri interra rinforzata descritti l'intervento prevede altresì la realizzazione di due ordini di palizzate vive a circa metà pendio sia della berma basale che di quella superiore a quota di circa 39 e 43 m, slm. Tali opere avranno funzione di intercettare le acque di corrivazione sul versante riducendo quindi la loro energia e la possibilità di azioni erosive da parte delle stesse. Le opere sono costituite da palificate ad una parete composta da correnti e traversi di castagno o larice (diametro minimo 20-25 cm.), fra loro fissati con chiodi, staffe e caviglie, ancorata al piano di base con picchetti in ferro. Al fine di garantire un ottimale inserimento ambientale è previsto l'inserimento di talee di salice posate contigue in ogni strato e di piante. L'altezza della palificata è di 1.20-1.35 metri costante con riempimento a strati di materiale ghiaioso-terroso proveniente dagli scavi e/o riportato.

I versanti saranno completati da riporto di terreno ben costipato con parte più superficiale costituita da terreno vegetale su cui sarà posato un geocomposito antierosione per proteggere nel tempo il versante dall'erosione superficiale. Il materiale, ancorato in sommità e a valle della scarpata in apposite trincee di profondità di circa 30x30 cm o al disotto delle canalette di drenaggio in cls, deve avere le seguenti caratteristiche:

Proprietà della georete

Peso unitario	≥ 400 gr/mq (± 5%)
Apertura della maglia	ca 2 cm
Resistenza a trazione long. a secco	≥ 10 kN/m
Resistenza a trazione trasv. a secco	≥ 10 kN/m
Allungamento a rottura in entrambe le direzioni	≤ 35%

Sono previste, sia longitudinalmente che lateralmente, le sovrapposizioni per almeno 10 cm, il fissaggio al terreno per mezzo di picchetti in ferro acciaioso ad aderenza migliorata conformati ad U, di lunghezza non inferiore a 50 cm e diametro non inferiore a 8 mm. La densità dei picchetti deve essere valutata in funzione delle condizioni locali del terreno, in ogni caso però non deve essere inferiore a 1 ogni 4 mq.

3.1.2. - Verifiche di stabilità

Al fine di verificare il grado di sicurezza geomorfologica del settore di versante modificato secondo le previsioni di progetto, sono state eseguite opportune verifiche di stabilità. Si è fatto riferimento alla traccia della sezione di progetto ritenuta più penalizzante.

L'algoritmo di calcolo utilizzato si rifà al metodo di Bell, a differenza di altri, considera l'equilibrio globale dell'intera massa coinvolta, suddividendo in conci la stessa solo per comodità di calcolo e per determinare con maggiore precisione le forze agenti.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche eseguite.

In accordo con le Norme tecniche per il progetto, contenute nell'O.P.C.M. 3274, si è fatto riferimento ad una categoria di terreno B. La zona sismica di appartenenza (Allegato A - Classificazione Sismica dei Comuni Italiani) è la Zona 3. L'accelerazione orizzontale massima al suolo è di 0,15g. Il coefficiente di amplificazione topografica è assunto pari a 1,0. I risultati di tali verifiche sono riassunti dalla Tabella 1.

Superfici di rottura	Sismiche	Statiche
Globali	1,45	>1,9
Locali	1,38	>2

Tabella 1 - *Coefficienti di sicurezza zona Nord*

I cerchi critici e i tabulati di calcolo sono forniti in allegato, mentre nelle Tavole 4, 5 e 6 si riportano le sezioni di progetto con i particolari costruttivi.

3.2. - Zona Sud

3.2.1. - Analisi dei dissesti e interventi di rinforzo

L'area sud, a differenza della nord, caratterizzata da movimenti gravitativi di massa seppur con dinamica relativamente superficiale, risulta invece prevalentemente interessata da accentuati fenomeni erosivi, che hanno provocato profondi solchi e locali scivolamenti. La dinamica è strettamente superficiale ma il versante non presenta elementi di instabilità significativa. La dinamica, come per l'area precedente, è da imputare ad una carente ed errata rete di raccolta e smaltimento sia delle acque di scorrimento superficiale sia ad una, seppur scarsa, infiltrazione nei livelli più superficiali del terreno riportato, che nel tempo ha favorito infiltrazioni, circolazioni ipodermali e saturazioni dei terreni con innesco dei fenomeni erosivi e gravitativi oggi rilevabili sul versante.

Gli interventi di rimodellamento e stabilizzazione previsti, quindi, oltre a ricercare un profilo "geotecnicamente" stabile sono principalmente mirati alla creazione di un efficiente sistema di captazione e smaltimento delle acque superficiali che di quelle infiltrate.

Come riportato in Tavola 7, l'intervento prevede in particolare un rimodellamento del versante attraverso due ordini di terre rinforzate:

Muro alto (Palizzata) - E' costituito da una palizzata di sostegno a due pareti composta da correnti e traversi di castagno o larice (diametro minimo 20-25 cm), fissati fra loro con chiodi in tondino d'acciaio Ø 10/12 ancorata al piano di base con barra d'acciaio in ferro. Al fine di garantire un ottimale inserimento ambientale è previsto l'inserimento di talee di salice posate contigue in ogni strato e di piante. L'altezza della palificata è di 1.50 metri costante con riempimento a strati di materiale ghiaioso-terroso proveniente dagli scavi e/o riportato.

Muro basso - Alla base del muro, è prevista una geogriglia di resistenza ultima a trazione longitudinale non inferiore a 130 kN/m. I rinforzi successivi sono costituiti da geogriglie di resistenza ultima a trazione longitudinale di 55 kN/m spaziate di 0.50 m, con lunghezza dei rinforzi nell'ordine dei 4,0 m e dei risvolti non inferiore a 2.00 m. Frontalmente il muro sarà sostenuto da una casseratura metallica a perdere. Frontalmente, per il rinterro, dovrà essere utilizzato terreno vegetale su cui si procederà attraverso una idrosemina, così da favorire il reinserimento ambientale dell'opera. Al fine di impedire fenomeni di erosione del fronte del muro, sopra la geogriglia principale, in corrispondenza del paramento frontale e favorendo il necessario risvolto e sovrapposizione sia alla base che alla testa dello strato, dovrà essere messa in opera una griglia antierosione in poliestere avente le seguenti caratteristiche: maglia tessuta di circa 3,5x3,5 mm di apertura realizzata in fibre di poliestere e ricoperta con un rivestimento polimerico; resistenza a trazione a breve termine non inferiore a 15 kN/m nella direzione longitudinale e a 14 kN/m nella direzione trasversale. Come riempimento sarà utilizzato terreno proveniente da scavi o altro terreno approvvigionato dall'impresa di caratteristiche geotecniche analoghe. La compattazione avverrà per strati di 25-30 cm utilizzando un rullo con caratteristiche idonee a ottenere almeno il 90-95 % della densità ottima di Proctor. In prossimità del paramento esterno, la compattazione dovrà avvenire cercando di non danneggiare l'eventuale cassero e/o le geogriglie esposte.

Alle spalle di tutti i muri in terra rinforzata è previsto un geocomposito drenante con tubo fessurato di base, che avrà lo scopo di intercettare l'eventuale circolazione idrica di infiltrazione e prevenire quindi pericolose sovrappressioni alle spalle delle due opere di contenimento. La tubazione dovrà essere collegata in più punti alla rete di regimazione acque così da mantenere scarico il manufatto rinforzata da retrospinte dovute all'acqua.

I vari manufatti in terra rinforzata saranno raccordati attraverso riporto di terreno in strati successivi e ben compattati così da realizzare versanti di raccordo con pendenze variabili da 18° a 22°. I profili così realizzati, dovranno poi raccordarsi con il terreno esistente.

Opere di completamento

Oltre ai muri/palificate in terra rinforzata sopra descritti, l'intervento prevede altresì la realizzazione di due ordini di palizzate vive a circa metà pendio sia della berma basale che di quella superiore. Tali opere avranno funzione di intercettare le acque di corrivazione sul versante riducendo quindi la loro energia e la possibilità di azioni erosive da parte delle stesse.

Le opere sono costituite da palificate ad una parete composta da correnti e traversi di castagno o larice (diametro minimo 20-25 cm.), fra loro fissati con chiodi, staffe e caviglie, ancorata al piano di base con picchetti in ferro. Al fine di garantire un ottimale inserimento ambientale è previsto l'inserimento di talee di salice posate contigue in ogni strato e di piante. L'altezza della palificata è di 1.20-1.35 metri costante con riempimento a strati di materiale ghiaioso-terroso proveniente dagli scavi e/o riportato.

I versanti saranno completati da riporto di terreno ben costipato con parte più superficiale costituita da terreno vegetale su cui sarà posato un geocomposito antierosione per proteggere nel tempo il versante dall'erosione superficiale. Il materiale, ancorato in sommità e a valle della scarpata in apposite trincee di profondità di circa 30x30 cm o al disotto delle canalette di drenaggio in cls, deve avere le seguenti caratteristiche:

Proprietà della georete

Peso unitario	$\geq 400 \text{ gr/mq } (\pm 5\%)$
Apertura della maglia	ca 2 cm
Resistenza a trazione long. a secco	$\geq 10 \text{ kN/m}$
Resistenza a trazione trasv. a secco	$\geq 10 \text{ kN/m}$
Allungamento a rottura in entrambe le direzioni	$\leq 35\%$

Sono previste, sia longitudinalmente che lateralmente, le sovrapposizioni per almeno 10 cm, il fissaggio al terreno per mezzo di picchetti in ferro acciaioso ad aderenza migliorata conformati ad U, di lunghezza non inferiore a 50 cm e diametro non inferiore a 8 mm. La

densità dei picchetti deve essere valutata in funzione delle condizioni locali del terreno, in ogni caso però non deve essere inferiore a 1 ogni 4 mq.

3.2.2. - Verifiche di stabilità

Al fine di verificare il grado di sicurezza geomorfologica del settore di versante modificato secondo le previsioni di progetto, sono state eseguite opportune verifiche di stabilità. Si è fatto anche in questo caso riferimento alla traccia della sezione di progetto ritenuta più penalizzante. L'algoritmo di calcolo utilizzato si rifà ancora al metodo di Bell.

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche eseguite. In accordo con le Norme tecniche per il progetto, contenute nell'O.P.C.M. 3274, si è fatto riferimento ad una categoria di terreno B. La zona sismica di appartenenza (Allegato A - Classificazione Sismica dei Comuni Italiani) è la Zona 3. L'accelerazione orizzontale massima al suolo è di 0,15g. Il coefficiente di amplificazione topografica è assunto pari a 1,0. I risultati di tali verifiche sono riassunti dalla Tabella 2.

Superfici di rottura	Sismiche	Statiche
Globali	1,32	>2
Locali	1,324	>2

Tabella 2 - Coefficienti di sicurezza zona Sud

I cerchi critici e i tabulati di calcolo sono forniti in allegato, mentre nelle Tavole 8 e 9 si riportano le sezioni di progetto con i particolari costruttivi.

3.3. - Rete di regimazione acque

A corredo degli interventi di sistemazione delle due frane presenti sul versante della Vasca Cossu, è stata prevista una rete di canalette di regimazione dell'acqua piovana che interessa le zone d'intervento. Il sistema di regimazione sarà costituito sostanzialmente da elementi circolari prefabbricati in cls (mezzo tubo) a cui saranno associati lavori di ripulitura di piccoli tratti di fossi presenti nella parte bassa del versante che consentiranno il collegamento tra la nuova rete al reticolo idraulico esistente.

Il sistema di regimazione come le opere di contenimento in fase di progetto, si inseriscono in un piano più ampio di chiusura della Vasca Cossu che AAMPS ed il Comune di Livorno intendono realizzare per step successivi.

Le opere di drenaggio sono state dimensionate prendendo in esame anche alcuni elementi progettuali del sistema di chiusura della Vasca Cossu attualmente in fase di elaborazione e discussione con gli Enti. Alcuni tratti della rete, risultano, pertanto sovradimensionati in modo da poter essere utilizzati anche nella successiva fase di chiusura della discarica. Questo sovradimensionamento consente inoltre di drenare le acque che attualmente cadono in zone vicine alla porzione d'intervento che attualmente scorrono libere.

3.3.1. - Stato di fatto e criteri generali di progetto

Il sistema attuale di regimazione presente nella zona delle due frane, è costituito da piccoli fossetti di drenaggio realizzati in parte da AAMPS, per allontanare le acque dal corpo e dai versanti della discarica, ed in parte formatisi naturalmente a causa dell'azione erosiva dell'acqua. Soprattutto nelle zone più basse, infatti, l'azione erosiva ha creato delle vie preferenziali di drenaggio superficiale lungo le quali si alternano fasi di erosione o deposito del materiale trascinato (Foto 1).

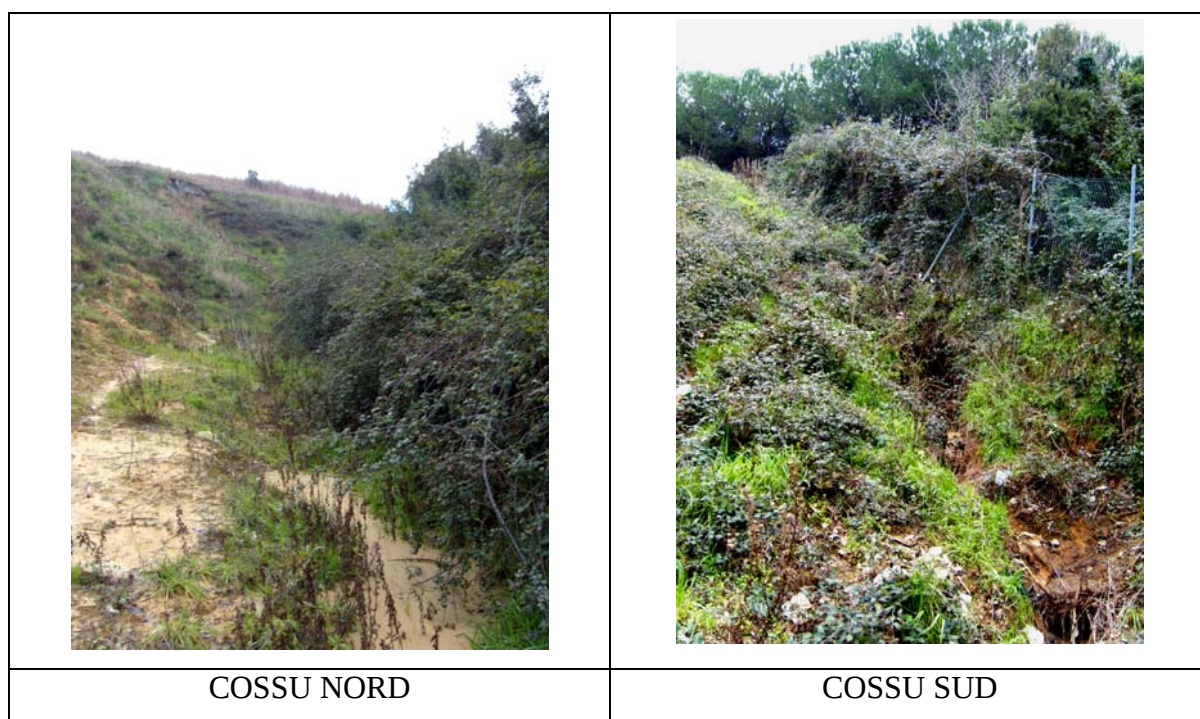


Foto 1 – Solchi di drenaggio presenti nella parte bassa del versante

Nella parte più alta sono invece presenti dei piccoli solchi di regimazione che, a causa delle limitate dimensioni e del deposito di trasporto solido, non risultano efficaci per allontanare le acque meteoriche dal versante. Il nuovo sistema di regimazione, al fine di drenare le acque piovane che interessano la zona d'intervento e salvaguardare le opere di stabilità del versante, è stato progettato seguendo i seguenti criteri:

- Raccolta acque in corrispondenza dell'attuale strada per regimare le acque che piovono sull'ammasso dei rifiuti;
- raccolta alla base di ciascun muro/palizzata al fine di evitare gli scorrimenti sul versante e sulle opere di stabilità progettate;
- presenza di pozzetti di raccordo e discendenti di collegamento sul versante.

Nelle Tavole 3 e 7 si riporta la planimetria della rete di regimazione dimensionata a servizio degli interventi di sistemazione delle due frane.

3.3.2. - Analisi idrologica

E' stata condotta una analisi idrologica utilizzando i dati pluviometrici della stazione di Livorno, con riferimento alle precipitazioni estreme in un periodo compreso tra il 1932 ed il 1997 (Tabella 3).

Le informazioni reperibili presso l'Istituto Idrografico e Mareografico relativamente alla precipitazioni estreme, evidenziano una scarsa disponibilità di dati relativi a piogge con durata inferiore ad 1, mentre è a disposizione una buona serie di registrazioni per precipitazioni intense con durata superiore ad 1 ora. Nella determinazione delle portate di progetto, a vantaggio di sicurezza, si fa riferimento a questi ultimi.

Una ulteriore verifica è stata condotta confrontando i calcoli elaborati secondo la distribuzione di probabilità di Gumbel con le analisi redatte dall'Istituto Idrografico e Mareografico con il metodo TCEV.

L'analisi dei dati pluviometrici è stata condotta utilizzando la distribuzione di probabilità di Gumbel che, per una data serie storica, consente di correlare le altezze di pioggia (h) con i relativi tempi di ritorno (T_r) attraverso la seguente relazione:

$$h = u - \frac{1}{\alpha} \ln \left(\ln \left(\frac{T_r}{T_r - 1} \right) \right)$$

$$u = \mu - 0.45\sigma$$

$$\alpha = \frac{1.283}{\sigma}$$

con μ e σ , rispettivamente media e scarto quadratico medio dei dati pluviometrici per i diversi tempi di pioggia .

ANNO	5'	10'	15'	20'	30'
1932		10		16	18.6
1933					12
1935					48.9
1936					30
1937					30
1938					20
1939					18.8
1940					40
1941					18.4
1942					
1948					
1949					
1950					
1951					17
1952			14		30.4
1953				32.2	
1954		20			
1955				40	
1956				9	
1957					18
1958					13
1959				20	
1960		15.6			
1961			22		
1962		14			
1963		21			
1964		20			
1965		13			
1966		14		21	
1967		18			
1968		16			
1969		16			
1970		24			
1971		14			
1972		10.2			
1973				34.2	
1974				24.8	
1975					
1976			20		
1977				11.2	
1978				10.4	
1979			18.4		
1980			17.2		
1981			19.2		
1982		14			
1983		16			
1984			20.6		
1985				21.2	
1986	11	13.4	15.8	18.2	21
1987		12.8	17.8	22.8	30.6
1988	3.6	7.1	10.3	13.3	19.1
1989	4.9	7.8	10.9	13.9	19.3
1990		18.8		33.6	44.8
1991		11		13	15.4
1992		10.4		16.4	22
1993		21.4		40.4	53.8
1994		8.2		15.8	18
1995		11		15.2	19.2
1996		17.6		31.2	42.8
1997		10.6			21.2

ANNO	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
1932					
1933	23.4	59	66.8	76.6	78.4
1935	78.3	110	143	155.7	169.2
1936	46.4	46.6	46.6	47.6	52.8
1937	43.6	50.8	56.8	61.2	89.4
1938	21.8	39.2	40	60.6	60.6
1939	35.4				
1940	70.8	86.2	98	120.4	122.4
1941	30.4	39.8	46.2	60.8	65
1942	40	77.6	93.6	149.8	162.4
1948	31.2	33.2	34.8	36.4	36.8
1949	36	52	66	88.4	88.4
1950	33.8	42.2	45.4	78.8	79.2
1951	18	25	33	43	50.4
1952	32.6	43	51.4	54.8	81
1953	35	35	35	40.4	52
1954	48.2	69	69	70.6	70.6
1955	77.8	77.8	77.8	77.8	79.2
1956	13	19.4	29	29.6	29.6
1957	21.8	22.4	22.6	23.6	46.8
1958	18.8	25.4	30.6	41	41
1959	23.2	43.2	50.4	80.4	88.4
1960	29.6	38.6	45.4	45.4	57.8
1961	47.2	74.2	82.6	84.8	88.6
1962	28.8	46.6	55.2	59	60
1963	45.4	54.2	60.6	60.6	71.6
1964	87	125.6	151.8	153	180.8
1965	38	42.2	65.2	68	72
1966	34.6	67	75.8	75.8	83
1967	48	48.6	48.6	48.6	48.6
1968	37	53.2	58.6	58.8	68.2
1969	27	47	47	47	47
1970	87	138.4	141.6	157.6	195.8
1971	47	75.8	111.6	115.8	146
1972	19.8	29.4	30.8	39.8	41.2
1973	55.8	56.8	56.8	56.8	93.4
1974	34.8	35.8	36	36	41.6
1975	35.6	58.6	65	65	65
1976	41	49	70.4	78.2	79.6
1977	18	27.4	29.6	34	34
1978	18	27	28.6	30.4	30.4
1979	29.6	50.2	60.4	60.4	65.2
1980	31	56.2	57.6	61	80.6
1981	31.2	47.6	47.6	55	60.8
1982	19.2	20.4	25.6	37	44.2
1983	24.6	24.8	29.6	36.2	36.2
1984	49.6	59	87.6	96.6	96.6
1985	20.4	26.6	31.6	31.6	38.6
1986	29.4	36.6	36.6	44.8	57.4
1987	38.4	55.2	58.8	66	67.8
1988	34.6	66.4	87.5	120	123.6
1989	36.6	45	46.8	46.8	63
1990	72.8	93	118	122.6	122.8
1991	26	44.2	58.4	61	61
1992	29.6	33.2	33.2	56.2	79
1993	91.2	113.4	115.2	123.8	143.8
1994	20.6	29.2	53.4	65	65.2
1995	32.2	61.4	61.4	61.4	61.4
1996	70.8	74.4	74.6	74.6	74.6
1997	32.6	47.8	50.8	50.8	51

Tabella 3 – Precipitazioni (estreme in mm) registrate nella stazione di Livorno

Nella Tabella 4 si riportano i valori caratteristici dell'altezza di pioggia in funzione della durata (superiore ad 1 ora) e dei diversi tempi di ritorno presi in esame.

Tempo di ritorno	1	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
Tr	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)	h(mm)
2	35.55	48.88	55.99	63.21	70.40
10	63.12	86.12	99.79	112.02	125.53
25	77.00	104.86	121.84	136.58	153.27
50	87.29	118.77	138.20	154.81	173.85
100	97.51	132.57	154.43	172.90	194.29

Tabella 4 – Precipitazioni in funzione del tempo di ritorno e della durata della pioggia.

Dall' interpolazione dei valori di Tabella 3 si ricava la relazione della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica (LSPP), i cui parametri caratteristici sono riportati nella Tabella 5.

$$h = a \cdot t^v \quad \text{in cui:}$$

h = pioggia [mm] t = tempo di pioggia [ore] a e v = parametri della LSPP

Tr	a	n
2	37.080	0.213
10	65.634	0.214
25	80.006	0.215
50	90.668	0.215
100	101.251	0.215

Tabella 5 – Valori dei parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica.

In Figura 1 si riporta invece l'andamento della LSPP determinata con il metodo di Gumbel al variare del tempo di ritorno e della durata della pioggia, mentre in Figura 2 si riporta la sintesi delle elaborazioni secondo il metodo TCEV (Istituto Idrografico e Mareografico).

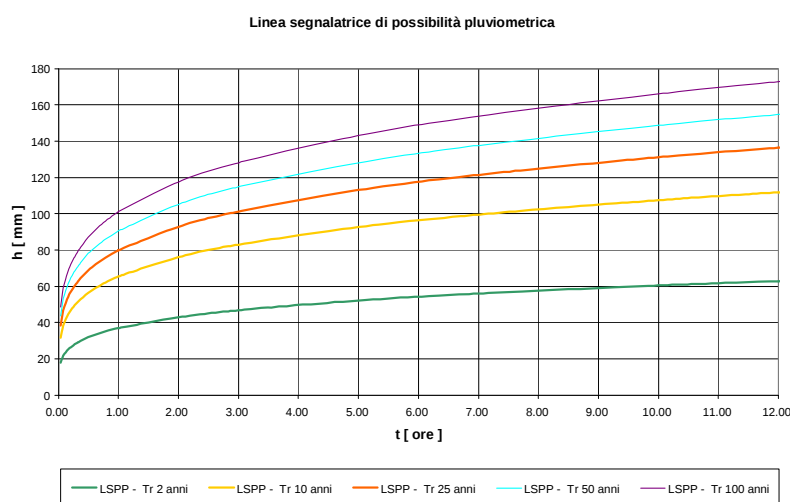
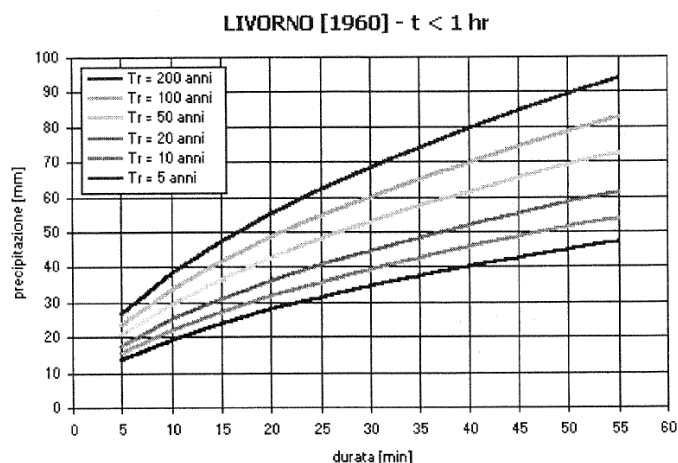


Figura 1 – Linea segnalatrice di possibilità pluviometrica per T_r 2÷100 anni .

Stazione: LIVORNO - [1960]

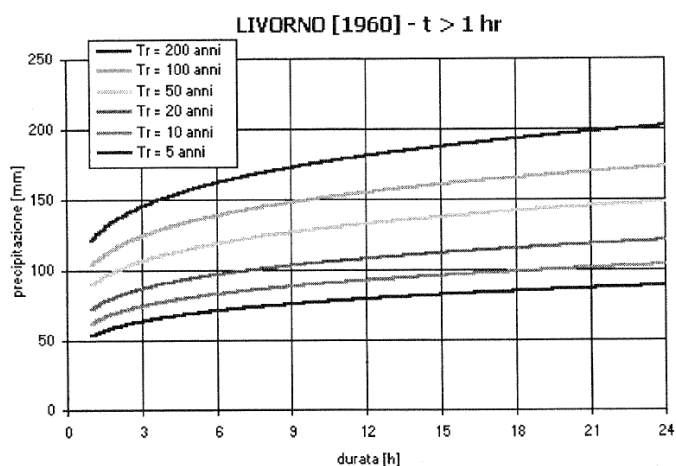
Durata inferiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

		5'	10'	15'	20'	30'	
Coefficienti	5 anni	13.4	19.3	23.9	27.8	34.5	mm
<i>a</i>	36.804	10 anni	15.3	22.0	27.2	31.7	mm
<i>n</i>	0.525	20 anni	17.4	25.0	30.9	36.0	mm
<i>m</i>	0.185	50 anni	20.6	29.6	36.7	42.7	mm
		100 anni	23.4	33.7	41.7	48.5	mm
		200 anni	26.6	38.3	47.4	55.2	mm



Durata superiore a 1 ora: altezza di precipitazione in funzione di durata e tempo di ritorno

		1 h	3 h	6 h	12 h	24 h	
Coefficienti	5 anni	53.1	63.3	70.8	79.1	88.4	mm
<i>a</i>	37.034	10 anni	62.0	74.0	82.7	92.4	mm
<i>n</i>	0.160	20 anni	72.5	86.4	96.6	107.9	mm
<i>m</i>	0.224	50 anni	89.0	106.1	118.6	132.5	mm
		100 anni	103.9	124.0	138.5	154.8	mm
		200 anni	121.4	144.8	161.8	180.8	mm



Elaborazione dell'Ufficio Idrografico e Mareografico di Pisa. Ultimo aggiornamento: Ottobre 1998

Figura 2 – Linea segnalatrice di possibilità pluviometrica con il metodo TCEV

Dalle Figure 1 e 2 si nota che le elaborazioni delle altezze di pioggia calcolate con i due metodi sono sostanzialmente simili; a vantaggio di sicurezza, nelle formule per il dimensionamento della rete di regimazione si prenderà in esame il valore più cautelativo, corrispondente all'applicazione della distribuzione di Gumbel.

Per la determinazione delle portate di progetto si è utilizzato il metodo cinematico, in base al quale la portata Q che transita nella rete è funzione dell'intensità di pioggia, del coefficiente d'afflusso e dell'area del bacino sotteso dal tratto in esame. La formula utilizzata è:

$$Q = A \cdot \varphi \cdot a \cdot t^{v-1}$$

in cui:

A = area scolante sottesa dalle canalette [m^2];

t = durata della pioggia [ore];

φ = coefficiente d'afflusso;

a e v = parametri della linea segnalatrice(dipendono dal tempo di ritorno);

- Area scolante

Calcolate sulla dei rilievi e della cartografia a disposizione, rappresentano le porzioni di territorio di competenza di ciascuna canaletta. Per le canalette poste alla base degli interventi di stabilità progettati, corrisponde alla superficie comprese tra le opere di sostegno, mentre nel caso della canaletta sommatatale, prendono in esame anche la superficie dell'ammasso dei rifiuti di competenza.

- Durata della Pioggia

Il valore della durata della precipitazione utilizzato coincide con il tempo di corrivazione, cioè con il tempo dopo il quale tutta l'acqua caduta all'interno dell'area scolante che sottende la canaletta è arrivato nella sezione di chiusura. Nel caso delle reti di drenaggio il tempo di corrivazione può essere assunto come somma di due fattori:

- *il tempo di ruscellamento* = tempo impiegato dall'acqua per raggiungere la canaletta. Questo tempo varia in funzione delle caratteristiche dell'area scolante

(acclività, pedologia..) e dal posizionamento della rete di regimazione. Nei calcoli si sono adottati tempi di ruscellamento variabili da 6 a 25 minuti.

- *tempo di rete* = è il rapporto tra la lunghezza della canaletta e la velocità di percorrenza dell'acqua; rappresenta il tempo di percorrenza per arrivare alla sezione di chiusura.

- Coefficiente di afflusso

Si sono presi in esame due coefficienti di afflusso:

- o 0.80 per il versante in fase di sistemazione;
- o 0.60 per la zona dell'ammasso dei rifiuti.

- Coefficienti della linea segnalatrice "a e n"

Per le opere di canalizzazione in letteratura viene consigliato un tempo di ritorno di 10-25 anni. Considerando però che il sistema di regimazione è a servizio della discarica, a vantaggio di sicurezza la progettazione è stata impostata per eventi di pioggia con tempo di ritorno di 50 anni. Conseguentemente i parametri della linea segnalatrice di possibilità pluviometrica relativi al metodo di Gumbel sono:

$$a = 90.668$$

$$n = 0.215$$

3.3.3. - Dimensionamento della rete di drenaggio

In base ai valori di cui sopra, il calcolo delle dimensioni delle canalette è stato realizzato attraverso la formula Chezy, ipotizzando le condizioni di moto uniforme:

$$V = \chi \sqrt{R \cdot i_f} \quad \text{in cui:}$$

V = velocità [m/s]

R = raggio idraulico [m] = sezione bagnata/perimetro bagnato

i_f = pendenza della canaletta [m/m]

χ = coefficiente di attrito [$m^{1/2}/s$]

- Coefficiente di attrito (χ)

Adottando per il coefficiente d'attrito la formula di Gauckler-Strickler che vale

$$\chi = k \cdot R^{1/6}$$

- k = parametro dimensionale di scabrezza che dipende dal materiale con cui sono realizzate le canalette. Nel caso in esame si prevede l'utilizzo di canalette composte da mezzo tubo o tubazioni in cls a cui corrisponde un valore pari a $90 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$

- Raggio Idraulico (R)

Il valore del raggio idraulico è legato alle caratteristiche geometriche della sezione utile di deflusso. Il valore di R si determina dal rapporto tra la sezione ed il perimetro bagnato, quindi la formula di questo parametro varia a in funzione della forma della sezione e del battente d'acqua che si instaura.

$$R = \frac{\Omega}{p} \quad \text{in cui}$$

$$p = \text{perimetro bagnato [m]}$$

$$\Omega = \text{sezione bagnata [m}^2\text{]}$$

- Pendenze di progetto (i_f)

Le pendenze longitudinali della rete di drenaggio sono state fissate in base a:

- o pendenze attuali della strada presente alla base della scarica;
- o conformazione finale del versante;
- o posizione dei punti finali di recapito.

Nella Tabella 6 si riportano le pendenze di progetto di ciascuna canaletta:

		PENDENZA CANALETTA
COSSU NORD	RN1	0.8 %
	RN2	1 %
	RN3	2 % *
COSSU SUD	RS1	1 %
	RS2 - 3	1 %
	RS4	5 % *

* la canaletta segue l'andamento di progetto del terreno. Il valore si riferisce alla pendenza minima del tratto, utilizzata ai fini delle verifiche idrauliche

Tabella 6 – Pendenze di progetto della rete di drenaggio

Moltiplicando la velocità per la sezione bagnata, si ottiene la seguente formula per il dimensionamento delle canalette,

$$Q = \Omega \cdot V = \Omega \cdot kR^{\frac{2}{3}} \cdot i_f^{\frac{1}{2}}$$

in cui le portate Q sono quelle di progetto ottenute dal metodo di calcolo precedente.

La determinazione delle dimensioni minime della rete avviene secondo il metodo iterativo basato sui seguenti passi:

- si fissa un tempo di corrivazione pari al tempo di ruscellamento;
- si determina l'area che sottende il ramo analizzato e, dalla formula $Q = A \cdot \varphi \cdot a \cdot t^{v-1}$, si calcola la portata di progetto;
- fissato un valore della pendenza del tratto e la larghezza della base della canaletta, dall'equazione di Chezy si calcola l'altezza di deflusso della portata nella canaletta, la relativa sezione bagnata e quindi la velocità di scorrimento;
- dalla velocità di scorrimento e dalla lunghezza del tratto si determina il “tempo di rete”;

- si somma il tempo di rete al tempo di ruscellamento e si ripete il procedimento, verificando che la velocità di scorrimento sia compatibile con quella ammissibile del materiale usato nella realizzazione del sistema di regimazione (< 4 m/s per le canalette in cls).

Nei tratti di valle in cui confluiscono più canalette, il tempo di ruscellamento utilizzato è costituito dal valore massimo del tempo di corrivazione dei tratti di monte.

Nella Tabella 7 si riportano le caratteristiche di progetto utilizzate per il dimensionamento della rete di drenaggio a corredo degli interventi di stabilità per la frana “Cossu Sud e Cossu Nord”.

Dalla Tabella 7 emerge in particolare che:

- Opere di regimazione Cossu Nord: la rete di regimazione è composta da una canaletta mezzo tubo in cls DN 500 di circa 37 metri di lunghezza e pendenza dello 0.8 %, che drena le acque superficiali che cadono sul corpo della discarica a monte del versante oggetto d'intervento. Le acque raccolte da questa canaletta denominata RN1, tramite due pozzetti di raccolta 80x80x100 e una tubazione interrata in cls DN400 vengono convogliate verso un discendente posto sul versante. Nella parte terminale dei discendenti è presente un pozzetto in cls 80x80x100 che consente di raccogliere le acque che interessano il muro intermedio in terra rinforzata, drenate da una canaletta mezzo tubo in cls DN 300 di circa 36.5 metri di lunghezza e pendenza dello 1 % denominata RN2. Dal pozzetto di raccolta tramite una tubazione interrata in cls del DN 400 le acque vengono indirizzate in un manufatto di raccordo in pietrame delle dimensioni 150x150x80 da dove tramite una canaletta mezzo tubo in cls DN 500 di circa 60 metri di lunghezza e pendenza minima del 2% (canaletta RN3) vengono convogliate al punto di recapito finale dove sarà necessario effettuare una risagomatura di un tratto di fossetto esistente della lunghezza di circa 15 metri e la messa in opera di un tratto di circa 15 metri di tubazione interrata in cls DN 500 e pendenza minima 1%.

- Opere di regimazione Cossu Sud: la rete di regimazione è composta da una canaletta mezzo tubo in cls DN 400 di circa 32 metri di lunghezza e pendenza dello 1 %, che drena le acque superficiali che cadono sul corpo della discarica a monte del versante oggetto d'intervento. Le acque raccolte da questa canaletta denominata RS1 tramite due pozzetti di raccolta 80x80x100 e da una tubazione interrata in cls DN400 vengono convogliate verso un discendente posto sul versante. Nella parte centrale del pendio, i discendenti sono intervallati da tre pozzetti in cls 80x80x100 e da una tubazione interrata in cls DE 400 che consentono di raccogliere le acque del versante e drenate da due canalette mezzo tubo in cls DN 300 con pendenza dello 1 % e lunghezza rispettivamente di circa 30 e 25 metri di lunghezza (canalette RS2 ed RS3). Dal pozzetto di raccolta tramite una tubazione interrata in cls del DN 400 le acque vengono indirizzate in un manufatto di raccordo in pietrame delle dimensioni 150x150x80 da dove tramite una canaletta mezzo tubo in cls DN 500 (RS4) di circa 20 metri di lunghezza e pendenza minima del 5% vengono convogliate in un secondo manufatto in pietrame in cui sono convogliate anche le acque raccolte nella parte a nord-ovest del pendio.

SETTORE D'INTERVENTO / CANALETTA		COSSU NORD			COSSU SUD		
		RN1	RN2	RN3	RS1	RS2 - 3	RS4
DATI DI PROGETTO	tr = tempo di ruscellamento [ore]	0.417	0.100	0.417	0.417	0.100	0.417
	Lunghezza di calcolo [m]	37.00	36.50	50.00	32.00	30.00	17.00
	ta = tempo di percorrenza condotta [ore]	0.005	0.005	0.004	0.005	0.005	0.001
	tc = tempo di corrivazione= ta + tr [ore]	0.422	0.105	0.421	0.421	0.105	0.418
	h = altezza di pioggia [mm]	75.30	55.87	66.44	75.28	55.86	66.32
	I = intensità di pioggia =h/tc [mm/ora]	178.54	530.91	157.79	178.72	531.00	158.81
	Q = portata progetto [mc/s]	0.1934	0.0549	0.2014	0.1191	0.0378	0.1323
RISULTATI DI VERIFICA	Pendenza del canale [m/m]	0.008	0.010	0.020	0.010	0.010	0.050
	Scabrezza [m ^{1/3} s ⁻¹]	90	90	90	90	90	90
	Raggio canaletta circolare [mm]	250	150	250	200	150	250
	Ac = area di deflusso [mq]	0.0982	0.0353	0.0982	0.0628	0.0353	0.0982
	Perimetro bagnato [m]	0.7854	0.4712	0.7854	0.6283	0.4712	0.7854
	Raggio Bagnato [m]	0.1250	0.0750	0.1250	0.1000	0.0750	0.1250
	Vc = velocità di deflusso [m/s]	2.01	1.60	3.18	1.94	1.60	5.03
	Q = portata massima transitabile [mc/s]	0.1976	0.0566	0.3124	0.1218	0.0566	0.4939
	Diametro mezzo tubo	DN 500	DN 300	DN 500	DN 400	DN 300	DN 500

Tabella 7 – Dati caratteristici delle canalette di regimazione.

3.4. - Pozzetti di raccordo, discendenti ed opere accessorie

Come detto nel capitolo precedente, per consentire il raccordo tra le varie canalette posizionate a livelli diverse, saranno utilizzati dei pozzetti di raccordo, tubazioni interrate e dei discendenti ad embrice, oltre alla riprofilatura di alcuni fossetti per consentire il collegamento con il reticolo idraulico esistente.

Più in dettaglio si prevede siano necessari:

- ml. 35 di canalette embrici in cls a sezione idonee per il montaggio ad incastro su scarpate e pendii. Gli elementi dovranno avere dimensioni 50x50x20, ed elemento di invito in testa di dimensioni 100x50x20.
- n° 8 pozzetto in cls 80 x 80 x 100 dotati di chiusini carrabile ($h \cong 18$ cm);
- n° 3 manufatti di raccordo in pietrame di dimensioni 150 x 150 x 800;
- ml. 25 di tubo in cls carrabile DN 400;
- ml. 20 di tubo in cls carrabile DN 500.
- ml. 45 di riprofilatura di fossi esistenti con posa in opera di biostuoia antierosione ed idrosemina.

4. - QUADRO ECONOMICO RIASSUNTIVO

L'importo complessivo dei lavori, soggetto al ribasso d'asta, è di Euro 124.931,80 (centoventiquattromilanovecentotrentuno/80) oltre la somma di Euro 4.746,25 (quattromilasettecentoquarantasei/25) quali oneri per la sicurezza, non soggetti al ribasso d'asta ai sensi dell'art. 131 del C.D.A. Le opere sono ripartite in categorie ai sensi del DPR 34 del 25 gennaio 2000 secondo il seguente schema:

Categoria	Tipologia	Importo lavori	%
OS21	Opere strutturali speciali	109.431.80	87.60
OG8	Lavori di regimazione idraulica	15.500,00	12.40
Totale		124.931,80	100

I tempi presunti per la realizzazione dell'opera, così come derivano dal cronoprogramma allegato al piano di sicurezza, sono di 90 giorni.