



PROGETTO DI AMPLIAMENTO DELLA DISCARICA  
PER RIFIUTI NON PERICOLOSI "CA' DEI LADRI"  
MEDIANTE COMPLETAMENTO DEL III E IV SETTORE  
E REALIZZAZIONE DEL V SETTORE CON VARIANTE AL  
PSC ED AL POC DEL COMUNE DI GAGGIO MONTANO (BO)  
INTEGRAZIONI E MODIFICHE

*PROGETTO DEFINITIVO*

Redazione:

  
**TECNOAPPENNINO s.r.l.**  
Società di Ingegneria e Geologia  
tel: 051-916012 r.a. fax: 051-916450  
e-mail: tecnoappennino@tecnoappennino.191.it

Ing. Lamberto Zanini

Committente:

**CO.SE.A**  
Responsabile del Progetto  
Dott. Gian Galeazzo Giunta  
Responsabile dell'Impianto  
Dott. Christian Marin

Elaborato:

**A**

Oggetto:

**Relazione descrittiva**

<b>1. PREMESSE</b>	<b>2</b>
<b>2. ESAME DELLE ALTERNATIVE</b>	<b>6</b>
<b>3. CENNI DI MORFOLOGIA E GEOLOGIA</b>	<b>8</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELLE OPERE</b>	<b>10</b>
4.1 CRITERI PROGETTUALI	11
4.2. DESCRIZIONE DELLE OPERE PRINCIPALI	13
4.2.1 Strutture di base	14
4.2.2 Strutture di parzializzazione	16
4.2.3 Strutture di presidio	17
4.2.4 Gruppo serbatoi di stoccaggio percolato	17
4.2.5 Argini e rilevati in argilla	18
4.2.6 Impermeabilizzazione fondo vasca	18
4.3 DESCRIZIONE DELLE OPERE COMPLEMENTARI	20
4.3.1 Strada di servizio	21
4.3.2 Opere d'arte relative alla strada di servizio	22
4.3.3 Piazzole di scarico	22
4.3.4 Lavorazioni relative al capofosso	23
4.3.5 Lavorazioni relative ai bacini irrigui	30
4.3.6 Opere accessorie	33
4.3.7 Studio idrologico e verifiche idrauliche capofosso	33
4.4 OPERE DI CONSOLIDAMENTO	45
4.5 OPERE DI SISTEMAZIONE FINALE	50
4.5.1 Copertura	50
4.5.2 Sistemazione finale	51
4.6 DATI CARATTERISTICI	52
4.6.1 Bilancio dei materiali escavati	52
4.6.2 Determinazione del volume utile	54
4.7 CALCOLAZIONI STRUTTURALI	57
<b>5. VERIFICA DEI DISPOSTI DI CUI AL D.L.VO 36/2003</b>	<b>59</b>
5.1 DISPOSTI DI CUI ALL'ART. 8 DL 36	59
5.1.1 Capacità totale della discarica (comma 1 lett. c)	59
5.1.2 Descrizione del sito (comma 1 lett. d)	59
5.1.3 Metodi di prevenzione dell'inquinamento (comma 1 lett. e)	59
5.1.4 Caratteristiche costruttive (comma 1 lett. f)	60
5.2 DISPOSTI DI CUI ALL'ALLEGATO 1 DL 36	60
5.2.1 Ubicazione (pgf. 2.1 all. 1)	60
5.2.2 Protezione delle matrici ambientali (pgf. 2.2 all. 1)	61
5.2.3 Controllo delle acque e gestione del percolato (pgf. 2.3 all. 1)	62
5.2.4 Protezione del terreno e delle acque (pgf. 2.4 all. 1)	63
5.2.4.1 Criteri generali	63
5.2.4.2 Barriera geologica	64
5.2.4.3 Copertura superficiale finale	64
5.2.5 Controllo dei gas (pgf. 2.5 all. 1)	65
5.2.6 Stabilità (pgf. 2.7 all. 1)	66
5.2.7 Modalità e criteri di coltivazione (pgf. 2.10 all. 1)	70
<b>6. PROGETTO DI RIPRISTINO AMBIENTALE</b>	<b>73</b>
6.1 SISTEMAZIONE PAESAGGISTICA	73
<b>7. COMPUTAZIONE OPERE E QUADRO ECONOMICO</b>	<b>73</b>

# **RELAZIONE DESCRITTIVA RELATIVA ALLA FASE DI PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

## **1. PREMESSE**

Scopo del presente lavoro è la descrizione delle opere previste nel progetto definitivo di Ampliamento della discarica di Cà dei Ladri mediante Completamento del Terzo e Quarto Settore e realizzazione del Quinto Settore, finalizzate alla continuità del servizio di pubblica utilità ad oggi esercito.

Infatti la discarica esercita la sua funzione di impianto di prima categoria dal 1984 e nel suo sviluppo operativo è stata suddivisa in settori (attualmente viene utilizzato il Terzo Settore nella configurazione di Completamento di cui alla approvazione della Giunta Provinciale n. 132 del 13/04/2010 in relazione agli invasi denominati “vasca 8 up” e “vasca 9”.

Con pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione Emilia Romagna n. 113 del 20 luglio 2011 è stato dato avvio alla procedura di V.I.A. con contestuale Autorizzazione Integrata Ambientale ed Autorizzazione Unica, ai sensi dell'art. 12 del D.Lgs. 387/2003, limitatamente all'impianto di produzione di energia da biogas relativa al “Progetto di Ampliamento della discarica per rifiuti non pericolosi “Cà dei Ladri” mediante completamento del Terzo e Quarto Settore e realizzazione del Quinto Settore con variante al PSC ed al POC del Comune di Gaggio Montano”.

In seguito all'esito delle Conferenze disservizi sono state richieste, con note della Provincia di Bologna P.G. 149506 del 26 settembre 2011 e P.G. 11149 del 26 gennaio 2012, integrazioni alla documentazione trasmessa, per la cui redazione CO.SE.A. ha incaricato il gruppo di lavoro che aveva già predisposto la documentazione presentata, coadiuvato da ulteriori figure professionali a carattere specialistico.

Il Progetto rappresenta due ambiti di intervento: il primo è rappresentato dal completamento geometrico del Terzo e Quarto settore a valle della viabilità in essere, con aumento degli stoccaggi nel comparto; il secondo è costituito dalla realizzazione del Quinto Settore – vero corpo del presente lavoro – che si sviluppa nella porzione medio basale del versante contiguo agli abbancamenti presenti, in direzione nord. Il tutto con individuazione di abbancamenti che determinano una capacità utile di circa 368.000 tonnellate di rifiuti urbani e speciali che completa la disponibilità massima di rifiuti

(comprensivi di FOS) previsti dal Piano Provinciale in ton. 500.000 (limite invalicabile).

Essendo obiettivo primario del CO.SE.A. quello della più lunga vita possibile della discarica a servizio del territorio appenninico, il Consorzio è orientato ad utilizzare per le coperture giornaliere materiale tecnico “non rifiuto” (sabbietta), non conteggiato a defalco della quantità massima consentita, riservandosi peraltro di utilizzare quantitativi di FOS solo in caso di carenza del materiale “non rifiuto”. Ai soli fini di determinare la volumetria di ampliamento necessaria per completare l'utilizzo del quantitativo massimo di rifiuti previsto dal Piano si è dovuto tenere conto anche del volume occupato dal materiale di copertura “non rifiuto” e si è proceduto, sulla scorta di quanto già autorizzato, assumendo prudenzialmente che il materiale di ricopertura sia mediamente pari al 15% dei rifiuti urbani e speciali abbancati.

Poiché sono stati autorizzati ad oggi rifiuti per ton. 133.952, a completamento della previsione di ampliamento totale della discarica di Cà dei Ladri, prevista dal Piano Provinciale Gestione Rifiuti in ton. 500.00, viene richiesta autorizzazione per ton. 366.048.

Assumendo per l'ampliamento un indice di compattazione di ton/mc 0,9 si è determinato che la volumetria netta disponibile (al netto del materiale “non rifiuto” di copertura e di argini) atta a contenere, ad assestamenti avvenuti, le 366.048 ton è pari a circa mc 409.000, come meglio si dirà in seguito.

In riferimento anche alla tavola n. 1 “Inquadramento generale” di seguito si vogliono esporre in sintesi le caratteristiche dimensionali dei settori esistenti, oltre alle loro dotazioni strutturali:

- **Primo settore:** occupa la porzione basale nel lato Sud; si tratta di circa 290.000 mc disposti su di un'area di 37.000 mq; è dotato di una struttura scatolare di base (“tunnel”) e di diversi diaframmi su pali trivellati che hanno condotto alla sua parzializzazione in vasche di stoccaggio;
- **Secondo settore:** occupa la porzione medio-basale in adiacenza al primo settore; si tratta di circa 200.000 mc disposti su di un'area di 32.000 mq; è dotato di una struttura scatolare di base (“tunnel”) che individua a tergo la vasca n. 2 e di due diaframmi su pali trivellati che hanno portato alla coltivazione nella parte di monte del settore della vasca 3 e della vasca 3b in ambiti temporali sfalsati e tali da generare il piano intermedio posto circa a quota 368 che arretrando il fronte dei rifiuti verso monte determina il

presente progetto di recupero volumetrico basato sulla omogeneizzazione dei profili;

- **Terzo settore:** occupa la parte mediana, al di sopra dei primi due settori; si tratta di autorizzati 350.626 mc disposti su di un'area di 45.400 mq; è dotato di una doppia struttura scatolare di base ("tunnel") che converge su un nodo centrale dove sono collocati i serbatoi di raccolta del percolato ed individua a tergo la vasca n. 4 e n. 5, oltre a due diaframmi su pali trivellati finalizzati alla corretta coltivazione nella parte di monte del settore.
- **Ampliamento del terzo settore:** occupa la porzione superiore al terzo settore, in continuità con tali abbancamenti; si tratta di autorizzati 168.000 mc disposti su di un'area di 24.600 mq; è dotato di una struttura scatolare di base ("tunnel") che converge sul gruppo di serbatoi di raccolta del percolato ed individua a tergo la vasca n. 7, oltre ad un diaframma di base su pali trivellati che definisce a valle l'invaso della vasca 6;
- **Completamento del terzo settore:** occupa una superficie di 26.100 mq e dispone di volumi utili di stoccaggio pari a 250.000 mc totali, la capacità volumetrica di stoccaggio viene coperta dalla testa della vasca preesistente denominata "vasca 6 bis" e dalla vasca denominata "vasca 8" allestita praticamente in continuità della sottostante "vasca 7"., La configurazione geometrica di questo settore viene ora portata a chiusura, nella parte di monte (come da criterio sempre seguito nei precedenti invasi), fino a contrasto della nuova strada di servizio progettualmente prevista nell'ambito della costruzione dell'ampliamento vero e proprio della discarica costituito dal quarto settore, qui riconducibile al primo stralcio, vasca n. 9;
- **Chiusura del Terzo Settore e Primo Stralcio del Quarto Settore**, per mezzo del completo utilizzo dello spazio citato in precedenza che si sviluppa da quota 492 circa fino in adiacenza alla citata strada di servizio a quota 503 laddove è collocata la piazzola di scarico sommitale; si è trattato di realizzare il corpo principale costituito dal sostanziale primo stralcio del cosiddetto "**Ampliamento Nord**" di cui alla Pianificazione Provinciale in ragione di previste 500.000 tonnellate, oltre ad allestire funzionalmente l'implemento "8up" quale riconfigurazione geometrica del comparto in esercizio.

Oggetto principale del presente progetto è il "**Quinto Settore**" da considerarsi quale secondo stralcio dell'Ampliamento previsto in pianificazione con previsione di quattro invasi denominati vasca 10, vasca 11, vasca 12 e vasca

13 per un totale di quasi 344.000 metri cubi. Un ruolo comunque molto importante, soprattutto in relazione alla reale possibilità di attribuire al cronoprogramma delle attività – redatto dal CO.SE.A. quale cardine della pianificazione delle attività future - un grado di affidabilità tale da non determinare il blocco dei conferimenti e quindi della stessa attività di scarica, è svolto dal recupero volumetrico fra Terzo e Quarto Settore (pari a circa 65.000 mc) che consente di attingere ad una risorsa di circa 59.000 tonnellate. La configurazione di riempimento finale, al termine dei naturali assestamenti, nei due comparti citati, è rappresentata nelle tavole 9 e 17 di Progetto Definitivo quale indispensabile riferimento di sviluppo piano altimetrico (vedasi anche allegati F e G alla presente); essa si sviluppa su una superficie totale di 76.000 mq individuando quattro vasche di stoccaggio di cui la prima è la vasca 10. Il valore di area citato si suddivide, con approssimazione alle migliaia, in 46.000 mq relativi alla realizzazione del Quinto Settore e 30.000 mq connessi al completamento del Terzo e Quarto Settore.

Viene impostato un nuovo circuito viario con uno sviluppo di bordo tale da consentire, oltre a rami di penetrazione in strada bianca attinenti alla fase di gestione, il susseguirsi verso l'alto di piazzole di scarico con corrette modalità di conferimento. La viabilità generale individuata percorre sui tre lati il Quinto Settore della discarica fino alla piazzola 404,50 posta al termine della strada e può consentire, proseguendo, collegamento di servizio per manutenzione e mezzi di emergenza col Terzo Settore, connettendosi alla pista in essere che corre trasversalmente in zona mediana della vasca 7.

**Pertanto il corpo principale del progetto riguarda le vasche n. 10, 11, 12 e 13 che individuano il Quinto Settore – suddivise fra loro con direzione trasversale da diaframmi intermedi e caratterizzate da un doppio tunnel scatolare di base.** Esse si sviluppano su 46.000 mq in un comparto territoriale che si pone nella porzione medio basale di un vasto impluvio morfologico sede di accumuli detritici di origine gravitativa.

Le aree vincolate dal Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino come aree in dissesto sono assoggettate a procedura amministrativa di merito con proposta di scheda tecnica e documentazione indipendenti dalla presente relazione.

Come già esposto, **una parte di Progetto Definitivo rappresenta il completamento del Terzo e Quarto Settore, con una configurazione un poco diversa da quella licenziata, e pertanto viene funzionalmente collegata agli elementi strutturali e drenanti già in essere.** Gli stoccaggi,

per un corrispondente peso totale aggiuntivo pari a 58.762 ton, si determinano da diversi fattori di ottimizzazione degli abbancamenti con variazione delle arginature esistenti.

Catastalmente i terreni interessati sono di proprietà e sono appartenenti a quattro fogli con un totale di 18 mappali così distinti: Foglio 54 mappali 11, 12, 13 e 14; Foglio 51 mappale 28; Foglio 52 mappali 46, 47, 48, 49, 51, 52 e 57 ed infine Foglio 53 mappali 64, 68, 69 e 70. La rappresentazione di cui a tavola 14 permette di contestualizzare ogni opera prevista al relativo mappale. Il presente Progetto Definitivo, comprensivo degli interventi sul Terzo e Quarto settore, individua aree di stoccaggio in ragione di totali 78.000 mq e determina una potenzialità attesa pari a totali 368.110 ton che occupano una volumetria netta da coperture ed argini pari a circa 409.000 mc in ragione dell'applicazione di un peso specifico medio degli stoccaggi di soli rifiuti urbani e speciali posto pari a 0,9 ton/mc al termine dei naturali e fisiologici assestamenti. In ragione delle conosciute caratteristiche morfodinamiche, litostratigrafiche e geologiche dell'ambito territoriale del Quinto Settore risultano necessarie opere di consolidamento del versante individuate specificatamente alla tavola 16 di Progetto Definitivo e corredate da analisi geotecniche di dettaglio e da calcolazioni strutturali di cui agli elaborati contraddistinti dai codici C e D.

Resta naturalmente fermo come il limite massimo di abbancamenti sia individuato dal Piano Provinciale in 500.000 tonnellate, mentre la determinazione della volumetria sia volta ad allestire in termini ragionevolmente prudenziali il loro contenitore.

## **2. ESAME DELLE ALTERNATIVE**

Nel presente capitolo si intendono illustrare le possibilità alternative alla proposta progettuale qui adottata secondo quanto individuato in allegato C alla presente; infatti, nella fase di sviluppo della progettazione preliminare, avente oggetto le possibilità di ampliamento della discarica di Cà dei Ladri, si è esaminata la soluzione di cui di seguito sinteticamente si espone.

L'alternativa ha indagato sulla possibilità di costruire l'ampliamento in continuità con il Quarto Settore, in parte sovrapponendosi ad esso e determinando stoccaggi nella vallecchia adiacente in direzione nord. Essa rappresenta una soluzione definita, in maniera sintetica, come "sommitale" ed è omogenea alla progettazione preliminare dell'Ampliamento prevista in tavola

15 di Progetto Definitivo come rappresentata nella documentazione a corredo della procedura di SIA 2009, ma viene forzatamente ad entrare in conflitto con il principio di tutela della linea del capofosso come emerso quale condizione “sine qua non” al termine di tale procedura.

A chiusura della fase di analisi del gruppo di lavoro in relazione al riscontro comparativo fra la citata alternativa e la scelta di progetto (soluzione in sintesi definita “basale”) è stato effettuato esame tecnico con redazione di una matrice di confronto basata sui fattori riepilogati nella seguente tabella:

<b>A</b>	viabilità di servizio ed opere connesse	<b>M</b>	Risorsa forestale (Bosco)
<b>B</b>	Movimento terra per sbancamento	<b>N</b>	Costo dell'opera
<b>C</b>	Strutture di base ed intermedie vasche	<b>O</b>	Definizione capofosso
<b>D</b>	Idrogeologia	<b>P</b>	Tempi realizzativi
<b>E</b>	Geologia	<b>Q</b>	Volumi ottenibili rispetto alla riserva
<b>F</b>	Percezione del paesaggio	<b>R</b>	Utilizzabilità del terreno di cotico (deposito)
<b>G</b>	Impatto ambientale cantiere	<b>S</b>	Riqualificazione complessiva del sito
<b>H</b>	Impatto ambientale esercizio: odori	<b>T</b>	Stabilità generale e strutturale
<b>I</b>	Impatto ambientale esercizio: polveri	<b>U</b>	Grado di impermeabilità e vulnerabilità
<b>L</b>	Impatto ambientale esercizio: rumore		

Per quanto attiene agli aspetti progettuali si rileva come, in relazione alla viabilità, questa sia già presente fino alla piazzola 507 e non risultano necessari ulteriori tronchi stradali di servizio; per quanto riguarda i movimenti terra gli accumuli sono minori e la morfologia è maggiormente propensa all'accoglimento delle vasche con minore entità di sbancamenti; i costi di realizzazione risultano certamente inferiori (vedasi ad esempio assenza di viabilità aggiuntiva); il capofosso rappresenta l'elemento assolutamente in contrasto con gli abbancamenti e l'unica soluzione possibile sarebbe stato il suo spostamento ai bordi (come rappresentato in allegato C alla presente) non accettato dagli Enti Preposti.



Sulla base delle analisi e delle valutazioni tecniche, soppesati adeguatamente gli aspetti di idrologia e di geologia, dando ovviamente il peso maggiore alla componente geologica, individuati e rappresentati dallo specifico consulente del Consorzio ed in considerazione delle prescrizioni contenute nell'atto di rilascio dell'ultimo VIA/AIA che vogliono salvaguardato nel tempo il capofosso e la sua localizzazione, la soluzione alternativa è stata al termine dei lavori scartata portando a Progetto Definitivo la possibilità di realizzare l'Ampliamento sostanzialmente con il "Quinto Settore", con disposizione su quattro vasche di stoccaggio (soluzione "basale"), unitamente alla riconfigurazione volumetrica del settore in esercizio e di quello in fase di costruzione.

### **3. CENNI DI MORFOLOGIA E GEOLOGIA**

L'ampliamento Nord della discarica ed il bacino irriguo B1 ricadono in corrispondenza di un ambito sede di coperture detritiche di origine gravitativa, che nella carta geologica regionale sono classificate come deposito di frana attiva complessa (a1g). In particolare è riportato un corpo principale, da quota 525 m s.l.m. fino al fondovalle, ed un elemento secondario, che si sviluppa in posizione mediana lungo il suo fianco sinistro, impostato in un modesto impluvio orientato NNO-SSE. Sono individuate superfici di dissesto anche lungo il fianco destro della frana, ma l'area già interessata da passati ampliamenti della discarica, presenta un assetto significativamente modificato dalla predisposizione degli invasi e dal successivo abbancamento dei rifiuti, avvenuto in gran parte dei settori che si sviluppano in tale ambito.

Il rilievo geomorfologico, l'analisi fotogrammetrica ed i dati provenienti dal monitoraggio inclinometrico hanno permesso di definire un modello completo e aggiornato sullo stato dei luoghi e sulle condizioni di stabilità del versante. La situazione geomorfologica ricostruita è riportata nell'Allegato B1; al fine di illustrare le condizioni dell'area è stata allegata un'ampia documentazione fotografica (Allegato B2) focalizzata sugli ambiti ritenuti più significativi.

Il corpo principale del movimento franoso presenta dinamiche attive nel settore sommitale, partendo dal coronamento a quota 534 m fino ad una quota di circa 470 m s.l.m.. L'individuazione del piede attualmente risulta difficoltosa in quanto l'area è stata interessata da movimenti terra nell'ambito della predisposizione della vasca 9 inf. e delle contestuali opere provvisorie di

regimazione delle acque superficiali. Anche il dissesto che si individua nell'impluvio orientato NNO-SSE posto lungo il fianco sinistro del corpo principale è da classificare come attivo. In particolare la scarpata principale della zona di distacco raggiunge quota 423 m s.l.m. ed il piede con i materiali mobilizzati nel recente passato si spinge fino a quota 352 m s.l.m.. In entrambi i casi si tratta di processi superficiali classificabili come colamenti lenti di terra, alimentati da materiali provenienti dalla zona della scarpata di distacco esposta al denudamento e all'instaurarsi di marcati fenomeni erosivi, con la conseguente formazione di strutture proto-calanchive.

La restante parte del corpo detritico, tenendo conto degli elementi di superficie e dei dati provenienti dal monitoraggio inclinometrico può essere classificata come una frana quiescente, attualmente in una fase dormiente (Cruden & Varnes, 1996). Si tratta di un deposito complesso la cui configurazione attuale è il risultato di successive fasi parossistiche di movimento che hanno coinvolto diverse porzioni dell'ammasso e non necessariamente l'intero corpo. Il quadro oltretutto è complicato dalla presenza di dissesti secondari che apportavano e localmente apportano materiali nel canale principale, con la conseguente necessità di un intero riequilibrio delle masse.

Gli inclinometri monitorati da alcuni anni in questo ambito hanno evidenziato come taluni settori siano interessati da dinamiche ad evoluzione estremamente lenta con piani di scivolamento che si attestano al contatto coltre/substrato o all'interno della coltre a cui si sommano localmente deformazioni superficiali riconducibili a fenomeni di soliflusso. In alcune porzioni invece non sono stati registrati movimenti.

I sondaggi a carotaggio continuo eseguiti in successive fasi di studio hanno permesso di ricostruire la geometria in profondità della copertura detritica. Gli spessori più contenuti (3,0 ÷ 4,0 m) si riscontrano in corrispondenza della zona di distacco e nella fascia mediana, fra le quote di 365 e 405 m s.l.m., individuabile come alveo di frana o area di transito. La zona di accumulo principale, come naturale in relazione agli antichi processi morfologici, è posizionata alla base del versante dove, in prossimità della S.S. n° 64 "Porrettana", si incontrano spessori di detrito di circa 20 m. Anche nell'ambito posto direttamente a monte del quinto settore in progetto, fino ad una quota di circa 470 m s.l.m., è emerso un settore di accumulo secondario che raggiunge spessori di 10,0 – 11,0 m, in rapida diminuzione spostandosi verso monte.

Per quanto riguarda i bacini irrigui B2 e B3 si inseriscono al margine sud-occidentale dell'area di scarica in ambiti non interessati dallo stoccaggio dei

rifiuti, ma ampiamente rimaneggiati dalle lavorazioni di riprofilatura post-coltivazione e di gestione dell'impianto. La morfologia originaria non risulta più leggibile; il rilievo di superficie ha evidenziato come i settori individuati per la realizzazione degli invasi non presentino problematiche di stabilità e l'attuale assetto, derivante dalle sistemazioni antropiche, presenti un buon equilibrio geostatico. Si evidenzia come a valle del bacino irriguo B2 sia presente un presidio strutturale rappresentato da due diaframmi di pali trivellati affiancati, da considerare un valido elemento di salvaguardia.

#### **4. DESCRIZIONE DELLE OPERE**

Come già esposto in premessa si tratta sostanzialmente di un nuovo settore limitrofo, ma non a contatto, con i settori esistenti, con caratteristiche di lavorazioni e quindi di fasi di cantiere del tutto analoghe a quanto già seguito in quasi trenta anni di attività; in sintesi si procede prima al movimento terra, poi alla esecuzione dei presidi strutturali, per finire con le impermeabilizzazioni e la rete di captazione e drenaggio del percolato. Oltre a ciò occorre provvedere alla costruzione di un nuovo tratto di viabilità di servizio per circa 1 km. e delle relative piazzole di scarico (vedasi la tavola 4 del Progetto Definitivo).

Di seguito si riporta una descrizione più dettagliata degli interventi che permette, unitamente agli schemi progettuali, una migliore individuazione degli stessi. Nella cartografia di Progetto Definitivo è stata indicato, in sovrapposizione, il perimetro rappresentativo delle aree di configurazione finale, ottenendo così due superfici diverse e non limitrofe che individuano chiaramente il Completamento del Terzo e Quarto Settore come prosecuzione dell'invaso vasca 8 in esercizio e l'utilizzazione con ottimizzazione dei profili del Quarto Settore; oltre, naturalmente, all'Ampliamento vero e proprio costituito dal Quinto Settore.

Occorre sottolineare come sia stata attivata e conclusa, di concerto con gli Enti Competenti, la procedura di aggiornamento della zonizzazione della Scheda Ca' dei Ladri sulla base dello studio geologico e come descritto e rappresentato in allegato specifico al presente Progetto Definitivo sotto la lettera H. La proposta di modifica tiene conto degli elementi emersi dal rilievo di superficie e dell'efficacia attesa dagli interventi di consolidamento e riassetto idrogeologico in progetto nella porzione sommitale e mediana del

versante e permette di giungere alla Zonizzazione della Carta delle Attitudini alle Trasformazioni edilizio-urbanistiche di un ambito posto direttamente a NE della Scheda Ca' dei Ladri dove ricadono buona parte delle opere in progetto. Alla luce del quadro ricostruito e delle valutazioni effettuate si è proposta una modifica alla Scheda Ca' dei Ladri che inserisce tutte le opere in progetto in Zona 5 "area di influenza" (artt. 9-10). In base a questa proposta le opere in progetto sono consentite, attenendosi alle prescrizioni riportate negli Artt. 9 e 10 delle Norme di Piano.

Al fine di accogliere le richieste integrative degli Enti Preposti il presente Progetto Definitivo vede variare il percorso del capofosso condotto nella zona sommitale al tracciato condiviso con gli Enti nel sopralluogo del 23/01/2012 ed ottimizzato nella seconda parte; vede cambiare la strada di servizio con eliminazione dell'interferenza con l'elemento naturale costituito dallo scolo secondario posto a nord del tracciato; vede il posizionamento e la ridefinizione delle opere di consolidamento del versante sulla scorta del contributo di un tecnico di settore che ha implementato il gruppo di lavoro e, come effetto indotto, vede aggiornate tutte le rappresentazioni – anche di configurazione finale – contenute nelle tavole e negli elaborati redatti. Il grado di approfondimento raggiunto è tale da conferire all'intero progetto la connotazione di "esecutività" richiesta.

#### **4.1 Criteri progettuali**

Nella progettazione di questo nuovo settore si sono seguiti gli stessi criteri che sono stati alla base della realizzazione dei settori esistenti, adattandoli alla specifica situazione morfologica ed apportando le necessarie modifiche particolari che l'esperienza di gestione e l'introduzione di nuove tecniche e metodologie hanno suggerito: esse garantiscono l'idoneità dell'impianto ad accogliere altri rifiuti urbani e speciali assimilabili aventi le caratteristiche di cui al punto 4.2.2 della Deliberazione 27 luglio 1984 del Comitato Interministeriale di cui all'art. 5 del D.P.R. 10/09/1982 n. 91 e successive modifiche ed integrazioni come meglio esposte nella specifica domanda amministrativa.

Dal momento che le componenti progettuali prioritarie si riferiscono essenzialmente al rapporto con la struttura geologica e l'idrografia superficiale ed alle modalità di impermeabilizzazione, la progettazione si è posta il problema principale di adottare, sia in fase di realizzazione che in fase di gestione, le tecniche costruttive e di conduzione più idonee a garantire la

massima sicurezza nei confronti della stabilità dei terreni e della protezione delle acque superficiali.

Si ritiene opportuno esplicitare di seguito le **linee-guida del progetto** e le ipotesi progettuali assunte a base del lavoro:

**a)** il comparto di progetto risulta soddisfare la capacità di stoccaggio previste nell'ampliamento generale della discarica secondo i disposti di Piano Provinciale, oltre alla naturale utilizzazione degli invasi esistenti ed in corso di esecuzione portati a completo esaurimento;

**b)** superamento delle caratteristiche morfologiche e geologiche con la necessità di raggiungere, con le strutture, lo strato di base inalterato per mezzo di fondazioni di tipo profondo in pali trivellati di medio diametro;

**c)** strutture di base del Quinto Settore di tipo scatolare con conformazione a "tunnel" con garanzia di sicurezza, funzionalità e stabilità, oltre a compartimentazione per mezzo di elementi strutturali intermedi su pali trivellati, del tipo in linea con muro a retta e pozzettone terminale di ispezione e controllo;

**d)** raccolta del percolato in area centrale, all'imbocco dei tunnel, con gruppo di vasche costituenti il serbatoio di raccolta del percolato in posizione dalla quale ne risulta funzionale ed agevole il prelievo e la gestione delle operazioni di manutenzione.

La struttura di base (rappresentata plani metricamente nella tavola n. 3 del Progetto Definitivo), per le proprie connotazioni dimensionali e tecniche costruttive, assolve diverse funzioni:

**a) funzione statica**, per garantire la stabilità del nuovo settore di discarica trasmettendo all'interno del substrato, dalle ottime caratteristiche geotecniche, le spinte indotte dall'ammasso dei rifiuti e impedendo conseguentemente l'innescio di eventuali fenomeni di scivolamento che si manifestassero lungo la superficie di contatto terreno-rifiuti;

**b) funzione di esercizio**, per assicurare la funzionalità dei dreni di fondo e della condotta principale di raccolta del percolato e rendere possibili eventuali operazioni di manutenzione e di monitoraggio dell'ammasso dei rifiuti;

**c) funzione di sicurezza**, per consentire, mediante apposite attrezzature, in virtù dell'accessibilità del manufatto scatolare e del pozzettone terminale interventi di consolidamento o di captazione drenante sui rifiuti nel caso si rendessero necessari.

#### **4.2. Descrizione delle opere principali**

Trattasi sostanzialmente di movimenti di terreno per la creazione degli invasi e di strutture in cemento armato di base con preparazione dei fondi per la successiva fase di impermeabilizzazione. Per la realizzazione delle opere in cemento armato (diaframma di base, diaframma intermedio, serbatoi e pozzettone) ci si avvarrà di normali cassetture in pannelli ed in tavole ove necessario (fatto salvo l'intradosso della copertura del tunnel da armarsi con pannelli piani precompressi di idonea portata), di calcestruzzi R'ck 150 (per i getti di pulizia), di calcestruzzi R'ck 300 S3 (per la platea di base del tunnel, per le travi di coronamento e per la platea di base del serbatoio) e di calcestruzzi R'ck 300 S4 per le rimanenti parti; le armature saranno in acciaio FeB44K ad aderenza migliorata controllato in stabilimento.

I movimenti di terra sono costituiti dallo scavo di sbancamento nei lotti previsti in modo da asportare la coltre superficiale di terreno ed addentrarsi nel materiale più consistente secondo le sezioni di scavo previste con adozione di una serie di banche e scarpate di fondo. Il terreno asportato verrà in parte riutilizzato all'interno dell'area per provvedere alla realizzazione delle arginature di contenimento ed ai rilevati stradali, in parte movimentato nell'ambito di discarica soprattutto in relazione al ripristino ambientale a cui al capitolo dedicato e nella rimanente quota dovrà essere caricato e trasportato ad idoneo sito autorizzato. Questa ultima modalità si prevede venga adottata per circa 39.800 mc così come determinato in specifico nel paragrafo 4.6.1 a cui si rimanda.

Le opere sono individuate planimetricamente nella citata tavola n. 3 del Progetto Definitivo (di cui si riporta uno stralcio nell'Allegato B alla presente) e vedono la prevalenza della categoria strutturale. In considerazione del tempo intercorso dalla prima presentazione i posizionamenti di alcuni elementi sono diventati effettivi in quanto realizzati nel corso del periodo estivo-autunnale dello scorso anno, con variazioni non sostanziali.

Era stata individuata dagli Enti una possibile incongruenza fra le tavole 9 e 16 di Progetto Definitivo (con riferimento anche agli aspetti emersi nella conferenza di presentazione dello stesso), che di seguito viene analizzata con valutazioni che derivano dalla sovrapposizione dei limiti di intervento, nella zona nord, fra i disposti del VIA 2009 e quelli oggetto di procedura. Occorre rimarcare come sia obbligata scelta progettuale quella di provvedere al recupero volumetrico del terzo e quarto settore in modo tale da poter attribuire al cronoprogramma delle attività di costruzione del quinto settore un discreto

grado di affidabilità in relazione alla garanzia di continuità del servizio di smaltimento. Il recupero volumetrico si esplicita in diverse zone di intervento e, soprattutto in direzione nord, ha inteso esaurire la risorsa fino al limite morfologico oppure al limite imposto dalla presenza del capofosso. Pertanto non siamo in presenza di una incongruenza e, del resto, il Progetto Definitivo odierno non può essere ricondotto ad ambiti areali disposti da un altro progetto che derivava da input completamente diversi; in altri termini il sovrapposto evidenza, e deve evidenziare, uno scostamento quale base necessaria per il recupero volumetrico richiesto; scostamento ricondotto alla posizione del capofosso come condivisa nel sopralluogo con gli Enti Preposti dello scorso 23/01/2012. Come esposto nelle integrazioni di novembre 2011 si era verificata un'incongruenza per mero errore materiale in una rappresentazione all'interno del SIA.

Ritornando al limite nord della zona che vede il "recupero del Terzo e Quarto Settore" e nel rispetto della nuova posizione adottata per il capofosso nella parte sommitale a fianco della vasca 9 up, si osserva come:

- per le ragioni poco sopra esposte il confine nord viene ricondotto alla linea d'acqua citata con la differenziazione che le condizioni locali determinano la conservazione della fascia di rispetto di 10 mt nella sola porzione riferibile alla vasca 9 comparto inferiore;
- nella porzione della vasca 9 up gli abbancamenti sono ricondotti al limite stesso del manufatto capofosso con protezione verso la contigua frana attiva per mezzo di berlinesi in micropali;
- nella porzione della vasca 9 inferiore il percorso del capofosso riacquisisce un andamento simile a quello naturale e vede pertanto adottata la fascia di rispetto.

#### **4.2.1 Strutture di base**

La struttura di base è costituita da un "tunnel" scatolare delle dimensioni interne di 2,20x2,20 dotato di fondazioni su pali trivellati  $\Phi$  800 con sovrastante muro di contenimento (vedasi tavola 6 per i dettagli dimensionali ed esecutivi); ha una lunghezza complessiva di ml. 47 e termina all'estremo con un pozzettone in cemento armato che costituisce elemento di aerazione e di monitoraggio. Il tunnel è protetto esternamente, nella zona di intersezione fra tale struttura e il corpo dei rifiuti, dal contatto con i possibili aggressivi chimici ed organici mediante un completo rivestimento con guaina in polietilene spessore di 2,0 mm. Si tratta di manto impermeabile sintetico

realizzato in polietilene copolimero modificato, armato in velo di vetro, ottenuto in monostrato con spalmatura diretta per estrusione in unico passaggio sulle due facce dell'armatura, avente elevata stabilità chimica ed ampio spettro di resistenza alle sostanze aggressive di percolamento, posato a secco e con saldatura per termo-fusione dei sormonti, con fissaggio meccanico per punti sotto le linee di sormonto dei teli e fissaggio dei bordi ed anche eventualmente intermedio con profili di acciaio. Nella parte interna del tunnel viene alloggiata la condotta di raccolta dei dreni di captazione del percolato, collegata a questi mediante appositi pezzi speciali; la condotta converge verso il pozzo di raccolta senza consentire - in virtù dell'interposizione di un sifone tipo "Firenze" sulla condotta principale - che i dreni vengano percorsi da correnti d'aria che possano favorire la precipitazione dei sali in soluzione e quindi l'incrostazione e l'otturazione delle condotte.

Tale condotta, realizzata in PEAD 160 mm, ha una pendenza di circa l'1% verso l'uscita e termina con un gruppo di regolazione idraulica con saracinesche, valvole a farfalla e collari di appoggio, che consentono l'immissione del percolato nei serbatoi di stoccaggio e tutte le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria. Questo sistema di captazione del percolato determina l'impossibilità del formarsi di battenti di percolato a fondo vasca in quanto, come di seguito specificato in altro paragrafo, la disposizione piano altimetrica dei sistemi adottati è tale da convogliare il percolato, per gravità, verso un insieme di vasche di raccolta collocate in adiacenza all'ingresso del tunnel e poste a quota inferiore, completamente interrato.

All'estremo del diaframma viene previsto un pozzettone di aerazione ed ispezione, delle dimensioni interne di m. 2,20x2,20; in elevazione tale manufatto verrà realizzato fino ad un'altezza di 1,00 m al di sopra del piano di coltivazione con protezione sommitale di sicurezza mediante griglia in acciaio zincato. A completamento e per aumentare il grado di sicurezza del sistema viene previsto un dreno di monitoraggio che corre longitudinalmente in adiacenza alla ciabatta di base del tunnel; esso è costituito da un tubo microfessurato fi 100 mm in PEAD inserito all'interno di un piccolo volume filtrante di ghiaietto, con la funzione di monitorare il fondo dell'invase di stoccaggio, tale dreno di sicurezza viene poi immesso all'interno del serbatoio del percolato con inserimento subito prima di un pozzetto di controllo della linea. I raccordi saranno flangiati per le tubazioni passanti con esecuzione di foro con carotatrice e perfetta sigillatura fra il telo in polietilene e gli elementi flangia e controflangia. All'interno del tunnel, al di sotto della condotta



principale, è disposta una cunetta in calcestruzzo con la funzione di raccogliere eventuali piccole dispersioni di percolato nelle fasi di manutenzione; tale cunetta va immessa con uno scarico di fondo nel serbatoio di stoccaggio.

L'impermeabilizzazione del manufatto "tunnel" è duplice essendo costituita da telo impermeabile in polietilene e da materassino bentonitico impermeabile con interposto tessuto non tessuto da gr. 500/mq; la porzione di manto impermeabile è sia a ridosso della struttura in cemento armato, sia a protezione del fondo, fino a risvoltare in scarpata ed ad ancorarsi secondo le usuali tecniche. Si tratta di una geomembrana composita bentonitica a base di bentonite sodica naturale, ottenuta per accoppiamento a sandwich di tre strati, con collegamento degli strati per mezzo di agugliatura meccanica di fibre, nella misura di circa 2,5 milioni al mq, passanti dallo strato superiore in tessuto non tessuto a quello inferiore, con garanzia di confinamento della bentonite e secondo le caratteristiche tecniche di Capitolato.

#### **4.2.2 Strutture di parzializzazione**

Il Quinto Settore, come già accennato, in ragione delle caratteristiche geometriche, della necessità di sezionamento strutturale e della parzializzazione funzionale del sistema di raccolta del percolato, prevede due coppie di vasche separate da diaframmi. Pertanto le vasche 12 e 13 si sviluppano a tergo di un diaframma palificato con sovrastante muro di sostegno in conglomerato cementizio armato di lunghezza ml. 70, con pozzettone terminale di aerazione ed ispezione; in elevazione il manufatto avrà una soletta di una altezza 2,70 m tale da intercettare in maniera significativa le azioni spingenti del cuneo di rifiuti su di esso convergenti ed idoneo alla definizione di un fondo vasca debitamente confinato. A tergo si sviluppa un'area impermeabilizzata, con il medesimo sistema drenante di base, con condotta principale di captazione che converge nel pozzettone dal quale viene direzionato ai serbatoi interrati per lo stoccaggio del percolato. Tale opera di sostegno ha le funzioni indicate nel capitolo precedente e viene prevista con fondazioni indirette su pali trivellati di 600 mm, armati per tutta la lunghezza; in ragione della sua collocazione piano altimetrica esso, a stoccaggi effettuati, è posto all'interno del volume di rifiuti, alla stregua di un diaframma di sostegno intermedio come già inseriti ed utilizzati nei settori eserciti ad oggi; pertanto andrà ad esercitare la funzione di captazione ed allontanamento dei percolati che convergono su di esso, con la precauzionale

protezione dei paramenti verso monte e del fondo con membrane impermeabili tipo Bentomat debitamente protette ed ancorate. Dal punto di vista dimensionale il paramento ha un'altezza pari a 2,70 ml con fondazione 2,50x0,80 come rappresentato nella tavola n. 6 di Progetto Definitivo.

Nella parte interna del diaframma viene alloggiata la condotta di raccolta dei dreni di captazione del percolato (vedasi tavola 7 di Progetto Definitivo con planimetria e particolari costruttivi delle opere e del fondo), collegata a questi mediante appositi pezzi speciali; la condotta converge verso il pozzettone terminale senza consentire, in virtù dell'interposizione di un sifone, che i dreni vengano percorsi da correnti d'aria che possono provocare, combinandosi con il metano, incendi od esplosioni o più semplicemente favorire la precipitazione dei sali in soluzione.

#### **4.2.3 Strutture di presidio**

Tale struttura è costituita, in questo comparto di 46.000 mq che determina il Quinto Settore, da diaframmi palificati lineari; hanno una lunghezza complessiva di ml. 155 e sono collocati immediatamente a valle della prevista strada interna di servizio; esercita funzione di opera di sostegno e contrasto nei confronti delle azioni di monte determinate mediamente dai circa 3 - 4 ml di coltre spingente evidenziata dalle indagini di campagna in tale area.

Sono dotate, naturalmente, di fondazioni profonde per mezzo di pali trivellati del diametro di 1000 mm posti ad un interasse pari a 150 cm e spinti fino ad una profondità di 20 ml secondo la ricostruzione stratigrafica e la caratterizzazione geotecnica omogenea a questa fase di progettazione definitiva, in relazione alla quale si rimanda allo specifico elaborato C.

#### **4.2.4 Gruppo serbatoi di stoccaggio percolato**

All'inizio del tunnel verrà realizzato un gruppo di serbatoi di stoccaggio del percolato (vedasi tavola 6 di Progetto), a camere di circa 30 mc di capacità ciascuna, per un totale di 320 mc utili, realizzato in conglomerato cementizio armato con dimensioni esterne assimilabili ad un rettangolo di ml. 17x10 ed altezza lorda interna di 2,60. Il manufatto è protetto con impermeabilizzazione sia internamente che esternamente: internamente sarà utilizzata una impermeabilizzazione cementizia elastoplastica dello spessore di mm. 2, ed esternamente si applicheranno pannelli bentonitici sia sul piano di posa della platea di base, sia sulle pareti laterali e su quelle verso monte che spiccano dal corpo principale e vengono a trovarsi controterra. Il percolato affluisce a

tale serbatoio mediante apposita condotta principale collocata all'interno dello scatolare precedentemente descritto; il sistema sarà dotato di collegamento di troppo pieno, con duplice condotta secondo un recente ulteriore criterio di sicurezza adottato in discarica, ai serbatoi limitrofi.

#### **4.2.5 Argini e rilevati in argilla**

Le strutture di base vedranno ai loro estremi liberi dei tratti di argini di contenimento in argilla che consentiranno di raggiungere le più prossime linee di displuvio. Inoltre in corrispondenza di tali elementi strutturali, laddove non viene raggiunto il terreno impermeabile per caratteristiche intrinseche, il progetto prevede l'asportazione della coltre ed il collocamento di materiale idoneo. Questi argini o rilevati saranno realizzati, previa la regolarizzazione del piano di posa, a strati successivi con materiale argilloso selezionato proveniente dagli scavi di sbancamento, materiale particolarmente indicato per le intrinseche caratteristiche fisico meccaniche. Nei fondi vasca e nella porzione basale di questi argini verrà adottato il materassino bentonitico impermeabile descritto nel paragrafo seguente.

#### **4.2.6 Impermeabilizzazione fondo vasca**

L'intera area di fondo e la prima porzione degli argini e sponde perimetrali saranno impermeabilizzate per mezzo di materassino bentonitico. In dettaglio le lavorazioni previste sono le seguenti: preparazione e compattazione del fondo vasca con collocazione delle condotte secondarie del percolato costituite da tubo PEAD microfessurato fi 100 a giunzioni termosaldate; questi ultimi ed il pacchetto drenante, costituito da 50 cm di idoneo materiale inerte con le caratteristiche chimico-fisiche di Capitolato, sono lavorazioni da porsi in essere nell'imminenza dell'entrata in esercizio onde evitare che il dilavamento superficiale delle scarpate possa convogliarvi materiale fine saturo. Viene protetta con impermeabilizzazione l'area a ridosso della struttura di base e di quella intermedia con risvolto sulle scarpate e fissaggio in apposita trincea; su tutto il fondo viene disposto uno strato di tessuto non tessuto prima della successiva posa del pacchetto drenante già richiamato. Nella tavola n. 7 sono riportate le reti di captazione percolato con le linee secondarie disposte sul fondo vasca ad un interasse di circa 10 ml e le linee principali costituite dagli stessi diaframmi su cui convergono; si ottengono aste drenanti per una lunghezza totale di circa 700 ml ed aree di fondo delle vasche di Progetto per un totale previsto di 4.500 mq.

Gli invasi di stoccaggio sono dotati di un sistema di impermeabilizzazione e raccolta del percolato rappresentato nella tavola 7; in essa è rappresentato un elemento aggiuntivo non determinato dalle verifiche di stabilità, che hanno dato tutte riscontro positivo, ma ritenuto idoneo per l'effetto indotto di sicuro incremento dei fattori di sicurezza. Si tratta di pozzi drenanti con base strutturale in ragione di quattro per ogni invaso; sono fondati su pali trivellati e vedono fuori terra un "bicchiere strutturale" di circa 2,1 ml sul quale appoggiano gli elementi costituenti il vero e proprio drenaggio verticale che viene realizzato in opera seguendo il crescere degli abbancamenti. La localizzazione di questi pozzi drenanti è direttamente connessa con gli scavi in fase di gestione e per questo verranno eseguiti, come già accaduto nella vasca 9 up in esercizio, quasi a ridosso della quota raggiunta dagli stoccaggi in modo da essere immediatamente funzionali agli stessi.

Per quanto riguarda l'innalzamento del livello occorre prima una disamina progettuale dei sistemi di captazione ed allontanamento del percolato. Il volume degli stoccaggi costituisce, a tutti gli effetti, in ragione delle proprie caratteristiche geomeccaniche, un corpo filtrante ed è ulteriormente dotato, in fase di gestione, di un doppio sistema di intercettazione posto su due piani: con una serie di pozzi verticali, in anelli di cemento circondati da ghiaia, si crea il sistema principale, mentre con elementi disposti sul piano orizzontale e costituiti da setti drenanti radianti che convergono su tali pozzi si determina il sistema secondario. In questa maniera il metodo adottato presidia diffusamente l'ammasso dei rifiuti per poi convergere il liquame verso il fondo vasca o perché le torri verticali insistono direttamente su di esso o perché vi sono collegate dai dreni di parete che collegano la base del pozzo allo strato di fondo. A questo punto incontriamo uno strato drenante di fondo di spessore circa 50 cm che accoglie il percolato e lo veicola, attraverso le condotte fessurate in pead di fondo, verso la condotta principale che conduce al serbatoio del percolato. Questo sistema è "a gravità" con accumulo del percolato nelle vasche apposite poste in posizione depressa rispetto al fondo vasca; pertanto, in condizioni normali, si può affermare come non si possa verificare alcun accumulo del livello nel fondo.

In un caso eccezionale, come rendicontato nell'analisi del rischio (vedasi paragrafo 6 pag. 52 di detto documento) sono state prodotte 1286 ton dal gruppo di serbatoi 4, 5, 6, e 7 in un solo mese (dicembre 2008) con una media giornaliera di 41,4 ton/giorno. Nel caso (mai verificatosi fino ad oggi negli oltre 25 anni di gestione della discarica) venga ad esaurirsi la capacità del

serbatoio, si deve provvedere alla chiusura della condotta principale a monte del contenitore per mezzo di valvola di chiusura collegata ad un sensore di livello. Solo in questa condizione viene utilizzato il fondo vasca come deposito temporaneo di percolato in quanto elemento del tutto intercluso e protetto – sia per preciso input progettuale che per tecnica costruttiva – e quindi non vulnerabile. Le operazioni di manutenzione e la necessità di fare fronte ad eventi meteorologici particolarmente avversi – condizione sicuramente più gravosa – determinano una risorsa volumetrica interna alla vasca in coltivazione con valori massimi di percolato pari a circa 1 m (dato esposto a pag. 48 dell'analisi del rischio).

Un ulteriore elemento desunto dal documento citato individua come per il raggiungimento di un livello di percolato pari ad 1,00 mt sul fondo vasca occorra una chiusura della condotta principale per un periodo di tempo pari ad addirittura 14,5 giorni in un ipotesi di produzione di 82,9 ton/gg, produzione doppia rispetto alle eccezionali 41,5 ton/giorno verificatesi, come detto, nel dicembre 2008, in un fondo vasca pari a 1200 mq.

Il dato di 41,5 ton riguarda il percolato prodotto dall'intero 3° settore e non dalla singola vasca in coltivazione, pertanto i dati utilizzati per le valutazioni risultano, a nostro avviso, ampiamente cautelativi.

Come diretta conseguenza di queste considerazioni appare evidente come il livello di percolato adottato nelle verifiche di stabilità sia largamente superiore ad ogni accadimento che possa succedere nella gestione operativa delle vasche di stoccaggio.

### **4.3 Descrizione delle opere complementari**

Naturalmente, trattandosi dell'Ampliamento di una discarica per rifiuti anche se non pericolosi, il corpo principale del progetto è rappresentato dal comparto di stoccaggio, individuato, sostanzialmente, nel Quinto Settore. Per questo motivo gruppi di opere direttamente connesse con la creazione degli invasi e che assumono una discreta valenza progettuale sono comunque inseriti nell'ambito di questo capitolo che intende descrivere le opere complementari. Siamo in presenza di diversi gruppi di opere sinteticamente riferibili alla viabilità di servizio, al consolidamento, alla creazione di invasi irrigui ed alla definizione dell'elemento capofosso.

#### **4.3.1 Strada di servizio**

Occorre provvedere alla realizzazione del nuovo tracciato viario – per circa 920 ml – che consente di attivare le piazzole di scarico previste e funzionali agli abbancamenti delle vasche contraddistinte dai codici da 10 a 13. Sono previste due piazzole sommitali poste rispettivamente a quota 418,50 e 404,50, in posizione decrescente da nord verso sud secondo la conformazione finale del Quinto Settore. Questo percorso stradale, con caratteristiche di carreggiata tali da consentire il doppio senso di marcia, rappresenta la nuova viabilità di servizio ed è collegato alla base della vasca 9, dalla piazzola 403 in poi, per mezzo di una pista bianca di servizio – con sviluppo di circa 310 ml - che presenta pendenze discretamente più elevate e quindi non consente un percorso ad anello. Pertanto gli ambiti di coltivazione previsti dal presente progetto, si governano, fatto salvo le piazzole intermedie di scarico delle quali si relaziona più avanti, dal tratto stradale trasversale alla pendice posto a monte. Il percorso stradale viene ottenuto per mezzo di cassonetto stradale con pacchetto di sottofondo, opportunamente scaricato ogni 20-30 ml con dreni secondari di servizio, costituito da 30 cm di inerte tipo 40/70 e 10 cm di stabilizzato; è prevista, dopo l'assestamento ed il ricarico, la realizzazione di uno strato di collegamento superiore in conglomerato bituminoso tipo binder. A fianco del pacchetto stradale viene disposta la banchina laterale e le cunette in terra di scolo, a forma trapezia, che raccolgono le acque meteoriche e le convergono verso la rete idraulica di superficie esistente, per mezzo anche di alcuni tombini stradali ed attraversamenti.

La strada di servizio di progetto, in accoglimento delle richieste integrative, è stata modificata con arretramento verso sud del tracciato in modo tale da non interferire con lo scolo secondario a nord del quinto settore. Per rendere possibile la variazione senza aumentare la pendenza ed i raggi di curvatura (direttamente connessi con il limite proprio dei mezzi di conferimento ad esclusione di percorrenza assistita cioè ottenuta con un mezzo trainante) si è dovuto inserire un tornante successivo, verso gli stoccaggi della vasca 13, con arretramento in rientro del limite degli stessi. Altri effetti indotti con inserimento di maggiori rilevati nel tratto precedente sono individuati nelle tavole 4 e 5 di Progetto Definitivo. Tale adozione progettuale consente di vedere verificata la fascia di pertinenza di 5 metri, oltre alla salvaguardia e tutela dell'elemento naturale costituito da tale scolo e dalla vegetazione presente.

Il profilo longitudinale e le sezioni trasversali evidenziano movimenti di terreno, rispetto alla costruzione di questa viabilità, di una certa consistenza, anche significativi in relazione al tratto in rilevato resosi necessario per l'eliminazione del tornante stradale che coinvolgeva il fossetto di scolo laterale; infatti sono portati a computo 9.429 mc di sterro e 31.288 mc di rilevato stradale che determinano mediamente movimenti terra per circa 35 mq per metrolineare.

#### **4.3.2 Opere d'arte relative alla strada di servizio**

Si tratta della realizzazione di opere che diano garanzia di affidabilità al percorso stradale che è l'unico percorribile per raggiungere le piazzole di scarico; ne consegue che l'integrità nel tempo di tale tracciato è presupposto di certezza della continuità del servizio. Si adottano gabbionate di sottoscarpa in pietrame con tipologia ad uno e due ordini, dotate generalmente di fondazioni profonde in pali trivellati di piccolo diametro. Queste consentono la protezione del piede delle scarpate nei tratti in cui il percorso stradale incide su situazioni morfologiche e litotecniche che consigliano l'adozione di opere strutturali di presidio. Laddove le gabbionate sono portate a protezione di tratti di percorso stradale in pendenza, con andamento ad essa parallelo, tali opere sono ricondotte a seguire l'andamento morfologico di progetto per mezzo di una serie successiva di salti di quota che permettono anche un gradevole inserimento ambientale.

Le gabbionate sono in pietrame costituite da una tipologia esecutiva a tre ordini per le due opere d'arte a monte strada previste laddove la strada incide il profilo di stato di fatto con sbancamento di altezza media 3,5 mt; la fondazione è del tipo diretta continua ed è pertanto costituita da trave in cemento armato con dimensioni un poco superiori alla larghezza del primo ordine, con altezza di ciabatta di 40 cm. A tergo viene collocata una condotta drenante in polietilene a doppio corpo protetta da un bauletto in ghiaietto del tipo 10/12.

Il deflusso delle acque meteoriche superficiali di tipo stradale è favorito da cunetta semicircolare a monte e cunette in terra con relativi tombini stradali per mezzo di pozzetti prefabbricati in c.a.v. ed attraversamenti in condotte doppio corpo debitamente allettate.

#### **4.3.3 Piazzole di scarico**

L'attività di conferimento nel comparto di progetto viene garantita, oltre che dalle consuete piazzole provvisorie in fase di esercizio, dalle citate piazzole

sommitali poste a quota 418,50 e 404,50; esse sono protette a valle da muro di sostegno disposto con conformazione a linea spezzata per circa 60 ml ciascuna.

Le piazzole permettono le operazioni di manovra dei mezzi di conferimento oltre all'avvio delle fasi di lavorazione, di accumulo e di triturazione dei rifiuti solidi urbani; per questo motivo il fondo delle aree viene dotato di un pacchetto di inerti di maggiore dimensione e costituito da uno strato di base, di circa 35 cm, in massiciata di pietrame ricavata dalla demolizione dei trovanti litoidi rinvenuti nelle operazioni di sbancamento, da un intasamento costituito da 25 cm di inerte tipo 40/70 e da uno strato superiore di 10 cm di stabilizzato. Si ottiene un pacchetto dello spessore di circa 70 cm pienamente idoneo a sopportare le operazioni descritte senza subire deformazioni o rifluimenti caratteristici di spessori inferiori.

Naturalmente sono le piazzole di scarico realizzate in fase di gestione a seguire il “crescere” degli abbancamenti; nel nostro caso ne sono previste otto, due per ciascun invaso, in posizione altimetricamente tale da ottenere intervalli quasi regolari e da consentire postazioni di scarico non eccedenti i 20 ml di dislivello con i fronti di RSU coltivati. Essendo collocate al bordo della relativa vasca di stoccaggio esse possono essere raggiunte con percorsi interni resi funzionali allo scopo; nel nostro caso ci si avvale della viabilità principale di servizio e di rami di penetrazione che da essa si distaccano.

#### **4.3.4 Lavorazioni relative al capofosso**

Il reticolo delle acque superficiali si determina dal fatto che è stata ridefinita, in ultimo nel sopralluogo degli Enti dello scorso 23/01, una linea d'acqua principale denominata “capofosso” con rango superiore rispetto agli altri scoli. Pertanto la individuazione planimetrica deriva da un percorso condiviso con gli Enti che ha condotto, in alcuni tratti, ad un tracciamento diverso e distinto dai meri ambiti di impluvio; questo ha determinato l'intervento progettuale di definizione delle lavorazioni in diretta connessione alle problematiche locali, come di seguito descritto. Si è tenuto conto, in primo luogo, della situazione esistente, sia per quanto riguarda le linee d'acqua, sia per quanto riguarda le zone potenzialmente instabili, sia per quanto riguarda le opere di sostegno già presenti (diaframmi, gabbionate). Inoltre si è tenuto conto del futuro assetto morfologico del terreno conseguente al completamento delle vasche di stoccaggio 9 up e 9 inf e delle relative opere, nonché della realizzazione del V settore. Nella definizione del tracciato del capofosso si è poi considerata la



posizione delle opere previste nel progetto di consolidamento delle zone instabili, in modo tale da non interferirvi.

Nella porzione superiore il capofosso, allo stato attuale, converge verso il lato settentrionale della Piazzola 507 dove recepisce anche l'afflusso delle cunette in terra che governano l'area limitrofa. Da questa zona esso si approssima alla dorsale secondaria che separa l'invaso della vasca 9 con il contiguo bacino che vede movimenti di massa attivi nella parte sommitale del vasto impluvio morfologico che caratterizza il confine settentrionale dell'area di scarica. Lungo tale dorsale il capofosso si sviluppa per circa 70 m per poi aprirsi verso nord; questo tratto ad acclività accentuata, vede sia la necessità di protezione per scalzamento al piede a causa dell'arretramento dei lembi laterali di frana, sia la necessità di spalla verso i previsti abbancamenti di rifiuti. Allo scopo di assolvere ad entrambe le funzioni ci si è avvalsi di un percorso protetto con semplice e doppia protezione in micropali, disposti a scalare lungo la linea citata e fondo artificiale in soletta di cemento armato debitamente dotato di rampe in pietrame e protezioni in massi per consentire la riduzione dell'energia di scorrimento e un migliore impatto visivo. Il tutto è rappresentato nelle tavole dalla 13 alla 13f di Progetto Definitivo dove sono individuate le sezioni ed i profili e sono rappresentati i particolari costruttivi che consentiranno di dare esecutività all'opera. Naturalmente sono sempre assolte le verifiche idrauliche di merito (vedasi in proposito paragrafo dedicato).

Lungo il tracciato del capofosso si rendono necessari due attraversamenti stradali nelle intersezioni con la strada interna di servizio e con la pista di manutenzione, che sono previsti con tronchi di tubazione in acciaio zincato ondulato ad elementi di diametro interno 1000 e 1200 mm disposti con la pendenza indicata che garantisce lo smaltimento di una portata massima e quindi vede verificati gli eventi critici.

Il tracciato di progetto e le relative opere di stabilizzazione e sostegno si possono suddividere in cinque tratti, da monte verso valle e con riferimento alle Tavole citate.

Primo tratto: punto "A" – briglia "B8" (lunghezza 97 m)

L'inizio del progetto è individuato dal punto "A" nella Tavola 13/b, poco a monte della piazzola 507, dove esiste già un fosso naturale. Dopo aver lambito la piazzola 507, in corrispondenza della quale riceverà il contributo del fosso di guardia esistente F1.21, il capofosso in progetto scorrerà per una lunghezza di 75 m circa nell'impluvio delimitato a sinistra dal rilievo naturale esistente e a destra dagli abbancamenti della vasca 9 sup, che sono stati

leggermente arretrati rispetto al progetto iniziale in modo da lasciare spazio alla realizzazione e al mantenimento della linea d'acqua. La posizione di questo tratto del capofosso coincide con quella concordata sul posto con gli Enti competenti nello scorso mese di gennaio.

In questo primo tratto la sezione trasversale sarà realizzata mediante scavo di terreno e rivestimento del fondo e del piede delle sponde in pietrame di grossa pezzatura proveniente dalla discarica (sezione tipo B), accuratamente selezionato e battuto nel terreno con escavatore meccanico. La forma della sezione sarà trapezia, con larghezza alla base di 1,00 m, altezza 1,00 m e pendenza delle sponde 1:1 (quindi larghezza in superficie pari a 3,00 m). Queste dimensioni si adotteranno per la realizzazione dell'intero capofosso e sono in grado di far defluire correttamente i deflussi di piena attendibili.

Per diminuire la pendenza del fondo, attualmente molto elevata, e stabilizzare il canale sia nei confronti dei fenomeni erosivi legati al deflusso della corrente, sia nei confronti di eventuali scalzamenti frontali e laterali legati a eventuali fenomeni di dissesto del versante, si prevedono ad integrazione dell'esistente le seguenti opere:

- n°8 briglie in gabbioni (B1 – B8), su pali, a 3 ordini, altezza salto pari a 2 m, protezione al piede in pietrame di grossa pezzatura, gaveta di forma trapezoidale di dimensioni identiche a quelle della sezione trasversale, con copertina in calcestruzzo liscio (v. Tavola particolari). Le briglie saranno posizionate a interasse variabile da 10 a 20 m, secondo quanto riportato nel profilo longitudinale di Tavola 13/d.
- n°1 rampa in pietrame (R1), altezza salto pari a 1 m, da eseguirsi in corrispondenza del punto "A" iniziale come da disegni esecutivi.
- n°1 diaframma di protezione laterale, in c.a. su pali, avente lunghezza di 6 m e posizionato a continuazione verso monte dei due diaframmi similari esistenti (v. planimetria di Tavola 13/b).
- n°1 tratto protetto di lunghezza 24 ml, tra le briglie B6 e B7, con fondo artificiale in soletta di c.a. su micropali, sponde in calcestruzzo, rivestimento fondo e sponde in pietrame annegato nel calcestruzzo.

#### Secondo tratto: briglia "B8" – punto "B" (lunghezza 172 m)

In questo tratto l'andamento dell'asse del capofosso si mantiene inizialmente parallelo alla futura vasca 9 inf, ad una distanza di almeno 10 m dagli abbancamenti; al termine della vasca l'asse del fosso lascerà la linea di massima pendenza per dirigersi verso Sud, ossia verso la zona sottostante la vasca 7.

La sezione trasversale sarà realizzata nel primo tratto, fino alla sezione 8, mediante scavo di terreno e successiva profilatura e battitura con escavatore fino al conferimento della forma trapezia, con larghezza alla base di 1,00 m, altezza 1,00 m e pendenza delle sponde 1:1 (sezione tipo "A"). Tra le sezioni 8 e 9 la sezione sarà realizzata secondo la tipologia "B", ovvero in terra con rivestimento in pietrame sul fondo e al piede delle sponde. Dalla sezione 9 al punto B la sezione sarà eseguita mediante scavo di terreno, profilatura e successivo rivestimento con geotessuto impermeabile antierosivo tipo TRENCHMAT o similare, accuratamente posato e fissato con staffe metalliche a U. Sul fondo e al piede delle sponde si eseguirà un getto di calcestruzzo nel quale saranno collocati ciottoli di media pezzatura come protezione del fondo alveo. Le dimensioni interne della sezione dovranno essere sempre di 1,00 m alla base, 1,00 m di altezza e 3,00 m di larghezza in superficie. Questa tipologia di sezione è stata denominata "tipo C", è del tutto analoga a quella eseguita nell'ambito dei lavori di sistemazione idraulica delle vasche 4 e 5 all'interno della stessa discarica ed ha lo scopo di evitare infiltrazioni d'acqua nel terreno sottostante, che potrebbe in questa zona essere soggetto a fenomeni di instabilità.

Per diminuire la pendenza del fondo nei tratti più ripidi e stabilizzare l'alveo, sono poi state previste le seguenti opere:

- n°2 briglie in gabbioni (B9, B10), su pali, a 3 ordini, altezza salto pari a 2 m, protezione al piede in pietrame di grossa pezzatura, gaveta di forma trapezoidale di dimensioni identiche a quelle della sezione trasversale, con copertina in calcestruzzo liscio. Le briglie saranno posizionate secondo quanto riportato nel profilo longitudinale di Tavola 13/d.
- n°2 rampe in pietrame (R2, R3), altezza salto pari a 1 m, da eseguirsi in corrispondenza della sezione 5 e del punto "B" (v. tavola 13/b) come da disegni esecutivi.

#### Terzo tratto: punto "B" – attraversamento strada di servizio (lunghezza 246 m)

In questo tratto l'andamento planimetrico dell'asse del capofosso ha subito la maggiore variazione rispetto al progetto precedente del giugno 2011; la nuova posizione è stata stabilita dopo un attento studio della morfologia del terreno aggiornata in base ai nuovi rilievi topografici eseguiti, delle zone soggette a possibile dissesto, delle opere di sostegno presenti e delle interferenze con la futura viabilità di accesso al V settore.

Il tracciato stabilito si ritiene la soluzione migliore in quanto sfrutta opere di sostegno già presenti, evita la zona maggiormente suscettibile a dissesti, lasciando nel contempo spazio alla realizzazione degli interventi di consolidamento, e non interferisce con la sottostante strada di accesso al V settore.

A partire dal punto “B” il nuovo tracciato si sviluppa dunque al di sotto della viabilità esistente al piede della vasca 7 fino alla sezione 15 (v. tavola 13/c); di qui cambia direzione disponendosi lungo la linea di massima pendenza fino a riprendere il tracciato originario del capofosso in corrispondenza del sottoattraversamento della strada di servizio, tra le sezioni 16 e 17.

Dal punto “B” alla sezione 15 la sezione sarà realizzata secondo la tipologia “C” descritta in precedenza (con geotessuto impermeabile e fondo in calcestruzzo e ciottoli), in modo da limitare al massimo possibili infiltrazioni d’acqua verso la zona sottostante, ad eccezione del tratto che corre sui due diaframmi in c.a. esistenti, che sarà realizzato secondo la tipologia “E”. Questa tipologia di sezione prevede la realizzazione di 4 diaframmi in c.a. su pali a “chiusura” dei due diaframmi esistenti, la realizzazione di una soletta di collegamento e la sovrastante costruzione di una sezione trapezoidale in calcestruzzo rivestita con pietrame. La parete esterna della struttura, in vista, sarà rivestita con tavole di legno.

Dalla sezione 15 al sottopasso della strada di servizio la sezione del capofosso sarà realizzata con la tipologia “B”, ossia in terra con rivestimento fondo e piede sponda in pietrame.

Per diminuire la pendenza del fondo e stabilizzare il canale nel tratto più ripido (sezione 15 – sottoattraversamento strada) e per completare il sostegno laterale al fosso lungo il tratto meno inciso (B – sezione 15), si prevedono le seguenti opere:

- n°1 briglia in gabbioni (B11), su pali, a 3 ordini, altezza salto pari a 2 m, protezione al piede in pietrame di grossa pezzatura, gaveta di forma trapezoidale di dimensioni identiche a quelle della sezione trasversale, con copertina in calcestruzzo liscio.
- n°6 rampe in pietrame (R4 – R9), altezza salto pari a 1 m (2 m per la R4), da eseguirsi in corrispondenza del tratto più ripido (R5 – R9) e al termine del tratto protetto sui diaframmi esistenti (R4). Il posizionamento di tali rampe è visibile nella planimetria di Tavola 13/c e nel profilo longitudinale di Tavola 13/e.

- n°4 gabbionate di protezione laterali, a un ordine, su pali, aventi lunghezze di 15 e 10 m e posizionati come nelle planimetrie di Tavola 13/c.
- n°1 gabbionata di protezione e sostegno laterale, a due ordini, su pali, realizzata a moduli adiacenti di lunghezza 5 m posti lungo la linea di massima pendenza con fondazione a quota diversa per ogni modulo, in modo da seguire l'andamento del terreno. Questa gabbionata è prevista nel tratto più ripido, tra le rampe R8 e R9 (v. Tavola 13/c).

Per quanto riguarda il sottoattraversamento stradale, si prevede una condotta circolare di diametro 1 m fissata all'imbocco e allo sbocco a due manufatti in c.a. con salti di fondo.

Quarto tratto: attraversamento strada di servizio – imbocco sottopasso strada V settore (lunghezza 181 m)

In questo tratto il capofosso si mantiene esterno all'area di ampliamento del V settore, disponendosi lungo la linea di massima pendenza fino all'immissione del fosso esistente F1.27; di qui il tracciato cambia direzione e si dirige verso la struttura in c.a. con salto esistente a lato della strada interna, a valle della sezione 22 (v. Tavola 13/c).

Lungo questo tratto la sezione del capofosso sarà realizzata con le tipologie "A" (in terra) e "B" (con rivestimento fondo e piede sponde in pietrame) per i tratti più ripidi.

Per diminuire la pendenza del fondo e stabilizzare il canale nei tratti più ripidi, si prevedono inoltre le seguenti opere:

- n°6 briglie in gabbioni (B12 – B17), su pali, a 3 ordini, altezza salto pari a 2 m, protezione al piede in pietrame di grossa pezzatura, gaveta di forma trapezoidale di dimensioni identiche a quelle della sezione trasversale, con copertina in calcestruzzo liscio.
- n°1 rampa in pietrame (R10), altezza salto pari a 1 m, da eseguirsi in corrispondenza dell'immissione del fosso esistente F1.27 (v. tavola 13/c).

Quinto tratto: sottopasso strada V settore – punto "C" (lunghezza 134 m)

In questo tratto il tracciato del capofosso coincide in gran parte con quello del fosso esistente, realizzato con un canale semicircolare in acciaio ondulato (tipo Finsider) di diametro 1300 mm fissato su 3 strutture a pozzo, in c.a. con salto di quota (v. tavola 13/c). Questo tratto di canale appare ben conservato, idraulicamente efficiente ed in grado di smaltire correttamente i deflussi di piena attendibili.

All'inizio di questo tratto si realizzerà il sottoattraversamento della strada in progetto di accesso al V settore, mediante sostituzione del canale semicircolare con una condotta circolare chiusa di diametro 1200 mm e lunghezza 20 m, fissata a monte al pozzo di salto esistente e a valle ad un manufatto di sbocco di nuova realizzazione.

A valle del pozzo di salto inferiore si realizzerà un nuovo tratto di fosso di collegamento con il reticolo idrografico naturale esistente, che avverrà nel punto indicato con "C" nella Tavola 13/c e che costituisce il termine del progetto. Questo nuovo tratto avrà una lunghezza di 20 m e la relativa sezione trasversale è prevista di tipo "B" (con rivestimento fondo e piede sponde in pietrame).

Il pozzo di salto inferiore sarà modificato realizzandovi un rialzo di altezza tale da costituire un piccolo scolmatore di piena: in condizioni normali o in caso di portate di piena frequenti tutto il deflusso idrico si manterrà entro il capofosso e sarà direzionato verso il punto C; qualora si verificasse un evento di piena eccezionale, l'eccesso di portata oltrepassa il rialzo e confluisce nel fosso esistente, giungendo al Fiume Reno per altra via (tombamento esistente).

In questo modo si alleggerisce il contributo di piena in arrivo al sottoattraversamento della SS Porrettana, che potrà così sempre funzionare in maniera idraulicamente corretta.

Pertanto il Progetto Definitivo prevede lavorazioni di sistemazione idraulica delle linee d'acqua con particolare riferimento a quella denominata "capofosso". In questo ambito di intervento, dal punto di vista tecnico, l'adozione di massi intasati con cls, sia nelle briglie che nel fondo, è finalizzata alla garanzia di durata nel tempo del manufatto in stretta relazione con le azioni dinamiche ed erosive della corrente. In tutta evidenza tale azione è tanto maggiore quanto maggiore è l'energia nel punto o nel tratto in esame che, a sua volta, è direttamente proporzionale alle caratteristiche geometriche in termini di pendenza longitudinale, essendo, in questo caso, la sezione costante. Pertanto si è provveduto (vedasi tavole 13/a – 13/f) ad eliminare la presenza del legante in tutte quelle localizzazioni non soggette a tale problematica, mentre si è mantenuta la tipologia rappresentata nella tavola 13 di Progetto Definitivo solo per quegli elementi puntuali o lineari di una certa vulnerabilità.

#### **4.3.5 Lavorazioni relative ai bacini irrigui**

L'analisi tecnica condotta dal Dott. Donini ha individuato come misura progettuale necessaria la creazione di una risorsa idrica di almeno 6.000 mc, in modo tale da garantire l'attecchimento e la conservazione delle specie arboree ed arbustive. La richiesta è stata assolta per mezzo di due invasi irrigui individuati nella tavola 20 di Progetto Definitivo e collocati in aree di risulta all'interno della recinzione esistente oltre al bacino B1 posto al piede del Quinto Settore.

La scelta di più elementi favorisce l'inserimento ambientale degli invasi ed è tale da consentire un migliore presidio delle aree soggette a sistemazione ambientale, oltre ad essere omogenea sia alla risorsa idrica del bacino ad essi afferente sia alle necessità di costruzione in parallelo al grado di chiusura dei settori di stoccaggio. Le lavorazioni che ne prevedono la costruzione si riferiscono sostanzialmente a movimento terra (preparazione dei piani ed arginature di bordo) ed impermeabilizzazione corredate dai necessari collegamenti funzionali alle più prossime vie d'acqua.

Occorre precisare come nella fase di progettazione preliminare, in effetti, il gruppo di lavoro aveva preso in considerazione anche la possibilità di realizzare invasi per sbarramento in alternativa agli invasi di versante poi proposti. La scelta si è basata sulla valutazione tecnica degli aspetti favorevoli e delle problematiche indotte soprattutto in relazione al grado di vulnerabilità dell'opera. Nel contesto geologico e morfologico dell'area in esame non sono presenti impluvi con una caratterizzazione geometrica favorevole in relazione alla necessaria ridotta lunghezza lineare dello sbarramento, alla tenuta del piano di imposta e delle spalle ed al valore di altezza da conferire per determinare a tergo la risorsa volumetrica necessaria; oltretutto l'analisi del rischio – in questo contesto – è nettamente sfavorevole in quanto determina la costruzione, nel confronto, di un'opera certamente più vulnerabile in relazione a possibilità di cedimento ed effetti indotti.

Per quanto riguarda il posizionamento del bacino B1 si è provveduto ad una individuazione in sito in modo tale da leggere sul posto l'interferenza con l'area boscata; il sopralluogo congiunto con il Dott. Donini ha portato ad individuare, nell'area di sedime dell'opera pari a circa 0,19 ettari, non una vera e propria area boscata, ma una radura con arbusti e pochi elementi arborei di ridotte dimensioni (roverella, pino, ...etc). Per contro l'andamento dell'area boscata, perimetrata ai sensi dell'art. 7.2 del PTCP, unitamente al disposto di Progetto Definitivo in relazione soprattutto alla strada di servizio, non permette

uno spostamento al di fuori di essa che dovrebbe tradursi in una traslazione in direzione N-NE per circa 90 ml, in quanto – perlomeno – non vi rimane lo spazio residuo per il bacino previsto. E questo senza considerare che in tale direzione il versante risale con gradiente di circa il 16% allontanandosi pian piano dalla naturale sede morfologica che lo vede collocarsi – come da disposti di Progetto – nella porzione basale sub-pianeggiante. Si dispone comunque il salvataggio a zolla intera di una roverella di circa 15 anni di età ora posta nel bordo meridionale con reimpianto immediato in area limitrofa.

#### Bacino B1

Tale invaso si trova ai piedi del futuro V settore, ad una quota di 356 m s.l.m. (quota fondo invaso di progetto), ed ha una capacità di massimo invaso pari a 2.500 mc con una profondità massima di 2,50 m. L'alimentazione è prevista tramite due piccole opere di derivazione: una dal futuro fosso F1.44, proveniente dal V settore, e una dal capofosso. Gli scarichi superficiali e di fondo del bacino perverranno al medesimo fosso F1.44, e di qui al capofosso, tramite apposito canale rappresentato nelle tavole grafiche.

#### Bacino B2

Il bacino B2 si trova nell'area compresa tra la vasca 4 e la strada interna alla discarica, a quota 428 m s.l.m. (quota fondo invaso di progetto), ed ha una capacità di massimo invaso pari a 3.000 mc con una profondità massima di 2,50 m. L'alimentazione è prevista tramite una derivazione dal fosso naturale F6. Gli scarichi superficiali e di fondo perverranno al fosso F6.3 tramite apposito canale, di qui al fosso F6.2 e quindi nuovamente al fosso F6.

#### Bacino B3

Il bacino B3 si trova a Sud della vasca 8, nella zona alta della discarica, a quota 479 m s.l.m. (quota fondo invaso di progetto), ed ha una capacità massima di invaso pari a 1.250 mc con una profondità massima di 2,50 m. L'alimentazione è prevista direttamente dal fosso di guardia di monte F6.11; gli scarichi superficiali e di fondo perverranno al fosso F6.8 tramite apposito canale e di qui al fosso naturale F6.

Tutti i bacini saranno realizzati mediante lavorazioni di scavo e riporto di terreno, con formazione di argini di bordo di altezza 3,00 m rispetto alla quota di fondo invaso e larghezza del coronamento pari a 2,00 m. Per gli argini di valle del bacino B2 sono previste 3 gabbionate su pali di presidio al piede. Nelle tavole grafiche è possibile osservare sia la sezione progettuale tipo, sia le sezioni effettive di progetto di ciascun bacino.



L'impermeabilizzazione è prevista mediante strato di argilla compattata di spessore pari a 1,00 m e sovrastante pacchetto di impermeabilizzazione con T.N.T. come da disegni di cui alle tavole di progetto.

Nella tabella sottostante si riassumono le caratteristiche generali, volumetriche e idrografiche principali di ciascun invaso.

<b>BACINO</b>	<b>QUOTA FONDO (m s.l.m.)</b>	<b>PROFONDITÀ MAX. INVASO (m)</b>	<b>SUPERFICIE MAX. INVASO (mq)</b>	<b>VOLUME MAX. INVASO (mc)</b>	<b>CORSO D'ACQUA DI ALIMENTAZIONE</b>	<b>CORSO D'ACQUA DI SCARICO</b>
<b>B1</b>	356	2,50	1.000	2.500	F1.44 – capofosso	fosso F1.44
<b>B2</b>	428	2,50	1.200	3.000	fosso F6	fosso F6.3
<b>B3</b>	479	2,50	500	1.250	fosso F6.11	fosso F6.8

Il **sistema di alimentazione** è identico per ciascun bacino e prevede nell'ordine due vasche in calcestruzzo (una di sedimentazione e una di sollevamento) collegate tra loro, e un'elettropompa sommersa che preleva acqua dalla vasca di sollevamento e alimenta il bacino, dotata di galleggianti e sistema di interruzione dell'alimentazione al raggiungimento del massimo invaso. Il sistema di controllo dell'elettropompa permetterà anche di impostare livelli di riempimento parziali degli invasi.

Le vasche di sedimentazione e sollevamento sono rappresentate in dettaglio nelle tavole di progetto: sono previste entrambe di dimensioni interne in pianta di 2,00 x 1,00 m, altezza interna 2,50 m, dotate di sfioratori superficiali di collegamento e di scarico dei deflussi in eccesso. Tali sfioratori sono previsti di forma trapezoidale, con larghezza di base 40 cm, altezza 45 cm e larghezza in superficie 80 cm, collocati come da disegni delle tavole di progetto. Le vasche saranno poi dotate di scarichi di fondo realizzati con condotte circolari in c.a.v. di diametro 250 mm (per la vasca di sedimentazione) e di 200 mm (per la vasca di sollevamento), collegate alla rete di scolo superficiale esistente. All'imbocco delle condotte sarà realizzato un sistema di chiusura con paratoie piane a comando manuale che saranno periodicamente aperte in modo da permettere l'espulsione del materiale sedimentato sul fondo.

Il **sistema di scarico**, anch'esso identico per tutti i bacini, prevede la realizzazione di un pozzo di dimensioni in pianta di 120 x 120 cm, fondato su basamento in calcestruzzo di spessore 30 cm, altezza pari a quella della quota del coronamento arginale e chiuso superiormente con griglia metallica

calpestabile. Su tale pozzo sarà realizzato lo sfioratore superficiale dell'invaso, di forma trapezoidale e avente dimensioni di 40 cm di base inferiore, 80 cm di larghezza in superfici e altezza 45 cm. La quota della soglia sfiorante sarà a - 0,50 m rispetto alla quota del coronamento arginale.

Sul fondo del pozzo si disporrà la condotta di scarico sotterranea, prevista in P.V.C. di diametro 250 mm, che sotto attraverserà l'argine e confluirà in un pozzetto esterno; da tale pozzetto partirà il canale di scarico aperto, realizzato con protezione di fondo in elementi prefabbricati tipo embrici, che confluirà nella rete idrografica superficiale esistente.

È previsto inoltre un sistema di scarico di fondo costituito da una tubazione orizzontale di diametro 200 mm posta ad una quota di +0,50 m dal fondo vaso collegata mediante apposito raccordo ad una tubazione dello stesso diametro posta verticalmente nella parete interna del pozzo, avente lunghezza di qualche decina di centimetri superiore rispetto all'altezza del pozzo stesso. Il tratto verticale della tubazione sarà provvisto di un sistema di sollevamento azionabile dalla superficie, che consentirà l'apertura dello scarico di fondo. I deflussi di scarico confluiranno poi nella stessa tubazione di sottoattraversamento diametro 250 mm, di qui al canale di scarico e quindi alla rete idrografica esistente.

Tutti i dettagli del sistema di scarico appena descritto sono rappresentati nelle tavole grafiche di progetto individuate con i codici 20/a, 20/b e 20/c.

#### **4.3.6 Opere accessorie**

Si tratta di tombini stradali, cunette in terra, fossi di guardia e lavorazioni di ingegneria naturalistica per la protezione delle scarpate altrimenti oggetto di dilavamento e ruscellamento. Si adottano lavorazioni mutate, appunto, dalla ingegneria naturalistica con impiego di elementi in pietrame ed in legno tali da presidiare le scarpate e sezionare gli scoli di superficie limitando il più possibile l'azione erosiva di fondo.

#### **4.3.7 Studio idrologico e verifiche idrauliche capofosso**

Il sistema di captazione ed allontanamento delle acque meteoriche del vasto impluvio morfologico, sede di accumuli detritici di origine gravitativa per movimento di massa, verte sul "Capofosso" quale elemento di tutela e rispetto che percorre il contesto territoriale in area pressoché centrale. E' stato attivato dal CO.SE.A. un percorso di condivisione tecnica con gli Enti Competenti che si è sviluppato lungo più mesi ed ha portato alla sostanziale variazione del

percorso dello stesso principalmente in corrispondenza del nuovo settore di stoccaggio, laddove il tracciato viene fatto rientrare verso sud più a monte rispetto al tracciato precedente. Le tavole 13 collocano planimetricamente la linea d'acqua lungo il percorso stabilito e ne individuano le lavorazioni previste per il mantenimento e la salvaguardia.

Per il resto il perimetro dell'area di realizzazione del Quinto Settore viene, naturalmente, presidiato da fossi di guardia che convergono verso la linea d'acqua principale. Tali linee di deflusso (rappresentate nella tavola 12 del Progetto Definitivo) hanno valori dimensionali piuttosto modesti ed isolano il comparto oggetto degli stoccaggi dagli apporti delle porzioni di monte.

Si descrivono di seguito le valutazioni di carattere idrologico e idraulico condotte sul fosso indicato con F1, che costituisce il "capofosso", ossia il corpo idrico principale di drenaggio delle acque superficiali della discarica.

Le valutazioni eseguite in questo capitolo riguardano la stima delle portate di massima piena attendibili in due sezioni di particolare interesse: gli imbocchi dei sottopassi in progetto indicati con S1.2 e S1.3 nella planimetria del reticolo idraulico superficiale. Si tratta di due nuovi sottoattraversamenti del capofosso che riguardano la strada da realizzarsi a servizio del nuovo comparto di ampliamento. L'ubicazione planimetrica di tali sottopassi è chiaramente visibile negli elaborati grafici facenti parte del progetto di ampliamento della discarica.

Con i valori di portata così stimati, si sono poi condotte le verifiche idrauliche della sezione trasversale tipo di progetto del capofosso, nel tratto più critico, e i dimensionamenti idraulici dei due nuovi sottoattraversamenti.

I dati utilizzati per queste valutazioni sono costituiti dalle planimetrie del reticolo idrografico e del nuovo comparto di ampliamento in progetto, dal rilievo topografico della discarica, dalla cartografia regionale e dai particolari costruttivi del capofosso. Per i dati idrologici si è invece fatto riferimento ad uno studio disponibile presso gli archivi del Consorzio.

Nel progetto non sono previste modifiche alle opere idrauliche, di regimazione e captazione, situate in proprietà ANAS, pertanto non si verificheranno interferenze con la sede attuale della SS64 e con la variante in corso di ultimazione.

E' utile ricordare come l'attuale Autorizzazione Integrale Ambientale (rif.to A.I.A. n. 132 del 13/04/2010) al punto D "ESITO DELLA PROCEDURA DI V.I.A. – A.I.A. ELENCO DELLE PRESCRIZIONI" in merito all'ambiente idrico prevedeva che entro il 31/08/2010 il CO.SE.A. dovesse provvedere sul Fosso

F1, per un tratto di 30 ml, che va dal termine dell'attraversamento stradale fino all'inizio della scarpata del cantiere ANAS, una serie di interventi atti a garantire la stabilità dell'alveo, la caratteristica di impermeabilità dello stesso, la diminuzione della pendenza del fondo, la diminuzione della velocità della corrente ed il corretto allontanamento delle acque meteoriche. I lavori sono stati regolarmente eseguiti e se ne è dato riscontro alla Provincia di Bologna in data 31/08/2010. Attualmente il Fosso F1 è assogettato a manutenzione ordinaria.

Gli altri tratti terminali dei fossi F3, F4 ed F5 non necessitano di alcun intervento di tipo progettuale in quanto in buone condizioni generali e funzionali, e sono da sottoporsi, anche essi, a sola manutenzione ordinaria, non appena terminata l'occupazione temporanea del cantiere ANAS.

#### **4.3.7.1 studio idrologico: caratteristiche bacino imbrifero capofosso**

Sulla base dei dati topografici e cartografici sopra citati, si è eseguita la delimitazione del bacino imbrifero del capofosso chiuso nelle due sezioni di interesse, ossia l'imbocco dei sottopassi S1.2 e S1.3 in progetto, collocati rispettivamente a monte ed a valle del lato meridionale del Quinto Settore.

Il bacino imbrifero chiuso all'imbocco del sottopasso S1.3 (sottopasso di monte) presenta un'estensione di 170.600 mq che si sviluppano dalla quota di 410 m s.l.m. della sezione di chiusura ai 625 m s.l.m. del punto più alto. Il bacino raccoglie i deflussi superficiali provenienti da parte del versante naturale a monte della discarica, dalla vasca 9, da gran parte della vasca 8up e dall'ampliamento terzo settore. Con riferimento alla planimetria del reticolo idrografico, gli affluenti principali sono il fosso F1.2, che proviene dalle vasche 8up e 9, ed il fosso F1.35 che recapita le acque provenienti dall'ampliamento terzo settore.

La lunghezza dell'asta principale fino alla sezione di chiusura, nella configurazione di progetto definitiva del capofosso, risulta di 600 m.

**Il bacino imbrifero chiuso all'imbocco del sottopasso S1.2** (sottopasso di valle) comprende il bacino precedente più una parte di versante sovrastante il nuovo ampliamento Nord, e la zona del terzo settore (vasche 4 e 5) che afferisce al capofosso tramite il fosso F1.27. L'estensione complessiva risulta così di 266.600 mq, che si sviluppano da quota 365 m s.l.m. ai 625 m del punto più alto.

La lunghezza dell'asta principale fino alla sezione di chiusura, nella configurazione di progetto definitiva del capofosso, risulta di 800 m.

#### 4.3.7.2 valutazione della portata di massima piena

Per stimare le massime portate di piena in corrispondenza delle sezioni di chiusura sopra descritte, si è utilizzato il metodo razionale, assumendo come pioggia di progetto quella calcolata sui dati provenienti dal pluviometro di Bombiana, distante circa 2 km dal bacino oggetto di studio e quindi rappresentativo del regime pluviometrico della zona.

Onde garantire un certo margine di sicurezza, si è assunto per tale pioggia un tempo di ritorno  $T_r = 50$  anni. Questa metodologia e questi parametri sono analoghi a quelli utilizzati in precedenza per altri studi idrologici della discarica.

La formula razionale fornisce il valore della portata di piena  $Q$  in funzione del tempo di ritorno  $T_r$ , a partire dall'intensità di pioggia netta  $i_e$ , in funzione dell'ampiezza dell'area scolante  $A$  e del tempo di corrivazione  $t_c$ . Avendo poi a disposizione la curva di possibilità pluviometrica, l'altezza di pioggia si esprime come  $h = a d^n$  e l'intensità come  $i = h/d$ . Tale intensità andrà poi moltiplicata per il coefficiente di deflusso  $\phi$  che tiene conto delle perdite idrologiche, in modo da ottenere l'intensità di pioggia netta, ossia quella che dà luogo al deflusso superficiale.

In sintesi:

$$Q_{max} = 0,277 \phi A a d^{n-1} \quad (\text{mc/s}) \quad (1)$$

dove:

- $\phi$  è il coefficiente di deflusso (adimensionale)
- $A$  è l'area del bacino idrografico (espressa in kmq)
- $a, n$  sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica
- $d$  è la durata dell'evento critico coincidente con il tempo di corrivazione  $t_c$  (in ore)
- 0,277 è il coefficiente di aggiustamento dimensionale

La **curva di possibilità pluviometrica** di assegnato tempo di ritorno ha generalmente equazione:

$$h(d; T_r) = a d^n \quad (2)$$

dove:

- $h(d; T_r)$  è l'altezza di pioggia in mm corrispondente alla durata  $d$  (in ore) ed al tempo di ritorno  $T_r$  (in anni);
- $d$  è la durata della pioggia in ore;

- $a$ ,  $n$  sono i parametri che descrivono l'andamento di  $h$  in funzione del tempo di ritorno e della durata.

Come già eseguito negli studi precedenti, per l'ottenimento di tale curva ci si è serviti del *“Reperimento, archiviazione ed elaborazione di parametri di base caratterizzanti la quantità e la qualità delle risorse idriche nella parte appenninica del Fiume Reno per la realizzazione di un documento di compatibilità ambientale” – fase seconda*, realizzato dal Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara nell'ambito di un progetto di ricerca facente capo al CO.SE.A. e presentato nel gennaio 2001.

Da questo documento si sono estratte le informazioni relative alla curva di possibilità pluviometrica della stazione di Bombiana, costruita utilizzando un campione di 63 anni di dati, per il tempo di ritorno considerato.

In particolare si sono estratti i parametri  $a$  e  $n$  dell'espressione (2) dell'equazione che descrive la curva di possibilità pluviometrica, che hanno i seguenti valori:

<b>Pluviometro di Bombiana</b>	
<b><math>T_r = 50</math> anni</b>	
$a$ (mm/ore <sup><math>n</math></sup> )	48,46
$n$	0,341

A questo punto è necessario stimare il **tempo di corrivazione**  $t_c$  del bacino, tale parametro è stato calcolato per entrambi i bacini mediante la seguente semplice relazione:

$$t_c = t_i + (L / v) \quad (3)$$

dove:

- $t_i$  è il tempo di ingresso nel reticolo idrografico;
- $L$  è la lunghezza del percorso compiuto dal deflusso lungo i canali del reticolo;
- $v$  è la velocità del deflusso lungo il tratto  $L$ .

Il tempo di ingresso nel reticolo  $t_i$  è stato fissato pari a 7 minuti, tenendo conto della lunghezza e della pendenza del percorso seguito dalle particelle d'acqua lungo il versante fino all'inizio del capofosso.

La lunghezza complessiva  $L$  del percorso del deflusso lungo il capofosso fino alla sezione di chiusura è stata misurata dalla cartografia ed è risultata di 600

m per il bacino chiuso al sottopasso S1.3 e di 800 m per il bacino chiuso al sottopasso S1.2. Si è poi fissata una velocità media del deflusso di 2 m/s, tenendo conto che il capofosso presenta tratti a pendenza (e quindi a velocità) elevata fino alla confluenza col fosso F1.2.

Si è pertanto ricavato dalla (3) un tempo di corrivazione  $t_c$  pari a 12 minuti per il bacino chiuso al sottopasso S1.3 e pari a 13,7 minuti per il bacino chiuso al sottopasso S1.2.

Il **coefficiente di deflusso**  $\phi$  è stato calcolato sulla base dell'uso del suolo del bacino. Per entrambi i bacini si sono individuate tre classi di uso del suolo: aree naturali boscate, prati naturali e aree "aperte" di scarica (scarpate, strade, terreni argillosi senza vegetazione). Considerando i valori proposti in letteratura in corrispondenza, a favore di sicurezza, di terreno scarsamente permeabile, si sono fissati valori del coefficiente  $\phi$  differenti per ciascuna classe di uso del suolo individuata. Effettuando poi una media pesata in funzione della superficie, si è ottenuto un coefficiente di deflusso medio pari a 0,49 per il bacino chiuso al sottopasso S1.3 e pari a 0,51 per il bacino chiuso al sottopasso S1.2.

Con tutti i parametri sin qui calcolati, è stato possibile stimare tramite la (1) le portate di massima piena alle due sezioni di chiusura del capofosso fissate, nell'ipotesi di evento pluviometrico cinquantennale. Tali portate risultano pari, nella sezione di chiusura, a:

- sottopasso S1.3  $Q_{50} = 3,25$  mc/s
- sottopasso S1.2  $Q_{50} = 4,85$  mc/s

#### 4.3.7.3 verifiche idrauliche

In questo paragrafo si conducono le verifiche idrauliche della sezione tipo del capofosso lungo il tratto più critico, ossia quello caratterizzato dalla pendenza minore, e si esegue il dimensionamento idraulico delle due nuove strutture di sottoattraversamento stradale (sottopassi S1.3 e S1.2), con riferimento all'evento di piena di tempo di ritorno 50 anni.

La metodologia utilizzata per le verifiche è quella di *Chezy* per le correnti a pelo libero, secondo la quale la valutazione del tirante  $y$  in funzione della portata transitante  $Q$  è espressa dalla relazione:

$$Q = \chi A (R i_f)^{1/2} \quad (\text{mc/s}) \quad (4)$$

dove:

- $\chi$  è il coefficiente di Chezy, espresso dalla formula di Gauckler-Strickler  

$$\chi = k_s R^{1/6};$$
- $k_s$  è il coefficiente di scabrezza della sezione ( $m^{1/3}/s$ );
- $A$  è l'area della sezione bagnata ( $m^2$ );
- $R$  è il raggio idraulico ( $m$ ), dato da  $A/P$ ;
- $P$  è il perimetro bagnato ( $m$ );
- $i_f$  è la pendenza del fondo.

La **sezione trasversale del capofosso** F1 è prevista di forma trapezia, con larghezza di base pari a 1,00 m, altezza minima di 1,00 m e pendenza delle sponde 1:1 (quindi larghezza minima in superficie pari a 3,00 m).

Il tratto più critico qui sottoposto a verifica idraulica è quello compreso tra la rampa in pietrame in progetto R3 ed il tratto realizzato sui diaframmi esistenti (punto II Tavola 13/c), caratterizzato dalla minore pendenza del fondo, come si nota dall'osservazione dei profili di progetto del fondo alveo di cui alle Tavole 13/d e 13/e.

La pendenza del fondo in questo tratto è pari a 0,05 m/m (5%).

Considerando un coefficiente di scabrezza di *Gauckler-Strickler* pari a 25  $m^{1/3}/s$  sia per il fondo sia per le sponde, valore cautelativo trattandosi di sezione impermeabilizzata con fondo in ciottoli, dall'applicazione della formula di *Chezy* si ottiene la scala di deflusso riportata nella tabella seguente, dove per ogni livello idrico nella sezione (in cm) si riportano i corrispondenti valori della portata  $Q$  (in mc/s).

<b>Livello idrico (cm)</b>	<b>Q (mc/s)</b>
10	0,12
20	0,38
30	0,77
40	1,28
50	1,92
60	2,70
<b>66,25</b>	<b>3,25</b>
70	3,61
80	4,67
90	5,88
100	7,26

Come si può notare, la portata massima per il tempo di ritorno  $T_r = 50$  anni, pari a 3,25 mc/s, transita entro la sezione con un livello idrico pari a 66,25 cm.  
La verifica della sezione trasversale tipo del capofosso nel tratto più critico è quindi soddisfatta.



Lungo i rimanenti tratti del capofosso la verifica idraulica continuerà ad essere soddisfatta con un franco di sicurezza ancora maggiore, essendo le pendenze del fondo più elevate.

In particolare, nel tratto a valle del nuovo sottoattraversamento S1.2, il corretto smaltimento dei deflussi di piena verso il Fiume Reno sarà garantito da uno scolmatore che deriverà l'eccesso di portata del capofosso verso l'adiacente fosso F2. Quest'opera sarà realizzata modificando opportunamente il pozzetto di salto esistente indicato nella Tavola 13/c.

Il **sottoattraversamento stradale S1.3** sarà realizzato con una condotta circolare in acciaio ondulato (tipo Finsider) di diametro interno 1000 mm; si prevede una pendenza minima di posa della condotta di 0,06 m/m (6%).

Considerando un coefficiente di scabrezza di *Gauckler-Strickler* pari a  $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per l'acciaio ondulato, dall'applicazione della formula di *Chezy* si ottiene la scala di deflusso riportata nella tabella seguente, dove per ogni livello di riempimento nella sezione si riportano i corrispondenti valori della portata  $Q$  (in mc/s).

<b>Livello riempimento (%)</b>	<b>Q (mc/s)</b>
10%	0,284
20%	0,707
30%	1,197
40%	1,730
50%	2,290
60%	2,864
<b>67%</b>	<b>3,250</b>
70%	3,436
80%	3,988
90%	4,478
100%	4,581

La portata massima per il tempo di ritorno 50 anni, precedentemente stimata in 3,25 mc/s, transita entro la condotta in progetto con un livello di riempimento pari al 67%. La verifica è quindi soddisfatta.

Il **sottoattraversamento stradale S1.2** sarà anch'esso realizzato con una condotta circolare in acciaio ondulato (tipo Finsider) di diametro interno 1200 mm, per tener conto della maggior portata in arrivo in questa sezione. Si prevede sempre una pendenza minima di posa della condotta di 0,06 m/m (6%).

Procedendo analogamente alla verifica precedente, si ottiene la scala di deflusso riportata nella tabella seguente.

<b>Livello riempimento (%)</b>	<b>Q (mc/s)</b>
10%	0,462
20%	1,149
30%	1,947
40%	2,814
50%	3,724
60%	4,657
<b>62%</b>	<b>4,850</b>
70%	5,588
80%	6,484
90%	7,281
100%	7,449

La portata di massima piena per il tempo di ritorno 50 anni, stimata in 4,85 mc/s, transita entro la condotta in progetto con un livello di riempimento pari al 62%. La verifica è quindi soddisfatta.

#### **4.3.8 Verifiche idrauliche e tempi di svuotamento dei bacini irrigui**

##### **4.3.8.1 Verifica idraulica del sistema di scarico superficiale**

Il sistema di scarico superficiale dei bacini dovrà essere in grado di smaltire in sicurezza le portate massime che si possono formare in occasione di eventi pluviometrici particolarmente intensi.

La **stima di tali portate** viene di seguito condotta tramite la formulazione:

$$Q_p = \phi \, i \, A_{Bn} \quad (1)$$

dove:

- $Q_p$  = portata di massima piena;
- $\phi$  = coefficiente di deflusso;
- $i$  = intensità di pioggia di progetto;
- $A_{Bn}$  = superficie dell'invaso + superficie coronamento arginale n-esimo bacino.

Per quanto riguarda la pioggia di progetto, si è fatto riferimento ai dati provenienti dal vicino pluviometro di Bombiana e già elaborati statisticamente nell'ambito delle verifiche idrauliche del capofosso.

La curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno  $T_r$  è dunque sempre espressa dall'equazione:

$$h = a \, d^n \quad (2)$$

dove:

- $h(d; T_r)$  è l'altezza di pioggia in mm corrispondente alla durata  $d$  (in ore) ed al tempo di ritorno  $T_r$  (in anni);

- $d$  è la durata della pioggia in ore;
- $a$ ,  $n$  sono i parametri che descrivono l'andamento di  $h$  in funzione del tempo di ritorno e della durata.

Come per le verifiche del capofosso, si è considerato un tempo di ritorno  $T_r = 50$  anni, in corrispondenza del quale il parametro  $a$  vale 48,46 mm/ora<sup>n</sup> e il parametro  $n$  vale 0,341.

Fissando una durata  $d$  dell'evento pluviometrico di progetto pari a 1 ora, ed essendo  $i = h/d$ , si ricava  $i = 48,46$  mm/h.

I bacini sono delimitati da arginature aventi quota sommitale maggiore di quella del terreno circostante e sono alimentati da un sistema di sollevamento che si arresta automaticamente al raggiungimento del massimo invaso; dunque non vi sono corsi d'acqua o fossi naturali di alimentazione "a gravità".

Di conseguenza ai fini del calcolo della portata di massima piena ha influenza la sola superficie dell'invaso più la superficie del coronamento arginale. A favore di sicurezza, si considerano gli invasi al massimo livello di riempimento. Quindi  $A_{Bn} = A_i + A_c$ ; con  $A_i$  = superficie invaso al massimo riempimento e  $A_c$  = superficie del coronamento arginale.

Calcolando le aree  $A_i$  e  $A_c$  dai disegni di progetto per ciascun invaso si ottiene:

$$A_{B1} = 1.273 \text{ mq}$$

$$A_{B2} = 1.430 \text{ mq}$$

$$A_{B3} = 611 \text{ mq}$$

Il coefficiente di deflusso  $\phi$  si considera uniforme e pari a 1, visto che gran parte della superficie è occupata da acqua e onde porsi in condizioni cautelative.

Noti tutti i parametri, è ora possibile applicare la (1) a ciascuno dei 3 bacini, ottenendo i seguenti valori delle portate di massima piena:

$$Q_{B1max} = 0,0171 \text{ mc/s} = \mathbf{17,1 \text{ l/s}}$$

$$Q_{B2max} = 0,0192 \text{ mc/s} = \mathbf{19,2 \text{ l/s}}$$

$$Q_{B3max} = 0,0082 \text{ mc/s} = \mathbf{8,2 \text{ l/s}}$$

La **verifica idraulica dello sfioratore** è stata condotta sulla base dei dati sopra indicati e utilizzando la formulazione valida per le luci a stramazzo rettangolare in parete grossa:

$$Q = 0,385 (L h) (2 g h)^{1/2} \quad (3)$$

dove  $L$  è la larghezza dello sfioratore, fissata in 0,40 m,  $g$  è l'accelerazione di gravità e  $h$  è l'altezza d'acqua dello sfioratore.

Poiché i livelli corrispondenti alle portate sopra calcolate sono bassi, l'approssimazione alla forma rettangolare dello sfioratore è accettabile, oltre che cautelativa.

Imponendo  $Q$  uguale alla  $Q_{max}$  e nota la larghezza  $L$ , si è ricavato dalla (3) l'incognita  $h$  per ciascun bacino:

$$h_{B1} = 8,26 \text{ cm}$$

$$h_{B2} = 9,11 \text{ cm}$$

$$h_{B3} = 5,10 \text{ cm}$$

Essendo l'altezza degli sfioratori pari a 45 cm, le portate di massima piena di tempo di ritorno 50 anni sono dunque in grado di fuoriuscire con franchi di sicurezza elevati. La verifica è pertanto soddisfatta.

Una volta fuoriusciti, i deflussi di piena entreranno nella tubazione di sotto-attraversamento, che dovrà essere in grado di far defluire tali deflussi in sicurezza. La formulazione utilizzata per i calcoli di **verifica idraulica della tubazione** è stata quella di *Chezy* per le correnti a pelo libero:

$$Q = \chi A (R i_f)^{1/2} \quad (\text{mc/s}) \quad (4)$$

dove:

- $\chi$  è il coefficiente di *Chezy*, espresso dalla formula di *Gauckler-Strickler*  
 $\chi = k_s R^{1/6}$ ;
- $k_s$  è il coefficiente di scabrezza della sezione ( $\text{m}^{1/3} / \text{s}$ );
- $A$  è l'area della sezione bagnata ( $\text{mq}$ );
- $R$  è il raggio idraulico ( $\text{m}$ ), dato da  $A/P$ ;
- $P$  è il perimetro bagnato ( $\text{m}$ );
- $i_f$  è la pendenza del fondo.

La pendenza di progetto della condotta  $i_f$  è pari al 5%, il diametro è di 250 mm, mentre il coefficiente di scabrezza  $k_s$  viene cautelativamente assunto pari a  $80 \text{ m}^{1/3} / \text{s}$  (PVC con depositi).

Con queste condizioni, dall'applicazione della formula di *Chezy* si ottiene la seguente scala di deflusso.

% riempimento	Portata (mc/s)	Portata (l/s)
10%	0,009	9
20%	0,021	21
30%	0,036	36
40%	0,052	52
50%	0,069	69
60%	0,086	86
70%	0,104	104
80%	0,120	120
90%	0,135	135
100%	0,138	138

Si nota che in corrispondenza delle portate di progetto si hanno livelli di riempimento variabili dal 10% al 20%; la verifica è pertanto soddisfatta.

#### 4.3.8.2 Tempi di svuotamento

Lo studio dello svuotamento dei bacini è avvenuto schematizzando il fenomeno con lo svuotamento di un serbatoio cilindrico pieno di acqua, dotato di una luce in parete grossa a battente, costituita dal tubo orizzontale di diametro 200 mm posto ad una quota di +0,50 m rispetto al fondo dell'invaso. Per ogni bacino si è considerata la condizione iniziale di massimo invas.

I dati di ingresso necessari per questa applicazione sono i seguenti:

1. altezza iniziale dell'acqua nell'invaso rispetto al fondo del tubo orizzontale  $h_0$ ; per tutti i bacini è  $h_0 = 2,00$  m.
2. superficie superiore dello specchio d'acqua  $S_1$ , variabile da 500 a 1.200 mq a seconda del bacino.
3. superficie del foro di uscita  $S_2$ , costituito per tutti i bacini dal tubo di diametro 200 mm e dunque pari a:  $S_2 = 0,03141$  mq. (È quindi verificata la condizione necessaria  $S_1 \gg S_2$ ).
4. volume di massimo invas, variabile da 1.250 a 3.000 mc a seconda dei bacini.

Con questi dati di partenza si è costruito uno schema di calcolo iterativo tabellare che fornisce la diminuzione di livello ad intervalli di tempo  $\Delta t$  prestabiliti e successivi. Tale schema di calcolo si basa sull'equazione (5) che descrive la portata in uscita da una luce in parete grossa sotto battente (di tipo tubo addizionale esterno) e sulla legge di variazione del livello  $h$  in funzione del volume uscito e della superficie superiore dello specchio d'acqua (6).

I passi del calcolo sono i seguenti:

-calcolo della portata  $Q_u$  e quindi del volume uscente  $V_u$  dallo scarico di fondo:

$$Q_u(t) = \mu S_2 (2 g h(t))^{1/2} \quad (5)$$

$$V_u(t, t+\Delta t) = Q_u \Delta t$$

con  $\mu = 0,8$  (tubo addizionale esterno),  $g = 9,81 \text{ m/s}^2$  (accelerazione di gravità) e  $\Delta t$  fissato dopo alcuni tentativi in 120 s.

-calcolo della diminuzione di livello nell'invaso nell'intervallo di tempo  $\Delta t$ :

$$h(t+\Delta t) = V_u/S_1 = h(t) - (S_2/S_1) (2 g h(t))^{1/2} \Delta t \quad (6)$$

-passaggio al  $\Delta t$  successivo e ripetizione della procedura fino al raggiungimento della condizione  $h=0$  (serbatoio vuoto).

Con questa procedura iterativa organizzata su foglio elettronico appositamente realizzato, è stata costruita per ciascun invaso la curva di svuotamento, che fornisce l'andamento della diminuzione del livello  $h$  in funzione del tempo  $t$ .

Il corrispondente tempo di svuotamento  $T_{sv}$  per ciascuno dei bacini di progetto è risultato pari a:

$$T_{sv_{B1}} = 418 \text{ min} = 6,97 \text{ ore}$$

$$T_{sv_{B2}} = 502 \text{ min} = 8,37 \text{ ore}$$

$$T_{sv_{B3}} = 206 \text{ min} = 3,43 \text{ ore}$$

La portata in uscita dal tubo di scarico diametro 200 mm assume all'istante iniziale un valore pari a 0,1574 mc/s (157,4 l/s), poi decresce con la diminuzione di livello del bacino, fino ad azzerarsi ad invaso vuoto.

Questo valore iniziale di portata è smaltibile dalla condotta di sottoattraversamento di diametro 250 mm con funzionamento in pressione, reso possibile dalla presenza del pozzo di altezza pari a quella del coronamento arginale. Mano a mano che il bacino si svuota la portata in uscita cala e al raggiungimento del valore di 138 l/s (evento che richiede un tempo variabile da 26 min per il bacino B3 a 1 ora per il bacino B2), il deflusso nella stessa condotta inizierà ad avvenire a pelo libero fino al completo svuotamento, secondo la scala di deflusso riportata in precedenza.

#### **4.4 Opere di consolidamento**

In considerazione del contesto morfodinamico e litostratigrafico che caratterizza lo stato di fatto, come da analisi di dettaglio contenuta negli elaborati di Relazione Geologica e Relazione Geotecnica, il Progetto di Ampliamento della discarica di Cà dei Ladri si basa necessariamente su opere di consolidamento della porzione territoriale a monte del previsto Quinto Settore, laddove, specialmente verso la sommità, si notano fenomeni attivi con richiami in arretramento sia laterale che di testa. Il comparto dedicato agli stoccaggi, corpo sostanziale del Progetto Definitivo, si sviluppa per circa 46.000 mq e vede al suo bordo una opera di protezione di monte, in ragione di circa 155 ml, costituita da berlinese in pali trivellati del diametro di 1000 mm disposti in linea con interasse di 1,5 ml. La parte attiva del movimento gravitativo viene trattata con le solite tecniche di rimodellazione del terreno, di inserimento di elementi strutturali tipo gabbionate su fondazioni profonde e di drenaggio sia delle acque di superficie che di quelle profonde. Interposte fra

questi elementi, nel tratto intermedio interessato da coltri abbastanza spesse, sono collocate delle strutture di sezionamento intermedie, sempre su pali trivellati di medio diametro e con conformazione geometrica a maggiore rigidità. Sono stati inseriti, dal punto di vista strutturale, due allineamenti con la reiterazione in linea di un modulo di circa 20 ml e con l'adozione di quattro pozzi strutturali portanti e drenanti (vedasi tavola 16 di Progetto Definitivo) oltre a paratie a pettine e lavorazioni volte alla intercettazione delle alimentazioni idriche profonde, come di seguito descritte.

Gli interventi di consolidamento sono stati individuati e dimensionati facendo riferimento al modello geologico presentato nella relazione geologica, al modello geotecnico ricostruito dall'Ing. Mauro De Gennaro, illustrato nell'Elaborato C del Progetto Definitivo ed allo studio idraulico dell'Ing. Matteo Palmieri.

Il movimento franoso attivo, chiaramente visibile anche dall'assetto morfologico del comparto sommitale, si estende dalla corona di frana per circa 200 ml a valle. Il Progetto Definitivo, nella presente versione, prevede di intercettare il movimento di massa aggiungendo una prima opera posta circa 30 metri a monte ed una ulteriore a valle. In questo modo si intende assolvere alla richiesta di arretramento verso monte con adozione di posizionamenti rappresentati nella tavola 16 di Progetto Definitivo.

In particolare nella porzione sommitale del movimento gravitativo, direttamente a Nord della vasca 9, fino in corrispondenza al tunnel scatolare della citata vasca, è prevista la realizzazione di:

- n° 4 gabbionate in pietrame a due ordini impostate su fondazioni indirette mediante pali trivellati che si andranno ad immorsare in corrispondenza delle argilliti del substrato;
- un sistema di trincee drenanti sommitali spinte fino alle argilliti del substrato, finalizzate ad intercettare acque di prima infiltrazione e fluenti al contatto coltre/substrato, nonché a creare un ossatura di irrigidimento in terreni mobilizzati di recente; tali aste drenanti vedono indirizzate le acque intercettate verso il capofosso limitrofo posto immediatamente a sud;
- palleggio di terreno e riprofilatura dell'area al fine sia di conferire alla superficie un andamento regolare, sia di compattare i terreni coinvolti nel franamento, suturando le fratture beanti venutesi a creare;
- rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche costituita da cunette in terra, in modo tale da limitare le infiltrazioni ed i fenomeni di ruscellamento superficiale. L'intervento è costituito da fossetti di scolo in

corrispondenza del corpo di frana, localmente provvisti di protezione in pietrame al fine di limitare il potere erosivo delle acque fluenti.

- un insieme di trincee drenanti nella parte bassa del comparto con profondità media di 3 m, finalizzate ad intercettare acque di prima infiltrazione riconducibili allo spessore di coltre detritica, naturalmente indirizzate verso l'adiacente capofosso;
- paratia a pettine con pali del diametro di 800 mm quale protezione strutturale del canale al fine di evitare che eventuali movimenti che si esplicano nei terreni della copertura possano occludere il canale F1 o determinarne un restringimento della sezione di deflusso nella zona dove si rileva, sulla scorta delle indagini a disposizione, una possibile vulnerabilità secondaria con direzione verso il sondaggio S802;
- elemento strutturale con conformazione del modulo ad "E" per mezzo di due tratti in linea e disposti in corrispondenza dello scatolare di base della vasca 9 porzione inferiore, con pali trivellati diametro 800 mm e trave di coronamento, di lunghezza totale 40 ml.

Tale presidio è volto a contrastare le spinte di monte mediante trasferimento degli sforzi tangenziali alle argilliti del substrato non interessate dal fenomeno franoso. Le opere sono posizionate con l'intento di creare una barriera strutturale trasversale al corpo di frana, posta alla base di un ambito in cui il monitoraggio inclinometrico ha evidenziato dinamiche traslative, ad evoluzione comunque estremamente lenta.

Occorre precisare come nella tavola 16, purtroppo in scala 1:1000 per rappresentare tutta l'area di intervento, sono state riportate le aste drenanti della zona attiva che convergono verso l'impluvio centrale fino a condurre gli apporti verso il vicino capofosso. La sezione prevista per la trincea drenante è riportata nel particolare costruttivo ed individua una forma trapezia con altezza 2/3 mt e basi minore e maggiore rispettivamente di 0,6 ed 1,8 ml; il corpo drenante occupa una altezza prevista in ragione di 1 mt ed è protetto in sommità da un tessuto non tessuto che ne impedisce l'intasamento. Questo sistema di aste drenanti si integra con i presidi strutturali previsti nel numero di quattro gabbionate di pietrame su due ordini con fondazioni profonde in pali trivellati. Infatti è stato aggiunto un elemento a monte al fine di accogliere la richiesta degli Enti Preposti ed un altro elemento a valle per sezionamento e parzializzazione dei valori di spinta.



Le opere e le lavorazioni previste (rappresentate nella citata tavola 16 di Progetto Definitivo) hanno la finalità di stabilizzare la porzione di versante con interventi mirati al sostegno strutturale ed alla regimazione delle acque superficiali e sotterranee in piena sintonia con le risultanze degli studi geologici e geotecnici condotti.

E' certamente l'ambito posto direttamente a monte del quinto settore di discarica in progetto, dove si delinea un ispessimento della copertura detritica, che vede gli approfondimenti geologici e geotecnici determinanti al fine del consolidamento del movimento franoso così come anche zonizzato nella scheda di analisi del rischio dello P.S.A.I. . Gli interventi sono naturalmente propedeutici al comparto di stoccaggio denominato "Quinto Settore" e verranno posti in esecuzione, senza discontinuità temporali, dal primo momento in cui l'autorizzazione, di cui alla procedura di V.I.A. attivata, sarà operativa. Come richiamato nella Relazione Geotecnica la direzione del movimento principale è sud-est per quanto riguarda gli inclinometri 801 ed 802, da considerarsi significativi per la sezione stratigrafica principale, mentre è est per l'inclinometro 104bis sulla sezione secondaria denominata "k". Occorre qui ribadire come l'analisi dei dati derivanti dal monitoraggio inclinometrico, con aggiornamento fine marzo 2012, individua un valore medio degli spostamenti pari ad appena 1 mm/anno. Questo modestissimo dato, per esempio in relazione alla nota classificazione di Cruden & Varnes delle velocità dei movimenti franosi che in ultima postazione della graduatoria individua come "estremamente lenti" i movimenti correlati con valori di 16 mm/anno, ha permesso di confermare l'assenza di una vera e propria dinamica di versante. A conferma di ciò una recente tesi di laurea, promossa dall'Associazione Fulvio Ciancabilla, avente per oggetto proprio la "dinamica di frane quiescenti tramite analisi di dati inclinometrici" nella valle del Reno e del Savena, non vede rappresentata la zona della discarica di Cà dei Ladri. Tuttavia la gerarchia dell'opera e la necessaria garanzia assoluta della stabilità nel tempo connessa con una sicura vulnerabilità litostratigrafica e geotecnica del comparto hanno comportato la definizione di varie tipologie di interventi di consolidamento, come di seguito descritte:

- trincee drenanti spinte fino alla profondità di 4,0 m, finalizzate ad intercettare ed allontanare acque di prima infiltrazione, che percolano nei primi strati della copertura detritica;
- operazioni di asportazione ed allontanamento di parte dei riporti e dei

materiali detritici (circa 19.000 m<sup>3</sup>), compreso rimodellazione superficiale, finalizzate ad una riduzione del carico spingente;

- dreni sub-orizzontali e pozzi drenanti spinti fino all'interfaccia coltre/substrato per la riduzione delle pressioni neutre; tali lavorazioni sono state individuate in quanto l'efficacia dei drenaggi nella stabilizzazione dei versanti non è legata esclusivamente alla quantità di acqua smaltita, ma anche alle variazioni apportate al regime delle pressioni interstiziali; le acque intercettate saranno dirette a gravità alla rete di scolo superficiale;
- rete di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche costituita da fossi e cunette in terra nell'ambito compreso fra il quinto settore e la base della vasca 9, in modo tale da abbattere le infiltrazioni ed anche i fenomeni di ruscellamento superficiale;
- adozione di pozzi strutturali portanti e drenanti costituiti da modulo base a tre celle quadrate la cui unione genera un rettangolo di dimensioni circa ml 20x6, sui quali convergono tre aste drenanti radiali di lunghezza mediamente pari a 60 ml; naturalmente basati su fondazioni profonde in pali trivellati con adozione di elementi da 800 mm di diametro;
- inserimento di presidi strutturali secondari di varia tipologia costituiti da pali trivellati di pari diametro della lunghezza di 15-20 m; tali elementi, definiti dal progettista geotecnico sulla base delle spinte calcolate sulla base delle modellazioni lungo il pendio, svolgono un'azione di trasferimento degli sforzi tangenziali alla formazione di base estremamente consistente e non coinvolta dal movimento.

Tutte le acque superficiali e sotterranee intercettate in questo settore saranno indirizzate alla canaletta di guardia in progetto a monte della viabilità di servizio, che sarà convogliata al capofosso.

Questo complesso di opere, di sicura efficacia, assolve pienamente all'obiettivo principale volto all'annullamento della vulnerabilità litostratigrafica, geologica e geotecnica per mezzo di sistemi di drenaggio superficiale e profondo e per mezzo di consolidamento strutturale del versante.

Per una migliore comprensione delle opere di consolidamento e di riassetto idrogeologico citate si rimanda agli allegati planimetrici ed alle sezioni di dettaglio delle varie opere, contenuti nella Tavola 16 "Opere di consolidamento" di Progetto Definitivo.

## **4.5 Opere di sistemazione finale**

Gli abbancamenti di R.S.U. sono protetti da un idoneo spessore di argilla disposto al di sopra del geocomposito drenante in una sequenza di banche e scarpate che determinano la cosiddetta "copertura provvisoria". Infatti la consistenza dei cedimenti verticali dell'ammasso dei rifiuti e la certa vulnerabilità delle tubazioni o dei pezzi speciali eventualmente posati suggeriscono di adottare fasi di lavoro secondo una cadenza temporale a larga scala. Si prevedono quindi interventi di completamento che partono da un pacchetto di copertura che trova nella impermeabilità dell'argilla la sua caratteristica funzionale principale, per poi proseguire, negli anni, con ricarichi, riprofilature e rinverdimenti. Questi ultimi saranno effettuati in stagioni idonee successive e seguiranno i dettami progettuali del ripristino ambientale così come definito dagli elaborati specifici.

### **4.5.1 Copertura**

Tutti gli ambiti previsti dal presente Progetto Definitivo, come tutte le vasche precedentemente realizzate, saranno caratterizzati da una copertura provvisoria per poi addivenire alla copertura superficiale finale nella fase di post esercizio. In questo modo si garantisce comunque l'isolamento della massa dei rifiuti e si assestano quegli assestamenti e quelle modifiche planoaltimetriche, con interventi di riprofilatura e di risagomatura oltre che di manutenzione del reticolo idraulico di superficie, senza eseguire lavorazioni di sistemazione a verde e piantumazioni ed opere finite in un momento temporale troppo prossimo alla fase di assestamento, con conseguente vanificazione delle stesse.

Viene adottata una copertura superficiale finale di seguito descritta, che risponde ai criteri di isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno, di minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua, di riduzione della necessità di manutenzione e di innesco dei fenomeni di erosione, oltre che di resistenza agli assestamenti del corpo rifiuti.

La copertura viene realizzata in due fasi distinte, in conseguenza delle usuali fasi di chiusura che si adottano nel contesto del tipo di discarica, di cui la prima quale copertura provvisoria, finalizzata ad isolare la massa di rifiuti in corso di assestamento, e la seconda come vera e propria copertura superficiale finale. Si adotta, come rappresentato in tavola 11 di progetto, una struttura multistrato costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti spessori:

- a) strato di regolarizzazione del tipo in compost grezzo con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti;
- b) geocomposito di drenaggio del gas del tipo a biaccoppiatura;
- c) strato minerale compattato dello spessore  $\geq 50$  cm e di conducibilità idraulica  $\leq 10^{-8}$  m/sec;
- d) geocomposito drenante a biaccoppiatura in grado di impedire la formazione di un battente idraulico;
- e) strato superficiale di copertura con spessore  $\geq 100$  cm che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura previste dal Piano di Ripristino Ambientale e fornisca una protezione adeguata sia contro l'erosione che nei confronti delle barriere sottostanti.

La cosiddetta copertura provvisoria sarà costituita dagli strati a) b) c) che, in conseguenza della degradazione dei rifiuti che determinano la riduzione volumetrica della massa con assestamenti superficiali, sarà periodicamente conguagliata e riprofilata in modo da mantenerne costantemente le caratteristiche di garanzia e funzionali citate con regolare deflusso delle acque superficiali e minimizzazione dell'infiltrazione nella discarica.

La copertura superficiale finale, che si avvale degli ulteriori strati di cui ai codici d) ed e), garantirà l'isolamento della discarica nel tempo e conferirà la configurazione finale di Progetto di Ripristino Ambientale con la particolarità che la definizione progettuale dell'Ampliamento della discarica di Cà dei Ladri, coerentemente con le risorse di Piano Provinciale, porterà all'adozione di un profilo di chiusura ambientale superiore e sovrapposto sia a quello del presente Progetto Definitivo, sia a quello dei comparti esistenti anche essi assoggettati, di concerto con gli Enti Preposti, a tale conformazione paesaggistica (vedasi tavole di merito al n. 15, 15/a, 19, 19/a, 21 e 22).

#### **4.5.2 Sistemazione finale**

Per quanto riguarda la sistemazione ambientale ed a verde dei comparti di Progetto si rimanda ad elaborato di dettaglio a cura di tecnico specializzato. In linea generale l'intervento di ripristino paesaggistico cerca di riconnettersi ai margini sottostanti e laterali in modo da ottenere una morfologia continua con quanto si trova nelle immediate vicinanze. Il primo obiettivo che si vuole raggiungere è infatti quello di attenuare l'effetto provocato dalla geometria ripetitiva caratteristica dei gradoni realizzati durante i primi periodi di attività della discarica. La logica, che ha ispirato il progetto di ripristino ambientale è quella di ricostituire un ambiente ed un paesaggio del tutto simile a quello

circostante la discarica. Tale paesaggio è caratterizzato dall'alternanza di prati e boschi. Le tecniche agronomiche e di bioingegneria favoriranno l'insediamento della vegetazione in tempi relativamente brevi e l'inserimento nel paesaggio circostante, secondo quanto dettagliatamente descritto negli elaborati specifici.

## **4.6 Dati caratteristici**

### **4.6.1 Bilancio dei materiali escavati**

I movimenti di terra sono essenzialmente costituiti dallo scavo di sbancamento del comparto costituito dal cosiddetto Quinto Settore, profilato in modo tale da asportare la coltre superficiale di terreno ed addentrarsi nel terreno a migliori caratteristiche fisico-meccaniche secondo la modellazione di scavo prevista dalla tavola 10 di Progetto Definitivo, con la realizzazione di una serie di banche e scarpate. Altri apporti al volume di sbancamento sono dovuti alla rimozione del terreno nella parte sommitale del movimento di massa attivo, alla predisposizione delle aree interessate dai bacini irrigui ed alla realizzazione del nuovo tracciato viario.

Il terreno asportato verrà in parte riutilizzato all'interno dell'area per provvedere alla realizzazione delle arginature di contenimento ed ai rilevati stradali, e nella rimanente quota dovrà essere caricato e trasportato ad idonea discarica.

Questa ultima modalità, con la determinazione analitica di cui alla tabella che segue si prevede venga adottata per un totale di 39.844 mc con lavorazione di trasporto spalmato nell'arco temporale che va dalla costruzione degli invasi di stoccaggio all'esercizio degli stessi.

TAB. 3c: MOVIMENTO TERRA					
	volume di scavo [mc]	rilevati e piani [mc]	argini di confinamento [mc]	fase di gestione [mc]	TOTALE NETTO [mc]
TERZO e QUARTO SETTORE	0	0	14.340	4.150	-10.190
QUINTO SETTORE	188.200	2.400	61.575	28.230	152.455
STRADA	9.429	31.288	0	0	-21.859
ALTRE OPERE DI PROGETTO	38.462	13.138	0	0	25.324
PIANI SOMMITALI	0	6.756	0	0	-6.756
IN AMBITO INTERNO e TROVANTI	0	99.130	0	0	-99.130
<b>TOTALI</b>	<b>236.091</b>	<b>152.712</b>	<b>75.915</b>	<b>32.380</b>	<b>39.844</b>
<b>Da assoggettarsi a trasporto verso l'esterno in sito autorizzato</b>				<b>[mc]</b>	<b>39.844</b>

Nelle colonne della tabella sono indicati dei valori numerici la cui determinazione segue le seguenti specifiche:

- il volume di scavo dal calcolo per sezioni ragguagliate che riguarda lo sbancamento del Quinto Settore e gli sterri per la realizzazione della strada di servizio e delle altre opere di progetto;
- il volume dei rilevati necessari per i tratti di strada di progetto per il raggiungimento delle piazzole di scarico sommitali e la quota di materiale di copertura dei piani di cui alle tavole di progetto che coprono complessivamente aree per quasi 7.000 mq;
- il volume degli argini di contenimento da realizzarsi in fase di esercizio lungo il perimetro esterno del corpo rifiuti determinato in ragione della lunghezza effettiva moltiplicata per l'area unitaria ricavata dalla sezione tipo;
- i volumi complementari aggiuntivi che si determinano per la esecuzione di gradonate che incidono le scarpate a favore di sicurezza come specificato al paragrafo successivo.

Si determina pertanto un valore di terreno proveniente dagli sbancamenti, al quale è assoggettabile l'operazione di trasporto a rifiuto in sito idoneo, pari a 39.844 mc. Questo volume sarà conferito altrove in diverse fasi operative legate sia alle diverse fasi esecutive che caratterizzano la costruzione, sia alla fase di gestione con i relativi movimenti terra per le arginature necessarie.

Pertanto si prospetta il frazionamento di tale valore in cinque stralci esecutivi con numero di mezzi impiegati pari a sette, ognuno dei quali, in riferimento alla possibilità di collocazione del materiale scavato nell'ambito della cava Misa sita presso Vergato, località Fontanazza – Cà Siberia, potrà effettuare al massimo otto viaggi giornalieri per un totale di 56 viaggi al giorno. Pertanto in questa ipotesi il numero di mezzi massimo giornaliero in uscita dalla discarica è pari a quattro ed impegna complessivamente 55 gg lavorativi per un totale di 3.065 viaggi; naturalmente queste indicazioni potranno essere meglio specificate nella fase di progettazione esecutiva od anche in fase di cantiere perché sono strettamente dipendenti dal sito che l'Impresa Esecutrice adotterà per lo stoccaggio a rifiuto, essendo la distanza chilometrica di questo dalla discarica di Cà dei Ladri la variabile principale che determina il numero di mezzi impiegati.

In merito ai dati citati nel presente paragrafo ed in quello successivo si rimanda, per la parte analitica, a quanto contenuto in allegato D alla presente relazione.

#### **4.6.2 Determinazione del volume utile**

Il volume utile per il conferimento dei rifiuti viene determinato sulla base dei calcoli analitici per sezioni ragguagliate o per differenza fra i modelli matematici rappresentati dalle tavole di fine lavori in confronto con quelle di riempimento finale. Il punto di partenza è il volume lordo, dal quale, con una operazione di bilancio numerico rappresentata nella tabella che segue, vengono decurtati i valori rappresentativi della incidenza delle infracoperture giornaliere e di strato. Pertanto:

- la capacità totale lorda è rappresentata dal calcolo per sezioni ragguagliate;
- le infracoperture per mezzo di materiale non rifiuto si ritiene prudenzialmente che possano incidere per il 15% del valore netto in tonnellate di rifiuti determinando un decremento della capacità di 55.216 tonnellate di abbancamento;
- la modalità costruttiva degli argini di contenimento in relazione all'arco temporale di esercizio determina l'esecuzione di arginature in continuo con l'attività di conferimento, con utilizzazione del materiale proveniente dallo scavo a monte per raggiungere, anche se in fasi successive, i profili di progetto. La differenza di peso specifico fra terreno in sito e terreno in

rilevato determina una piccola perdita in relazione all'aumento di volume indotto dalla movimentazione di tale terreno; ma il fisiologico assestamento del corpo rifiuti è tale da compensare la perdita;

- nella fase di gestione operativa, come già evidenziato nella documentazione autorizzativa del terzo settore, risulta naturale avvalersi del terreno prossimo alle aree di stoccaggio con scavo a monte, a ridosso di tali aree, con configurazione a gradonate che permette anche un incremento della stabilità generale in favore di una maggiore penetrazione nel substrato. Queste operazioni determinano il liberarsi di volumi per 32.380 mc, naturalmente distribuiti temporalmente lungo la fase di esercizio.

Il Completamento del Terzo e Quarto Settore si avvale di risorse volumetriche generate da diversi fattori: in primis il recupero della zona della torre faro per lo spostamento degli impianti indotto dalle quote raggiunte dagli abbancamenti che hanno determinato la necessità di porre illuminazione di sicurezza e serbatoi antincendio in posizione dominante a monte della piazzola 503. Altra risorsa viene dalla utilizzazione della porzione a contatto fra la vasca 8 in esercizio e la vasca 9 nel suo invaso superiore; in questa zona il collegamento delle configurazioni finali – indotto dalla modifica al Quarto Settore rispetto a come definito nella tavola 15 del Progetto Definitivo VIA 2009 – unisce, ottimizzandoli, i due settori determinando un recupero volumetrico. La possibilità di portare gli argini di abbancamento fino a contatto fisico, verso nord, con il capofosso – pur nella posizione arretrata come tracciata sul posto con gli Enti Preposti il 23/01/2012, determina un ulteriore contributo; poi l'utilizzazione dell'impluvio citato si ripete, anche se con minor incisione, nell'invaso sottostante della vasca 9 inferiore e si somma con la prevista rimozione di arginature esistenti. A questi fattori si aggiunge un nuovo livello di utilizzazione in testa al comparto della vasca 8 che vede la quota finale portarsi a 506 mt sul livello del mare.

A questo proposito occorre rimarcare come nel momento di chiusura sommitale delle vasche, provvisoriamente, a tempo zero, il piano di coltivazione verrà posto circa 2 mt al di sopra delle quote rappresentate negli elaborati di Progetto, in modo tale da consentire l'assestamento che ad esse riconduce.

Il corpo volumetrico dei rifiuti stoccati, come noto, è soggetto nel tempo ad un progressivo assestamento verticale che è funzione di molteplici variabili (composizione merceologica, spessore, carico superiore, grado di umidità, ....



etc., oltre naturalmente al fattore tempo). Pertanto si intende adottare, in fase di copertura provvisoria, nei confronti del corpo dei rifiuti, quella caratterizzazione geometrica tale da consentire, nel breve termine, il raggiungimento – per abbassamento – della configurazione rappresentata nelle tavole di progetto definitivo. Questo si traduce, in relazione al quinto settore, facendo riferimento ad un numero medio di argini pari a 15, nel disporre in fase di gestione un incremento della altezza degli stessi in ragione di circa soli 15 cm ciascuno; naturalmente le quote vedono sommarsi tale contributo ad ogni livello e pertanto viene raggiunto, in corrispondenza della chiusura sommitale, un valore di dislocazione altimetrica di circa 2 mt, a carattere transitorio (valutata congrua sulla base degli abbassamenti registrati negli anni), con ritorno alla rappresentazione di Progetto Definitivo nel medio-lungo termine.

La fase di gestione operativa con la materiale esecuzione in pendice degli argini di contenimento potrà determinare, fisiologicamente, lievi differenze fra il disposto di Progetto Definitivo e la realizzazione; pertanto, conformemente alle procedure adottate in questi ultimi 20 anni, periodicamente vengono redatti a cura del Consorzio degli “as built” che vedono la rappresentazione di quella che in campo edilizio ed urbanistico rappresenta una variante in corso d’opera prima della fine dei lavori e che riguarda modifiche non sostanziali della configurazione diretta conseguenza del passaggio fra una fase di progettazione definitiva ed il “costruito”.

In conclusione il quadro generale che si determina è quello rappresentato in sintesi nella seguente tabella:

TAB. 3a: VOLUME UTILE			
volume netto TERZO e QUARTO SETTORE [mc]	volume netto QUINTO SETTORE [mc]	volume totale [mc]	TOTALE NETTO [mc]
65.291	343.721	409.011	409.011

Questa capacità volumetrica determina, in base ai dettagli analitici di cui all’Allegato D, la possibilità di conferimenti di rifiuti, di cui al presente Progetto Definitivo, in ragione delle totali 368.110 tonnellate che soddisfano il limite di Piano Provinciale con le considerazioni di cui alla premessa della presente relazione illustrativa.

#### 4.7 Calcolazioni strutturali

La normativa di riferimento per quanto riguarda le calcolazione delle strutture così come rappresentate negli elaborati di Progetto Definitivo è costituita dai seguenti disposti:

- D.M. 11 Marzo 1988 "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- istruzioni relative alle "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione ". Circ. Min. LL.PP. n° 30483, 24 Settembre 1988;
- Legge 05.11.1971 n. 1086, "Norme per la disciplina delle opere di cemento armato, normale e precompresso ed a struttura metallica";
- D.M. 16.01.1996, "Criteri generali per la verifica della sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi";
- D.M. 14.02.1992, "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- D.M. 09.01.1996, "Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche";
- Legge 02.02.1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- D.M. 16.01.1996, "Norme tecniche per la costruzione in zone sismiche";
- Circolare n°65 del 10.04.1997, "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche", di cui al D.M. del 16.01.1996;
- L.R. 19.06.1994, n°35, "Norme per lo snellimento delle procedure per le costruzioni in zone sismiche e per la riduzione del rischio sismico, attuazione dell'art. 20 della legge 10.12.1981, n°741;
- R.R. 13.10.1996, n°33, "Disposizioni regolamentari concernenti le modalità di controllo delle opere nelle zone sismiche", con modifiche apportate nel R.R. 05.04.1995, n°19.
- Supplemento Ordinario n° 159 alla G.U. 23 Settembre 2005 n. 222, "Norme tecniche per le costruzioni" D.M. 14 Settembre 2005 Comuni di nuova classificazione e applicazione art. 104 del D.P.R. 380/2001, con i criteri contenuti nella ordinanza PCM 3274 del 20/03/2003;

- D.M. 14.01.2008, "Norme tecniche per le costruzioni" e Circolare n° 617 del 02/02/2009 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008";
- Circolare n. 617 del 02/02/2009 recante istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM 2008.

In fase immediatamente successiva, ed indipendente dalla presente procedura, si attiverà la pratica di Autorizzazione Sismica di cui agli artt. 11, e 12 della Legge Regionale 19/2008 e successive modifiche ed integrazioni. Secondo i disposti di legge la progettazione esecutiva sarà corredata dalle verifiche analitiche delle strutture con adeguato grado di dettaglio mantenendo i criteri determinati dalla riclassificazione sismica che individua il Comune di Gaggio Montano come da assoggettarsi a grado di sismicità  $S = 6$ .

Il dimensionamento strutturale, nella fase di lavoro omogenea alla presente progettazione definitiva, deve supportare gli elementi di progetto secondo i disposti dell'art. 29 DPR 207 del 05/10/2010. Quando ci si occupa di opere di sostegno che intendono fare fronte a spinte di monte, naturalmente, il fattore preponderante è lo spessore del terreno supposto come spingente e, nel nostro caso, nella parte sommitale, esso è rappresentato da valori ridotti (da 0 a 4 mt). Pertanto le azioni spingenti si traducono in valori di sollecitazione che vedono verificate le fondazioni profonde in pali trivellati adottate nel caso delle gabbionante in pietrame (opera contraddistinta dal codice 11 nella rappresentazione di progetto) come si evince dallo specifico elaborato "C" di Progetto Definitivo che riporta le calcolazioni effettuate.

## **5. VERIFICA DEI DISPOSTI DI CUI AL D.L.VO 36/2003**

Sempre in relazione al grado di progettazione raggiunto, che è quello della Progettazione Definitiva, di seguito si vogliono esporre quelle considerazioni tecniche relative alle norme contenute nel decreto richiamato, al fine di controllarne il recepimento con modalità e soluzioni progettuali che dovranno essere portati a completa definizione nella successiva fase di Progettazione Esecutiva.

### **5.1 Disposti di cui all'art. 8 DL 36**

Di seguito vengono affrontati gli aspetti richiamati nell'art. 8 con riferimento alle tematiche di carattere tecnico strettamente connesse con gli aspetti progettuali.

#### **5.1.1 Capacità totale della discarica (comma 1 lett. c)**

La configurazione finale di progetto di cui alla tavola 9 di Progetto Definitivo (allegata in stralcio alla presente sotto la lettera F) consente abbancamenti per una capacità netta pari a 368.110 tonnellate di rifiuti da conferire, con conseguente durata prevista – sulla base delle medie di conferimento attese – pari a sei anni corrispondenti a 72 mesi di esercizio.

#### **5.1.2 Descrizione del sito (comma 1 lett. d)**

La descrizione del sito, ivi comprese le caratteristiche idrogeologiche, geologiche e geotecniche, e corredata dal rilevamento geologico di dettaglio e dall'indagine stratigrafica, confortata dal prelievo di campioni, con pieno riferimento al decreto del Ministro dei Lavori Pubblici in data 11 marzo 1988, pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 127 del 1° giugno 1988, è contenuta nella relazione geologica a corredo del progetto e trova rappresentazione cartografica nelle tavole ad essa allegate.

#### **5.1.3 Metodi di prevenzione dell'inquinamento (comma 1 lett. e)**

Gli aspetti riguardanti la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento, con particolare riferimento alle misure per prevenire l'infiltrazione d'acqua all'interno delle vasche ed alla conseguente formazione di percolato, coinvolgono diversi sistemi progettuali e precisamente:

- un pacchetto di fondo garante della impermeabilità e della funzionalità dello stesso in ragione delle caratteristiche geomeccaniche del terreno di

imposta e delle impermeabilizzazioni adottate (membrana tipo bentomat e guaina pvc sui manufatti);

- un sistema di captazione del percolato tale da garantire la impossibilità del formarsi di battenti di percolato a fondo vasca oltre che funzionale e monitorato, per mezzo di strato continuo di inerte e di un presidio con una rete di dreni secondari che convergono su una linea principale di percolato protetta e sicura in quanto direttamente connessa con le strutture di base;
- una fase di gestione che vede la realizzazione di un reticolo idraulico di superficie che esclude l'adduzione di acque superficiali di versante nell'area di stoccaggio per mezzo di fossi di guardia e cunette in terra realizzate in fasi successive a seconda del grado di riempimento;
- un pacchetto di copertura sia provvisorio che finale tale da garantire l'assenza di infiltrazioni verso il corpo dei rifiuti in ragione della realizzazione degli argini con strati successivi di argilla prelevata in sito con caratteristiche intrinseche di elevato grado di impermeabilità.

Questi elementi determinano configurazioni di prevenzione e riduzione dell'inquinamento, dettagliatamente descritti in altre parti della presente relazione, di sicura efficacia.

#### **5.1.4 Caratteristiche costruttive (comma 1 lett. f)**

Le caratteristiche costruttive sono descritte nel capitolo 4 della presente relazione, come del resto il funzionamento dei sistemi adottati.

### **5.2 Disposti di cui all'allegato 1 DL 36**

Di seguito vengono affrontati gli aspetti richiamati nell'allegato 1 con riferimento alle tematiche di carattere tecnico strettamente connesse con gli aspetti progettuali.

#### **5.2.1 Ubicazione (pgf. 2.1 all. 1)**

La caratterizzazione del sito è da ritenersi senz'altro esaustiva, infatti le campagne geognostiche attivate sono state numerose e spaziano da indagini geognostiche, geofisiche, di laboratorio e di caratterizzazione geotecnica in foro di sondaggio. Pertanto, viste le caratteristiche intrinseche dei terreni e considerato il contesto geologico in cui il nuovo settore si realizza (argilliti con litotipi ascrivibili alle argille palombini), non sono possibili alterazioni del substrato tali da danneggiare i sistemi di protezione ambientale della discarica.

Per quanto concerne il rispetto delle norme, sia a livello Regionale che a livello Nazionale, si rimanda integralmente al S.I.A., in particolare, al Quadro di Riferimento Programmatico.

Per quanto concerne le caratteristiche geologiche ambientali l'area oggetto degli interventi, anche se ovvia conseguenza della ventennale attività svolta, gode, senza ombra di dubbio, delle seguenti caratteristiche:

- non è interessata da faglie attive;
- non ricade in area di rischio sismico di 1<sup>a</sup> categoria così come classificato dalla legge 2 febbraio 1974, n. 64, e provvedimenti attuativi; infatti nella nuova classificazione sismica è ricondotta solamente a rischio sismico di 2<sup>a</sup> categoria;
- non è interessata da attività vulcanica ivi compresi i campi solfatarici;
- non ricade in corrispondenza di doline, inghiottitoi o altre forme di carsismo superficiale;
- è collocata laddove non sono presenti processi geologici tali da compromettere l'integrità della discarica e delle opere a lei connesse;
- non è soggetto ad attività di tipo idrotermale;
- non ricade in aree esondabili ed alluvionali.

Inoltre per il comparto è stato predisposto lo studio di V.I.A. che ha esaminato le condizioni locali di accettabilità della collocazione dell'impianto cui si rimanda integralmente per una completa visione.

### **5.2.2 Protezione delle matrici ambientali (pgf. 2.2 all. 1)**

L'isolamento del corpo rifiuti dalle matrici ambientali è garantito da un sistema di regimazione delle acque superficiali, dal grado di impermeabilità del fondo e delle sponde degli invasi, dal sistema di raccolta e gestione del percolato, dall'impianto di captazione e gestione del gas di discarica e dal sistema di copertura della stessa. Infatti al fine di garantire l'isolamento del corpo dei rifiuti dalle matrici ambientali, il progetto ha previsto:

- ◆ un sistema di regimazione e convogliamento delle acque superficiali descritto al capitolo seguente e rappresentato nella tavola di Progetto;
- ◆ l'impermeabilizzazione del fondo vasche e della prima porzione delle sponde con sistemi idonei di protezione di tali superfici fino all'ancoraggio sul terreno;
- ◆ l'impianto di raccolta e gestione del percolato come descritto al paragrafo successivo;

- ◆ l'impianto di captazione e gestione del biogas di cui ad elaborati specifici di Progetto ed al paragrafo relativo;
- ◆ il sistema di copertura superficiale finale della discarica di cui alle ultime tavole di Progetto Definitivo ed al paragrafo relativo.

E' inoltre garantito il controllo dell'efficienza e dell'integrità dei presidi ambientali (sistemi di impermeabilizzazione, di raccolta del percolato, di captazione gas, .... etc.), ed il mantenimento delle condizioni ottimali di smaltimento e funzionalità del reticolo idraulico di superficie.

### **5.2.3 Controllo delle acque e gestione del percolato (pgf. 2.3 all. 1)**

Saranno adottate tecniche di coltivazione e gestionali atte a minimizzare l'infiltrazione dell'acqua meteorica nella massa dei rifiuti. Infatti la usuale continua presenza, per tutto l'anno, di macchinari per il movimento terra (escavatore meccanico a braccio, pala cingolata, ... ecc.) permette agevolmente di provvedere alla realizzazione ed alla manutenzione periodica di fossi di guardia e di cunette in terra poste a monte della area di scarico in modo da impedire che l'acqua piovana e di ruscellamento raccolta nelle aree non coltivate possa raggiungere la massa dei rifiuti. Tali acque meteoriche sono pertanto allontanate dal perimetro dell'impianto per gravità, a mezzo di idonee canalizzazioni dimensionate sulla base delle piogge più intense con tempo di ritorno di 10 anni. Gli elaborati progettuali prevedono la corretta gestione delle acque superficiali nelle aree di stoccaggio per mezzo di cunette di banca che convergono sul reticolo di fossi interni ed esterni con lavorazioni di protezione antierosiva e di riduzione della velocità delle acque come precedentemente descritte.

Il percolato e le acque di discarica sono captati, raccolti e smaltiti, con modalità del tutto analoghe a quelle fino ad ora utilizzate nella gestione ventennale della discarica e secondo quanto usualmente stabilito nei disposti autorizzativi. Il sistema di raccolta del percolato è stato progettato e sarà gestito durante e dopo l'esercizio del settore, in modo da minimizzare il battente idraulico di percolato sul fondo della discarica; infatti il pacchetto drenante di fondo e la collocazione di condotte di raccolta percolato in posizione depressa consentono di escludere il formarsi di battente idraulico.

Per quanto riguarda la prevenzione degli intasamenti e delle occlusioni per tutto il periodo di funzionamento previsto si sono disposti pozzettoni di ispezione al capo dei presidi strutturali. Inoltre i criteri progettuali, esposti al

capitolo precedente, garantiscono agevoli operazioni di monitoraggio e manutenzione sulle linee principali e secondarie di raccolta del percolato e sugli elementi di sistema.

La resistenza all'attacco chimico dell'ambiente della discarica è garantita dalla posa in opera di quelle guaine o membrane impermeabili caratterizzate da parametri tecnici certificati e specifiche per l'ambiente da discarica.

Per quanto riguarda l'integrità del sistema di raccolta percolato in ragione dei carichi previsti, in conseguenza delle soluzioni progettuali adottate, non vi sono condizioni tali da creare alcuna problematica tecnica in relazione ai carichi di esercizio.

Come accennato poco sopra l'abbassamento del battente idraulico del percolato è garantito dalla disposizione pianoaltimetrica dei sistemi adottati: in trincea rispetto al fondo vasca sono disposte le condotte secondarie di captazione del percolato che convergono verso la condotta principale disposta parallelamente all'elemento di base; condotta principale che convoglia il liquame, per gravità, verso un insieme di vasche ed elementi di raccolta del percolato. Il Quinto Settore è dotato di serbatoi a tenuta, del tipo a camere contigue, per una capacità di stoccaggio totale di circa 320 mc. Sono periodicamente soggette a svuotamento da autobotti idonee con trasporto a centri di trattamento specializzati e sono dotate di condotta di emergenza per troppo pieno con immissione in altri ricettori protetti già esistenti.

Si rimanda al documento di analisi del rischio in relazione ad aspetti che esulano la mera attività progettuale.

#### **5.2.4 Protezione del terreno e delle acque (pgf. 2.4 all. 1)**

##### **5.2.4.1 Criteri generali**

In termini di protezione del suolo e delle acque è certamente soddisfatta la richiesta di inalterabilità del terreno e delle acque superficiali, con idonea protezione del suolo ed efficiente raccolta del percolato. Le condizioni geologiche dei luoghi consentono di affermare come le condizioni al di sotto ed in prossimità della discarica sono tali da determinare una "barriera geologica" pienamente idonea a evitare rischi per il suolo e per le acque superficiali. Le caratteristiche di permeabilità di tale barriera sono state più volte accertate con esito positivo.



L'ubicazione delle vasche di Progetto nella discarica di Cà dei Ladri soddisfa le condizioni necessarie per impedire l'inquinamento del terreno e delle acque superficiali (non esiste acquifero profondo in grado di interferire con il fondo delle vasche) assicurando un'efficiente raccolta del percolato.

La protezione del suolo e delle acque di superficie è realizzata, durante la fase operativa, mediante la combinazione della barriera geologica, del rivestimento impermeabile della vasca, del sistema di drenaggio del percolato e durante la fase post-operativa, dalla copertura superficiale provvisoria e finale della parte superiore.

#### **5.2.4.2 Barriera geologica**

La presenza della Formazione delle Argille a Palombini, che qui si presenta con uno spessore di almeno 1000 m (spessori rilevati con indagini dirette ed indirette), caratterizzata da valori di permeabilità accertate compresi nei valori richiesti dalla normativa, definisce la barriera geologica. In ogni caso i fondi e la prima porzione delle scarpate sono sempre protette da impermeabilizzazione bentonitica e vengono sempre effettuate, prima della loro posa, prove sul fondo di conducibilità idraulica in situ. Per quanto concerne il fondo della vasca questo non potrà subire variazioni di pendenza od assestamenti in quanto risulta non soggetto a cedimenti in virtù delle proprie caratteristiche geomeccaniche, garantendo così nel tempo il corretto deflusso del percolato verso i sistemi di raccolta.

#### **5.2.4.3 Copertura superficiale finale**

I nuovi abbancamenti saranno caratterizzati da una copertura provvisoria per poi addivenire alla copertura superficiale finale nella fase di post esercizio (per la cui definizione puntuale si rimanda agli elaborati ed alle relazioni di merito). In questo modo si garantisce comunque l'isolamento della massa dei rifiuti e si assestano quegli assestamenti e quelle modifiche planoaltimetriche, con interventi di riprofilatura e di risagomatura oltre che di manutenzione del reticolo idraulico di superficie, senza eseguire lavorazioni di sistemazione a verde e piantumazioni ed opere finite in un momento temporale troppo prossimo, con conseguente vanificazione delle stesse.

Viene adottata una copertura superficiale finale di seguito descritta, che risponde ai criteri di isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno, di minimizzazione delle infiltrazioni d'acqua, di riduzione della necessità di

manutenzione e di innesco dei fenomeni di erosione, oltre che di resistenza agli assestamenti del corpo rifiuti.

La copertura viene realizzata in due fasi distinte, in conseguenza delle usuali fasi di chiusura che si adottano nel contesto del tipo di discarica, di cui la prima quale copertura provvisoria, finalizzata ad isolare la massa di rifiuti in corso di assestamento, e la seconda come vera e propria copertura superficiale finale. Si adotta una struttura multistrato costituita, dal basso verso l'alto, dai seguenti strati:

- a) strato di regolarizzazione del tipo in compost grezzo con la funzione di permettere la corretta messa in opera degli strati sovrastanti;
- b) geocomposito di drenaggio del gas del tipo a biaccoppiatura;
- c) strato minerale compattato dello spessore  $\geq 50$  cm e di conducibilità idraulica  $\leq 10^{-8}$  m/sec;
- d) geocomposito drenante a biaccoppiatura in grado di impedire la formazione di un battente idraulico;
- e) strato superficiale di copertura con spessore  $\geq 100$  cm che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura previste dal Piano di Ripristino Ambientale e fornisca una protezione adeguata sia contro l'erosione che nei confronti delle barriere sottostanti.

La cosiddetta copertura provvisoria sarà costituita dagli strati da a) b) c) che, in conseguenza della degradazione dei rifiuti che comporta la riduzione volumetrica della massa dei rifiuti con assestamenti superficiali, sarà periodicamente conguagliata e riprofilata in modo da mantenerne costantemente le caratteristiche di garanzia e funzionali citate con regolare deflusso delle acque superficiali e minimizzazione dell'infiltrazione nella discarica.

La copertura superficiale finale, che si avvale degli ulteriori strati di cui ai codici d) ed e), garantirà l'isolamento della discarica nel tempo e conferirà la configurazione di cui al Progetto di Ripristino Ambientale e di Sistemazione Finale a cui si rimanda per ogni dettaglio.

### **5.2.5 Controllo dei gas (pgf. 2.5 all. 1)**

La discarica, a quasi trenta anni dalla sua apertura, è dotata di un efficiente sistema di captazione del gas con impianto di cogenerazione per il conseguente utilizzo energetico.

La gestione del biogas, che prima dell'impianto citato si basava su un impianto di estrazione del gas con combustione a mezzo di torcia, è condotta in modo tale da ridurre al minimo il rischio per l'ambiente e per la salute umana secondo l'obiettivo di non far percepire la presenza della discarica al di fuori di una ristretta fascia di rispetto.

Il sistema di estrazione del biogas è costituito da pozzi appositamente trivellati nella fase successiva alla chiusura provvisoria distribuiti sull'areale del Completamento come da previsione progettuale precedente e sugli invasi del Quinto Settore così come rappresentato in allegato allo specifico elaborato. Mediamente i raggi di influenza sono di circa 30 ml, mentre il collettamento è per mezzo di condotte in pead verso la sottostazione collocata a ridosso del gruppo serbatoi e dotata di separatore di condensa. Questo sistema è poco vulnerabile rispetto al naturale assestamento della massa dei rifiuti stoccati; comunque sono disposte periodicamente azioni di manutenzione e controllo di cui al piano di mantenimento al quale si rimanda per una dettagliata analisi degli interventi.

Il livello del percolato all'interno dei pozzi di captazione del biogas, per consentirne la continua funzionalità, è mantenuto al minimo con sistemi di estrazione del percolato compatibili con la natura di gas esplosivo ed efficienti anche nella fase postoperativa. Il sistema di estrazione del biogas è dotato di sistemi per l'eliminazione della condensa; il liquido di condensa è condotto dalle sottostazioni, disposte alla base degli invasi di stoccaggio, verso i serbatoi di accumulo del percolato.

#### **5.2.6 Stabilità (pgf. 2.7 all. 1)**

Per la valutazione della fattibilità dell'intervento in progetto (realizzazione V settore discarica) sono state eseguite le verifiche di stabilità con il programma di calcolo "CDD Win" della S.T.S. S.r.l.. La normativa utilizzata nelle fasi di calcolo è costituita dalle Norme Tecniche per le costruzioni emanate con il D.M. 14/01/2008 pubblicato nel suppl. 30 G.U. 29 del 4/01/2008, nonché dalla Circolare del Ministero Infrastrutture e Trasporti del 2 Febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni".

Sono state eseguite verifiche agli Stati Limite Ultimi, in particolare allo stato limite di salvaguardia della vita (SLV); la stabilità nei confronti dell'azione

sismica è stata eseguita con il metodo pseudo-statico, applicando l'Approccio 1 - Combinazione 2: (A2+M2+R2).

Il programma di calcolo consente la determinazione del coefficiente di sicurezza relativo ad ipotetiche superfici di rottura, pari al rapporto tra la resistenza al taglio disponibile e la resistenza al taglio mobilitata. I metodi di calcolo prevedono la suddivisione della porzione di pendio in oggetto in un numero determinato di conci di uguale ampiezza. Ipotizzando che la base di ciascun concio sia piana e che lungo la superficie di scorrimento valga il criterio di rottura di Mohr-Coulomb, che correla tra loro le reazioni tangenziali e normali, le incognite sono le reazioni laterali, i loro punti di applicazione e le reazioni normali alla base. Tra i metodi dell'equilibrio limite sono stati adottati quelli di Bell e Jambu.

L'area oggetto dell'ampliamento della discarica di Ca' dei Ladri per la realizzazione del quinto settore, così come le pendici già interessate da lavorazioni, sono state sedi di campagne di indagini che hanno previsto l'esecuzione di carotaggi continui, prove penetrometriche statiche ed indagini geofisiche. Sulla base del modello litostratigrafico e geotecnico definito si è scelto di sottoporre a verifica le sezioni di progetto n° 3 e n° 5, che si ritengono rappresentative sia del quadro litostratigrafico della porzione di pendice in esame, che delle differenti geometrie di abbancamento dei R.S.U. Le modifiche apportate alle geometrie degli abbancamenti nel V settore, rispetto al progetto originario (giugno 2011), diretta conseguenza delle variazioni nel tracciato stradale e nelle piazzole di monte sono minimali. Ritenendo tali modifiche non significative ai fini delle verifiche di stabilità, non saranno effettuate nuove analisi.

Per ogni sezione sono state analizzate le condizioni di scavo e le condizioni di progetto con l'abbancamento dei R.S.U.; le analisi sono state condotte ipotizzando superfici di tipo poligonale e di tipo circolare.

Per le verifiche di progetto riguardanti il corpo rifiuti è stata considerata cautelativamente la presenza di un livello di percolato attestato sul fondo vasca (casi D, E ed F). Il percolato è stato modellato nelle calcolazioni come una falda con spessore di circa 1,0 m, che non interessa i depositi argillitici del substrato.

Le verifiche di progetto inerenti il corpo rifiuti sono state ripetute considerando un innalzamento del livello di percolato, come da richiesta di integrazione a seguito della Conferenza di Servizi del 12 settembre 2011 (Punto C). In

particolare è stato introdotto un innalzamento del livello del percolato di circa 50 cm rispetto al modello analizzato precedentemente, considerando le sezioni e le configurazioni già analizzate così da permettere un rapido raffronto.

Le casistiche considerate risultano le seguenti:

- SEZIONE 3
  - Profilo di scavo - superfici circolari - caso A;
  - Profilo di scavo e pendice a monte dell'area in ampliamento - superfici circolari - caso B;
  - Profilo di scavo e pendice a monte dell'area in ampliamento - superfici poligonali - caso C;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti - superfici circolari - caso D;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti - superfici poligonali - caso E;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti - superfici circolari - caso F;
  - Profilo di progetto - pendice e corpo rifiuti - superfici circolari - caso G;
  - Le sezioni D, E ed F sono state analizzate nuovamente considerando l'innalzamento del livello del percolato:
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti con innalzamento livelli percolato - superfici circolari - caso H;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti con innalzamento livelli percolato - superfici poligonali - caso I;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti con innalzamento livelli percolato - superfici circolari - caso L.
- SEZIONE 5
  - Profilo di scavo -superfici circolari - caso A;
  - Profilo di scavo e pendice a monte dell'area in ampliamento -superfici circolari - caso B;
  - Profilo di scavo -superfici poligonali - caso C;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti - superfici circolari - caso D;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti - superfici poligonali - caso E;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti - superfici circolari - caso F;
  - Profilo di progetto - pendice e corpo rifiuti - superfici circolari - caso G;
  - Le sezioni D, E ed F sono state analizzate nuovamente considerando l'innalzamento del livello del percolato:
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti con innalzamento livelli percolato - superfici circolari - caso H;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti con innalzamento livelli percolato - superfici poligonali - caso I;
  - Profilo di progetto - corpo rifiuti con innalzamento livelli percolato - superfici circolari - caso L.

Le verifiche sono state effettuate utilizzando i parametri geotecnici caratteristici riportati nella relazione geologica, a cui sono stati applicati i coefficienti parziali M2 di Tabella 6.2.II delle NTC08, come previsto per l'approccio prescelto.

Tale caratterizzazione tiene conto degli innumerevoli dati a disposizione nell'ambito della discarica derivanti da campagne geognostiche in sito ed analisi di laboratorio, che si sono susseguite nel tempo, come già evidenziato nel paragrafo 5. Si tratta di una modellazione geotecnica già ampiamente utilizzata e collaudata nell'ambito di precedenti fasi di progettazione.

Tutte le analisi sono state condotte in condizioni a lungo termine, ritenendo tale scenario maggiormente critico, infatti le ipotesi a breve termine valutate

(in condizioni non drenate) non risultavano significative in ragione del contesto d'inserimento.

Per quanto riguarda la caratterizzazione sismica è stata utilizzata una categoria di sottosuolo B, per le analisi delle condizioni di scavo, ed è stata utilizzata una categoria di sottosuolo D per le analisi delle condizioni di progetto in presenza dell'abbancamento dei R.S.U.. Per entrambe le sezioni esaminate è stato considerato cautelativamente un coefficiente di amplificazione topografica pari a 1,2, poiché la pendenza del versante a seguito dell'abbancamento dei rifiuti è superiore a 15°.

Le verifiche di stabilità dei profili di scavo e post operam, condotte in condizioni sismiche con parametri geotecnici ritenuti cautelativi, a cui sono stati applicati i coefficienti parziali M2 come previsto dalla normativa, hanno restituito coefficienti di sicurezza sempre maggiori di 1,0. A tale valore è già stato applicato il coefficiente parziale  $R_2 = 1,1$  come previsto dal D.M. 14-01-2008 alla Tabella 6.8.I per opere in materiali sciolti e fronti di scavo.

Pertanto le analisi evidenziano l'assenza di criticità durante le operazioni di scavo e verificano la configurazione di abbancamento, anche nel caso di aumento anomalo del percolato nel fondo vasca, ed il suo inserimento lungo il versante.

Per la valutazione di fattibilità relativa all'aumento dei volumi di abbancamento di R.S.U. nei settori III e IV, vasche 8 e 9, sono stati sottoposti a verifica profili che si ritengono rappresentativi delle volumetrie e delle geometrie di abbancamento previste. Nelle calcolazioni è stato utilizzato il software descritto in precedenza ed il medesimo approccio metodologico.

Per la modellazione geologica del sottosuolo si è fatto riferimento ai profili stratigrafici ricostruiti nell'ambito della VIA 2009, derivanti da sondaggi a carotaggio continuo in tali settori, ed alle osservazioni dirette eseguite durante le operazioni di scavo per la predisposizione dei fondi vasca. Per la caratterizzazione geotecnica sono stati utilizzati i medesimi parametri utilizzati durante le analisi condotte nell'ambito della VIA 2009.

Nel corpo rifiuti è stata considerata la presenza di un livello di percolato attestato sul fondo vasca. Il percolato è stato modellato nelle calcolazioni come una falda con spessore massimo di circa 1,5 m, che non interessa i depositi argillitici del substrato.

Le casistiche considerate permettono il confronto in termini di sicurezza fra la Configurazione autorizzata VIA 2009 e la nuova configurazione prevista (Variante VIA 2011).

I casi in analisi sono di seguito indicati:

- VASCA 8 – PROFILO 6
  - Configurazione R.S.U. VIA 2009 - Superfici Circolari - caso A;
  - Configurazione R.S.U. VARIANTE VIA 2011 - Superfici Poligonali - caso B;
  - Configurazione R.S.U. VARIANTE VIA 2011 - Superfici Circolari - caso C;
- VASCA 8 – PROFILO 9
  - Configurazione R.S.U. VIA 2009 - Superfici Circolari - caso A;
  - Configurazione R.S.U. VARIANTE VIA 2011 - Superfici Poligonali - caso B;
  - Configurazione R.S.U. VARIANTE VIA 2011 - Superfici Circolari - caso C;
- VASCA 9 – PROFILO 12
  - Configurazione R.S.U. VIA 2009 - Superfici Poligonali - caso A;
  - Configurazione R.S.U. VARIANTE VIA 2011 - Superfici Circolari - caso B;
  - Configurazione R.S.U. VARIANTE VIA 2011 - Superfici Poligonali - caso C;
  - Configurazione R.S.U. VARIANTE VIA 2011 - Superfici Circolari - caso D.

Le verifiche di stabilità relative al completamento III e IV settore, condotte in condizioni sismiche con parametri geotecnici ritenuti cautelativi, a cui sono stati applicati i coefficienti parziali M2 come previsto dalla normativa, hanno restituito coefficienti di sicurezza sempre maggiori di 1,0. A tale valore è già stato applicato il coefficiente parziale  $R2 = 1,1$  come previsto dal D.M. 14-01-2008 alla Tabella 6.8.I per opere in materiali sciolti e fronti di scavo.

Pertanto tali analisi evidenziano come gli aumenti di volumetria previsti dal progetto, nell'ambito del recupero volumetrico del Terzo e Quarto Settore, non determinino alcuna situazione di criticità nei settori di discarica oggetto d'intervento.

#### **5.2.7 Modalità e criteri di coltivazione (pgf. 2.10 all. 1)**

Lo scarico dei rifiuti avviene per mezzo delle apposite piazzole di scarico predisposte a diretto contatto con la viabilità di servizio creata in conseguenza delle quote altimetriche di abbancamento raggiunte, con disposizione delle macchine operatrici necessarie alle operazioni di scarico, triturazione e stoccaggio secondo le consuete lavorazioni di gestione.

La coltivazione avviene per strati sovrapposti e compattati, di limitata ampiezza, in modo da favorire il recupero immediato e progressivo dell'area della discarica.

In fase di gestione ci si avvale di opere provvisorie a protezione di invasi contigui nella fase temporale in cui il primo ha raggiunto un certo grado di riempimento ed il secondo vede le operazioni di sbancamento per la definizione dei fondi e delle scarpate di progetto. Si adottano berlinesi su pali

trivellati di medio diametro, con sola trave di coronamento, che contribuiscono, una volta svolta la loro funzione, ad incrementare la dotazione strutturale ed a fornire ulteriore incremento dei fattori di sicurezza.

La superficie dei rifiuti esposta all'azione degli agenti atmosferici sarà limitata a quanto consentito dalle caratteristiche dimensionali dell'area coltivata e dall'esercizio in sicurezza delle operazioni di abbancamento. Il naturale deflusso delle acque meteoriche al di fuori dell'area destinata al conferimento dei rifiuti è garantito dalle operazioni già descritte in precedenza.

## **6. PROGETTO DI RIPRISTINO AMBIENTALE**

La sistemazione a verde, in considerazione della rilevanza paesaggistico ambientale dell'intervento, è redatta a parte a cura di tecnico specializzato nel settore con elaborati specifici di merito. Di seguito si vogliono comunque indicare le linee guida che sono rappresentate da:

- protezione dall'erosione meteorica e riduzione dell'impatto ambientale;
- favorire un recupero ed una ripresa relativamente rapidi di un ecosistema agro-forestale di piccole-medie dimensioni;
- la ricostituzione dell'ambiente caratteristico delle aree limitrofe alla discarica.

La composizione controllata dei rifiuti ed i sistemi di raccolta del percolato e di captazione dei gas (metano, anidride carbonica e altri gas in percentuali minori) prodotti nella fermentazione degli stessi garantiscono un ottimo comportamento agli stoccaggi, ma la copertura con materiali argillosi, le cui caratteristiche di sterilità sono elevatissime (si tratta di materiale scavato in loco ad una certa profondità rispetto al piano di campagna originario e costituito da argille a palombini che non hanno subito ancora alcun processo pedogenetico), crea condizioni difficili per la sistemazione a verde e il recupero ambientale.

Le tecniche, che verranno utilizzate nel recupero di questi luoghi, sono quelle classiche della bioingegneria, nelle quali si utilizzano elementi arborei ed arbustivi, legname e pietrame per le lavorazioni di protezione antierosiva; il tutto al fine di giungere all'insediamento della vegetazione in tempi relativamente brevi ed inserire nuovamente, nel paesaggio circostante, quell'elemento che evita soluzione di continuità.

La suddivisione in diverse fasi temporali del recupero dell'area è diretta conseguenza del fenomeno di assestamento cui il corpo della discarica è soggetto, dal completamento della sua coltivazione. Intuitiva, quindi, la non



convenienza, sia ai fini paesaggistici che ai fini economici, nel provvedere ad una sistemazione finale a breve distanza dalla fine dell'utilizzazione del comparto.

### **6.1 Sistemazione paesaggistica**

La sistemazione a verde, in considerazione della rilevanza paesaggistico ambientale dell'intervento, è redatta a cura di tecnico specializzato nel settore con elaborati specifici di merito in fascicolo a parte. All'interno del presente Progetto Definitivo sono inserite la tavola n. 15 che rappresenta la sistemazione paesaggistica del Quinto Settore e la n. 19 che, invece, parimenti, si occupa del Completamento del Terzo e Quarto Settore.

Si è voluto uniformare la sistemazione paesaggistica di tutte le aree successive all'entrata in vigore del D. Lgs 36/2003, adottando il medesimo criterio: le opere di sistemazione prevedono la creazione di fasce alberate della larghezza di cinque metrilineari lungo le linee di scolo delle acque superficiali, questo per approfittare della maggior disponibilità idrica.

Le fasce alberate saranno realizzate con essenze autoctone e caratterizzate da grande rusticità, vista l'iniziale inospitalità del terreno, sulla superficie rimanente saranno seminate specie erbacee, in tal modo si appronterà una sistemazione già strutturalmente simile a quella circostante, in cui si alternano prati stabili e boschi cedui.

Con l'avanzare del tempo si assisterà lo sviluppo della porzione arborea creando spazi ospitali per la fauna selvatica.

Per garantire un buon successo dell'impianto è prevista la realizzazione di un impianto d'irrigazione, alimentato da un totale di tre bacini artificiali che raccoglieranno le acque meteoriche che investiranno l'area di scarica, per mitigare l'effetto visivo provocato dai bacini (rilevabile soprattutto dal versante opposto) si è previsto di realizzare una quinta di alberi sul lato a valle di ogni bacino.

## 7. COMPUTAZIONE OPERE E QUADRO ECONOMICO

Di seguito si riportano gli importi desunti dalla stima degli interventi così come precedentemente descritti e rappresentati nelle tavole di progetto. Si individuano (come rappresentato nel crono programma di cui all'allegato I) due gruppi principali di opere relativi al consolidamento ed alle vasche di stoccaggio oltre a tre sottogruppi in relazione al capofosso, alla strada di servizio ed ai bacini irrigui. Le molteplici lavorazioni possono essere riepilogate in categorie di lavoro prevalenti secondo la tabella che segue:

QUADRO ECONOMICO DI MASSIMA			
n.	descrizione sintetica:	importo [milioni di euro]	
1	Opere per consolidamento versante con sistemi drenanti superficiali e profondi e presidi strutturali su pali trivellati	2,5	
2	Opere sul capofosso per regimazione idraulica e realizzazione dei bacini irrigui	0,7	
3	Scavi e movimenti terra (compreso sbancamenti, argini e riporti)	2,1	
4	Fondi vasca ed impermeabilizzazioni (compreso i pacchetti drenanti) compreso protezione di opere strutturali	0,5	
5	Opere strutturali con fondazioni profonde su pali trivellati per la creazione e definizione degli invasi di stoccaggio	0,9	
6	Opere per piazzole di scarico (compreso i relativi presidi strutturali anche provvisori in fase di gestione)	0,2	
7	Opere stradali per viabilità (comprese le gabbionate in pietrame e le opere d'arte ad essa riferibili), ma escluso il movimento terra	1,2	
8	Noli, economie, varie ed eventuali, imprevisti	0,1	
<b>Totale lavori ed economie</b>		<b>8,1</b>	23/04/2012 vers. 1.0

Il quadro economico che ne deriva è rappresentato ed esplicitato in documento dedicato, di più ampio respiro, redatto direttamente da CO.SE.A. .

In allegato:

- All. A: sovrapposizione su base fotografica;
- All. B: individuazione degli interventi;
- All. C: alternative progettuali;
- All. D: riepilogo dati caratteristici;
- All. E: opere di consolidamento;
- All. F: configurazione finale Quinto Settore;
- All. G: recupero volumetrico Terzo e Quarto Settore.