

# **S.I.G.E.D. SRL**

## **DISCARICA S.I.G.E.D. DI SCALA ERRE (SS)**

### **REVISIONE PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COPERTURA DEFINITIVA E RIPRISTINO AMBIENTALE AGGIORNATO ALL'INCREMENTO VOLUMETRICO DEL 2° LOTTO DISCARICA S.I.G.E.D. DI SCALA ERRE (SS)**

**Comm. 1407\_IC109\_23**

**Milano, Maggio 2023**



**BOSSICH GEOENGINEERING S.r.l.**  
Società di Geingegneria  
L'AMMINISTRATORE  
Dr. Geol. F. Bossich

A cura di: Dr. Geol. F. Bossich  
Dr.ssa Arch. M. Sommaruga

Hanno collaborato : Dr. Ing. E. Samuelli  
Dr. ssa G. Danelli

**INDICE**

<b>OBBIETTIVI DEL REPORT .....</b>	<b>4</b>
<b>PREMESSA STORICA DELL'INCREMENTO VOLUMETRICO.....</b>	<b>4</b>
<b>DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO PROGETTUALE .....</b>	<b>4</b>
<b>SINTESI PROGETTUALE.....</b>	<b>5</b>
<b>QUOTA MASSIMA DI ABBANCAMENTO A RIFIUTO ASSESTATO (TAV 01) .....</b>	<b>6</b>
<b>STATO DI FATTO DELLA SUPERFICIE DI ABBANCAMENTO RIFIUTI DEL SECONDO LOTTO SIGED (TAV 02).....</b>	<b>7</b>
<b>INCREMENTO VOLUMETRICO DI RIFIUTO .....</b>	<b>8</b>
<b>AGGIORNAMENTO MORFOLOGIA COPERTURA PROVVISORIA .....</b>	<b>9</b>
<b>STRATIGRAFIA ATTUALE DELLA COPERTURA PROVVISORIA E DEFINITIVA DELLA DISCARICA SIGED DA AIA .....</b>	<b>9</b>
<b>PROPOSTA NUOVA COPERTURA FINALE CAPPING SECONDO LOTTO.....</b>	<b>10</b>
<b>Stratigrafia proposta di progetto .....</b>	<b>11</b>
<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO ARGILLOSO UTILIZZATO PER IL CAPPING .....</b>	<b>13</b>
<b>BILANCIO RICALIBRATURA MORFOLOGICA DELL'ABBANCAMENTO .....</b>	<b>13</b>
<b>SCHEMA GENERALE DI MASSIMA E STIMA DIMENSIONALE DELLE OPERE.....</b>	<b>14</b>
<b>CANALETTA SOTTOSCARPA CON PALIZZATA VIVA .....</b>	<b>14</b>
<b>STIMA AFFLUSSI ACQUE METEORICHE E DIMENSIONAMENTO RETE DI DRENAGGIO FINALE.....</b>	<b>15</b>
<b>PENDENZA DELLA RETE DRENANTE.....</b>	<b>16</b>
<b>CARATTERIZZAZIONE MORFOMETRICA DELL'AREA SCOLANTE .....</b>	<b>16</b>
<b>MODELLAZIONE DELLA FORMAZIONE DEL DEFLUSSO: METODO CN-SCS.....</b>	<b>18</b>
<b>CALCOLO DEL CURVE NUMBER .....</b>	<b>18</b>
<b>DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE .....</b>	<b>19</b>
<b>CALCOLO DELLE SOGLIE PLUVIOMETRICHE CON LA DISTRIBUZIONE PROBABILISTICA TCEV .....</b>	<b>19</b>
<b>CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA .....</b>	<b>22</b>
<b>DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE CANALETTE METEORICHE .....</b>	<b>25</b>
<b>PROFILO ALTIMETRICO DELLA PISTA PERIMETRALE STATO ATTUALE/DI PROGETTO AIA II LOTTO DISCARICA SIGED DI SCALA ERRE .....</b>	<b>26</b>

## **ELENCO ELABORATI GRAFICI**

- TAV. 01 Planimetria stato fatto copertura provvisoria e strada perimetrale rilievo marzo 2023
- TAV. 02 Sezioni stato attuale con rimodellamento abbancamento
- TAV. 03 Planimetria nuovo assetto stradale e drenaggi
- TAV. 04 Planimetria recupero ambientale
- TAV. 05 Sezioni nuovo recupero ambientale e drenaggi

## **FIGURE**

- FIG 1 - Estratto planimetria II lotto esaurito (ESTRO 2010)
- FIG 2 - Ortoimmagine da google earth con l'individuazione dell'ampliamento 25.000 t
- FIG 3 - Stratigrafia proposta capping secondo lotto
- FIG 4 - Canala sottoscarpa con palizzata viva: sezione tipo
- FIG 5 - Aree scolanti sottese dalle canalette sottoscarpa ripristino finale
- FIG 6 - Distribuzione probabilistica TCEV: geografia delle sottozone
- FIG 7 - Profilo altimetrico pista perimetrale stato attuale e di progetto

## **OBBIETTIVI DEL REPORT**

Il report di cui alle pagine a seguire revisiona ed aggiorna ai fini del PAUR in itinere il documento **“DISCARICA S.I.GE.D. DI SCALA ERRE (SS) - PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COPERTURA DEFINITIVA E RIPRISTINO AMBIENTALE AGGIORNATO ALL'INCREMENTO VOLUMETRICO DEL 2° LOTTO DISCARICA S.I.GE.D. DI SCALA ERRE (SS) - Comm. 1381\_IC103\_22 - Milano, Aprile 2022”** sia in relazione alle nuove richieste di omogeneizzazione documentale tra 2° e 3° lotto SIGED da parte degli Enti sia per gli assestamenti intervenuti nella discarica del 2°lotto nel lasso di tempo tra emissione documento a disposizione degli Enti (rilievi topografici giugno 2021) ed lo stato attuale.

## **PREMESSA STORICA DELL'INCREMENTO VOLUMETRICO**

La PROVINCIA DI SASSARI SETTORE 5 PROGRAMMAZIONE, AMBIENTE E AGRICOLTURA NORD OVEST, SERVIZI TECNOLOGICI in data 03.02.2022 inoltrava Pec alla Soc S.I.GE.D. srl, alla Regione Autonoma della Sardegna Assessorato della Difesa dell'Ambiente Servizio tutela dell'atmosfera e del territorio Settore Gestione Rifiuti ed all'A.R.P.A.S. Direzione Generale Dipartimento di Sassari

### **con oggetto:**

- AIA n. 2 del 31/05/2010 (aggiornata con i provvedimenti del n. 1 del 29/04/2011, disposizioni a seguito valutazione documentale trasmessa in ottemperanza alla Diffida prot n. 46727 del 26/11/2020

**e conseguentemente all'esaurimento delle volumetrie della discarica**, ribadendo che il superamento delle volumetrie autorizzate ha comportato una profonda variazione della morfologia della discarica, e al fine di di effettuare gli accertamenti richiesti dalla normativa di settore ed in particolare dell'art 12 Dlgs 36/2003 e ss mm ii, disponeva ai punti III e IV che:

- III. entro 12 mesi dal ricevimento della presente, trasmetta un nuovo progetto della copertura definitiva della discarica che tenga conto delle variazioni morfologiche rispetto al progetto autorizzato con l'AIA n. 2/2010 e che consenta un ripristino ambientale del sito il più conforme possibile al progetto autorizzato;
- IV. unitamente al progetto di cui sopra trasmetta un Piano di Ripristino Ambientale coerente con l'attuale stato dell'impianto, con i rilievi richiesti ai punti precedenti e con il progetto della copertura definitiva rappresentativa delle mutate condizioni morfologiche della medesima discarica.

## **DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO PROGETTUALE**

- BOSSICH GEOENGINEERING SRL - DISCARICA S.I.GE.D. DI SCALA ERRE (SS) - PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COPERTURA DEFINITIVA E RIPRISTINO AMBIENTALE AGGIORNATO ALL'INCREMENTO VOLUMETRICO DEL 2° LOTTO DISCARICA S.I.GE.D. DI SCALA ERRE (SS) – Comm. 1381\_IC103\_22 \_ Milano, Aprile 2022

- BOSSICH GEOENGINEERING SRL - DISCARICA S.I.GE.D. DI SCALA ERRE (SS) - PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DELLA COPERTURA PROVVISORIA AGGIORNATO ALL'INCREMENTO VOLUMETRICO DEL 2° LOTTO DISCARICA S.I.GE.D. DI SCALA ERRE (SS) - CHIARIMENTI RELATIVI ALLA VALUTAZIONE DEGLI ASSESTAMENTI ATTESI A FINE ABBANCAMENTO - Comm. 1371 / IC101 / 22\_CED \_ Milano, Febbraio 2022
- BOSSICH GEOENGINEERING SRL - DISCARICA RIFIUTI SPECIALI NON PERICOLOSI Loc. Scala Erre Comune di Sassari Realizzazione Lotto 3 di ampliamento \_ PROGETTO ESECUTIVO\_(Emissione preliminare in attesa di aggiornamenti e modifiche richieste per prescrizioni P.A.U.R.) Comm. 1300 / IC90 / 18E \_ Milano, Maggio 2022

## SINTESI PROGETTUALE

La richiesta di tali elaborati discende dalla necessità di aggiornare

- la nuova morfologia finale del corpo fuori terra della discarica scaturita dall'incremento volumetrico (25.000 t) autorizzato
- l'aggiornamento della livelletta della pista perimetrale a seguito assestamenti della sede stradale
- i cedimenti attesi nel corpo rifiuti alla prima metà 2023

al fine di:

- rendere la morfologia della discarica il più possibile simile a quella prevista nel progetto esecutivo del 2010.tenendo conto dell'evoluzione normativa in essere
- adeguare la morfologia della discarica a quella prevista nel progetto esecutivo del terzo lotto SIGED tenendo conto dell'evoluzione normativa in essere (d. lgs. 3 settembre 2020 n. 121)

Nella G.U. n. 228 del 14/09/2020 è stato pubblicato il d. lgs. 3 settembre 2020 n. 121, recante "Attuazione della direttiva (UE) 2018/850, che modifica la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti" entrato in vigore dal 29 settembre 2020; pertanto in riferimento al precedente paragrafo si sintetizza l'adeguamento al piano di ripristino ambientale autorizzato con:

- sopraelevazione dell'attuale pista perimetrale lato ovest mediamente di circa 1,2 m tale da raggiungere le quote della pista autorizzate del 2010;
- ribassamento della zona centrale di abbancamento rifiuti del secondo lotto da q 53 circa a q 52 circa con spalmatura di uno spessore medio di 1 m di rifiuto sbancato ricollocato sulla sponda da Nord Ovest a Nord Est e contenuto al piede dalla sopraelevazione di cui al punto precedente opportunamente impermeabilizzata con continuità al pacchetto impermeabilizzante della sponda esistente (continuità verificata a norma con apposito collaudo dei materiali e strumentale);
- aggiornamento della stratigrafia di ripristino finale (così come previsto dalla 121/2020) con:
  - inserimento di un geocomposito drenante in sostituzione dei 50 cm di dreno in materiale naturale

- inserimento geomembrana in HDPE migliorativo della impermeabilità
  - riduzione dello spessore dell'argilla a 10 cm con integrazione di telo bentonico
- adeguamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche e stradali alle nuove quote del capping

**QUOTA MASSIMA DI ABBANCAMENTO A RIFIUTO ASSESTATO (TAV 01)**

Come evidenziato nell'estratto della tavola allegata al progetto esecutivo Estro ingegneria 104 ES D L02-006 del Luglio 2010 la massima quota di abbancamento a rifiuti assestati risultava di 49 m slm posizionata verso Ovest.

Ovviamente tale quota non teneva conto dell'incremento volumetrico successivamente ottenuto di 25,000 t di rifiuto.

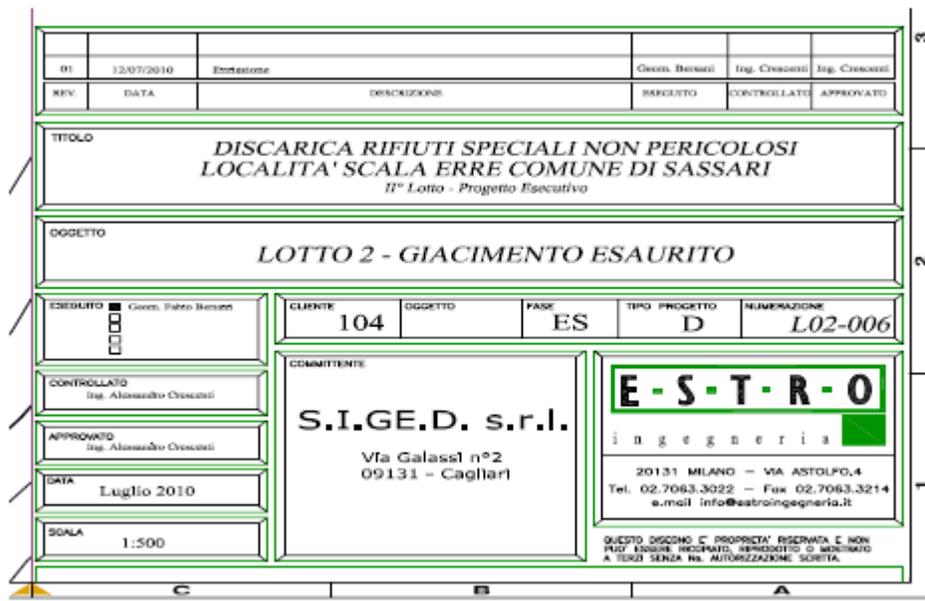
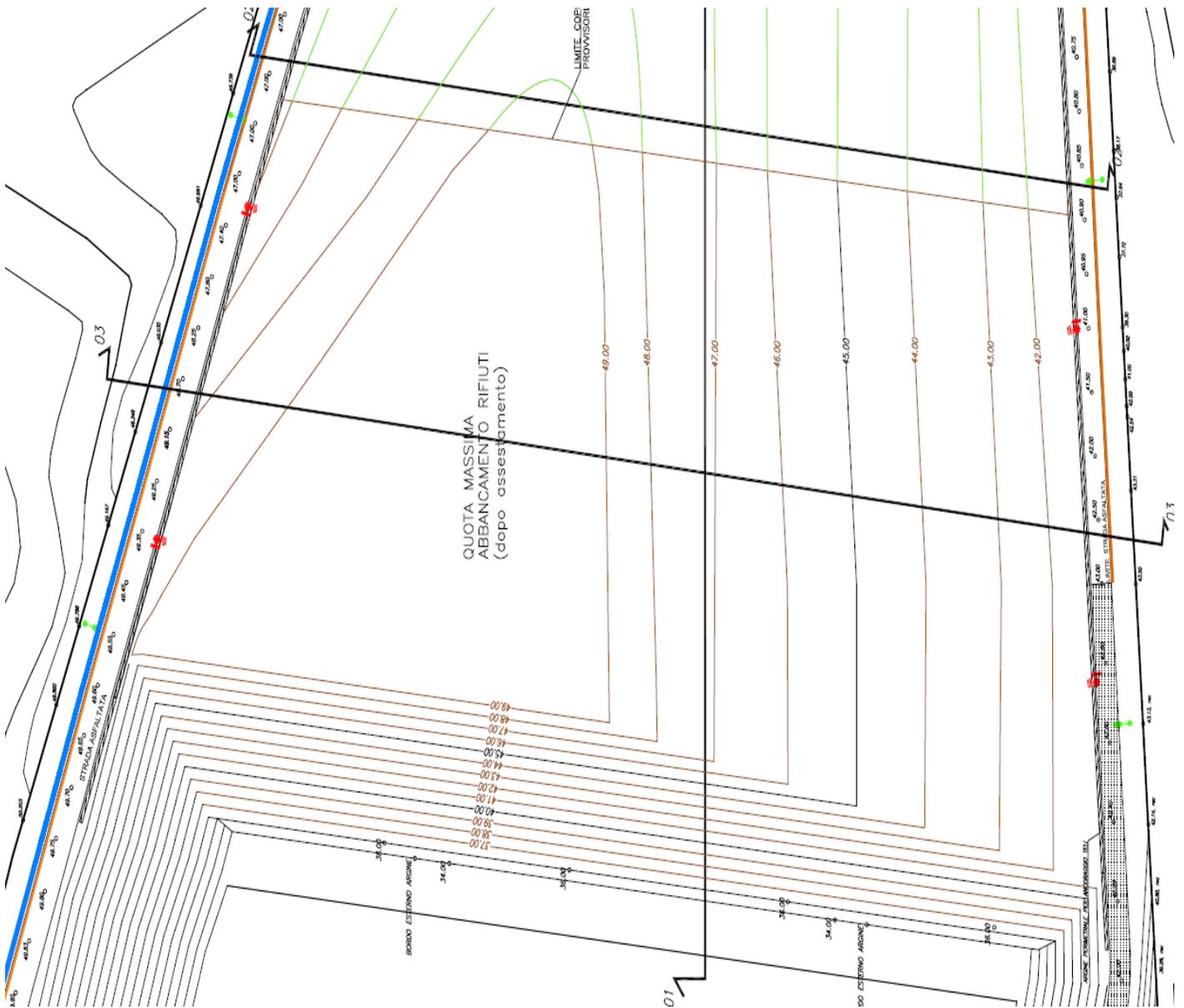


FIG 1- Estratto planimetria II lotto esaurito (ESTRO 2010)



### STATO DI FATTO DELLA SUPERFICIE DI ABBANCAMENTO RIFIUTI DEL SECONDO LOTTO SIGED (TAV 02)

Lo stato di fatto di partenza per la stesura del progetto per la realizzazione della copertura provvisoria è il rilievo topografico della Tav 1 redatto dal Geom A.Faedda ed allegato alla commessa 1359/E132/21 del 03.06.2021 e riportata nella commessa 1371/IC101/22) in cui la quota massima dei rifiuti non assestati risulta di poco inferiore 53,5 m slm nella zona fanghi non accessibile ai mezzi d'opera.

Lo Stato di fatto copertura provvisoria attuale, con rifiuti ancora in fase di assestamento residuo, è riportato alla Tav 01 del presente report con quote che si avvicinano a quelle

rilevate a giugno 2021 in quanto gli assestamenti risultano compensati altimetricamente dallo spessore della copertura provvisoria 15 cm di limo + 20 cm di regolarizzazione.

### INCREMENTO VOLUMETRICO DI RIFIUTO

La richiesta di incremento volumetrico del rifiuto per il secondo lotto Siged è stata acquisita in data 13/02/2019 dall'Amministrazione provinciale e di Sassari settore 5, al protocollo. n.6205 del 13/02/2019.

La Provincia di Sassari con comunicazione del 23.09.2020 (aggiornamento n. 2 del 18/06/2020 per modifica non sostanziale di incremento volumetrie per 25.000 t), definiva che l'avvio delle operazioni di conferimento delle 25.000 t di rifiuto (pari a 23.809 m<sup>3</sup> con un peso specifico di 1,05 t/m<sup>3</sup>) non dovrà comportare il superamento della quota massima di abbancamento di m 52 slm.

L'incremento delle volumetrie di rifiuto speciale ha implicato l'individuazione del sito più idoneo dedicato, nell'areale del secondo lotto autorizzato e proparte nel primo lotto come da ortofoto estratta da google earth del sito di interesse con l'individuazione dell'ampliamento delle 25.000 t: ciò ha portato come conseguenza una modifica morfologica rispetto i documenti progettuali esecutivi del 2010.



FIG 2 - Ortoimmagine da google earth con l'individuazione dell'ampliamento delle 25.000 t:

## AGGIORNAMENTO MORFOLOGIA COPERTURA PROVVISORIA

L'odierno aggiornamento al piano di ripristino ambientale autorizzato, prevede modifiche sulla morfologia del rilevato di abbancamento rifiuti e copertura provvisoria nella parte centro meridionale ed settentrionale del secondo lotto discarica e del secondo e terzo modulo del primo lotto:

- rimozione ed accantonamento della copertura provvisoria esistente 15 + 20 cm di regolarizzazione, nelle aree di adeguamento morfologico con accantonamento dello stesso nelle aree non interessate dalla modifica morfologica e successivo riutilizzo
- 
- sopraelevazione dell'attuale pista perimetrale lato ovest nella zona più depressa settentrionale mediamente di 0.12 m con massimi di 0,93 m)
- 
- ribassamento della zona centrale di abbancamento del secondo lotto **da q media attualmente assestata di 53,1 - 53,5 m slm a q 53 slm** circa con spalmatura dello sbancato ricollocato con la copertura provvisoria prevalentemente sulle sponde settentrionali del secondo lotto da ENE a WNW.
- -adeguamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche decadenti dalle scarpate di ripristino finale ovest, nord, e nord est nella canaletta provvisoria esistente
- 
- -adeguamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche decadenti dalla nuova livelletta stradale alle nuove quote
- 
- -riposizionamento della copertura provvisoria 15 cm di limo + 20 cm di regolarizzazione nelle aree destinate a riprofilatura di sbancamento

## STRATIGRAFIA ATTUALE DELLA COPERTURA PROVVISORIA E DEFINITIVA DELLA DISCARICA SIGED DA AIA

Nell'Autorizzazione Integrata Ambientale n. 2 del 31.05.2010 rilasciata dalla Provincia di Sassari, come aggiornata col provvedimento n. 29.04.2011 all'Art 67 si richiede che il gestore è tenuto, previa comunicazione alla Provincia e ad ARPAS dell'esaurimento della volumetria della porzione del Lotto I in esaurimento e di ciascun modulo in cui verrà suddiviso il Lotto II, ad effettuare una copertura provvisoria della discarica, che precede quella definitiva e che dovrà essere caratterizzata (dal basso verso l'alto) da:

- uno strato di regolarizzazione, da eseguire con inerte drenante, di pezzatura 16-32 mm, e sabbia, per uno spessore finito di 20 cm;
- uno strato di drenaggio del gas e di rottura capillare realizzato con inerte drenante o materiale equivalente, protetto da materiale anti intasamento (geotessile), dello spessore maggiore o uguale a 50 cm;
- uno strato di terreno argilloso compattato, steso a strati non superiori a 15cm, per uno spessore complessivo di 50 cm, con  $K > 1 \cdot 10^{-8}$  m/sec ed avente la funzione di sigillare ed impermeabilizzare la discarica e finalizzato a prevenire i fenomeni di infiltrazioni delle acque meteoriche all'interno della massa di rifiuti, consentendo di evitare la formazione di percolato.

Dopo 6 mesi dalla realizzazione della copertura provvisoria, il Gestore dovrà verificare l'eventuale ulteriore presenza di percolato che, a tale periodo, dovrebbe pressoché essere completamente evacuato. Dopo ulteriori 6 mesi, il gestore, verificata l'eventuale presenza residua di percolato, dovrà procedere al definitivo isolamento del corpo rifiuti attraverso l'approntamento della copertura finale, così costituita (dal basso verso l'alto):

- uno strato con funzione di dreno, costituito da 50 cm di ghiaia lavata, caratterizzato da un'elevata permeabilità ( $K > 1 \cdot 10^{-4}$  m/sec) ed avente la duplice funzione di drenare ed allontanare le acque di infiltrazione provenienti dallo strato superiore, in modo da ridurre da una parte il battente idraulico sulla sottostante impermeabilizzazione e dall'altro aumentare il potere di ritenzione idrica ed immagazzinamento d'acqua dello strato superficiale;
- uno strato di 100 cm di terreno vegetale, al più presto inerbato e piantumato, in modo da favorire l'evapotraspirazione, consolidare ed imbrigliare il terreno, diminuire la permeabilità ed il grado di assorbimento ed evitare le erosioni dovute ai ruscellamenti delle acque meteoriche. A tal proposito, sarebbe opportuno utilizzare specie autoctone di tipo arbustivo.

Poiché lo strato di drenaggio del biogas si può ritenere rindondante in quanto i rifiuti immessi non generano gas e comunque lo strato di inerte drenante di regolarizzazione può assolvere eventualmente alla bisogna (per lo strato di captazione del biogas la granulometria normalmente utilizzata è compresa nell'intervallo 16-32 mm con una percentuale di fine passante al vaglio 200 ASTM <5% come per lo strato di regolarizzazione)

La stratigrafia della copertura provvisoria è prevista partendo dal basso con:

- uno strato di regolarizzazione, con inerte drenante di pezzatura 16-32 mm, e sabbia, per uno spessore finito di 20 cm;
- uno strato di terreno argilloso compattato, steso a strati non superiori a 15 cm, per uno spessore complessivo di 50 cm, con  $K > 1 \cdot 10^{-8}$  m/sec ed avente la funzione di sigillare ed impermeabilizzare la discarica e finalizzato a prevenire i fenomeni di infiltrazioni delle acque meteoriche all'interno della massa di rifiuti, consentendo di evitare la formazione di percolato.

Nella fase attuale è stato collocato il primo strato di regolarizzazione sul rifiuto e i primi 15 cm di limo argilloso (Cava La Crucca) definito quale copertura "iniziale".

## **PROPOSTA NUOVA COPERTURA FINALE CAPPING SECONDO LOTTO stratigrafia relativa al decreto legislativo 3 settembre 2020, n. 121**

Il Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 121 in attuazione della direttiva (UE) 2018/850, ha modificato la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti. (20G00138) (GU n.228 del 14-9-2020) a partire dal 29-9-2020, introducendo alcuni aspetti innovativi in particolare per la stratigrafia della copertura finale (capping).

Al punto 2.4.3 nel capitolo dedicato agli IMPIANTI PER RIFIUTI NON PERICOLOSI E PER RIFIUTI

PERICOLOSI La copertura superficiale finale della discarica deve rispondere ai criteri di perfetto isolamento dei rifiuti dall'ambiente esterno minimizzando le infiltrazioni d'acqua e i fenomeni di erosione. Dovrà inoltre garantire la stabilità e la resistenza agli assestamenti ed a fenomeni di subsidenza localizzata ed infine essere funzionale con i requisiti prestazionali di progetto e le destinazioni d'uso previste nel piano di ripristino ambientale e di inserimento paesaggistico.

Come anticipato nei precedenti paragrafi prima dell'installazione della copertura finale, si procede alla realizzazione di una copertura provvisoria per il tempo necessario al raggiungimento delle condizioni di stabilità meccanica e biologica definita in progetto.

Il Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 121 illustra come deve essere eseguita la copertura superficiale finale che deve essere realizzata mediante una struttura multistrato costituita, dall'alto verso il basso, almeno dai seguenti strati:

- strato superficiale di copertura con spessore maggiore o uguale a 1 m che favorisca lo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale e fornisca una protezione adeguata contro l'erosione e di proteggere le barriere sottostanti dalle escursioni termiche;
- strato drenante di materiale granulare con spessore  $s \geq 0,5$  m di idonea trasmissività e permeabilità ( $K > 10^{-5}$  m/s).

Tale strato può essere sostituito da un geocomposito di drenaggio di caratteristiche prestazionali equivalenti, ovvero in grado di drenare nel suo piano la portata meteorica di progetto, valutata con un tempo di ritorno pari ad almeno 30 anni.

Lo strato drenante andrà protetto con un idoneo filtro naturale o di geotessile per prevenire eventuali intasamenti connessi al trascinarsi del materiale fine dello strato superficiale di copertura;

- strato minerale compattato dello spessore  $s \geq 0,5$  m e di conducibilità idraulica  $k \leq 1 \times 10^{-8}$  m/s integrato da un rivestimento impermeabile superficiale. Lo strato minerale compattato integrato dal geosintetico di impermeabilizzazione dovrà essere protetto con un opportuno strato costituito da idoneo materiale naturale o artificiale, per evitare il danneggiamento connesso agli agenti atmosferici ed ai carichi agenti durante la fase costruttiva. Lo strato minerale compattato di spessore inferiore può essere completato con materiali geosintetici di impermeabilizzazione, garantendo che nell'insieme la prestazione in termini di tempo di attraversamento della barriera sia equivalente. Particolari soluzioni progettuali nella realizzazione dello strato minerale compattato delle parti con pendenza superiore a  $30^\circ$ , che garantiscano comunque una protezione equivalente, potranno eccezionalmente essere adottate e realizzate anche con spessori inferiori a 0,5 m, a condizione che vengano approvate dall'ente territoriale competente;

### **Stratigrafia proposta di progetto**

La stratigrafia del capping proposta in progetto è evidenziata nella figura sottostante relativa alla TAV 04:

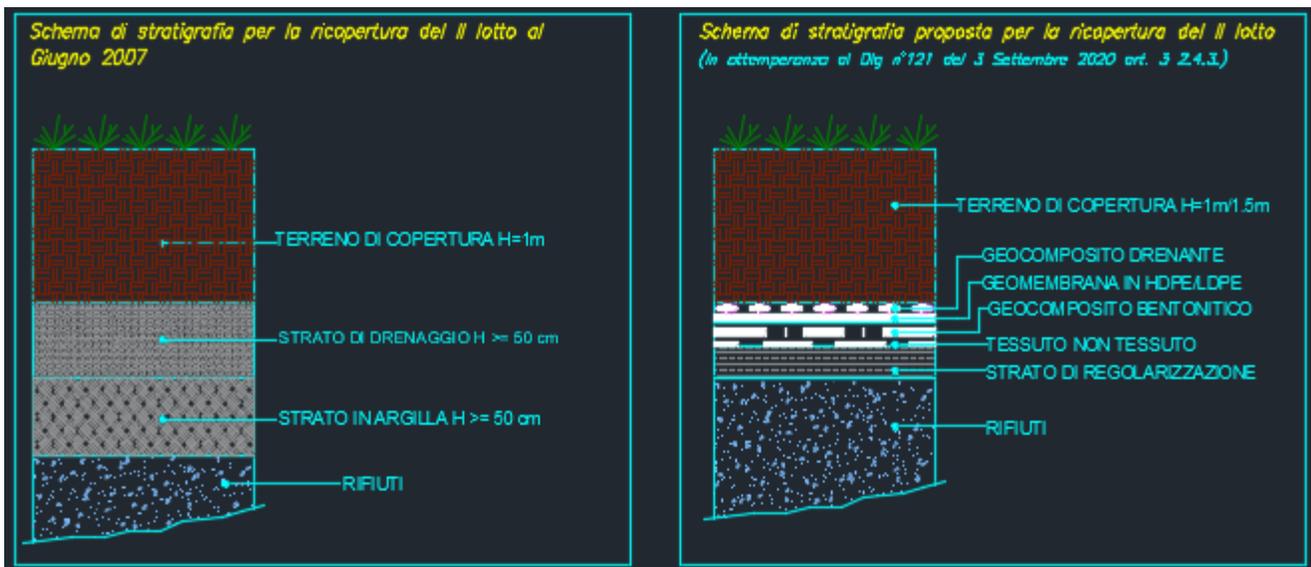


FIG 3 – Stratigrafia proposta capping secondo lotto

Che prevede dall'alto al basso

1. Strato superficiale di copertura con spessore medio uguale a 1 m e nelle zone centrali di 1,5 m al fine di garantire pendenze di almeno 1%. Avrà caratteristiche agronomiche idonee allo sviluppo delle specie vegetali di copertura ai fini del piano di ripristino ambientale
2. Geocomposito drenante con tessuto non tessuto di protezione collocato quale separatore tra terreno e la parte filtrante del geocomposito stesso: geocomposito in non tessuto termosaldato a filo continuo in polipropilene con interposta una struttura drenante tridimensionale ad elevato indice di vuoto realizzata in monofilamenti di polipropilene ad alta densità
3. Geomembrana in HDPE/LDPE da 1,5 mm o superiore, con entrambe le superfici ad aderenza migliorata stampata mediante processo di estrusione con resina di polimero 100% vergine additivata con carbon black (o nero fumo) per stabilizzarla ai raggi UV, termoformata su una calandra in modo da ottenere dei profili che ne aumentino l'angolo d'attrito.
4. Geocomposito bentonitico tipo GCL, costituito da uno strato di bentonite sodica racchiuso tra due geotessili tessuto e non tessuto di tipo agugliato in polipropilene cuciti a trapunta.
5. Tessuto non tessuto: geotessile non tessuto, composto da fibre di polipropilene, agugliato e/o termocaladrato, assolutamente esente da resine o collanti e resistente ai raggi UV con grammatura superiore od uguale a 700 g/m<sup>2</sup>
6. Tombatura area fanghi con inerte e pezzame lapideo e stesa di geotessuto in polipropilene con range di resistenze: da 60 a 80 kN/m in direzione longitudinale
7. Strato di regolarizzazione da normativa vigente

Lo spessore totale del pacchetto da 1 a 5 non supererà i 5 cm,

## CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO ARGILLOSO UTILIZZATO PER IL CAPPING

Le caratteristiche geotecniche del terreno argilloso da utilizzato per il capping sono sintetizzate nella relazione "Ecotorres s.r.l. prove di laboratorio su terreni argillosi da utilizzare per la discarica Ecotorres Comm. 1315 / PRO 159 / 19 - Milano, Giugno 2019

### ANALISI GRANULOMETRICA

Campione	Classificazione AGI (1977)	Classificazione UNI (2002)
CRCC1	Limo con argilla debolmente sabbiosa	Limo con argilla debolmente sabbiosa
CRCC2	Limo debolmente sabbioso	Limo debolmente sabbioso
CRCC3	Sabbia con limo	Sabbia con limo

Dalla tabella sopra elencata si evince come i campioni analizzati dal punto di vista granulometrico sono costituiti prevalentemente dalla frazione limo argillosa.

### LIMITI DI ATTERBERG

CAMPIONE	LIMITE LIQUIDO (%)	LIMITE PLASTICO (%)	INDICE DI PLASTICITÀ (%)
CRCC2	35,70%	19,71%	15,99%

Dai risultati ottenuti emerge che le argille in esame hanno un grado di plasticità mediamente plastico utilizzabile quindi anche sulle scarpate più acclivi del capping.

### PROVA PERMEABILITA' EDOMETRICA

In funzione dei carichi la permeabilità K varia da 1,75 E-07 cm/s con un carico minimo di 25 kPa a una permeabilità di 4,56 E-08 cm/s con un carico di 100 kPa (riconducibile alle altre prove di permeabilità) sino ad un carico massimo di 6,4 MPa con K di 6,35 E-10 cm/s.

Dai dati ottenuti e riassunti nella tabella di cui sopra si evidenzia che i campioni sono caratterizzati da una permeabilità bassa ottimale per l'utilizzo in discariche.

### PROVA DI TAGLIO DIRETTO IN LABORATORIO

$\Phi'$ (°) Angolo d'attrito	c'(kPa) coesione
32,94	0,48

I valori dei parametri di resistenza ricavati sono caratteristici di un terreno limoso sabbioso e permette l'utilizzo anche su scarpate mediamente acclivi.

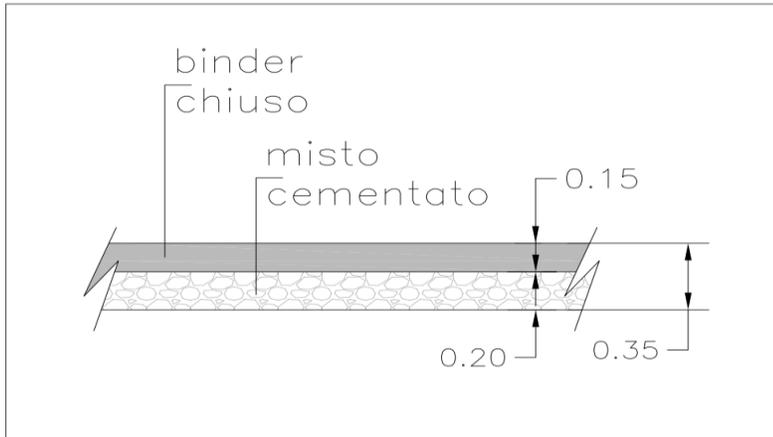
### BILANCIO RICALIBRATURA MORFOLOGICA DELL'ABBANCAMENTO

Si prevede la sola riprofilatura dell'abbancamento visibile nella sezione 1 e localizzata presso la scarpata prospiciente il terzo lotto in progetto: la profondità di sbancamento risulta di alcune decine di

cm) per un totale di circa 200 m<sup>2</sup>, rispalmati nelle zone settentrionali al di sotto della quota 53 slm

Il rifacimento localizzato nella pista occidentale richiederà un riporto di stabilizzato e successivo pacchetto stradale (binder chiuso di 15 cm di spessore + 20 cm di tout venant cementato ed uno spessore variabile di tout venant compattato) per un totale di 975 m<sup>3</sup> per una lunghezza raccordata all'esistente di 205 m circa. Il lato est richiederà riporto stradale più ridotto per complessivi 185 m<sup>3</sup>

#### PACCHETTO STRADALE



#### SCHEMA GENERALE DI MASSIMA E STIMA DIMENSIONALE DELLE OPERE

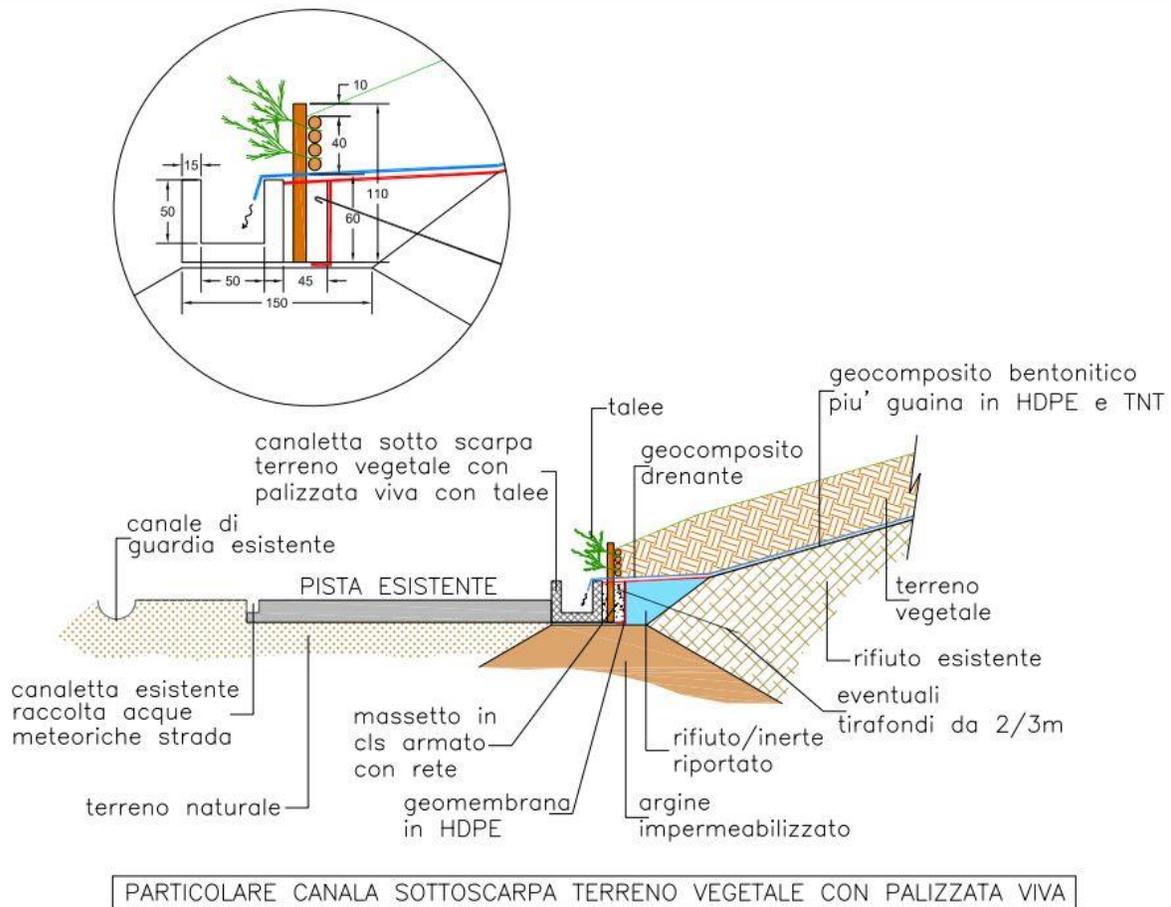
- Nuovo telo HDPE. 2,5 mm = 39.000 m<sup>2</sup>;
- Canaletta acque stradali 30x20 cm = 660 m;
- Pacchetto Stradale (Binder + Misto Cementato e non cementato) = 975 m<sup>3</sup>;
- Tout Venant strada= 600 m<sup>3</sup>;
- Inerte e pezzame lapideo (3.000 m<sup>3</sup>) area fanghi
- Geotessuto in propilene 60 - 80 kN/m<sup>2</sup> area fanghi
- Georete/geostuoia (eventualmente da utilizzare sulle scarpate più acclivi) = 8.800 m<sup>2</sup>;
- Telo Bentonitico+TnT+ Geocomposito Drenante + LDPE = 40.000 m<sup>2</sup>;
- Terreno Vegetale= 53.000 m<sup>3</sup>;
- Cls canale gettata in opera sottoscarpa del terreno vegetale con sviluppo di 610 m ( 400 m<sup>3</sup> cls armato rete elettrosaldata 10 x 10 fi 6;
- Palizzata viva (h fuori terra 0.5 – 0.8 m) per una lunghezza complessiva di 600 m
- Vasca / serbatoio volano in c.a o PRFV (resina Poliestere Rinforzata con Fibra di Vetro) di raccolta delle acque zenitali decorrenti dalle pendici del terreno di coltivo nella canale sottoscarpa. La capacità volumetrica non sarà inferiore a 24 m<sup>3</sup> collegata con tubazione sottopassante la pista perimetrale alla rete di drenaggio naturale di superficie.

#### CANALETTA SOTTOSCARPA CON PALIZZATA VIVA

Palizzata a parete singola per rivestimento spondale di canale di drenaggio: intelaiatura in pali scortecciati di specie arboree locali o di essenze generiche similari fissati tramite tondino di ferro. Pali montanti infissi nel cls della canale nel settore spessorato a 45 cm. Altezza dell'opera di

contenimento terreno vegetale non superiore ad 1,5 m a partire da piano fondazione, se praticabile verrà eseguita una eventuale contropendenza del 10%.

Scortecciato di castagno di lunghezza 1,5 m e diametro 15 cm (pali infissi ad intervalli di 2,8 m), tondino di ferro diametro 14 mm. Correnti costituite da tondame di legno diametro 10 cm sovrapposti con spaziatura verticale tale da permettere l'inserimenti di talee. I montanti possono essere costituiti anche da profilati metallici HEA 100 o similari. Potranno essere inseriti tirafondi da 2-3 m per migliorare l'ancoraggio in particolare nelle prime fasi vegetative delle talee in cui lo sviluppo radicale è ridotto nelle zone a pendenza più elevata. La realizzazione di tutta l'opera è effettuabile con mezzo meccanico (escavatore) e manuale.



PARTICOLARE CANALA SOTTOSCARPA TERRENO VEGETALE CON PALIZZATA VIVA

FIG 4 - Canala sottoscarpa con palizzata viva: sezione tipo

## STIMA AFFLUSSI ACQUE METEORICHE E DIMENSIONAMENTO RETE DI DRENAGGIO FINALE

Il Decreto Legislativo 3 settembre 2020, n. 121 in attuazione della direttiva (UE) 2018/850, ha modificato la direttiva 1999/31/CE relativa alle discariche di rifiuti precisando alcuni aspetti progettuali in particolare al punto 2.3. controllo delle acque e gestione del percolato in cui oltre alle consolidate tecniche di coltivazione e gestionali atte a minimizzare l'infiltrazione dell'acqua meteorica nella massa dei rifiuti, le acque meteoriche devono essere allontanate dal perimetro dell'impianto a mezzo di idonee canalizzazioni dimensionate sulla base delle piogge più intense con tempo di ritorno di

almeno 10 anni e incrementate di un ulteriore 30 per cento.

A recupero ambientale avvenuto lo schema di raccolta delle acque meteoriche è il seguente:

- Canale di guardia esterno a Ovest esistente
- Canaline di raccolta acque strada asfaltata di coronamento (sezione minima pari a 20x30 cm), convoglianti in vasca da 5 mc posta su lato Est di rilancio verso vasca di prima pioggia a Nord
- Canala di raccolta acque meteoriche dalla ricopertura vegetale finale (sezione minima pari a 50x500 cm), convoglianti in vasca dedicata posta su lato Est per rilancio verso riale naturale esistente

### PENDENZA DELLA RETE DRENANTE

Il presente progetto prevede l'adeguamento della strada su lato Ovest della discarica con regolarizzazione delle pendenza tramite, interventi di:

- scarifica, modellazione del sottofondo e ri- asfaltatura
- eliminazione degli avvallamenti con riporti di rilevato e riasfaltatura.

Le pendenze avranno andamento S-N

In sede di copertura finale la rete drenante interna alla strada sarà costituita da 2 canale in cls così costituite:

CONDOTTE ACQUE METEORICHE INTERNE A PIEDE SCARPA								
	SUPERFICIE SCOLANTE		LUNGHEZZA	Altezza /Diametro interno	Larghezza	Materiale	Scabrezza	Pendenza
N° condotto	ha	N° Condotti entranti	m	cm	cm		m	‰
1 - OVEST > EST	3,36	0	627	50,00	40,00	cls	0,35	17,90
2 -EST	1,42	0	125	50,00	40,00	cls	0,35	16,10

La pendenza considerata è da intendersi come pendenza media dei vari tratti individuati dal profilo di progetto cui si rimanda nelle pagine a seguire.

### CARATTERIZZAZIONE MORFOMETRICA DELL'AREA SCOLANTE

La copertura a seguito degli interventi di ripristino ambientale previsti si estenderà per una superficie di ca. 4,71 ettari, e viene suddivisa in n. 2 sotto aree scolanti per i tratti di canaline a piede scarpata che risultano avere pendenze in direzioni opposte.

Principali dati geomorfologici copertura finale:

Superficie ortottica:	4,71 ha
Superficie reale:	4,78 ha
Lunghezza canalina 1:	0,627 km
Pendenza media canalina 1:	0,0179 m/m
Lunghezza canalina 2:	0,150 km
Pendenza media canalina 2:	0,0161 m/m

A seguire si riporta tavola con aree scolanti per i tratti considerati:

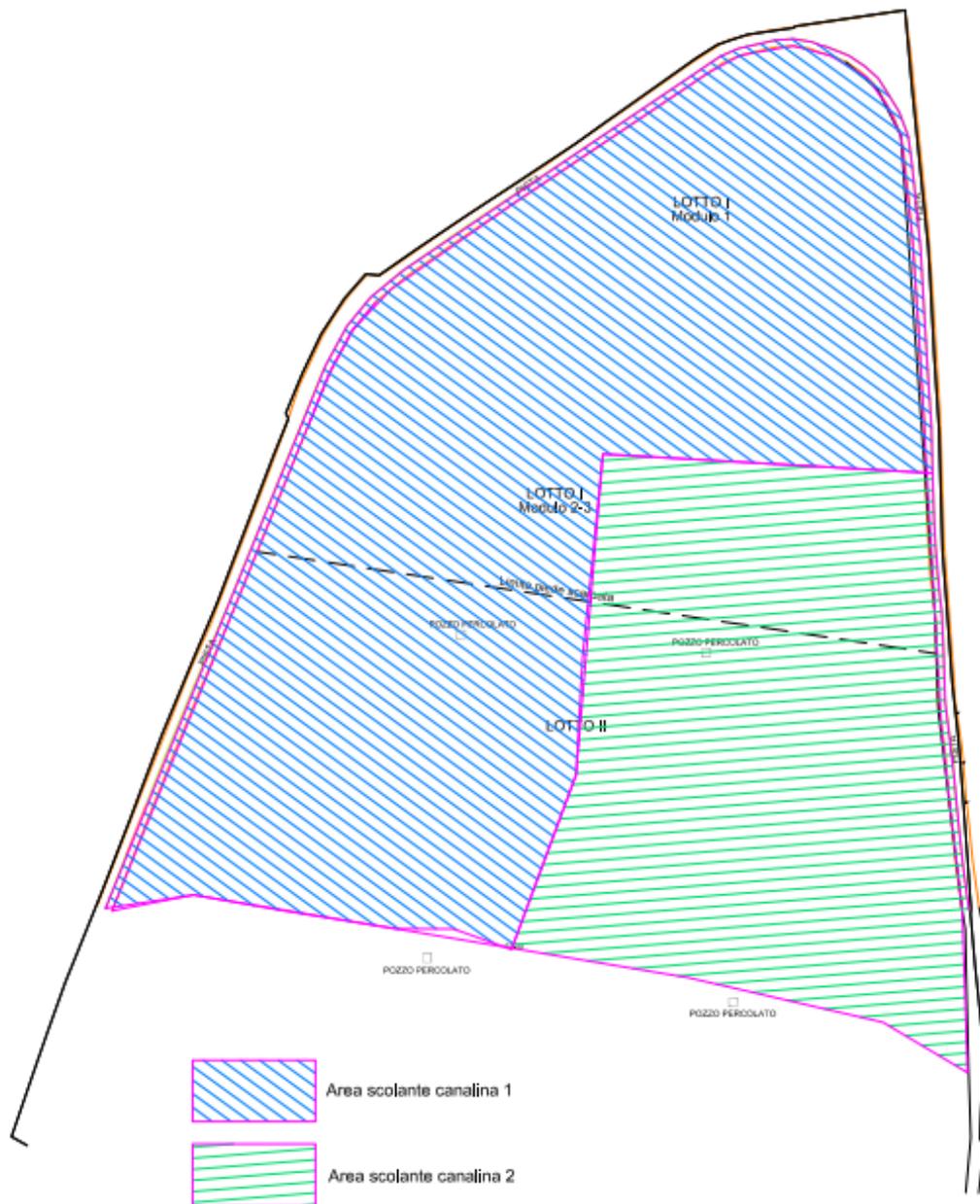


FIG 5 – Aree scolanti sottese dalle canalette sottoscarpa ripristino finale

## MODELLAZIONE DELLA FORMAZIONE DEL DEFLUSSO: METODO CN-SCS

I modelli di piena sono formati da due moduli:

- 1- formazione del deflusso;
- 2- propagazione del deflusso.

### Formazione del deflusso Metodo CN-SCS

Il metodo, proposto dal Soil Conservation Service (SCS) assume che il volume specifico di deflusso superficiale  $P_e$  sia proporzionale alla precipitazione cumulata lorda  $P$ , depurata dall'assorbimento iniziale  $I_a$ , secondo il rapporto fra volume specifico infiltrato  $F$  e volume specifico di saturazione del terreno  $S$ .

Il volume specifico di saturazione  $S$  dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro CN.

## CALCOLO DEL CURVE NUMBER

L'indice CN è un numero adimensionale, compreso tra 0 e 100, funzione della natura del suolo, del tipo di copertura vegetale e dalle condizioni di umidità del suolo antecedenti la precipitazione. Per quanto riguarda il primo fattore, il SCS ha classificato i vari tipi di suolo in quattro gruppi (A, B, C e D) sulla base della capacità di assorbimento del terreno nudo a seguito di prolungato adacquamento.

I valori del CNII sono stati imposti sulla base delle tabelle riportate nelle linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica, secondo quanto indicato nelle Linee guida Regionali.

Attualmente per il calcolo del drenaggio superficiale si è ponderato un suolo di tipo D a bassissima infiltrazione, dovuta al grado di impermeabilizzazione dell'area di scarica ( $k=10^{-7}$  cm/s), con valore di CN, tipico di aree destinate a verde con copertura erbacea superiore al 75% a cui si può agevolmente equiparare la superficie della scarica.

Dalla mappa dell'uso del suolo della Regione Sardegna (Corine Land Cover RAS - 2008) riportata per l'area oggetto del presente studio, sono state ricavate le tipologie, codifiche ed estensioni delle superfici che possono essere suddivise nelle classi individuate .

Dalla combinazione della attribuzione della classe di tipo di suolo e dell'uso del suolo, è stato stimato il valore del CN-II medio, 85.

Utilizzando la procedura di media pesata, dalla combinazione di tipo di suolo e dell'Uso del suolo, tramite la Tabella 5 allegata alle Linee guida e indirizzi operativi per l'attuazione del principio della invarianza idraulica, è stato stimato il valore del CNII medio dell'intera area.

Il valore del CNII (AMC II) è stato successivamente convertito in CNIII (AMC III-Antecedent Moisture control ) utilizzando la relazione seguente:

$$CN(III) = \frac{23 \cdot CN(II)}{10 + 0.13 \cdot CN(II)}$$

Il valore del CN III risultante è 92,87, approssimato a 95 come da normativa PAI.

	CORINNE			CN II				CN III
USO DEL SUOLO	UDS COD	SUP Km <sup>2</sup>	TIPO SUOLO	Unitario	%	percentuale	CN II*S	
SEMINATIVI AREE NON IRRIGUE	2111	0,0478	D	85	100%		85	4,063
		<b>TOT SUPERFICIE</b>					<b>CN II MEDIO</b>	
		0,0478					85,00	<b>92,87</b>
							<b>CN III DI PROGETTO</b>	<b>95,00</b>

## DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il calcolo del tempo di corrivazione viene eseguito, coerentemente a quanto indicato nelle linee guida del PAI, attraverso la formulazione del Viparelli, per velocità di 1 m/s.

$$T_c = L/v$$

in cui L indica la lunghezza della canale di raccolta e V la velocità della particella d'acqua.

Per L = 627 m

$$T_c = 0,17 \text{ ore}$$

## CALCOLO DELLE SOGLIE PLUVIOMETRICHE CON LA DISTRIBUZIONE PROBABILISTICA TCEV

Per la rappresentazione degli eventi estremi si riporta il modello probabilistico a quattro parametri TCEV (Two Component Extreme Value) in quanto l'impiego di una distribuzione multiparametrica può fornire stime accurate per gli eventi di precipitazione breve e intensa.

La stima dei parametri della TCEV a tre livelli di regionalizzazione è descritta nelle pubblicazioni Deidda e Piga (1998) e Deidda et al. (2000) e di seguito viene riportata una sintesi delle equazioni utilizzate.

## INDAGINE IDROLOGICA SULLE PIOGGE INTENSE

Per determinare le curve di possibilità climatica esprimenti la relazione che intercorre tra l'altezza di pioggia e la corrispondente durata, occorre effettuare lo studio delle piogge di breve durata e forte intensità indagando sugli afflussi meteorici conseguenti a tali piogge.

La tecnica idrologica abituale fornisce per le curve di possibilità climatica l'espressione di tipo monomio:

$$h = a \cdot t^n$$

dove:

h = altezza di pioggia espressa in mm.

$t$  = durata della pioggia espressa in ore

$a, n$  = costanti

che è stata dedotta classificando in ordine decrescente le massime altezze di pioggia verificatesi in passato ed involupando superiormente i dati di pari ordine.

Oggi giorno si preferisce sostituire a tale tecnica quella basata sulla indagine probabilistica che consente di determinare una relazione del tipo:

$$h = a \cdot t^n$$

collegata ad una probabilità. Praticamente si vuole trovare l'altezza di pioggia  $h$ , relativa ad una certa durata  $t$ , che abbia probabilità piuttosto bassa di venire eguagliata o superata.

Per il calcolo delle portate di piena è conveniente assegnare al verificarsi di tali eventi delle probabilità inferiori e uguali ad un certo valore percentuale  $o$ , come si dice, dei tempi di ritorno  $T$  superiori o uguali ad un certo numero di anni.

Tali tempi di ritorno rappresentano quindi il numero di anni in cui un assegnato valore dell'altezza di pioggia  $h$  di durata  $t$  verrà uguagliato o superato in media una sola volta.

Per effettuare un'indagine idrologica relativa ad un certo comprensorio è necessario avere a disposizione numerosi dati pluviometrici registrati da un pluviografo funzionante almeno da alcuni decenni.

Per quanto riguarda la definizione delle curve segnalatrici relative al bacino in esame si è fatto riferimento alle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica in Sardegna determinate con la distribuzione probabilistica TCEV.

La pioggia indice  $\mu(d)$  di durata  $d$  (ovvero la media dei massimi annui della pioggia di durata  $d$ ) può essere espressa in forma monomia:

$$\mu = a_1 \cdot d^{n_1} \quad (1)$$

Dove  $a_1$  e  $n_1$  si possono determinare in funzione della pioggia media dei massimi annui giornalieri o pioggia indice giornaliera  $\mu_g$ :

$$a_1 = \mu_g / (0,886 \cdot 24^{n_1}) \quad (2)$$

$$n_1 = -0,493 + 0,476 \cdot \log_{10} \mu_g \quad (3)$$

L'altezza di pioggia  $h_T(d)$  di durata  $d$  (in ore) con assegnato tempo di ritorno  $T$  (in anni) si ottiene moltiplicando la pioggia indice  $\mu(d)$  per un coefficiente di crescita  $K_T(d) = a_2 \cdot d^{n_2}$ :

$$h_T(d) = \mu(d) \cdot K_T(d) = a_1 \cdot a_2 \cdot d^{(n_1+n_2)} \quad (4)$$

dove i coefficienti  $a_2$  e  $n_2$  si determinano con le relazioni seguenti per differenti  $T$  e  $d$  e per le 3 sottozone omogenee (SZO) in cui è stata suddivisa la Sardegna:

a) per tempi di ritorno  $T \leq 10$  anni:

$$\text{SZO 1: } a_2 = 0,66129 + 0,85935 \cdot \log_{10} T ; n_2 = -1,8438 \cdot 10^{-4} - 1,5339 \cdot 10^{-2} \cdot \log_{10} T$$

$$\text{SZO 2: } a_2 = 0,64597 + 0,89777 \cdot \log_{10} T ; n_2 = -5,6073 \cdot 10^{-3} + 7,0047 \cdot 10^{-4} \cdot \log_{10} T$$

$$\text{SZO 3: } a_2 = 0,62235 + 0,95656 \cdot \log_{10} T ; n_2 = -2,4882 \cdot 10^{-2} + 4,5884 \cdot 10^{-2} \cdot \log_{10} T$$

b) per tempi di ritorno  $T \geq 10$  anni:

SZO 1:

$$a_2 = 0,4642 + 1,0376 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18448 + 0,2296 \cdot \log_{10} T - 3,3216 \cdot 10^{-2} \cdot (\log_{10} T)^2 \quad (\text{per } d \leq 1 \text{ ora})$$

$$n_2 = -1,0469 \cdot 10^{-2} - 7,8505 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10} T$$

(per  $d > 1$  ora)

SZO 2:

$$a_2 = 0,43797 + 1,089 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,18722 + 0,24862 \cdot \log_{10} T - 3,6305 \cdot 10^{-2} \cdot (\log_{10} T)^2$$

(per  $d \leq 1$  ora)

$$n_2 = -6,3887 \cdot 10^{-3} - 4,542 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10} T$$

(per  $d > 1$  ora)

SZO 3:

$$a_2 = 0,40926 + 1,1441 \cdot \log_{10} T$$

$$n_2 = -0,1906 + 0,264438 \cdot \log_{10} T - 3,8969 \cdot 10^{-2} \cdot (\log_{10} T)^2$$

(per  $d \leq 1$  ora)

$$n_2 = 1,4929 \cdot 10^{-2} + 7,1973 \cdot 10^{-3} \cdot \log_{10} T$$

(per  $d > 1$  ora)

L'area in esame ricade nella sottozona 2 come si evidenzia dalla figura seguente:

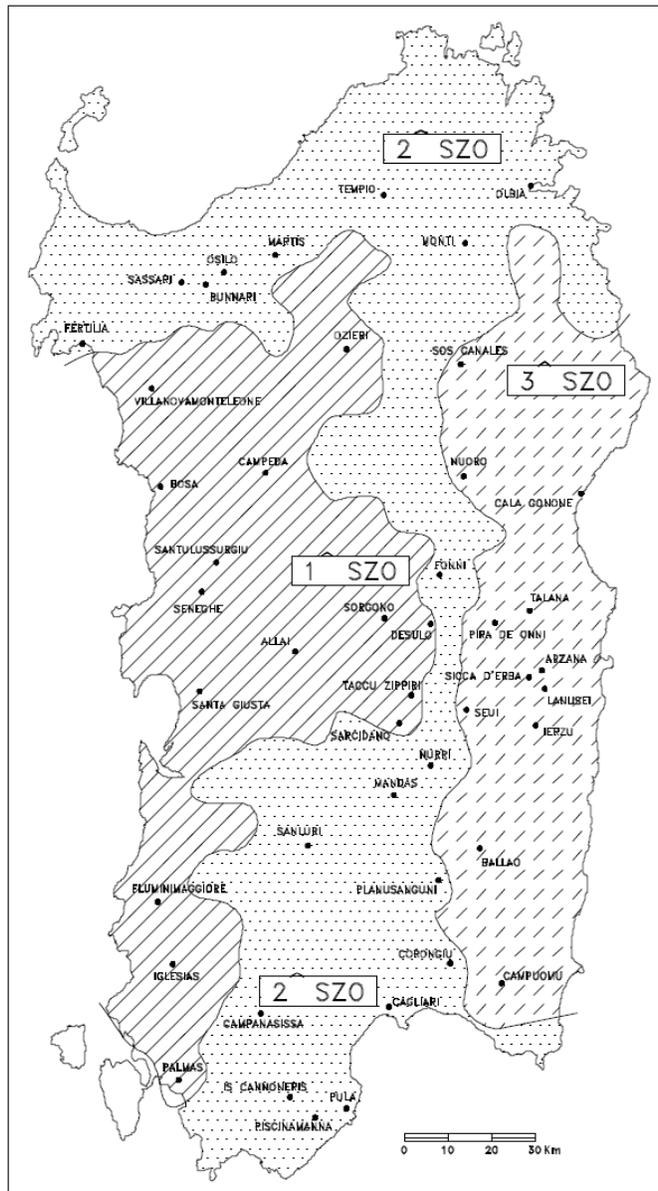
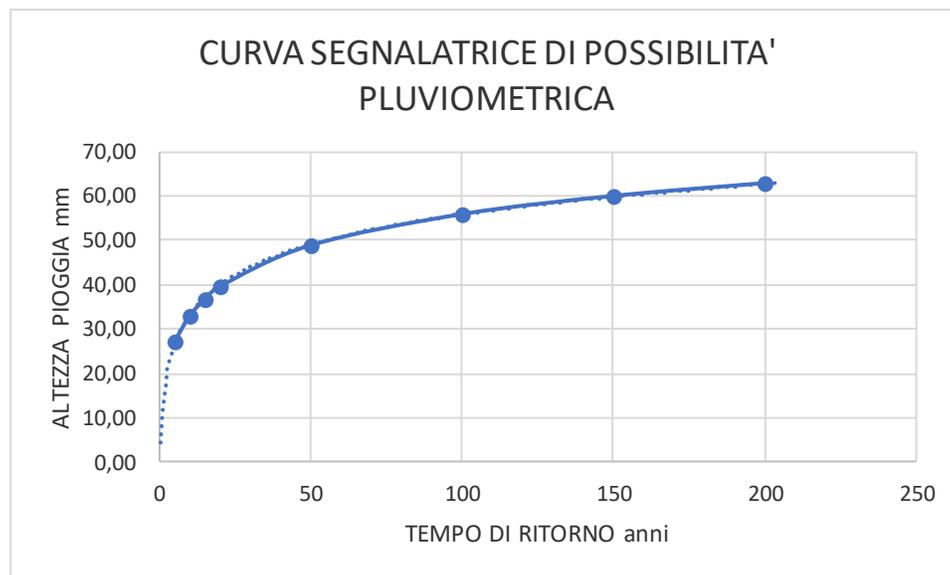


FIG 6 - Distribuzione probabilistica TCEV: geografia delle sottozone

Si riportano i parametri e la curva segnalatrice utilizzata nei calcoli:

Sottozona Omogenea (SZO) n. 2									
Pioggia indice giornaliera (mm)									
55									
Durata di progetto (ore) =		1,00							
EVENTI ESTREMI DI PIOGGE BREVI ED INTENSE CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA									EVENTI ESTREMI DI PRECIPITAZIONE GIORNALIERA (mm)
		t <= 60'		t > 60'		Altezza di pioggia h(t) in mm			
TEMPI DI RITORNO T (anni)	a1	n1	a2	n2	a2	n2	t <= 60'	t > 60'	
5	21,379	0,3354	1,2735	-0,0051			27,23	27,23	69,84
10	21,379	0,3354	1,5437	-0,0049			33,00	33,00	86,15
15	21,379	0,3354	1,7187	0,0552	1,7187	-0,0117	36,74	36,74	95,87
20	21,379	0,3354	1,8548	0,0751	1,8548	-0,0123	39,65	39,65	102,85
50	21,379	0,3354	2,2881	0,1308	2,2881	-0,0141	48,92	48,92	125,54
100	21,379	0,3354	2,616	0,1653	2,616	-0,0155	55,93	55,93	143,17
150	21,379	0,3354	2,8077	0,1824	2,8077	-0,0163	60,03	60,03	153,67
200	21,379	0,3354	2,9438	0,1932	2,9438	-0,0168	62,94	62,94	161,20



### CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA

Il calcolo della portata massima sulle tratte di canale al piede del ripristino finale viene di seguito effettuato con il metodo dell'invaso evidenziato nei fogli di calcolo a seguire da cui si evince che la portata liquida calcolata per tempi di ritorno di 10 anni risulta:

1. Canalina 1:  $Q_{10} = 0,39 \text{ m}^3/\text{s}$ .
2. Canalina 2:  $Q_{10} = 0,2 \text{ m}^3/\text{s}$ .

<b>METODO DELL'INVASO</b>				
$Q = p(\theta) * \varepsilon = \phi * \varepsilon * S * i(\theta)$				
$\varepsilon = (1 - e^{-\theta/k})$				
$i(\theta) = a * \theta^{4/3n-1}$				
$\phi = \phi_1 * \theta^{n'-1}$				
$k = 0,7 * T_0$				
$T_0 = (4 * \text{radq}(S) + 1,5 * L) / 0,8 * \text{radq}(H)$				
$dQ/d\theta = 0$				
$1/k * e^{-\theta_c/k} = (1 - 4/3n) * \varepsilon / \theta$			ricavo la durata critica $\theta_c$	
$Q_c = \phi_1 * (1 - e^{-\theta_c/k}) * S * a * \theta_c^{4/3n-1}$			ricavo la portata critica $Q_c$	
<b>Canalina 1 - DISCARICA SIGED SCALAEERRE</b>				
Area scolante totale in ettari		ha	3,36	
coefficiente di assorbimento medio ponderale			0,9500	
esponente $n$ della curva $h=at^n$	$n$		0,33050581	← T=10 anni
valore $a$ della curva $h=at^n$	$a$	mm/ora <sup>n</sup>	33,00371501	
dislivello medio del bacino H		m	6	
$a'$ ragg. (se > 100ha) $a' = a(1 - 0,06 A/100^{0,4})$		mm	33,0	
$n'$ ragg. (se > 100 ha) $n' = n + 0,03(A/100)^{0,6}$			0,331	
$n_0' = 4/3n'$			0,441	
costante di invaso k		ore	0,26	
durata		sec	1008	ore 0,28
			1,311586679	
			1,311808	
	Differenza		-0,000222	
<b>PORTATA CRITICA</b>			<b>0,39</b>	<b>m<sup>3</sup>/sec 391,57 l/s</b>

<b>METODO DELL'INVASO</b>				
$Q = p(\theta) \cdot \varepsilon = \phi \cdot \varepsilon \cdot S \cdot i(\theta)$				
$\varepsilon = (1 - e^{-\theta/k})$				
$i(\theta) = a' \cdot \theta^{4/3n'-1}$				
$\phi = \phi_1 \cdot \theta^{n'-1}$				
$k = 0,7 \cdot T_0$				
$T_0 = (4 \cdot \text{radq}(S) + 1,5 \cdot L) / 0,8 \cdot \text{radq}(H)$				
$dQ/d\theta = 0$				
$1/k \cdot e^{-\theta_c/k} = (1 - 4/3n') \cdot \varepsilon / \theta$			ricavo la durata critica $\theta_c$	
$Q_c = \phi_1 \cdot (1 - e^{-\theta_c/k}) \cdot S \cdot a' \cdot \theta_c^{4/3n'-1}$			ricavo la portata critica $Q_c$	
<b>Canalina 2 - DISCARICA SIGED SCALAEERRE</b>				
Area scolante totale in ettari	ha		1,42	
coefficiente di assorbimento medio ponderale			0,9500	
esponente $n$ della curva $h=at^n$	$n$		0,33050581	← T=10 anni
valore $a$ della curva $h=at^n$	$a$	mm/ora <sup>n</sup>	33,00371501	
dislivello medio del bacino H	m		5	
$a'$ ragg. (se > 100ha) $a' = a(1 - 0,06 A/100^{0,4})$	mm		33,0	
$n'$ ragg. (se > 100 ha) $n' = n + 0,03(A/100)^{0,6}$			0,331	
$no' = 4/3n'$			0,441	
costante di invaso $k$	ore		0,19	
durata	sec		718	ore 0,20
			1,841701955	
			1,842044	
	Differenza		-0,000342	
<b>PORTATA CRITICA</b>			<b>0,20</b>	<b>m<sup>3</sup>/sec 200,09 l/s</b>

Al fine del dimensionamento della sezione delle canaline meteoriche si assume la portata  $Q_{10} + 30\%$  come da Dgls 121/2020 per cui le portate di progetto sono:

1. Canalina 1 (ovest- nord- nord est) :  $Q_{\text{prog1}} = Q_{10} \cdot 1,3 = 0,51 \text{ m}^3/\text{s}.$
2. Canalina 2 (est):  $Q_{\text{prog2}} = Q_{10} \cdot 1,3 = 0,26 \text{ m}^3/\text{s}.$

## DIMENSIONAMENTO E VERIFICA DELLE CANALETTE METEORICHE

La verifica idraulica di canali di raccolta delle acque meteoriche provenienti dal capping nella sua conformazione finale consiste nello stimare le portate che sono in grado di smaltire nella loro sezione idraulica e nell'analizzarne la compatibilità con gli eventi almeno corrispondenti a T = 10 anni, aumentati del 30%.

La descrizione del moto di una corrente in un alveo viene compiuta, generalmente, adottando la teoria del moto permanente a pelo libero monodimensionale.

Tale teoria, sebbene semplifichi notevolmente la complessa realtà in esame, consente di ottenere risultati che non alterino la sostanza fisica dei fenomeni da simulare.

In particolare, una volta individuate le sezioni trasversali caratteristiche del canale, è necessario costruire la scala di portata che rappresenta il legame tra portata Q ed il corrispondente livello idrico H.

Supponendo che la corrente idrica defluisca in condizioni di moto uniforme, la formula adottata per descrivere il legame Q-H è quella proposta da Chèzy:  $Q = A \cdot C \cdot (R \cdot i)^{1/2}$

dove:

A = area della sezione bagnata

E = A/P raggio idraulico

P = perimetro bagnato

i = pendenza del condotto

C =  $100 / (1 + m / (R)^{1/2})$  = coefficiente di Kutter

m = coefficiente di scabrezza dell'alveo

Le canaline in progetto avranno sezione rettangolare

La tabella seguente riassume le portate massime che possono transitare in alveo nella sezione caratteristica e le confronta con le portate meteoriche di progetto e riporta le verifiche idrauliche positive per ogni canalina.

CONDOTTE ACQUE METEORICHE INTERNE A PIEDE SCARPA													
	SUPERFICIE SCOLANTE	N° Condotti entranti	Caratteristiche costruttive				Caratteristiche idrauliche				Portate a sezione finale		VERIFICA
			LUNGHEZZA	Altezza / Diametro interno	Larghezza	Materiale	Scabrezza	Pendenza	Qmax transitabile	Vmax	Q 10	QProg	
N° condotto	ha		m	cm	cm		m	‰	l/s	m/s	l/s	l/s	
1 - OVEST > EST	3,36	0	627	50,00	40,00	cls	0,35	17,90	525,11	2,78	390,0	507,0	Verifica ok
2 - EST	1,42	0	125	50,00	40,00	cls	0,35	16,10	498,01	2,64	200,0	260,0	Verifica ok
							Formula di Chezy:						
							$Q = A \cdot C \cdot (R \cdot i)^{1/2}$						

La rimodellazione della strada permette di far confluire le canaline di raccolta alla vasca di prima pioggia lato Nord e alla vasca di rilancio ad Est

## **PROFILO ALTIMETRICO DELLA PISTA PERIMETRALE STATO ATTUALE/DI PROGETTO AIA II LOTTO DISCARICA SIGED DI SCALA ERRE**

Il profilo altimetrico di adeguamento della pista perimetrale stato attuale a quella di progetto AIA riferito al II lotto della discarica SIGED di Scala Erre è stato ottenuto secondo i seguenti passaggi:

- Suddivisione della rappresentazione grafica del profilo stradale (livelletta) da progetto della punta perimetrale in 37 sezioni, dalle quali si sono ricavate le distanze (m) e le quote (m).
- Analogamente lo stesso lavoro è stato fatto per la rappresentazione grafica del profilo stradale (livelletta) allo stato attuale della punta perimetrale.
- Confronto delle livellette per definire l'altezza rispetto alla punta attuale necessaria a raggiungere le quote di progetto AIA.
- Importazione dei dati in un foglio EXCEL per il calcolo di: pendenze e contropendenze, somma e differenza di quota, pendenza media, differenza di quota media; sintetizzate nel grafico sottostante: pertanto la pendenza grafica dei profili non è visivamente corrispondente a quella reale.

I dati esposti sono visibili nella figura fuori testo di cui a seguire si allega riduzione (in blu livelletta stradale dello stato attuale).

