Consorzio Industriale Provinciale Cagliari

PROVINCIA SUD SARDEGNA
COMUNE DI IGLESIAS

REALIZZAZIONE DELLA COPERTURA FINALE DEL SECONDO BACINO DELLA DISCARICA DI IS CANDIAZZUS

PROGETTO DEFINITIVO

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Aprile 2023	Emissione	A. Tanca	M.L. Massa	M.L. Massa
1	Febbraio 2024	Adeguamento scarico finale	A. Tanca	M.L. Massa	M.L. Massa
2	Marzo 2024	Integrazione richiesta dal Committente	A. Tanca	M.L. Massa	M.L. Massa
3					

GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Ing. Alessandro Tanca

TITOLO:

01 - RELAZIONI
RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

TAVOLA N°:

RE02

SCALA:

-

Commessa:

A041EP13.CDZ

Sottocommessa:

A041C22.CDZ

Studio di Ingegneria Dott. Ing. Maria Laura Massa
Via Trieste 151 - 09045 Quartu S. Elena
e-mail: ingmassa@tiscali.it - Tel. 070 821202 - Mob. 328 7283082

IL COMMITTENTE:

R.U.P.: DOTT. ING. ALESSANDRO DI GREGORIO

RESPONSABILE DEL PROGETTO:

DOTT. ING. MARIA LAURA MASSA

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

INDICE

1. PREMESSA....1

2. RETE DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE....2

3. VERIFICA IDRAULICA DELLA RETE DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE ESISTENTE....5

3.1 DURATA DI PIOGGIA....6
3.2 STIMA DEI COEFFICIENTI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA E CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA....6
3.3 STIMA DELLA PORTATA DI PIENA....9
3.4 VERIFICA IDRAULICA BACINO MAGGIORE ALLA SEZIONE C_M1....11
3.4.1 Verifica della cunetta sottesa al bacino maggiore alla sezione C_M1....11
3.4.2 Verifica della cunetta sottesa al bacino minore alla sezione C_M2c....14

4. VERIFICA DELLA CAPACITÀ IDRAULICA DELLO SCARICO FINALE DELL'INTERO SITO DI CANDIAZZUS....17

4.1 LO STATO ATTUALE....17
4.2 STIMA DELLE PORTATE AL RECAPITO FINALE....19
4.3 VERIFICA IDRAULICA SCARICO FINALE....20
4.3.1 Verifica idraulica dell'attraversamento stradale DN 600....20
4.3.2 Verifica idraulica del collegamento DN 600 tra modulo 1 e cunetta stradale....23
4.3.3 Verifica idraulica della canaletta stradale semicircolare DN 1000....24
4.4 ADEGUAMENTO DELLO SCARICO FINALE....26
4.4.1 Verifica idraulica collegamento tra pozzetto piede modulo 1 e cunetta stradale – Tratto 1....27
4.4.2 Verifica idraulica cunetta stradale di collegamento tra il tratto 1 e i pozzetti a monte dell'attraversamento stradale sulla S.P. 84 – Tratto 2....30
4.4.3 Verifica idraulica attraversamento stradale S.P. 84 – tratto 3....33
4.4.4 Verifica idraulica cunetta stradale terminale a valle dell'attraversamento stradale sulla S.P. 84 – Tratto 4 34

5. CONCLUSIONI....35

1. PREMESSA

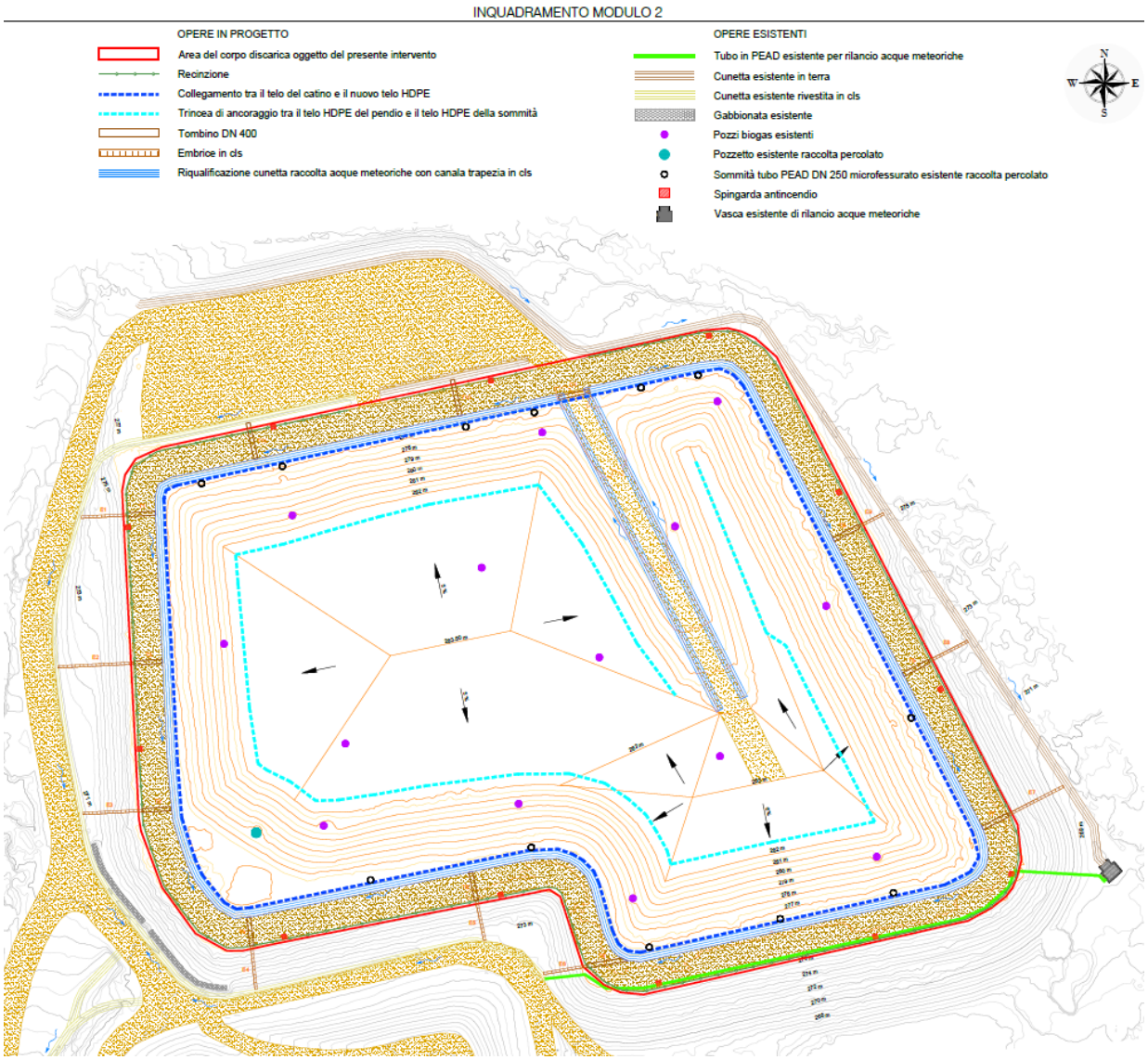
Il principale obiettivo che il CACIP si prefigge di conseguire attraverso la realizzazione delle opere in oggetto consiste nel realizzare la copertura finale della discarica ("capping") ricorrendo a soluzioni di sicura efficacia mediante l'adozione dei materiali, naturali e/o geosintetici, che garantiscano le prestazioni previste dal D.Lgs. 36/2003 e dalle modifiche ed integrazioni del recente Decreto Legislativo n. 121 del 3 settembre 2020.
Valutati gli esigui abbassamenti del secondo modulo, verificati sulla base dei rilievi semestrali eseguiti a partire dalla fine dell'attività di coltivazione della discarica, si è potuto ritenere che sia in sostanza già avvenuta la quasi definitiva stabilizzazione del corpo dei rifiuti presenti nel modulo, pertanto è possibile procedere con la copertura definitiva dell'invaso in oggetto, orientata a ridurre al minimo il contatto e l'infiltrazione delle acque meteoriche con i rifiuti abbancati e la conseguente produzione del percolato, al fine di evitare tutte le problematiche che la presenza dei liquidi di percolazione comporta per le discariche di rifiuti, dalla stabilità geotecnica, all'aumento dei costi di gestione per il trasporto e smaltimento del percolato verso impianti e trasportatori autorizzati.
Per quanto sopra esposto il presente Progetto prevede di realizzare la copertura finale del secondo modulo di Is Candiazzus, secondo la stratigrafia definita che, tuttavia, sarà realizzata attraverso la posa di un primo strato del pacchetto di capping (sino alla geomembrana impermeabilizzante in HDPE), alla quale seguirà l'immediata posa del secondo strato del pacchetto con il quale sarà conseguita la copertura definitiva del secondo modulo.
Il primo strato, di immediata realizzazione, permetterà di ottenere l'impermeabilizzazione del secondo modulo attraverso una stratigrafia differente per le diverse parti della discarica, sommità, pendii, strade (che attraverso l'azione impermeabilizzante della geomembrana in HDPE consentirà di eliminare le infiltrazioni di acque meteoriche); il secondo strato, da eseguire immediatamente a seguito del primo, rappresenterà il completamento della stratigrafia del pacchetto di capping previsto nel presente progetto, e sarà coerente con gli schemi previsti dai dispositivi normativi vigenti per la copertura definitiva di tali categorie di impianti.
L'intervento eseguito conferirà al secondo modulo una configurazione finale, che grazie alla presenza di uno strato superficiale di terreno vegetale e compost ed alla piantumazione con specie vegetali idonee, permetterà di attivare le adeguate dinamiche di rinaturalizzazione dei luoghi, con benefici sia per il paesaggio, sia per la tenuta e la conservazione delle prestazioni della stratigrafia del capping realizzato.
In tale ottica appare evidente l'importanza che la corretta gestione delle acque meteoriche riveste nell'ambito della durabilità dell'opera in progetto, con particolare riferimento alla situazione temporale transitoria in cui, realizzato il primo strato del pacchetto di copertura la discarica presenterà come strato superficiale la geomembrana in HDPE che, in attesa che sia completato il secondo strato a completamento del pacchetto di capping, comporterà il rapido ed immediato afflusso delle acque zenitali alle cunette di raccolta (sia quelle riqualificate al perimetro del secondo modulo che quelle in cls al margine della viabilità di accesso), che dovranno pertanto complessivamente essere in grado di garantire il corretto deflusso delle portate raccolte dal bacino tributario sino allo scarico finale sulla S.P. 84.

2. RETE DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE

Il progetto definitivo della copertura del secondo modulo prevede di ottimizzare ed integrare il sistema di raccolta e deflusso delle acque meteoriche già presente nell'impianto, costituito da una cunetta al margine della strada perimetrale che circonda il secondo modulo che raccoglie le acque del corpo discarica al piede delle scarpate, da un'altra cunetta trapezia in terra che parte dall'esterno del piazzale a nord, al piede dei rilievi a monte dello stesso piazzale, e che prosegue sul lato est alla base del rilevato della strada perimetrale sino alla stazione di sollevamento (sull'angolo a sud-est della discarica), che rilancia le portate raccolte alla cunetta trapezia rivestita in cls che parte circa dalla metà del lato sud del secondo modulo e che prosegue lungo la strada sul lato ovest per terminare circa alla metà del lato nord.

Tutte le acque raccolte dal suddetto sistema di canalizzazioni vengono poi conferite alla cunetta trapezia che parte dall'angolo sud-ovest del secondo modulo per costeggiare la viabilità, lungo il lato est del primo modulo, sino al punto di recapito al ricettore finale presente in corrispondenza dell'ingresso all'impianto (all'angolo a sud-ovest del primo modulo).

Il sistema di raccolta delle acque sopra descritto è rappresentato nel dettaglio nell'elaborato grafico EG04 – planimetria schema di raccolta acque meteoriche, del quale per semplicità espositiva si riportano nel seguito alcuni estratti, rimandando per maggiori approfondimenti all'elaborato stesso facente parte integrante del presente progetto definitivo.



Nella planimetria sopra riportata sono indicate tutte le canalizzazioni esistenti opportunamente distinte, in legenda, dalle opere previste in progetto per razionalizzare il sistema attuale rendendolo funzionale allo smaltimento delle acque meteoriche anche nella situazione transitoria che intercorrerà tra la realizzazione del primo strato del pacchetto di capping e il completamento dello stesso con la posa del secondo strato.
In sintesi il progetto definitivo di cui trattasi prevede di riqualificare la cunetta esistente al piede scarpata del bordo bacino lungo la strada perimetrale, attualmente dedicata alla raccolta del percolato generato dal ruscellamento delle acque sui pendii del secondo modulo, per assolvere alla nuova funzione di raccogliere le acque meteoriche dell'intero secondo modulo (non più contaminate una volta realizzato il primo strato del pacchetto del capping) raccordandole alla geomembrana impermeabile in HDPE, e trasferendole mediante gli undici attraversamenti idraulici della strada perimetrale ed i relativi embrici da realizzare lungo le scarpate a valle per collegare il manufatto di sbocco di ciascun tombino alla canalizzazione esistente, sia essa in terra o rivestita in calcestruzzo.
Le nuove cunette da realizzare ai lati della pista di accesso al piano sommitale, ed il cavalcafosso da posizionare alla base della stessa pista, completano le opere di raccolta delle acque meteoriche previste nel presente progetto definitivo.

Per razionalizzare la futura gestione delle acque meteoriche in funzione della avvenuta copertura finale del secondo modulo, la S.A. ha recentemente provveduto a separare (mediante la posa di un cordolo interposto tra la strada e la cunetta) la strada di accesso dalle cunette trapezie esistenti al margine della stessa, nelle quali venivano prima recapitate le acque di piattaforma, e che allo stato attuale sono pertanto esclusivamente dedicate alla raccolta e deflusso delle acque meteoriche provenienti dal secondo modulo a copertura finale completata.

per quanto sopra descritto, appare essere di tutta evidenza che quanto previsto in progetto per adeguare la rete di raccolta esistente comporta un maggiore e più rapido apporto di portate allo stesso sistema di canalizzazioni attuale. Infatti, nel breve periodo transitorio in cui sarà realizzato solamente il primo strato del pacchetto di copertura, la geomembrana impermeabilizzante in HDPE sarà superficiale ed esposta alle piogge, aspetto che comporta la riduzione dei tempi di afflusso alle cunette cui perverranno rapidamente le intere portate. Tale criticità sarà superata quando il pacchetto del capping previsto sarà completato con la posa del secondo strato, in cui gli strati superficiali di terreno vegetale assorbiranno in parte le piogge rallentando il tempo di afflusso alle cunette attuali su cui, pur se con maggiori tempi di corrivazione, le stesse portate perverranno comunque ma in tempi che ne favoriranno il deflusso (rispetto alla configurazione transitoria intermedia).

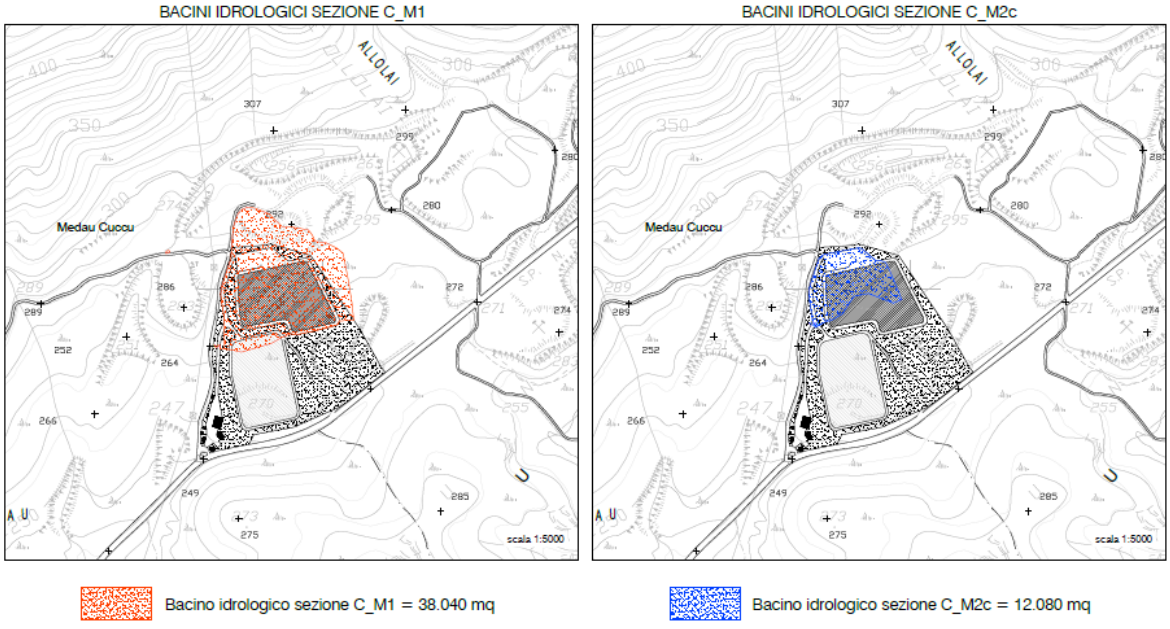


Per quanto sopra si rende necessario procedere alla verifica idraulica delle canalizzazioni attuali che sono state pertanto rilevate a tal fine, consentendo di determinarne le geometrie (sezioni trasversali e pendenze) utili ad effettuare il calcolo della effettiva capacità di deflusso, per valutarne l'idoneità a smaltire le nuove maggiori portate.

Rimandando ancora, per maggior dettaglio, alla tavola EG04 in cui sono presenti i tracciati delle cunette ed i relativi profili longitudinali e sezioni trasversali, si riporta di seguito un estratto su ortofoto delle cunette oggetto di rilievo, sulle quali seguirà la verifica idraulica di cui sopra.

3. VERIFICA IDRAULICA DELLA RETE DI RACCOLTA DELLE ACQUE METEORICHE ESISTENTE

La stima della portata di piena è stata effettuata con una metodologia indiretta. Tale scelta impone l'impiego di un metodo di trasformazione afflussi deflussi. In via preliminare la portata al colmo di piena è stata valutata con la classica formula razionale.
Il metodo si basa su una schematizzazione del processo di trasformazione afflussi-deflussi e la sua formulazione si fonda sull'ipotesi che l'evento di piena abbia la stessa probabilità dell'evento di pioggia, ossia il tempo di ritorno della pioggia coincide con quello della piena generata, e che la durata di pioggia sia assunta coincidente con il tempo di corrivazione del bacino.
Il primo elemento da prendere in considerazione è la quantificazione delle superfici drenanti, sulla quale si raccolgono le precipitazioni che saranno convogliate alle due cunette esistenti che garantiscono il deflusso delle acque al recapito finale, che nel nostro caso è rappresentato dall'esistente collettore fognario delle acque bianche posizionato in prossimità dell'ingresso all'impianto, sull'angolo a sud-ovest del primo modulo.
Nel dettaglio si è ritenuto opportuno verificare la prima cunetta, sul lato ovest nel secondo modulo, e la seconda più a valle che raccoglie, oltre alle portate della prima, anche quelle del resto del secondo modulo e di parte delle aree a monte dello stesso.
Le superfici di raccolta delle acque meteoriche, sottese alle due sezioni prescelte per ciascuna delle due cunette, sono state stimate graficamente e riportate sempre nella tavola EG04, da cui si evince che la prima superficie, sottesa alla sezione denominata C_M2c della cunetta rappresentata in colore blu, è pari a 12.080 m^2, mentre la seconda superficie tributaria delle portate, sottesa alla sezione denominata C_M1 della cunetta rappresentata con il colore rosso, è pari a 38.040 m^2, che comprendono al loro interno anche la prima superficie idrografica.
Segue un estratto della tavola EG04 con la delimitazione dei due suddetti bacini idrografici tributari:



In considerazione del fatto che il bacino sotteso alla sezione C_M1 è il maggiore e ricomprende interamente il secondo bacino sotteso alla sezione C_M2c, data l'esiguità delle superfici in analisi, i calcoli idrologici per la determinazione dell'altezza di pioggia critica verranno eseguiti analiticamente solo con riferimento a primo bacino. Le portate dell'altro

bacino (Area sottesa alla sezione C_M2c) verranno determinate applicando il contributo unitario determinato analiticamente per il bacino dell'Area sottesa alla sezione C_M1.

3.1 DURATA DI PIOGGIA

Considerati i ridotti tempi di corrivazione dei sistemi drenanti considerati, la durata di pioggia, che normalmente nel metodo razionale viene assunta pari al tempo di corrivazione del bacino (che sotto l'ipotesi di curva area/tempi lineare fornisce la massima portata al colmo), potrebbe essere ragionevolmente fissata in 10 minuti.
Tale valore, che generalmente è pari al tempo di accesso in fogna per le fognature urbane e che può pertanto essere considerato per il sistema in esame, garantisce di ottenere un valore sufficientemente cautelativo dell'intensità di precipitazione. Com'è noto infatti, la curva di possibilità pluviometrica è data generalmente da una relazione monomia che, una volta assegnato il tempo di ritorno dell'evento considerato, fornisce l'altezza di precipitazione cumulata (o la sua intensità se si considera la derivata temporale) in funzione della durata dell'evento considerato: all'aumentare della durata dell'evento cresce l'altezza di precipitazione cumulata ma diminuisce l'intensità di pioggia.
A questo proposito si segnala che le curve di possibilità pluviometrica, generalmente, sono state realizzate sulla base di osservazioni della durata minima di 15 minuti, per cui la stima dell'altezza di pioggia per durate inferiori necessiterebbe di una correzione del valore ottenuto, per esempio mediante l'ausilio della formula di Bell che permette di fornire, a parità di tempo di ritorno, l'altezza di pioggia relativa ad una durata qualsiasi inferiore all'ora rispetto all'altezza di pioggia della durata di un'ora.
Tuttavia, per quanto sia noto che la curva di possibilità pluviometrica per durate molto brevi sovrastimi l'altezza di pioggia cumulata, data la rilevante importanza che il sistema di raccolta e deflusso delle acque meteoriche riveste per la corretta gestione della discarica, si è scelto cautelativamente ed a vantaggio della sicurezza di utilizzare il valore così calcolato.
Inoltre, nonostante le considerazioni sopra illustrate in ordine alla scelta dei tempi di corrivazione e della durata di pioggia, sempre a vantaggio di sicurezza è apparso opportuno assumere una ulteriore maggiore cautela per tenere in debito conto la morfologia del bacino tributario che è di ridotte dimensioni e caratterizzato da rilevanti pendenze, entrambi elementi che generalmente sono causa di ingenti volumi di deflusso delle portate che non sempre possono essere correttamente stimati mediante le curve di possibilità pluviometrica determinate sperimentalmente per bacini di maggiori dimensioni.
Per quanto sopra si è scelto di cautelarsi adottando, per il calcolo dell'altezza di pioggia riferita ad una durata pari al tempo di corrivazione, un tempo stimato con una formula coerente con le suddette caratteristiche morfologiche del bacino idrografico tributario.

3.2 STIMA DEI COEFFICIENTI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA E CALCOLO DELL'ALTEZZA DI PIOGGIA

Per il calcolo dell'altezza di pioggia ci si è riferiti alla curva di possibilità pluviometrica ottenuta sulla base della distribuzione TCEV.
L'altezza di pioggia indice viene espressa secondo la formula:

$$\mu(\tau) = a_1 \cdot \tau^{n1}$$

Dove i coefficienti a_1 e n_1 vengono determinati in funzione della pioggia indice giornaliera μ_g secondo le relazioni:

$$a_1 = \cdot \frac{\mu_g}{0.886 \cdot 24^{n1}}$$

$$n_1 = \cdot - 0.493 + 0.476 \cdot \log \mu_g$$

L'altezza di pioggia hT(τ), ossia di durata τ e tempo di ritorno T si ottiene moltiplicando la pioggia indice μ(τ) per il coefficiente di crescita KT(τ), ottenendo la relazione:

$$h_T(\tau) = \cdot \mu(\tau) \cdot K_T(\tau) = (a_1 \cdot a_2) \cdot \tau^{(n1+n2)}$$

Dove i coefficienti a_2 e n_2 variano in funzione del tempo di ritorno e della durata della pioggia secondo le relazioni:

- SZO 1 a_2= 0.66105+0.85994Log(T) n_2= -1.3558 10-4-1.3660 10^{-2} LogT
- SZO 2 a_2= 0.64767+ 0.89360Log(T) n_2= -6.0189 10-4+3.2950 10^{-2} LogT
- SZO 3 a_2= 0.62408+ 0.95234Log(T) n_2= -2.5392 10-4+ 4.7188 10^{-2} LogT

SZO 1

- a_2= 0.46378+1.0386 Log(T)
- n_2= -0.18449+0.23032 Log(T) – 3.3330 10^{-2}
- n_2= -1.0563 10-2 – 7.9034 10-3 Log(T)

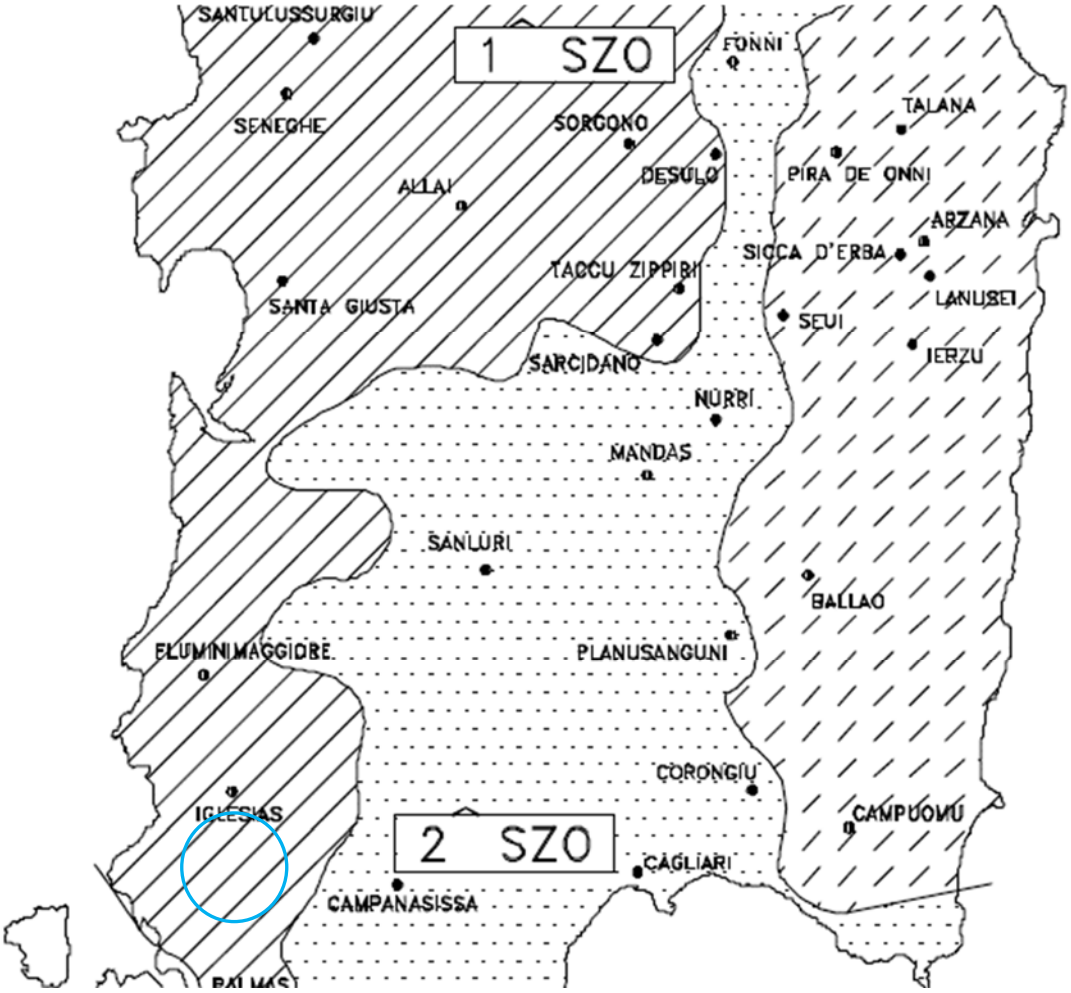
SZO 2

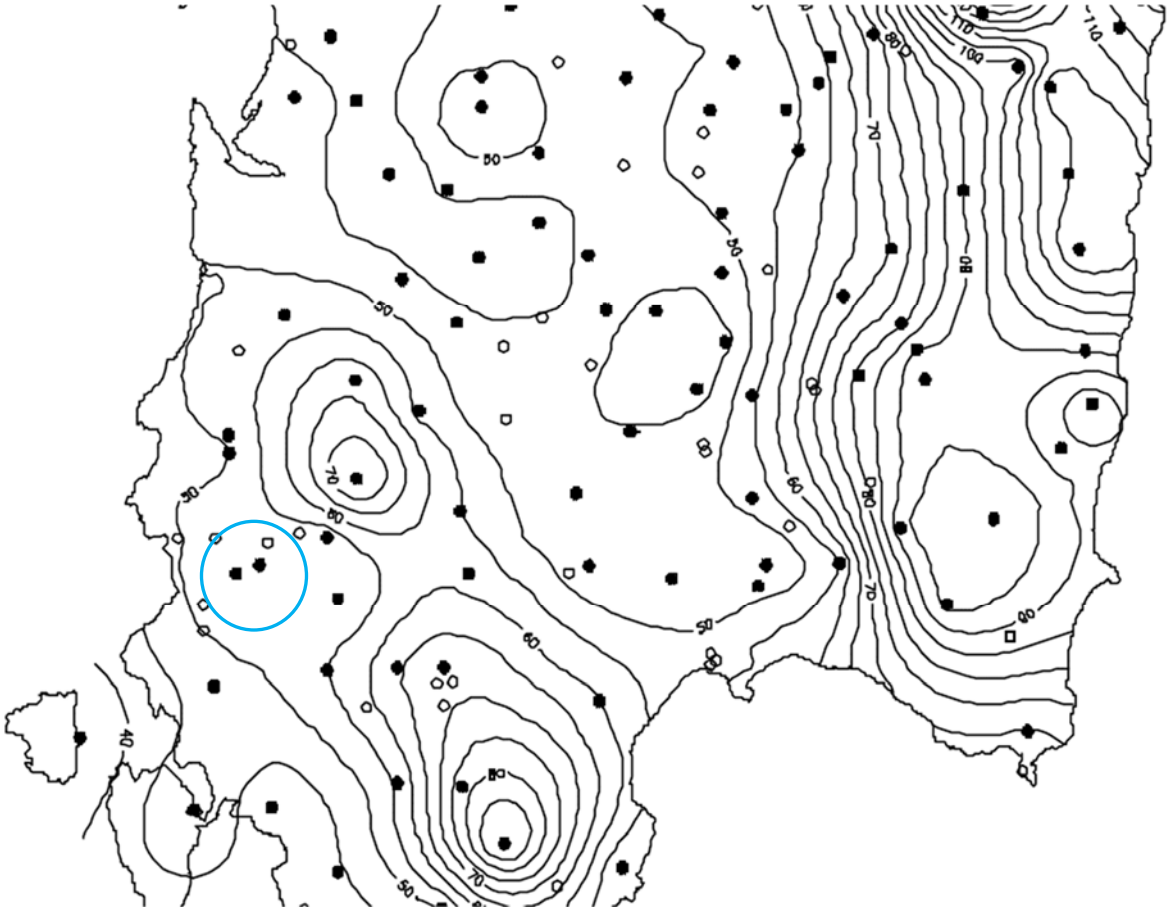
- a_2= 0.44182+1.0817 Log(T)
- n_2= -0.18676+ 0.24310 Log(T) – 3.5453 10^{-2}
- n_2= - 5.6593 10-2 – 4.0872 10-3 Log(T)

SZO 3

- a_2= 0.41273+1.1370 Log(T)
- n_2= -0.19055+ 0.25937 Log(T) – 3.8160 10^{-2}
- n_2= 1.5878 10-2 – 7.6250 10-3 Log(T)

Come si può osservare nella figura seguente, l'area in esame ricade nella **"Sottozona omogenea n.1"** e presenta un valore di **pioggia indice giornaliera pari a 55 mm**.


1 SZO
2 SZO
SANTULUSSURGIU
SENEGHE
ALLAI
SORGONO
DESULO
FONNI
TALANA
PIRA DE ONNI
ARZANA
SICCA D'ERBA
LANUSEI
TACCU ZIPPIRI
SANTA GIUSTA
SEUI
IERZU
SARCIDANO
NURRI
MANDAS
SANLURI
BALLAO
ELUMINIMAGGIORE
PLANUSANGUNI
CORONGIU
IGLESIAS
CAMPUOMU
CAGLIARI
CAMPANASISSA



Sulla base di tali parametri sono stati stimati i valori dei coefficienti a ed n della curva che, considerato un tempo di ritorno Tr=50 anni e una durata di pioggia pari al tempo di 10 minuti, portano alla determinazione dell'altezza di pioggia lorda di progetto, pari a:

$$\mathbf{h_{(50,10)} = 13.72\ mm}$$

3.3 STIMA DELLA PORTATA DI PIENA

La valutazione del coefficiente d'afflusso viene fatta in basa alla permeabilità dei materiali costituenti le superfici drenanti. Per quanto riguarda la discarica in progetto da ritenersi, almeno nella fase più critica che coincide con il breve periodo transitorio al termine della realizzazione del primo strato del pacchetto di copertura, praticamente impermeabile è stato adottato un coefficiente d'afflusso pari ad 1.
Considerata l'estensione ridotta delle aree drenanti, è stato scelto un coefficiente di ragguaglio all'area pari ad 1.
Come descritto nell'impostazione metodologica dello studio, la portata di progetto è stata stimata con la classica formula razionale:

$$Q(T) = \frac{S \cdot ARF \cdot \varphi \cdot h(T, T_p)}{T_p}$$

Dove:

- Q(T) = portata al colmo relativa al tempo di ritorno T
- S = superficie del bacino
- ARF = coefficiente di riduzione areale

- Φ = coefficiente di afflusso
- h (T,Tp) = altezza di pioggia di durata Tp e tempo di ritorno T
- Tp = durata dell'evento di pioggia.

Una volta note le aree contribuenti, l'altezza di pioggia cumulata e la durata di pioggia, è possibile calcolare la portata di progetto.
Nel caso in esame si è ritenuto di verificare direttamente le due principali sezioni sopra descritte: quella denominata C_M2c, cui è sottesa la superficie tributaria di 12.080 m^2, e quella denominata C_M1, il cui bacino sotteso è di 38.040 m^2, sezione quest'ultima a cui convergono tutte le nuove portate derivanti dalle opere in progetto, e che sarà pertanto la sola oggetto di calcolo idrologico da cui desumere il contributo unitario utile a determinare la portata di afflusso alla sezione di chiusura del bacino più piccolo (interamente ricompreso in quello maggiore).

Nella tabella seguente vengono quindi riportati i calcoli idrologici e le portate stimate per le due sezioni di cui sopra, partendo dai sopraesposti parametri TCEV relativi alla Sottozona Omogenea ed alla pioggia indice.

Parametri	μ	55
TCEV	SZO	1

Sezione di interesse	t Durata di pioggia	Superificie [m^2]	Superificie [km^2]	Tempo di corrivazione [ore]	Φ	Durata di pioggia [ore]	Tr [anni]	a1	a2	n1	n2	$H_{pioggia}$ [mm]	Q [m^3/s]	Q [l/s]
C_M1	10 min	38040	0,03804	0,061	1	0,061	50	21,379	2,227	0,335	0,109	13,72	2,377	2.377,48

In sintesi la portata di piena che la cunetta terminale dovrà essere in grado di smaltire alla sezione C_M1 è pari a circa 2,377 m^3/s, portata posta alla base della verifica idraulica esposta nel seguente paragrafo.
Si evidenzia come i dati di input utilizzati per la stima della portata di piena hanno fortemente condizionato i risultati, molto elevati rispetto alle ridotte dimensioni del bacino idrografico sotteso, a causa delle rilevanti pendenze del bacino e del ridotto tempo di corrivazione pari a solo 0.061 ore (stimato con la formula del Viparelli per 1 m/sec), e soprattutto per le assunzioni cautelative sopra illustrate.

In ordine al secondo bacino tributario sotteso alla sezione C_M2c, posto che per il bacino maggiore la portata stimata è pari a:

$$Q_{C_M1}=2.377\ m^3/s$$

A cui corrisponde un contributo unitario di:

$$q = 62.5\ m^3/sec\ km^2$$

Pertanto la portata del bacino minore di 12.080 m^2, calcolata utilizzando il coefficiente di contributo unitario, è:

$$Q_{C_M2c}=0.755\ m^3/s$$

3.4 VERIFICA IDRAULICA BACINO MAGGIORE ALLA SEZIONE C_M1

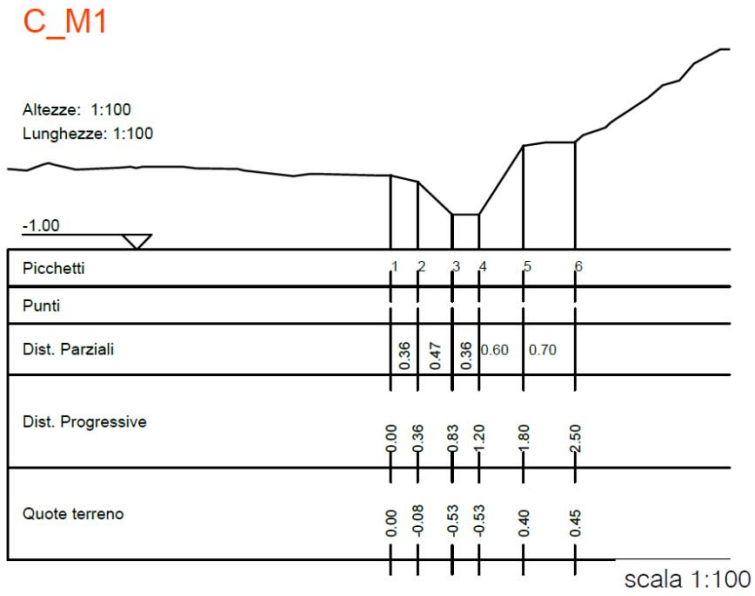
Il calcolo idraulico del canale è stato condotto nella condizione di moto uniforme, adottando la classica espressione di Chézy per il calcolo della portata in un canale a cielo aperto funzionante a pelo libero in moto uniforme:

$$Q = A \cdot v \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

in cui i simboli hanno i seguenti significati:
Q =portata di moto uniforme in m^3/sec;
A =area della sezione bagnata;
v =coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler;
R =raggio idraulico, dato dal rapporto fra l'area bagnata ed il perimetro bagnato;
i =pendenza longitudinale del canale in m/m.

3.4.1 VERIFICA DELLA CUNETTA SOTTESA AL BACINO MAGGIORE ALLA SEZIONE C_M1

La cunetta da verificare è stata oggetto di rilievo topografico utile a determinare le dimensioni della sezione di deflusso e la pendenza longitudinale della stessa.
La cunetta in oggetto è in calcestruzzo a sezione trapezia 0.40 x 0.40 x 0.40 m, come risulta chiaramente dalla sezione rilevata di seguito riportata:



Dal profilo longitudinale della cunetta in oggetto, riportato all'interno dell'elaborato grafico EG04 più volte richiamato al quale si rimanda per maggiore dettaglio, si evince che la pendenza, praticamente costante, della cunetta è molto accentuata e pari al 12.81%, pertanto, dei dati geometrici rilevati sopra indicati, sono state condotte le verifiche della capacità di deflusso della cunetta che è risultata adeguata a garantire il transito della portata sopra stimata.
Per quanto sopra si riportano nel seguito i calcoli relativi alla capacità di deflusso della cunetta di cui trattasi:

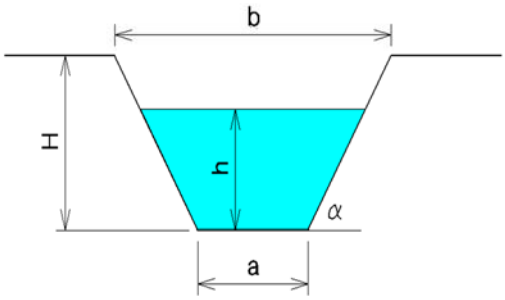
CALCOLO CAPACITA' DI SMALITIMENTO

Decrizione: verifica idraulica bacino idrografico maggiore A=38'040 m²
Punto di sezione: C_M1

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇨	0,40	ALTEZZA [m]
a	⇨	0,40	[m]
b	⇨	1,20	[m]
h	⇨	0,40	[m]
p	⇨	12,81%	Pendenza
m	⇨	0,5	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpata	α	⇨	45,0
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h/\operatorname{sen}\alpha$	⇨	1,531 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \ \ tg(90-\alpha)]$	⇨	0,320 [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨	0,209 [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,40 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{R_i \ p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	*m* = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇨	47,76	
V	⇨	7,81	[m/sec]
Q	⇨	2,500	[m³/sec]

La massima capacità di deflusso della cunetta, al massimo del suo riempimento alla quota di 40 cm, risulta essere pari a 2.5 m^3/s, superiore a quella massima stimata in Q_{C_M1}=2.377

m^3/s, pertanto la verifica idraulica risulta essere soddisfatta pur se le portate sono state stimate con tutte le cautele del caso a vantaggio della sicurezza e di un buon margine di affidabilità. Si riporta di seguito la scala delle portate della verifica condotta:

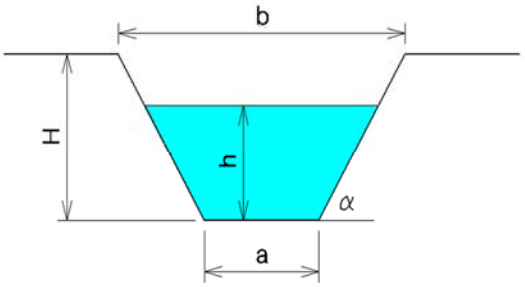
CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua

CARATTERISTICHE SEZIONE

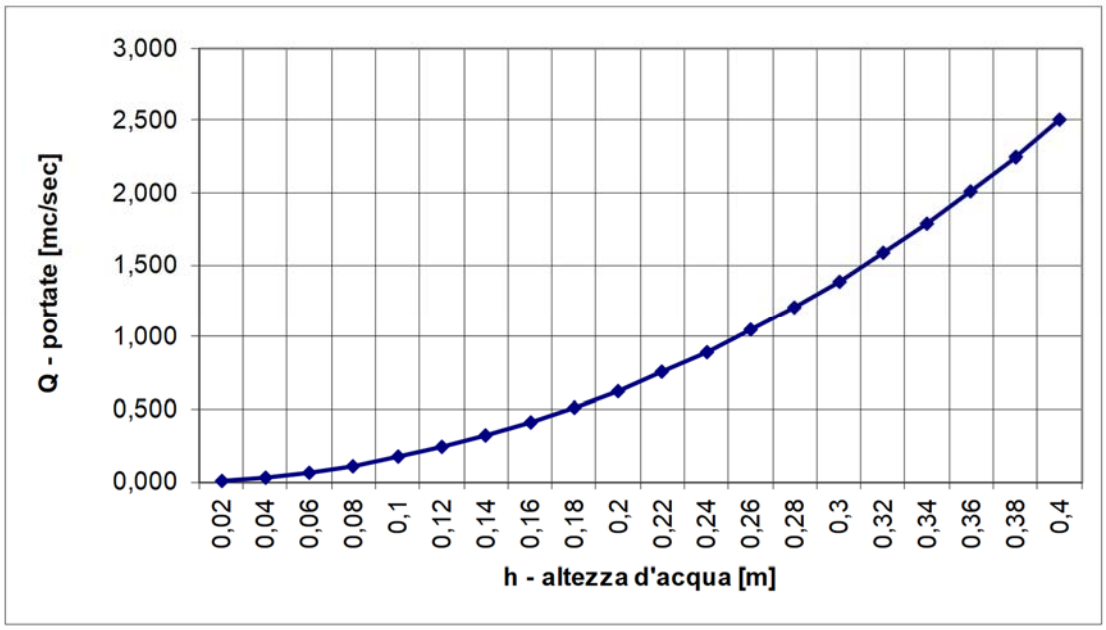
H	***0,40***	ALTEZZA [m]
a	***0,40***	[m]
b	***1,20***	[m]

p	**13%**	Pendenza
m	***0,5***	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m^3/sec]
0,02	0,009
0,04	0,032
0,06	0,066
0,08	0,113
0,10	0,170
0,12	0,238
0,14	0,318
0,16	0,409
0,18	0,512
0,20	0,626
0,22	0,753
0,24	0,892
0,26	1,044
0,28	1,210
0,30	1,389
0,32	1,582
0,34	1,789
0,36	2,011
0,38	2,248
0,40	2,500

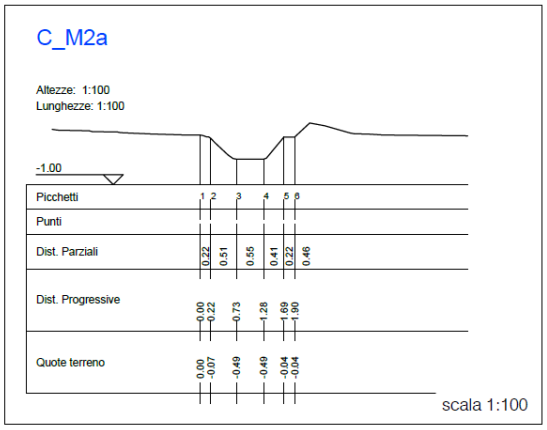


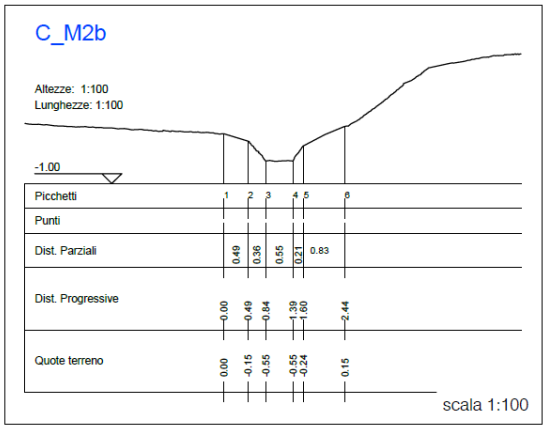
h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

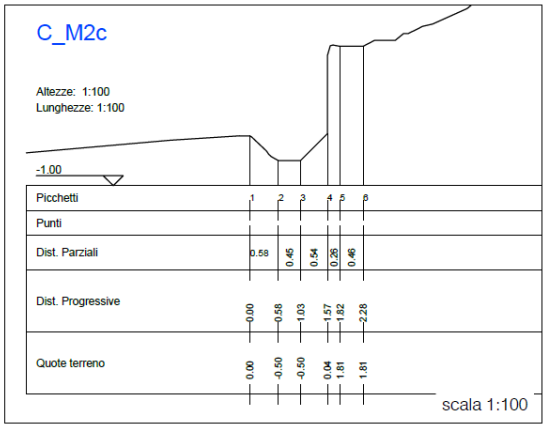


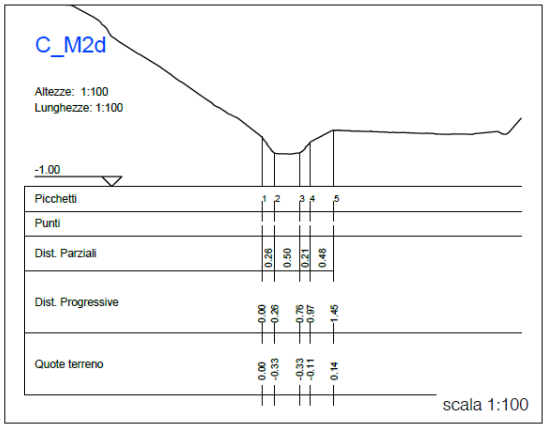
3.4.2 VERIFICA DELLA CUNETTA SOTTESA AL BACINO MINORE ALLA SEZIONE C_M2C

Anche la seconda cunetta da verificare è stata oggetto di rilievo topografico utile a determinare le dimensioni della sezione di deflusso e la pendenza longitudinale della stessa. La cunetta in oggetto è ancora rivestita in calcestruzzo, con sezione sempre trapezia ma di maggiori dimensioni rispetto alla precedente pari 0.50 x 0.50 x 0.50 m, come risulta chiaramente dalle sezioni rilevate di seguito riportate, presenti sempre nella tavola EG04:









Dal profilo longitudinale della cunetta in oggetto, riportato all'interno dell'elaborato grafico EG04 più volte richiamato al quale si rimanda per maggiore dettaglio, si evince che la pendenza della cunetta, in corrispondenza della sezione di interesse C_M2c, è meno accentuata dell'altra cunetta ma comunque pari al 5.03%, pertanto, dei dati geometrici rilevati sopra indicati, sono state condotte le verifiche della capacità di deflusso della cunetta che è risultata adeguata a garantire il transito della portata sopra stimata.

Per quanto sopra si riportano nel seguito i calcoli relativi alla capacità di deflusso della cunetta di cui trattasi:

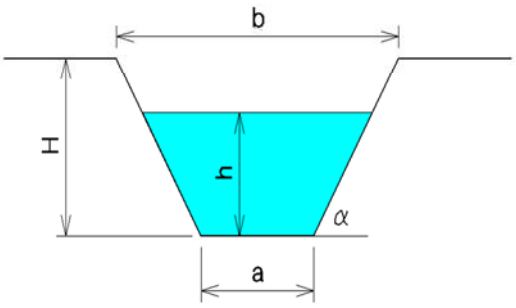
CALCOLO CAPACITA' DI SMALITIMENTO

Decrizione: verifica idraulica bacino idrografico minore A=12'080 m²
Punto di sezione: C_M2c

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇨	0,50	ALTEZZA [m]
a	⇨	0,50	[m]
b	⇨	1,50	[m]
h	⇨	0,50	[m]
p	⇨	5%	Pendenza
m	⇨	0,5	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpat	α	⇨	**45,0**
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h/\operatorname{sen}\alpha$	⇨	**1,914** [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \ \ tg(90-\alpha)]$	⇨	**0,500** [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨	**0,261** [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,50 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{R_i \ p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	*m* = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇨	50,55	
V	⇨	5,78	[m/sec]
Q	⇨	2,888	[m³/sec]

La massima capacità di deflusso della cunetta, al massimo del suo riempimento alla quota di 50 cm, risulta essere pari a 2.888 m^3/s, di gran lunga superiore a quella massima stimata in

Q_{C_M2c}=0.755 m^3/s, pertanto la verifica idraulica risulta essere soddisfatta pur se le portate sono state stimate con tutte le cautele del caso a vantaggio della sicurezza e di un buon margine di affidabilità. Si riporta di seguito la scala delle portate della verifica condotta:

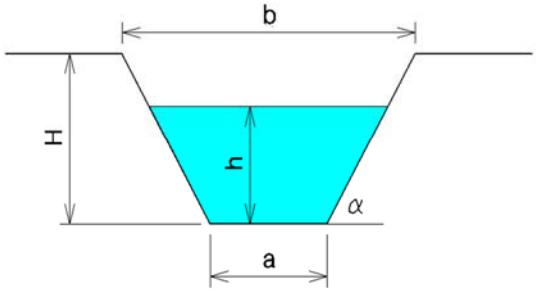
CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua

CARATTERISTICHE SEZIONE

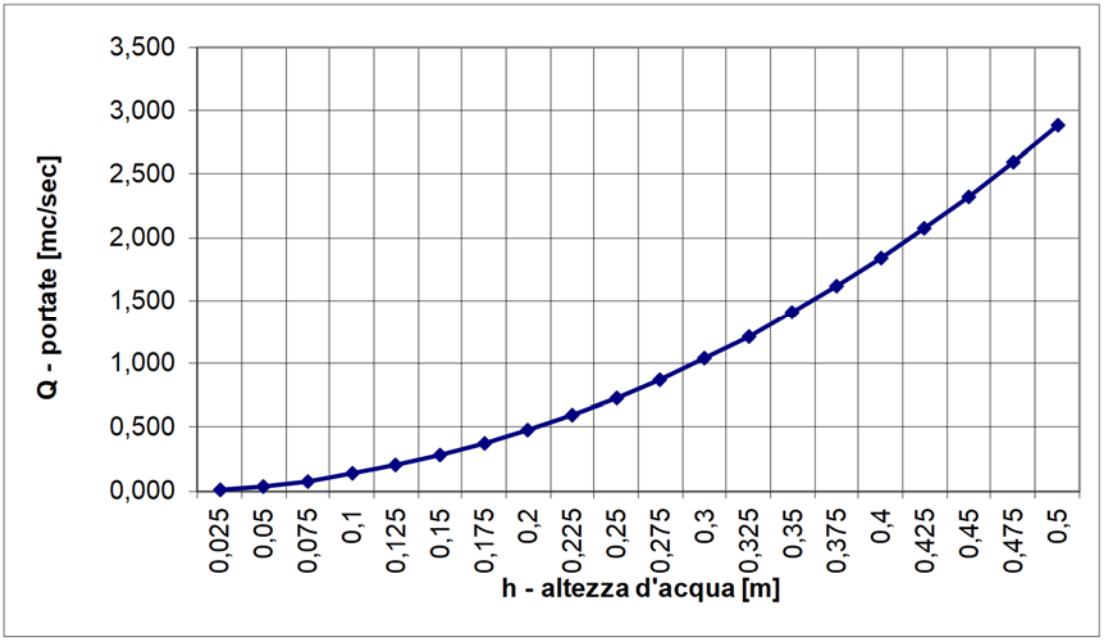
H	***0,50***	ALTEZZA [m]
a	***0,50***	[m]
b	***1,50***	[m]

p	**5%**	Pendenza
m	***0,5***	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m^3/sec]
0,03	0,010
0,05	0,037
0,08	0,078
0,10	0,132
0,13	0,199
0,15	0,279
0,18	0,371
0,20	0,477
0,23	0,596
0,25	0,728
0,28	0,875
0,30	1,036
0,33	1,212
0,35	1,403
0,38	1,609
0,40	1,832
0,43	2,071
0,45	2,326
0,48	2,598
0,50	2,888



h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

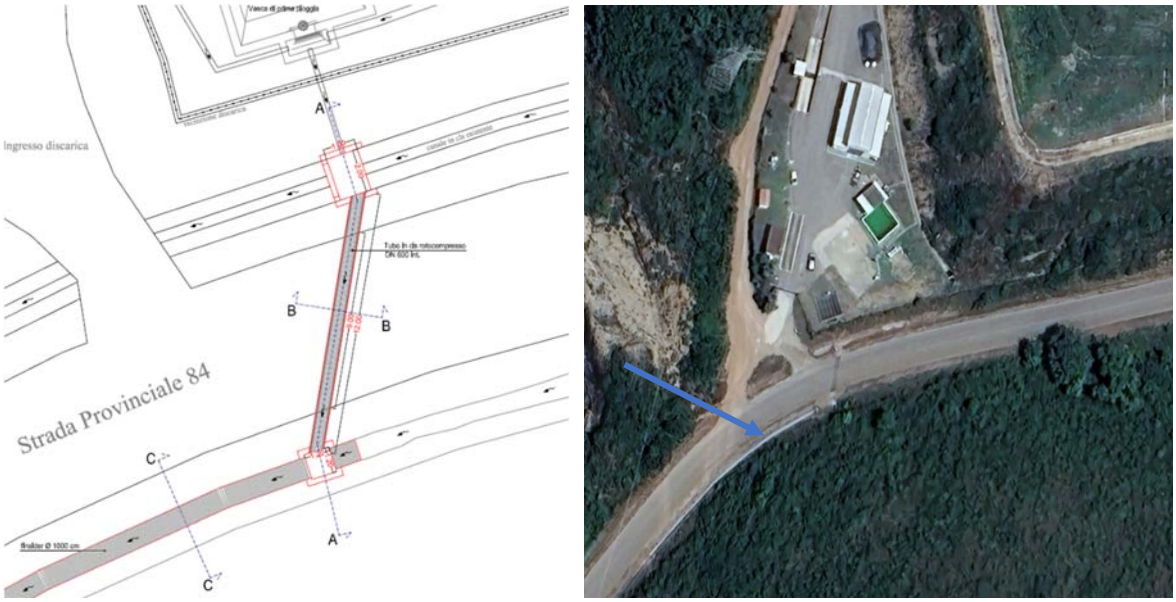


4. VERIFICA DELLA CAPACITÀ IDRAULICA DELLO SCARICO FINALE DELL'INTERO SITO DI CANDIAZZUS

Fatte le sopraesposte valutazioni in ordine alla capacità di smaltimento delle canalizzazioni interne alla discarica, tenendo conto dei maggiori apporti di acque meteoriche generati dalla impermeabilizzazione e copertura finale del secondo modulo, si rende a questo punto necessario verificare l'adeguatezza del sistema di scarico finale attualmente in esercizio nella discarica, che consente il conferimento delle portate al ricettore finale che, nel nostro caso, è rappresentato dalla cunetta, sul lato opposto al sito di conferimento, presente sulla S.P. 84.

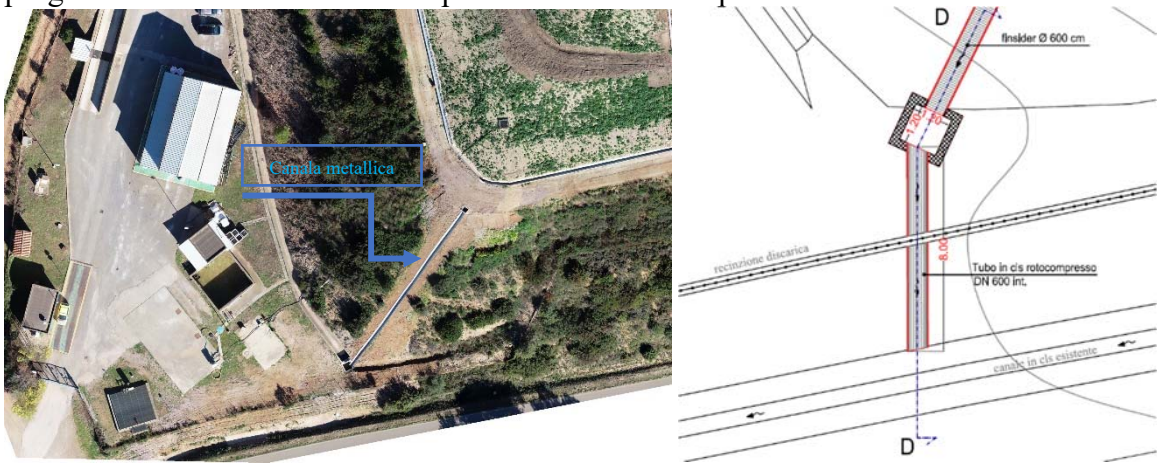
4.1 LO STATO ATTUALE

Attualmente il sistema di raccolta e gestione delle acque meteoriche prevede la separazione tra le acque derivanti dalle superfici impermeabili della viabilità interna principale e del piazzale di ingresso, quelle che derivano dalle superfici scolanti del modulo 1, recentemente completato con la copertura finale dello stesso, e quelle che derivano dal modulo 2 che, in attesa del completamento del capping o quanto meno della impermeabilizzazione del modulo 2, sono contaminate e trattate come percolati dal momento in cui si infiltrano all'interno del corpo rifiuti (quindi estratte mediante il sistema di gestione del percolato esistente ed inviate ad impianto di trattamento del refluo).
Le prime acque meteoriche, quelle raccolte su strade e piazzali interni, che un tempo venivano convogliate alla vasca di trattamento prima pioggia presente all'ingresso dell'impianto, tramite la cunetta trapezia in cls che si sviluppa in adiacenza alla strada, oggetto delle verifiche idrauliche di cui sopra e denominata C_M1, nel primo tratto a valle, e C_M2, nel tratto più a monte, oggi pervengono alla stessa vasca di prima pioggia semplicemente ruscellando sulla carreggiata stessa, senza pertanto sfruttare in alcun modo la capacità di deflusso delle suddette cunette trapezie, recentemente separate dalla strada mediante un cordolo in cls. Una volta trattate all'interno della vasca di prima pioggia, le portate vengono inviate al pozzetto di scarico presente a bordo strada sul lato dell'impianto, per poi essere smaltite a gravità con un tombino DN 600 che attraversa la S.P. 84 e sboccare sulla cunetta stradale, rivestita con lamiera ondulata del tipo Finsider DN 1000 (con altezza di 50 cm, pari alla semicirconferenza, indicata dalla freccia blu nella immagine seguente), sul lato opposto della stessa S.P. 84. Si riporta di seguito uno stralcio del particolare costruttivo planimetrico dello scarico finale sopra descritto, estratto dal progetto esecutivo dei lavori di copertura definitiva del primo bacino:



Particolare scarico acque prima pioggia alla cunetta stradale

Le acque che derivano dal modulo 1, raccolte nelle cunette presenti al margine della strada perimetrale presente al piede del piano sommitale dello stesso modulo 1, attraversano la stessa strada e sono convogliate nella canala metallica tipo Finsider DN600 (indicata dalla freccia blu nella immagine seguente) che corre lungo il pendio a sud ovest del modulo 1, per poi essere inviate alla cunetta stradale lato discarica e confluire nello stesso pozzetto sopra descritto (di recapito delle acque di prima pioggia trattate e di quelle di seconda pioggia).
Segue una ripresa aerea e uno stralcio del particolare dello scarico estratto ancora dal progetto esecutivo dei lavori di copertura definitiva del primo bacino:



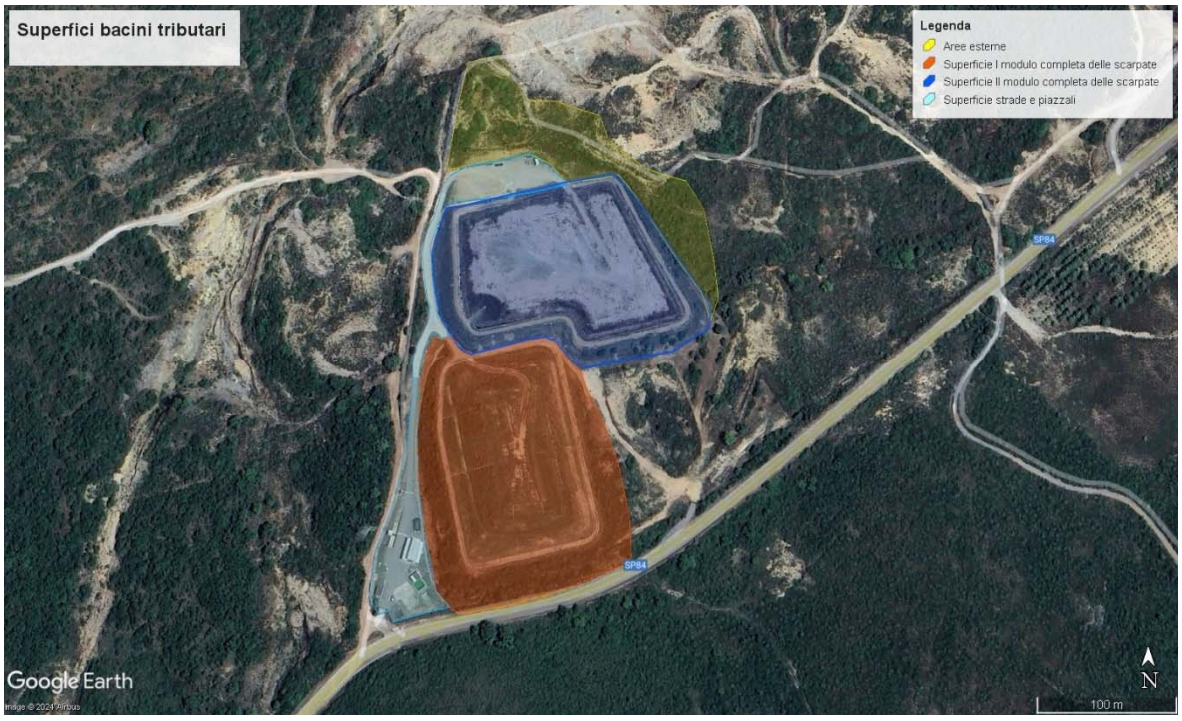
Particolare scarico acque primo modulo alla cunetta stradale

Una volta descritto l'attuale sistema di raccolta, gestione e smaltimento delle acque meteoriche si rende necessario valutare se tale sistema sia o meno idoneo a consentire il regolare scarico finale delle acque meteoriche le cui portate saranno incrementate in maniera rilevante in seguito alle opere di copertura finale del secondo modulo, oggetto del presente progetto definitivo.
In particolare, si deve valutare la capacità di deflusso dell'attuale scarico finale nella configurazione più svantaggiosa che corrisponde al breve periodo transitorio in cui sarà completato il primo strato ed in fase di posa il secondo strato del pacchetto di capping, per cui sarà posata la geomembrana impermeabilizzante in HDPE, e non sarà ancora eseguita la

stratigrafia superficiale e dello strato di terreno vegetale dello spessore di un metro, grazie al quale aumenterà il tempo di corrivazione con cui le portate meteoriche che insisteranno sul secondo bacino perverranno al recapito finale.
In sintesi nel breve periodo in cui la geomembrana impermeabilizzante sarà lo strato più superficiale, le portate avranno un tempo di corrivazione minimo e arriveranno quasi istantaneamente al recapito finale che, pur se limitatamente al periodo transitorio in cui sarò realizzato anche il secondo strato del pacchetto previsto per la copertura definitiva del secondo bacino, dovrà essere in grado di garantire il regolare deflusso delle portate così incrementate.

4.2 STIMA DELLE PORTATE AL RECAPITO FINALE

Sulla base di quanto sopra esposto, si procede nel seguito alla determinazione delle portate che complessivamente affluiranno al recapito finale nella configurazioni più critica che, come anticipato, corrisponde alla situazione intermedia in cui sarà eseguito il primo strato del capping di copertura del secondo modulo, e dovranno ancora essere eseguite le lavorazioni relative al secondo strato di completamento della copertura definitiva.
Per determinare le portate derivanti dalle diverse aree in cui è suddiviso l'intero sito della discarica di Candiazzus, si è preliminarmente provveduto a delimitare le aree per quantificarne l'estensione superficiale e stimare le portate che competono a ciascuna di esse, pertanto si riporta nella seguente immagine la suddivisione delle superfici dei diversi bacini tributari delle portate da smaltire al recapito finale della discarica, schematicamente rappresentata sulla foto aerea in cui sono indicati con quattro diversi colori.



Rappresentazione dei quattro bacini tributari delle portate meteoriche al recapito finale

In considerazione della limitata estensione delle superfici oggetto di studio, le portate complessive afferenti al recapito finale sono state cautelativamente stimate rapportando le suddette aree al contributo unitario delle portate sopra determinato al paragrafo 3.3, al quale si rimanda per maggiore dettaglio, e pari a

$$q = 62.5\ m^3/sec\ km^2$$

A questo punto si è proceduto a quantificare le portate di ciascuno dei bacini tributari applicando alle rispettive superfici il suddetto contributo unitario di portata e tenendo conto di un cautelativo coefficiente di afflusso, posto sempre pari ad 1 per tutti i bacini ad eccezione delle aree esterne al modulo 2, per il quale il coefficiente di afflusso è stato assunto pari a 0.90 in considerazione delle elevata permeabilità dei terreni adiacenti caratterizzati da elevata fratturazione e pertanto in grado di assorbire una buona parte delle acque meteoriche che insistono su tali superfici (in tal senso anche un coefficiente di afflusso pari a 0.90 è ancora da ritenersi abbondantemente cautelativo ed a vantaggio della sicurezza).
Ciò detto si riporta nel seguito la tabella con la quale sono state determinate le portate di ciascuno dei bacini tributari, per poi quantificare la portata complessiva che si stima possa essere quella massima in ingresso al recapito finale della discarica per poi valutare, su tali portate, se lo scarico finale attuale sia o meno in grado di garantire il regolare deflusso delle acque meteoriche all'esterno della discarica:

Bacino tributario	Superficie [m^2]	q - Contributo unitario [$m^3/s\ m^2$]	Φ	Q [m^3/s]
Modulo 1 (completo delle scarpate)	25.100,00	6,2499E-05	1,00	1,57
Modulo 2 (area capping)	14.600,00		1,00	0,91
Modulo 2 (scarpate esterne)	7.400,00		1,00	0,46
Sup. pavimentate discarica	7.250,00		1,00	0,45
Aree esterne al modulo 2	10.500,00		0,90	0,59
TOTALE				**3,99**

Dalla tabella sopra riportata si evince che la massima portata allo scarico finale sarà pari a 3.99 m^3/sec, e pertanto questo sarà il valore per il quale si procede nel seguito alla valutazione dell'idoneità dello scarico finale attuale a garantire il deflusso delle acque meteoriche al ricettore finale rappresentato dalla cunetta stradale al margine della S.P. 84.

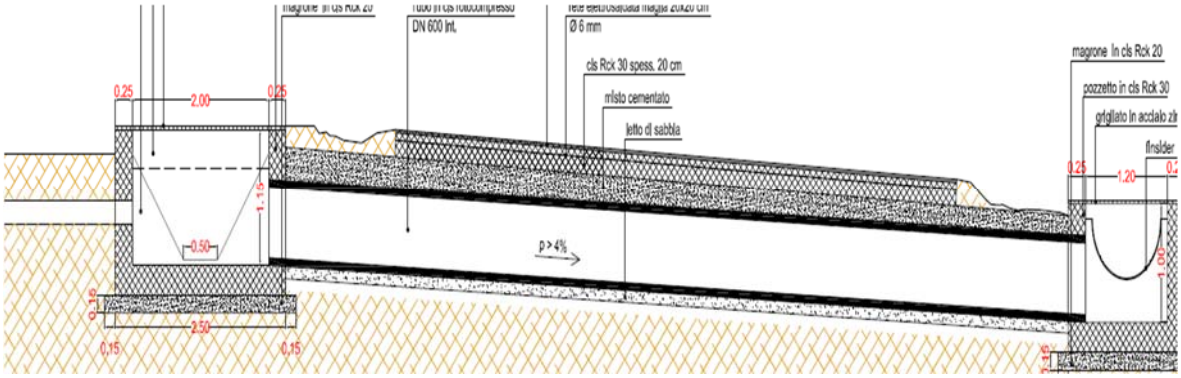
4.3 VERIFICA IDRAULICA SCARICO FINALE

Come sopra illustrato lo scarico finale esistente consiste fondamentalmente in tre principali elementi: la tubazione di collegamento tra le portate del modulo 1 e la cunetta stradale, il tombino che attraversa la S.P. 84 e la cunetta stradale su cui defluiscono le portate a valle dell'attraversamento.
Si procede pertanto alla verifica dei suddetti tre elementi dove, il collegamento tra modulo 1 e cunetta, come pure il tombino che attraversa la S.P. 84, sono costituiti da due tubazioni in cls rotocompresso del diametro interno di 600 mm aventi pendenza pari al 4%, e la cunetta stradale a valle è costituita da una semicirconferenza di canala metallica ondulata del tipo Finsider, del diametro DN 1000, altezza di 50 cm e pendenza ancora pari al 4%.

4.3.1 VERIFICA IDRAULICA DELL'ATTRAVERSAMENTO STRADALE DN 600

Come sopra descritto il tombino che consente l'attraversamento della S.P. 84 da parte delle portate meteoriche complessive dell'intera discarica ha diametro di 600 mm e pendenza del 4%, come rappresentato nello stralcio della planimetria esposta al paragrafo 4.1 della presente relazione, e meglio illustrato nel particolare costruttivo della sezione del tombino,

estratto dal progetto esecutivo dei lavori di copertura definitiva del primo bacino, di seguito riportato:

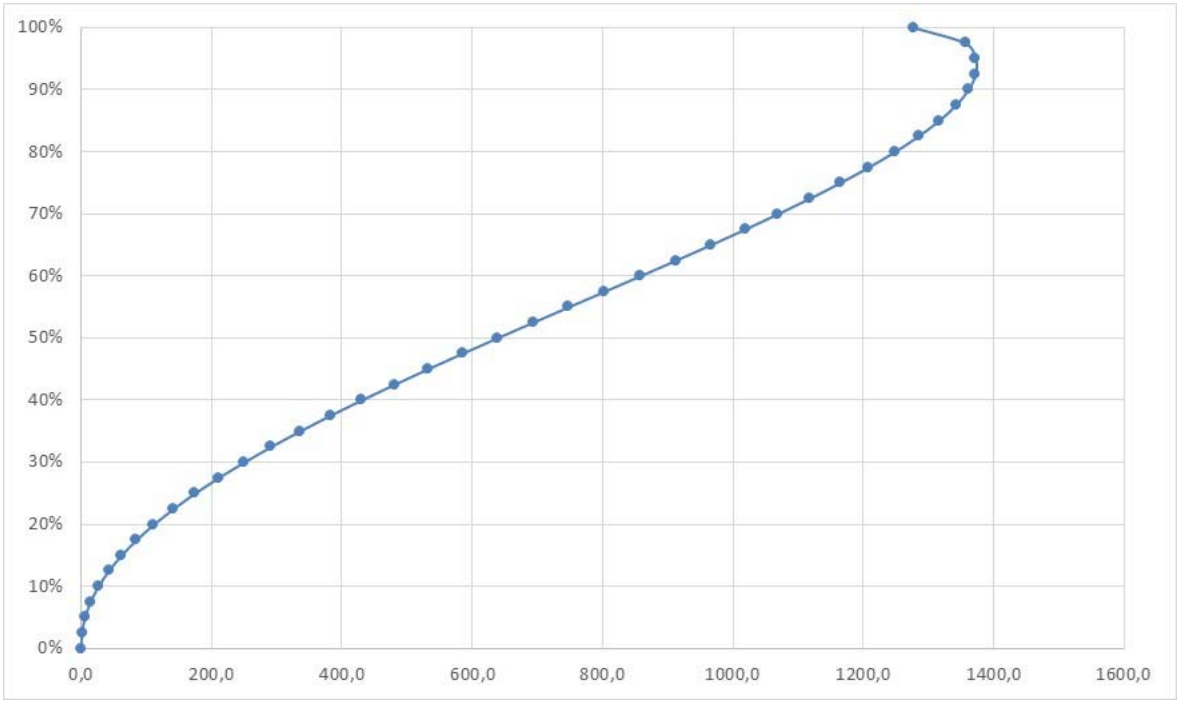


Si riporta nel seguito la scala delle portate ed il relativo grafico sulla base delle condizioni al contorno sopra esposte:

Collettore circolare	
r	0,300
k	80
i	0,04

ATTRAVERSAMENTO IDRAULICO S.P. 84 DN 600

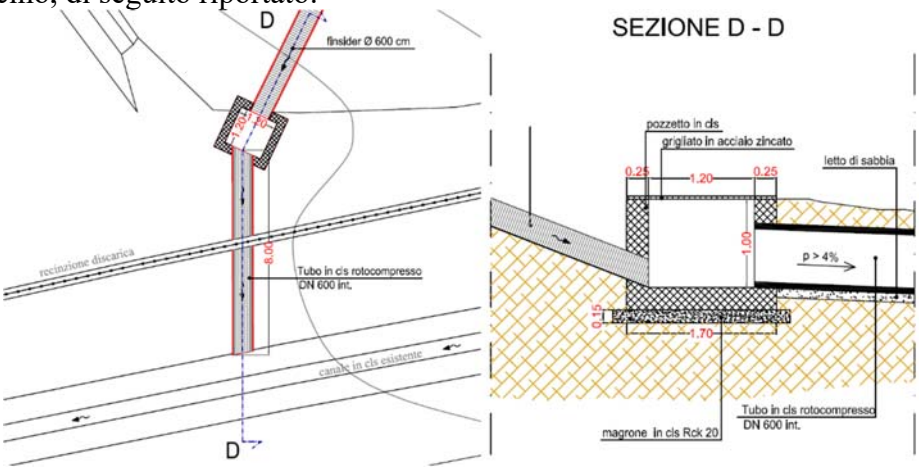
h/r	*G.D.R.*	*fi*	*A*	*P*	*R*	*V*	*Q*	*Q l/s*	*V/Vr*	*Q/Qr*
0	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0,0*	*0*	*0*
0,05	2,5%	0,64	0,00188	0,19054	0,009883	0,737	1E-03	1,4	0,163	0,001
0,1	5,0%	0,90	0,00529	0,27062	0,019531	1,160	6E-03	6,1	0,257	0,005
0,15	7,5%	1,11	0,00963	0,33289	0,028941	1,508	1E-02	14,5	0,334	0,011
0,2	10,0%	1,29	0,01472	0,38610	0,038112	1,812	3E-02	26,7	0,401	0,021
0,25	12,5%	1,45	0,02040	0,43364	0,047041	2,085	4E-02	42,5	0,462	0,033
0,3	15,0%	1,59	0,02659	0,47724	0,055727	2,334	6E-02	62,1	0,517	0,049
0,35	17,5%	1,73	0,03323	0,51793	0,064165	2,564	9E-02	85,2	0,568	0,067
0,4	20,0%	1,85	0,04026	0,55638	0,072355	2,778	1E-01	111,8	0,615	0,088
0,45	22,5%	1,98	0,04762	0,59306	0,080293	2,978	1E-01	141,8	0,659	0,111
0,5	25,0%	2,09	0,05528	0,62832	0,087975	3,165	2E-01	174,9	0,701	0,137
0,55	27,5%	2,21	0,06320	0,66242	0,095401	3,341	2E-01	211,1	0,740	0,165
0,6	30,0%	2,32	0,07134	0,69557	0,102565	3,506	3E-01	250,1	0,776	0,196
0,65	32,5%	2,43	0,07968	0,72794	0,109464	3,661	3E-01	291,7	0,811	0,228
0,7	35,0%	2,53	0,08819	0,75966	0,116095	3,808	3E-01	335,8	0,843	0,263
0,75	37,5%	2,64	0,09684	0,79087	0,122454	3,945	4E-01	382,1	0,873	0,299
0,8	40,0%	2,74	0,10561	0,82166	0,128536	4,075	4E-01	430,4	0,902	0,337
0,85	42,5%	2,84	0,11447	0,85214	0,134337	4,197	5E-01	480,4	0,929	0,376
0,9	45,0%	2,94	0,12340	0,88238	0,139851	4,311	5E-01	532,0	0,954	0,417
0,95	47,5%	3,04	0,13238	0,91247	0,145074	4,418	6E-01	584,8	0,978	0,458
1	50,0%	3,14	0,14137	0,94248	0,15	4,517	6E-01	638,57	1,000	0,500
1,05	52,5%	3,24	0,15037	0,97249	0,154622	4,609	7E-01	693,1	1,020	0,543
1,1	55,0%	3,34	0,15934	1,00258	0,158932	4,695	7E-01	748,0	1,039	0,586
1,15	57,5%	3,44	0,16827	1,03282	0,162923	4,773	8E-01	803,1	1,057	0,629
1,2	60,0%	3,54	0,17713	1,06329	0,166587	4,844	9E-01	858,0	1,072	0,672
1,25	62,5%	3,65	0,18590	1,09409	0,169912	4,908	9E-01	912,5	1,087	0,714
1,3	65,0%	3,75	0,19455	1,12529	0,172889	4,966	1E+00	966,0	1,099	0,756
1,35	67,5%	3,86	0,20306	1,15702	0,175503	5,015	1E+00	1018,4	1,110	0,797
1,4	70,0%	3,96	0,21140	1,18939	0,177741	5,058	1E+00	1069,3	1,120	0,837
1,45	72,5%	4,08	0,21955	1,22254	0,179584	5,093	1E+00	1118,1	1,128	0,875
1,5	75,0%	4,19	0,22747	1,25664	0,181012	5,120	1E+00	1164,60	1,133	0,912
1,55	77,5%	4,31	0,23513	1,29190	0,182	5,138	1E+00	1208,2	1,138	0,946
1,6	80,0%	4,43	0,24249	1,32858	0,182516	5,148	1E+00	1248,4	1,140	0,977
1,65	82,5%	4,56	0,24951	1,36703	0,18252	5,148	1E+00	1284,5	1,140	1,006
1,7	85,0%	4,69	0,25615	1,40772	0,18196	5,138	1E+00	1316,0	1,137	1,030
1,75	87,5%	4,84	0,26234	1,45132	0,180763	5,115	1E+00	1341,9	1,132	1,051
1,8	90,0%	5,00	0,26803	1,49885	0,178822	5,078	1E+00	1361,2	1,124	1,066
1,85	**92,5%**	**5,17**	**0,27311**	**1,55207**	**0,175965**	**5,024**	**1E+00**	**1372,2**	**1,112**	**1,074**
1,9	95,0%	5,38	0,27746	1,61434	0,171871	4,946	1E+00	1372,3	1,095	1,075
1,95	97,5%	5,65	0,28086	1,69442	0,165756	4,828	1E+00	1356,0	1,069	1,062
2	100,0%	6,28	0,28274	1,88496	0,15	4,517	1E+00	1277,1	1,000	1,000



Dall'esame della scala delle portate calcolata per il tombino di attraversamento della S.P.84 si evince che la massima portata che può transitare all'interno della tubazione in cls DN 600, è pari a 1.372,2 l/s, in condizioni di riempimento massimo pari al 92.5 %, pertanto il tombino esistente non è in grado di consentire il deflusso delle portate complessive ad esso convogliate nella configurazione critica oggetto di verifica (con il primo strato del capping realizzato e il secondo da realizzare o in fase di esecuzione), portate sopra cautelativamente stimate in 3.99 m^3/sec.

4.3.2 VERIFICA IDRAULICA DEL COLLEGAMENTO DN 600 TRA MODULO 1 E CUNETTA STRADALE

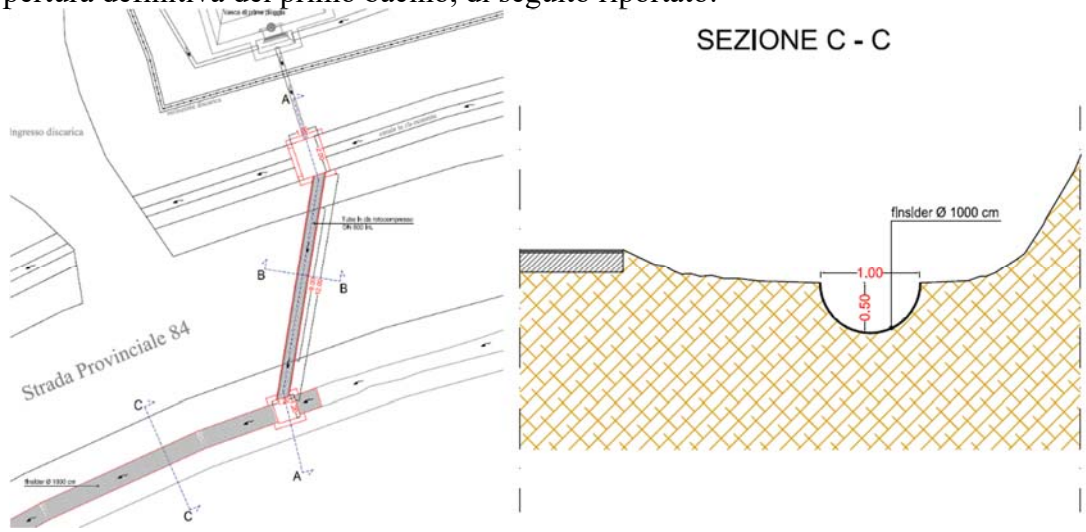
Come sopra descritto il collegamento che attualmente consente il deflusso alla cunetta stradale adiacente da parte delle portate meteoriche raccolte nel modulo 1 ha diametro di 600 mm e pendenza del 4%, come rappresentato nello stralcio della planimetria esposta al paragrafo 4.1 della presente relazione, e meglio illustrato nel particolare costruttivo della sezione del pozzetto, estratto dal progetto esecutivo dei lavori di copertura definitiva del primo bacino, di seguito riportato:



Essendo le condizioni al contorno sopra esposte del tutto analoghe a quelle di cui al punto precedente relativo all'attraversamento stradale, non occorre effettuare una ulteriore verifica ma si può affermare che la massima portata che può transitare all'interno della tubazione in cls DN 600, è pari a 1.372,2 l/s, in condizioni di riempimento massimo pari al 92.5 %, pertanto il collegamento esistente non risulta essere in grado di garantire il deflusso delle portate complessive che saranno ad esso convogliate nella configurazione critica oggetto di verifica, portate sopra cautelativamente stimate in 3.53 m^3/sec (pari a quelle complessive a meno delle sole portate raccolte sulla viabilità interna che vengono accumulate nella vasca di prima pioggia per poi essere inoltrate direttamente all'attraversamento stradale della S.P. 84).

4.3.3 VERIFICA IDRAULICA DELLA CANALETTA STRADALE SEMICIRCOLARE DN 1000

Come sopra descritto la cunetta stradale che consente l'allontanamento delle portate in uscita dalla discarica al margine della S.P. 84 è costituita da una lamiera ondulata del tipo Finsider, di forma semicircolare del diametro di 1000 mm e pendenza del 4%, come rappresentato nello stralcio della planimetria esposta al paragrafo 4.1 della presente relazione, e meglio illustrato nella sezione tipologica della cunetta, estratto dal progetto esecutivo dei lavori di copertura definitiva del primo bacino, di seguito riportato:

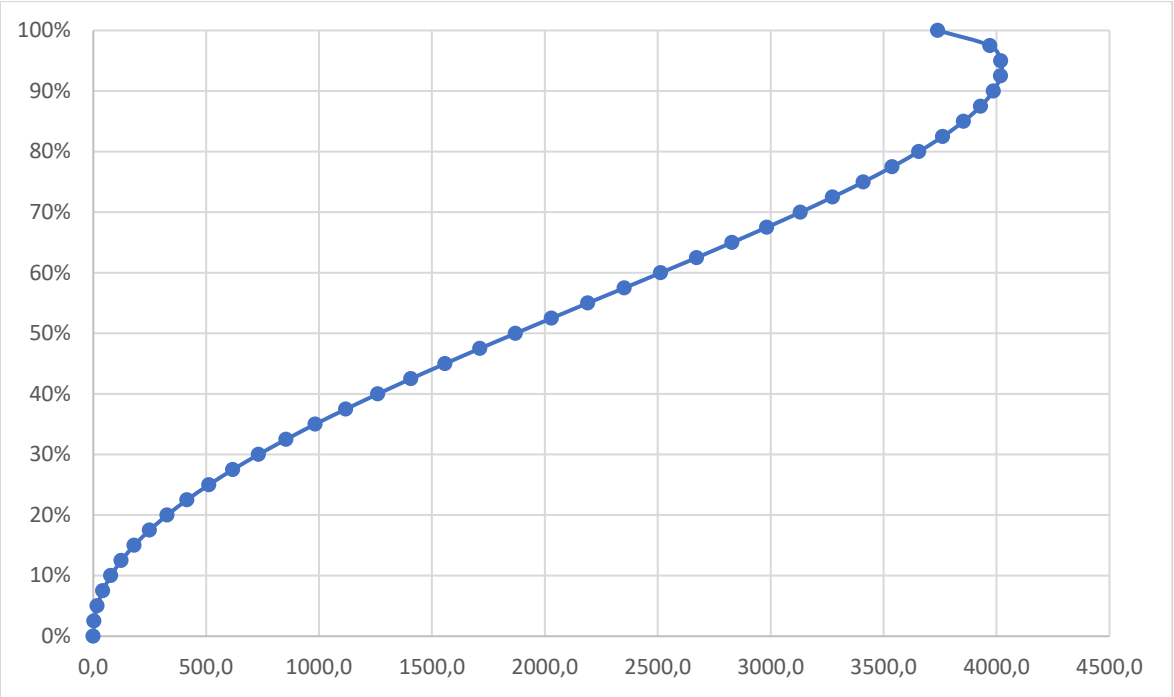


Si riporta nel seguito la scala delle portate ed il relativo grafico sulla base delle condizioni al contorno sopra esposte:

Collettore circolare	
r	0,500
k	60
i	0,04

CUNETTA STRADALE SEMICIRCOLARE DN 1000

h/r	*G.D.R.*	*fi*	*A*	*P*	*R*	*V*	*Q*	*Q l/s*	*V/Vr*	*Q/Qr*
0	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0,0*	*0*	*0*
0,05	2,5%	0,64	0,00523	0,31756	0,016472	0,777	4E-03	4,1	0,163	0,001
0,1	5,0%	0,90	0,01468	0,45103	0,032551	1,223	2E-02	18,0	0,257	0,005
0,15	7,5%	1,11	0,02676	0,55481	0,048235	1,590	4E-02	42,6	0,334	0,011
0,2	10,0%	1,29	0,04088	0,64350	0,06352	1,910	8E-02	78,1	0,401	0,021
0,25	12,5%	1,45	0,05666	0,72273	0,078402	2,198	1E-01	124,6	0,462	0,033
0,3	15,0%	1,59	0,07387	0,79540	0,092878	2,461	2E-01	181,8	0,517	0,049
0,35	17,5%	1,73	0,09231	0,86321	0,106942	2,704	2E-01	249,6	0,568	0,067
0,4	20,0%	1,85	0,11182	0,92730	0,120591	2,929	3E-01	327,5	0,615	0,088
0,45	22,5%	1,98	0,13227	0,98843	0,133821	3,140	4E-01	415,3	0,659	0,111
0,5	25,0%	2,09	0,15355	1,04720	0,146626	3,337	5E-01	512,3	0,701	0,137
0,55	27,5%	2,21	0,17554	1,10403	0,159001	3,522	6E-01	618,2	0,740	0,165
0,6	30,0%	2,32	0,19817	1,15928	0,170941	3,696	7E-01	732,5	0,776	0,196
0,65	32,5%	2,43	0,22134	1,21323	0,18244	3,860	9E-01	854,4	0,811	0,228
0,7	35,0%	2,53	0,24498	1,26610	0,193492	4,014	1E+00	983,5	0,843	0,263
0,75	37,5%	2,64	0,26901	1,31812	0,20409	4,160	1E+00	1119,0	0,873	0,299
0,8	40,0%	2,74	0,29337	1,36944	0,214226	4,296	1E+00	1260,4	0,902	0,337
0,85	42,5%	2,84	0,31798	1,42023	0,223895	4,425	1E+00	1406,9	0,929	0,376
0,9	45,0%	2,94	0,34278	1,47063	0,233086	4,545	2E+00	1557,9	0,954	0,417
0,95	47,5%	3,04	0,36771	1,52078	0,241791	4,657	2E+00	1712,6	0,978	0,458
1	**50,0%**	**3,14**	**0,39270**	**1,57080**	**0,25**	**4,762**	**2E+00**	**1870,11**	**1,000**	**0,500**
1,05	52,5%	3,24	0,41769	1,62082	0,257703	4,860	2E+00	2029,8	1,020	0,543
1,1	55,0%	3,34	0,44262	1,67096	0,264886	4,949	2E+00	2190,7	1,039	0,586
1,15	57,5%	3,44	0,46742	1,72136	0,271539	5,032	2E+00	2352,0	1,057	0,629
1,2	60,0%	3,54	0,49203	1,77215	0,277644	5,107	3E+00	2512,8	1,072	0,672
1,25	62,5%	3,65	0,51638	1,82348	0,283187	5,175	3E+00	2672,2	1,087	0,714
1,3	65,0%	3,75	0,54042	1,87549	0,288148	5,235	3E+00	2829,1	1,099	0,756
1,35	67,5%	3,86	0,56406	1,92837	0,292505	5,288	3E+00	2982,6	1,110	0,797
1,4	70,0%	3,96	0,58723	1,98231	0,296235	5,333	3E+00	3131,5	1,120	0,837
1,45	72,5%	4,08	0,60986	2,03756	0,299307	5,369	3E+00	3274,6	1,128	0,875
1,5	75,0%	4,19	0,63185	2,09440	0,301687	5,398	3E+00	3410,63	1,133	0,912
1,55	77,5%	4,31	0,65313	2,15316	0,303333	5,417	4E+00	3538,3	1,138	0,946
1,6	80,0%	4,43	0,67357	2,21430	0,304193	5,428	4E+00	3655,9	1,140	0,977
1,65	82,5%	4,56	0,69308	2,27838	0,3042	5,428	4E+00	3761,9	1,140	1,006
1,7	85,0%	4,69	0,71152	2,34619	0,303267	5,417	4E+00	3854,1	1,137	1,030
1,75	87,5%	4,84	0,72873	2,41886	0,301272	5,393	4E+00	3930,0	1,132	1,051
1,8	90,0%	5,00	0,74452	2,49809	0,298037	5,354	4E+00	3986,3	1,124	1,066
1,85	92,5%	5,17	0,75864	2,58678	0,293274	5,297	4E+00	4018,5	1,112	1,074
1,9	95,0%	5,38	0,77072	2,69057	0,286452	5,215	4E+00	4018,9	1,095	1,075
1,95	97,5%	5,65	0,78017	2,82403	0,27626	5,090	4E+00	3971,1	1,069	1,062
2	100,0%	6,28	0,78540	3,14159	0,25	4,762	4E+00	3740,2	1,000	1,000



Dall'esame della scala delle portate calcolata per la cunetta stradale al margine della S.P.84 si evince che la massima portata che può transitare all'interno della canala in acciaio ondulato DN 1000, è pari a 1.870,11 l/s, in condizioni di riempimento massimo pari al 50.0 %, trattandosi di una semicirconferenza, pertanto anche la cunetta stradale esistente non è in grado di consentire il deflusso delle portate complessive ad essa convogliate nella configurazione critica oggetto di verifica stimate in 3.99 m^3/sec.

4.4 ADEGUAMENTO DELLO SCARICO FINALE

Sulla base delle verifiche idrauliche condotte sulla attuale configurazione dello scarico finale, si è dimostrata la non adeguatezza dello scarico allo smaltimento delle maggiori portate meteoriche attese in seguito alla realizzazione delle opere di copertura finale del secondo bacino della discarica di Candiazzus, pertanto si rende necessario studiare un sistema di gestione e raccolta delle portate in questione che sia compatibile con i valori di deflusso stimati.

In seguito alla attenta valutazione dello stato attuale si sono formulate diverse ipotesi di adeguamento del sistema di deflusso delle acque meteoriche interno alla discarica, finalizzate a garantire l'efficienza anche per le maggiori portate derivanti dal secondo modulo impermeabilizzato, come pure si è studiato il modo di adeguare lo scarico finale sempre alla luce degli incrementi delle portate conseguenti alla realizzazione delle opere previste nel presente progetto.

La scelta progettuale sulla base delle valutazioni di cui sopra, tiene conto della recente separazione delle acque provenienti dalle superfici impermeabili delle strade e del piazzale da quelle che derivano dalle altre superfici non contaminate della discarica, e quindi da quelle provenienti dal primo e secondo modulo e dalle aree esterne al secondo bacino.

In ordine al primo aspetto, la S.A. ha già provveduto a separare le acque di piattaforma della strada e dei piazzali dalle acque restanti, che sino ad oggi venivano tutte raccolte nelle cunette a sezione trapezia rivestite in calcestruzzo presenti al margine della viabilità interna, denominate nel presente progetto C_M1 e C_M2, semplicemente mediante la posa di un cordolo prefabbricato in cemento esteso all'intero sviluppo delle suddette cunette che, separa

di fatto la viabilità dalle cunette, lasciando che le acque meteoriche scorrano sulla stessa superficie della piattaforma stradale e, al contempo, consentendo di dedicare le stesse cunette al solo deflusso delle portate raccolte principalmente nel secondo bacino e, in misura minore, nel primo bacino.
Grazie all'intervento recentemente realizzato da parte della S.A. le acque di piattaforma verranno interamente raccolte, come del resto accade anche attualmente, all'interno della vasca di trattamento di prima pioggia adiacente al tombino stradale per poi essere, una volta trattate, rilanciate al pozzetto a monte dell'attraversamento stradale della S.P. 84.
Affinché la separazione sia completa, il presente progetto prevede di chiudere il collegamento esistente tra il pozzetto alla base del modulo 1 e la vasca di trattamento di prima pioggia, oggi garantito da una tubazione di collegamento DN 200 che sarà dismessa (senza che si preveda la rimozione della stessa che resterà interrata e semplicemente ostruita a monte).
Inoltre, affinché le acque meteoriche convogliate nella cunetta trapezoidale possano essere direttamente inoltrate allo scarico finale, sarà necessario prevedere la demolizione della parete che attualmente separa i due pozzetti adiacenti (cerchiati in rosso nella seguente immagine), il primo dal quale partiva la tubazione di collegamento tra cunetta e vasca di prima pioggia, e il secondo che collega le acque del primo modulo alla cunetta stradale esterna.



Fatta questa prima premessa, resta in sintesi da adeguare lo scarico finale dimensionandolo affinché garantisca il corretto deflusso e smaltimento delle nuove portate.

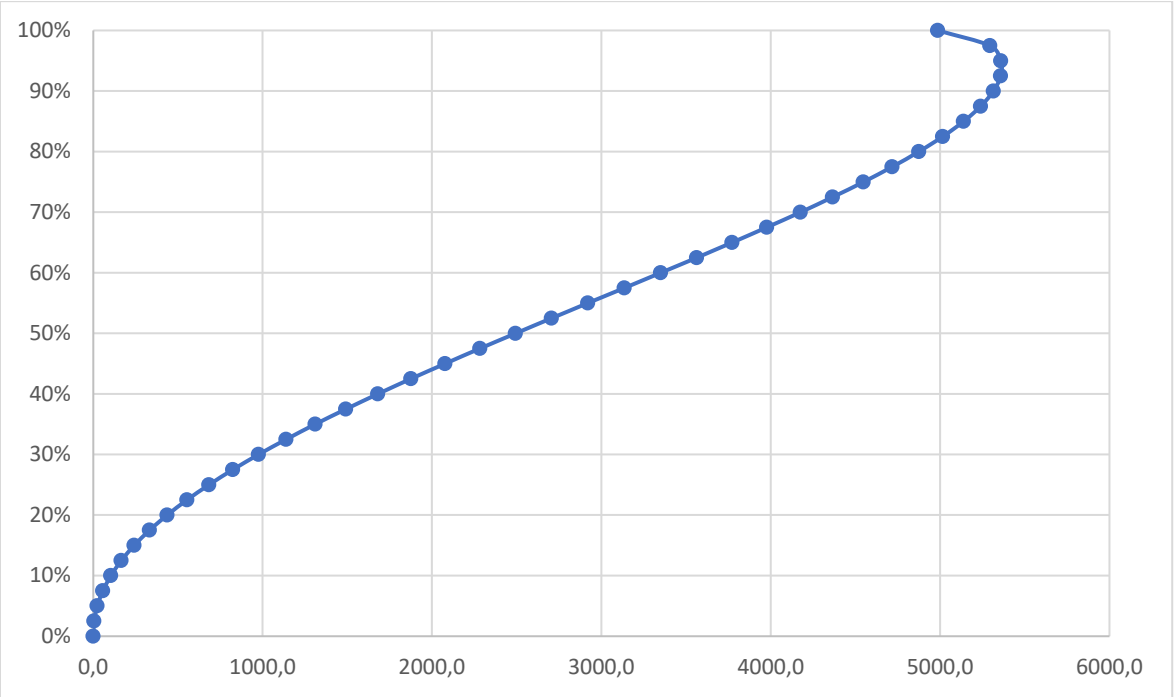
4.4.1 VERIFICA IDRAULICA COLLEGAMENTO TRA POZZETTO PIEDE MODULO 1 E CUNETTA STRADALE – TRATTO 1

Verificata al precedente punto 4.3.2 l'insufficienza dell'attuale collegamento tra il pozzetto posto al piede del modulo 1 e l'adiacente cunetta stradale a sezione trapezia, si prevede la sostituzione dell'attuale tubazione in cemento rotocompresso del diametro interno pari a 600 mm, con una tubazione della stessa tipologia e pendenza del 4%, ma di diametro maggiore.
Si espone a seguire la scala delle portate di una tubazione in cemento rotocompresso DN 1000 e pendenza del 4%:

Collettore circolare	
r	0,500
k	80
i	0,04

TRATTO 1 - COLLEGAMENTO IDRAULICO DA MODULO 1 A S.P. 84 DN 1000

h/r	*G.D.R.*	*fi*	*A*	*P*	*R*	*V*	*Q*	*Q l/s*	*V/Vr*	*Q/Qr*
0	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0*	*0,0*	*0*	*0*
0,05	2,5%	0,64	0,00523	0,31756	0,016472	1,036	5E-03	5,4	0,163	0,001
0,1	5,0%	0,90	0,01468	0,45103	0,032551	1,631	2E-02	23,9	0,257	0,005
0,15	7,5%	1,11	0,02676	0,55481	0,048235	2,120	6E-02	56,7	0,334	0,011
0,2	10,0%	1,29	0,04088	0,64350	0,06352	2,547	1E-01	104,1	0,401	0,021
0,25	12,5%	1,45	0,05666	0,72273	0,078402	2,931	2E-01	166,1	0,462	0,033
0,3	15,0%	1,59	0,07387	0,79540	0,092878	3,281	2E-01	242,4	0,517	0,049
0,35	17,5%	1,73	0,09231	0,86321	0,106942	3,605	3E-01	332,8	0,568	0,067
0,4	20,0%	1,85	0,11182	0,92730	0,120591	3,905	4E-01	436,7	0,615	0,088
0,45	22,5%	1,98	0,13227	0,98843	0,133821	4,186	6E-01	553,7	0,659	0,111
0,5	25,0%	2,09	0,15355	1,04720	0,146626	4,449	7E-01	683,1	0,701	0,137
0,55	27,5%	2,21	0,17554	1,10403	0,159001	4,696	8E-01	824,3	0,740	0,165
0,6	30,0%	2,32	0,19817	1,15928	0,170941	4,928	1E+00	976,6	0,776	0,196
0,65	32,5%	2,43	0,22134	1,21323	0,18244	5,147	1E+00	1139,2	0,811	0,228
0,7	35,0%	2,53	0,24498	1,26610	0,193492	5,353	1E+00	1311,3	0,843	0,263
0,75	37,5%	2,64	0,26901	1,31812	0,20409	5,546	1E+00	1492,0	0,873	0,299
0,8	40,0%	2,74	0,29337	1,36944	0,214226	5,728	2E+00	1680,5	0,902	0,337
0,85	42,5%	2,84	0,31798	1,42023	0,223895	5,900	2E+00	1875,9	0,929	0,376
0,9	45,0%	2,94	0,34278	1,47063	0,233086	6,060	2E+00	2077,2	0,954	0,417
0,95	47,5%	3,04	0,36771	1,52078	0,241791	6,210	2E+00	2283,4	0,978	0,458
1	50,0%	3,14	0,39270	1,57080	0,25	6,350	2E+00	2493,48	1,000	0,500
1,05	52,5%	3,24	0,41769	1,62082	0,257703	6,479	3E+00	2706,4	1,020	0,543
1,1	55,0%	3,34	0,44262	1,67096	0,264886	6,599	3E+00	2920,9	1,039	0,586
1,15	57,5%	3,44	0,46742	1,72136	0,271539	6,709	3E+00	3136,0	1,057	0,629
1,2	60,0%	3,54	0,49203	1,77215	0,277644	6,809	3E+00	3350,4	1,072	0,672
1,25	62,5%	3,65	0,51638	1,82348	0,283187	6,900	4E+00	3562,9	1,087	0,714
1,3	65,0%	3,75	0,54042	1,87549	0,288148	6,980	4E+00	3772,2	1,099	0,756
1,35	67,5%	3,86	0,56406	1,92837	0,292505	7,050	4E+00	3976,8	1,110	0,797
1,4	**70,0%**	**3,96**	**0,58723**	**1,98231**	**0,296235**	**7,110**	**4E+00**	**4175,3**	**1,120**	**0,837**
1,45	72,5%	4,08	0,60986	2,03756	0,299307	7,159	4E+00	4366,1	1,128	0,875
1,5	75,0%	4,19	0,63185	2,09440	0,301687	7,197	5E+00	4547,50	1,133	0,912
1,55	77,5%	4,31	0,65313	2,15316	0,303333	7,223	5E+00	4717,7	1,138	0,946
1,6	80,0%	4,43	0,67357	2,21430	0,304193	7,237	5E+00	4874,6	1,140	0,977
1,65	82,5%	4,56	0,69308	2,27838	0,3042	7,237	5E+00	5015,9	1,140	1,006
1,7	85,0%	4,69	0,71152	2,34619	0,303267	7,222	5E+00	5138,8	1,137	1,030
1,75	87,5%	4,84	0,72873	2,41886	0,301272	7,191	5E+00	5240,0	1,132	1,051
1,8	90,0%	5,00	0,74452	2,49809	0,298037	7,139	5E+00	5315,1	1,124	1,066
1,85	92,5%	5,17	0,75864	2,58678	0,293274	7,063	5E+00	5358,0	1,112	1,074
1,9	95,0%	5,38	0,77072	2,69057	0,286452	6,953	5E+00	5358,6	1,095	1,075
1,95	97,5%	5,65	0,78017	2,82403	0,27626	6,787	5E+00	5294,8	1,069	1,062
2	100,0%	6,28	0,78540	3,14159	0,25	6,350	5E+00	4987,0	1,000	1,000

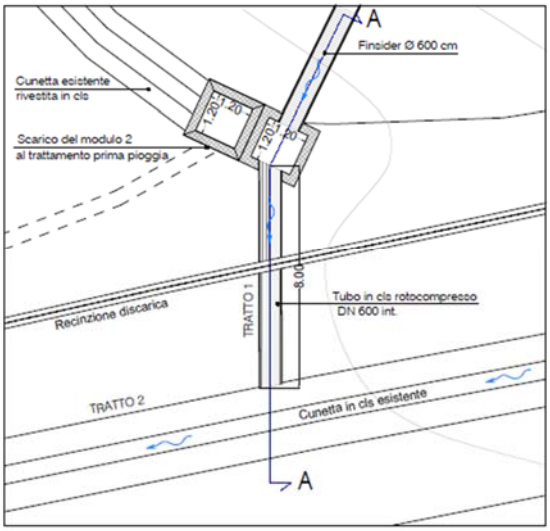


Dall'esame della scala delle portate calcolata per il tratto 1 di collegamento tra i due pozzetti adiacenti e la cunetta stradale al margine della S.P. 84, si evince che la portata che può transitare all'interno della tubazione in cls DN 1000, in condizioni di riempimento accettabili pari al 70.0 %, è pari a 4.175,3 l/s, pertanto più che adeguata a garantire il corretto deflusso delle portate stimate in quel punto pari a quelle totali detratte delle portate derivanti dalle strade e piazzali, quantificata in complessivi 3.534 l/s.

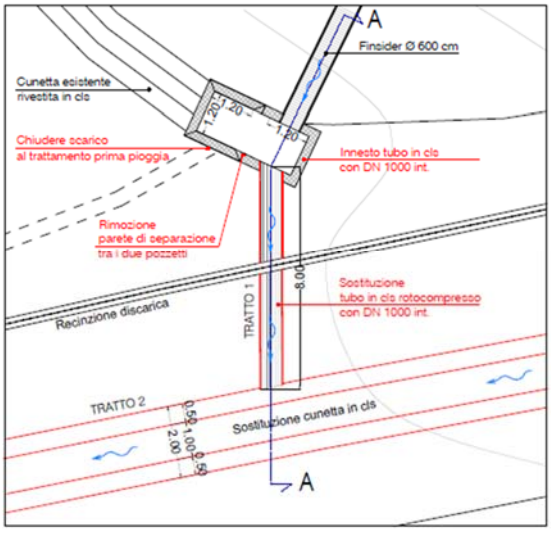
Per quanto sopra la tubazione esistente sarà sostituita con una tubazione in cemento rotocompresso avente diametro interno di 1000 mm e posata con la stessa pendenza attuale del 4%.

Per maggiore chiarezza espositiva di quanto previsto per l'adeguamento del tratto 1 sopra descritto, si riporta di seguito lo stralcio planimetrico dello stato attuale e quello di progetto con l'indicazione sommaria delle opere previste dal presente progetto:

PARTICOLARE 1 - STATO ATTUALE



PARTICOLARE 1 - PROGETTO



4.4.2 VERIFICA IDRAULICA CUNETTA STRADALE DI COLLEGAMENTO TRA IL TRATTO 1 E I POZZETTI A MONTE DELL'ATTRAVERSAMENTO STRADALE SULLA S.P. 84 – TRATTO 2

La cunetta stradale a sezione trapezoidale rivestita in calcestruzzo denominata Tratto 2, necessita di essere adeguata al deflusso delle maggiori portate, pertanto il presente progetto prevede la demolizione di quella esistente che sarà ricostruita tenendo fermo il piano di posa attuale, e la relativa pendenza del 4%, ma con un fondo di larghezza pari ad 1 metro, e pareti oblique a 45° in grado di contenere un battente idrico massimo di 0.5 metri; pertanto l'ingombro planimetrico complessivo sarà pari a 2 metri.
Per quanto sopra si riportano nel seguito i calcoli relativi alla capacità di deflusso della cunetta di cui trattasi:

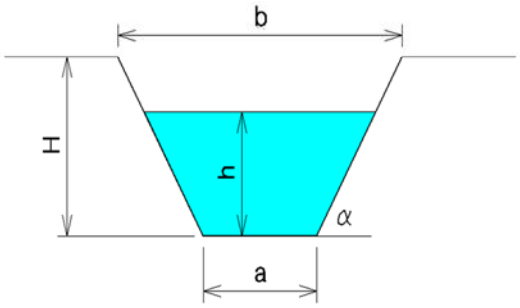
CALCOLO CAPACITA' DI SMALITIMENTO

Decrizione: verifica idraulica cunetta tratto 2
Punto di sezione:

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇨	***0,50***	ALTEZZA [m]
a	⇨	***1,00***	[m]
b	⇨	***2,00***	[m]
h	⇨	***0,50***	[m]
p	⇨	***4%***	Pendenza
m	⇨	***0,5***	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpat	α	⇨	**45,0**
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \operatorname{sen}\alpha$	⇨	**2,414** [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \ \ tg(90 - \alpha)]$	⇨	**0,750** [m²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇨	**0,311** [m]

CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,50 m

FORMULE (moto uniforme)

Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{R_i \ p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	*m* = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇨	**52,71**	
V	⇨	**5,88**	**[m/sec]**
Q	⇨	**4,407**	**[m³/sec]**

La massima capacità di deflusso della cunetta, al massimo del suo riempimento alla quota di 50 cm, risulta essere pari a 4.407 m^3/s, superiore a quella massima stimata in 3,534 m^3/s, pertanto la verifica idraulica risulta essere di gran lunga soddisfatta pur se le portate sono state stimate con tutte le cautele del caso a vantaggio della sicurezza e di un buon margine di affidabilità. Si riporta di seguito la scala delle portate della verifica condotta:

CAPACITA' DI SMALITIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE
per varie altezze d'acqua

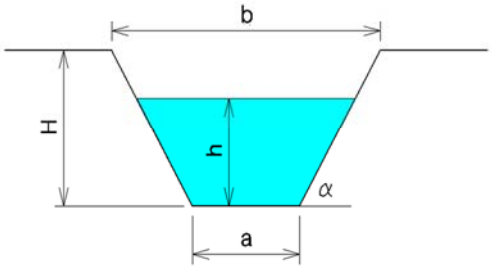
CARATTERISTICHE SEZIONE

H	***0,50***	ALTEZZA [m]
a	***1,00***	[m]
b	***2,00***	[m]

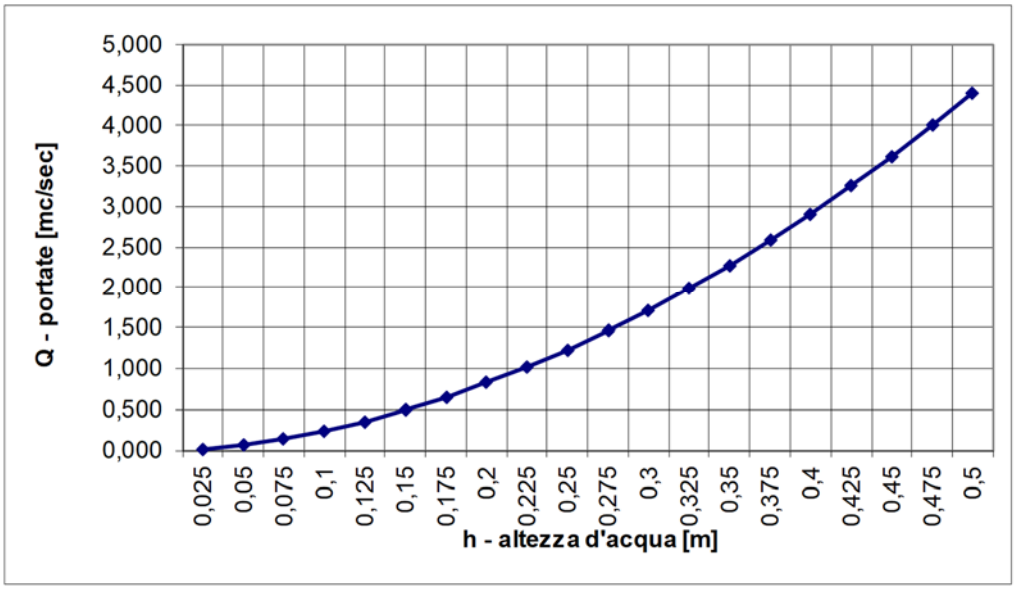
p	**4%**	Pendenza
m	***0,5***	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m^3/sec]
0,03	0,019
0,05	0,068
0,08	0,142
0,10	0,238
0,13	0,355
0,15	0,493
0,18	0,650
0,20	0,825
0,23	1,020
0,25	1,233
0,28	1,465
0,30	1,715
0,33	1,985
0,35	2,273
0,38	2,580
0,40	2,906
0,43	3,252
0,45	3,617
0,48	4,002
0,50	4,407

Software Freeware distribuito da geologi.it

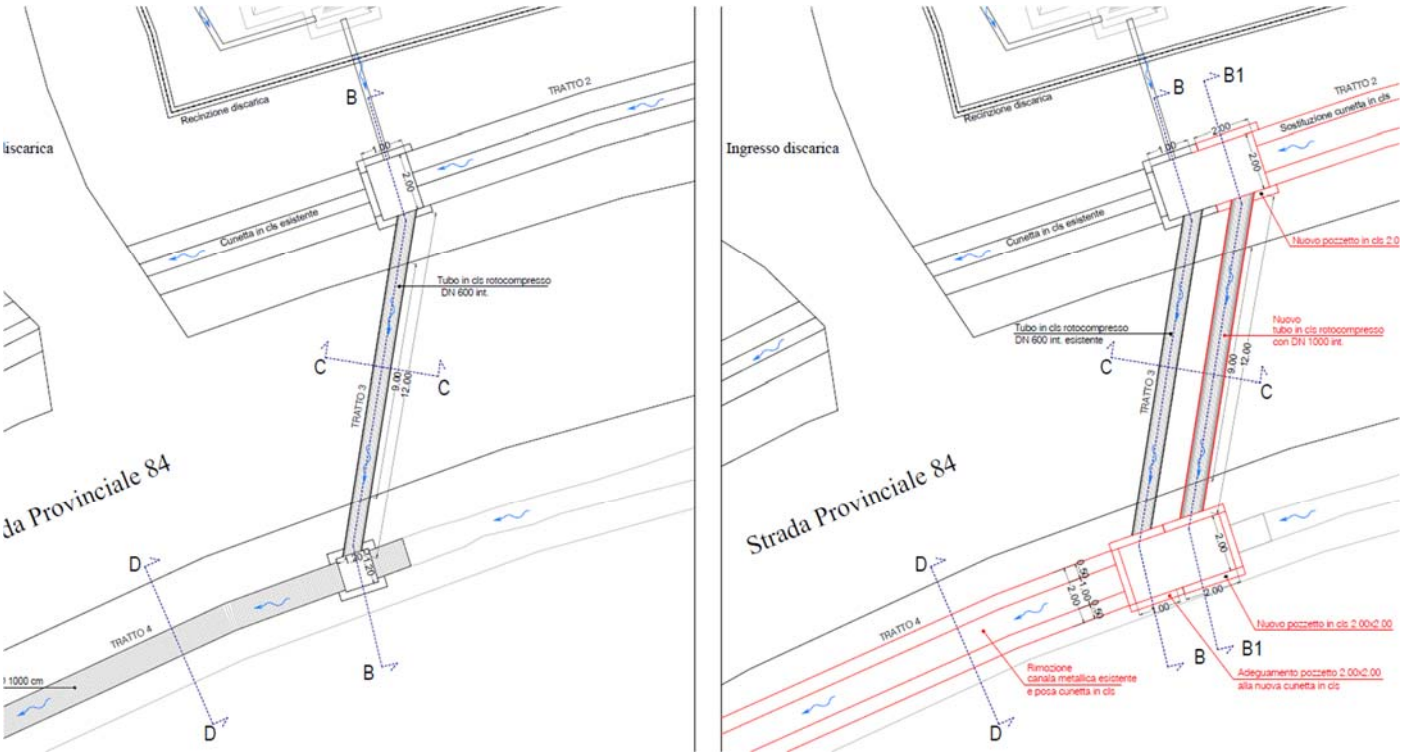


h = altezza d'acqua
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente

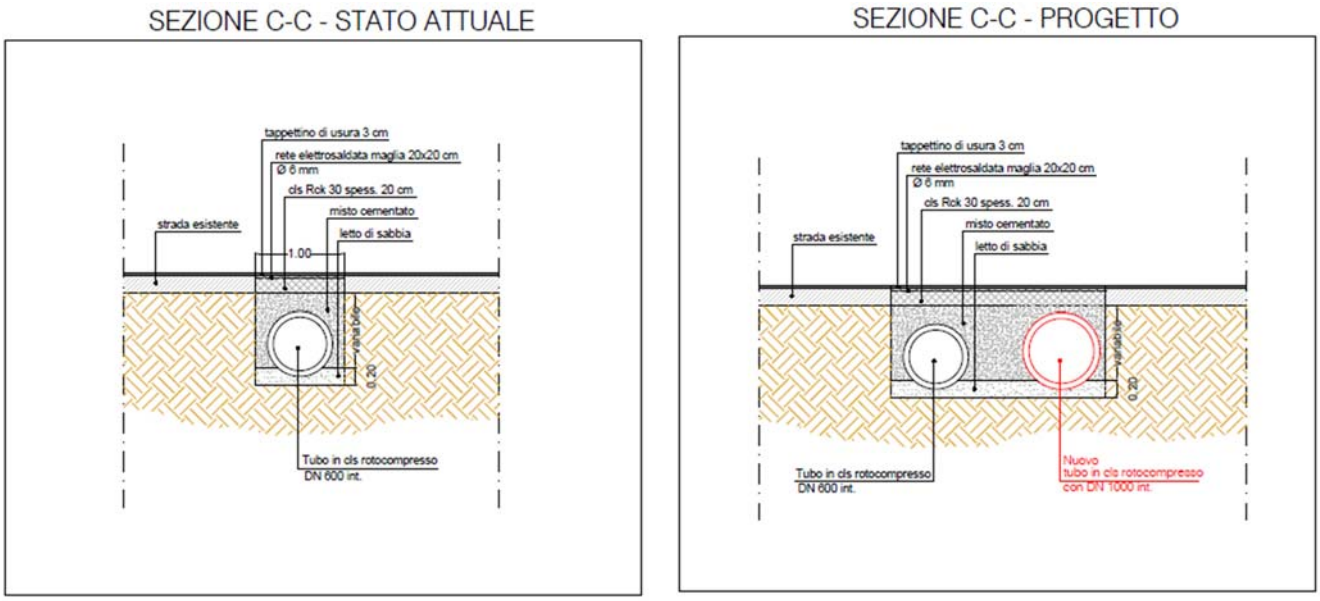


4.4.3 VERIFICA IDRAULICA ATTRAVERSAMENTO STRADALE S.P. 84 – TRATTO 3

Verificata al precedente punto 4.3.1 l'insufficienza dell'attuale attraversamento stradale della S.P. 84, il presente progetto prevede l'adeguamento dei due pozzetti a monte ed a valle dell'attraversamento che sarà reso efficiente ed in grado di garantire il deflusso delle maggiori portate grazie al raddoppio del tombino esistente DN 600, al quale sarà pertanto affiancata un'altra tubazione con stessa pendenza del 4% e di analoga tipologia in cemento rotocompresso ma di maggiore diametro interno pari a 1000 mm.
In sintesi i pozzetti attuali presenti all'imbocco ed allo sbocco del tubo DN 600 esistente, saranno adeguati ed ampliati per essere in grado di accogliere al loro interno anche la nuova tubazione DN 1000 in affiancamento alla esistente.
La scala delle portate sarà pertanto identica a quella calcolata al precedente punto 4.4.1 della presente relazione, pertanto non si ritiene necessario riproporla nella verifica di questa tratta, rimandando quindi al suddetto paragrafo per maggiore dettaglio.
Dall'esame della scala delle portate calcolata per il tratto 1, e valida anche per il presente tratto 3, si evince che la portata che può transitare all'interno della tubazione in cls DN 1000, in condizioni di riempimento accettabili pari al 70.0 %, è pari a 4.175,3 l/s, alla quale si aggiunge anche quella che può transitare all'interno dell'attraversamento stradale esistente DN 600 che è pari ad ulteriori 1.372,2 l/s, in condizioni di riempimento massimo pari al 92.5 %, pertanto si perviene ad una portata complessiva che può transitare nei due tubi di poco superiore a 5.000 l/s (con percentuale di riempimento del 70% su entrambe le tubazioni), portata più che adeguata a garantire il corretto deflusso delle portate stimate in quel punto pari a quelle totali e quantificata in circa complessivi 4.000 l/s.
Anche per tale tratto dello scarico finale di cui il presente progetto prevede l'adeguamento, si riportano di seguito alcuni estratti dei particolari dell'intervento esposti nella tavola EG06 – Planimetria scarico finale e particolari costruttivi, alla quale si rimanda per maggior dettaglio.



Stralcio planimetrico dello stato attuale e del progetto dell'attraversamento della S.P. 84



Sezione di posa stato attuale e progetto dell'attraversamento della S.P. 84

4.4.4 VERIFICA IDRAULICA CUNETTA STRADALE TERMINALE A VALLE DELL'ATTRAVERSAMENTO STRADALE SULLA S.P. 84 – TRATTO 4

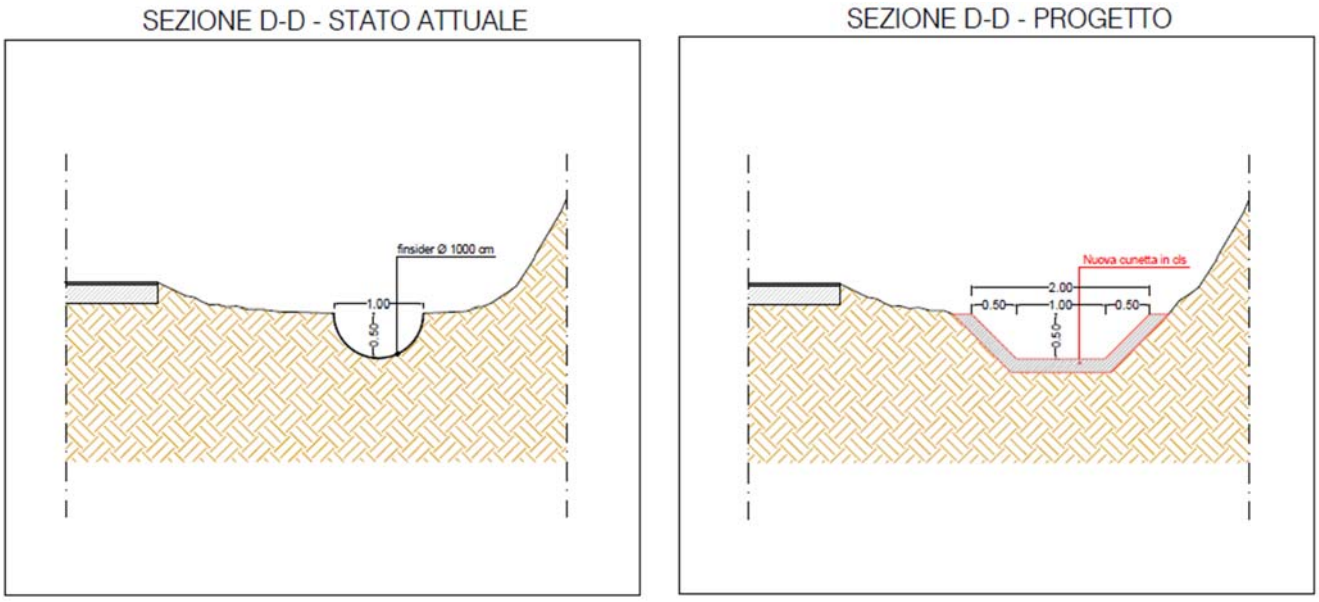
La cunetta stradale del tratto terminale, attualmente costituita da una semicirconferenza di canala metallica ondulata DN 1000, necessita, come verificato al punto 4.3.3 della presente relazione, di essere adeguata al deflusso delle nuove e maggiori portate determinate dalle opere di copertura finale del modulo 2.

Pertanto il presente progetto prevede la rimozione della canala metallica esistente, che sarà consegnata alla S.A. per eventuali ulteriori utilizzi della stessa, in luogo della quale sarà realizzata una nuova cunetta a sezione trapezoidale rivestita in calcestruzzo denominata Tratto 4, intestata in corrispondenza di quella attuale, che sarà ricostruita tenendo fermo il piano di posa attuale, e la relativa pendenza del 4%, ma con un fondo di larghezza pari ad 1 metro, e pareti oblique a 45° in grado di contenere un battente idrico massimo di 0.5 metri; pertanto l'ingombro planimetrico complessivo sarà pari a 2 metri.

Anche in questo caso, i calcoli relativi alla capacità di deflusso della cunetta di cui trattasi, sono gli stessi sopra effettuati per la cunetta del tratto 2 al punto 4.4.2 della presente relazione, al quale si rimanda per maggiore dettaglio.

La massima capacità di deflusso della cunetta, al massimo del suo riempimento alla quota di 50 cm, risulta essere pari a 4.407 m^3/s, superiore a quella massima stimata in circa 4 m^3/s, pertanto la verifica idraulica risulta essere ancora una volta di gran lunga soddisfatta pur se le portate sono state stimate con tutte le cautele del caso a vantaggio della sicurezza e di un buon margine di affidabilità.

Anche per questo tratto si riportano di seguito le sezioni della cunetta allo stato attuale e quella prevista nel presente progetto.



Sezione di posa stato attuale e progetto della cunetta stradale terminale della S.P. 84

5. CONCLUSIONI

Quanto sopra esposto in ordine alle verifiche della capacità di deflusso del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche esistente all'interno delle aree di intervento, sistema che il presente progetto prevede di adeguare per tenere conto delle ulteriori e maggiori portate da gestire in seguito alla realizzazione delle opere in oggetto, dimostra la piena efficienza e funzionalità di quanto previsto in progetto per garantire idonee prestazioni idrauliche all'intero sistema, con particolare riferimento allo scarico finale delle portate.
Appare inoltre opportuno evidenziare come la stima delle portate sia stata effettuata con le dovute cautele, che si è ritenuto fosse necessario adottare in funzione della aleatorietà che l'utilizzo delle curve di possibilità pluviometriche comporta nel caso di piccoli bacini idrografici come quello di cui trattasi (in quanto le stesse sono state determinate sperimentalmente sulla base di studi condotti in genere su bacini di ben maggiori dimensioni). Le suddette cautele hanno pertanto indubbiamente portato a sovrastimare le portate di pioggia ma, essendo i volumi di pioggia caratterizzati dalla criticità che, nel breve periodo transitorio che intercorre la posa del primo strato del pacchetto del capping (sino alla geomembrana in HDPE) e la posa del secondo strato del pacchetto a completare la stratigrafia complessiva prevista, determina un minimo tempo di afflusso delle portate al sistema di raccolta e deflusso, che vengono trasferite quasi istantaneamente al sistema di raccolta, ma si ritiene che tali cautele forniscano un adeguato coefficiente di sicurezza necessario per garantire la piena efficienza e funzionalità di quanto previsto in progetto per la corretta gestione delle acque che interesseranno il sito di intervento.