



# COMUNE DI POGGIARDO

PROVINCIA DI LECCE

## PROGETTO DEFINITIVO DI RISAGOMATURA DEL PROFILO FINALE DEI LOTTI "A" E "B" DELLA DISCARICA SITA IN POGGIARDO LOCALITA' PASTORIZZE

COMMITTENTE:



Al servizio dell'ambiente e del cittadino

Via Campania, 30 - 73100 LECCE

PROGETTISTA:

Ing. Donato LONGO

Data:  
Agosto 2017

Titolo:  
  
Relazione Tecnica Generale

Elaborato:

**R1**

Scala: /

Revisione:

Conferenza dei Servizi del 17.07.2017

Visti e annotazioni:

## **RELAZIONE TECNICA**

1	Premessa .....	2
2	Descrizione degli interventi.....	5
3	Linea acque di percolazione e biogas .....	6
4	Gabbionata e sistema di protezione drenaggio .....	7
5	Linea acque meteoriche .....	7
6	Verifica idraulica .....	8

# 1 Premessa

La discarica di I categoria del Comune di Poggiardo in località Pastorizze, a servizio di n. 26 comuni del sottobacino LE.2 sub 2 è stata autorizzata all'esercizio, dopo l'espletamento di regolare gara pubblica, con D.G.P. n. 935 del 13.06.97, dopo che con nota protocollo n. 39412 del 23.05.1997 la Società G.I.ECO S.r.l., ora Monteco S.r.l., nella sua qualità di aggiudicataria della gara, produceva istanza di autorizzazione presso gli Uffici della Provincia di Lecce.

Nella delibera provinciale di cui sopra, la Provincia fissava in 130.000 m<sup>3</sup> il quantitativo di rifiuti da smaltire all'interno della discarica, e prescriveva l'incremento del periodo di post-gestione di ulteriori cinque anni rispetto a quelli stabiliti nella gara pubblica.

La Provincia di Lecce, con DGP n. 49 del 28.01.99, confermava, nonostante le sollecitazioni in senso contrario del Comune di Poggiardo, la durata della post-gestione in 10 anni, disponendo a carico del comune di Poggiardo di *"..definire e convenire in modo formale **con tutti i Comuni conferenti** e con opportune garanzie fideiussorie, modalità e termini della quantificazione dei costi per la gestione post esercizio nonché l'assunzione dei relativi oneri per il periodo di 5 anni successivi ai primi 5 desumibili dal piano economico finanziario proposto ed approvato"*.

Con decreto n. 94 del 10.08.01, il Commissario Delegato, autorizzava la realizzazione ed esercizio di un lotto in ampliamento per la volumetria di 35.000 m<sup>3</sup> (cosiddetto corpo B) con post-gestione trentennale.

Nelle more della realizzazione dell'intervento di cui al punto precedente e sulla scorta delle note n. 5458/X del 06.06.2002 e prot. n. 5835/X del 20.06.2002, con le quali il Comune di Poggiardo rappresentava l'imminente esaurimento delle volumetrie dell'impianto di discarica, il Commissario Delegato con Decreto n. 200 del 28.06.2002 autorizzava il sopralzo per una ulteriore volumetria di 10.000 m<sup>3</sup>, disponendo inoltre di applicare la tariffa di smaltimento già applicata per il III lotto e invitando il Comune di Poggiardo a determinare le modalità di versamento degli oneri pagati dai Comuni conferenti quale quota parte per la post-gestione trentennale.

Con Decreto Commissariale n. 234 del 26.07.2002 il Commissaria Delegato, determinava di "cassare" il termine temporale "trentennale" fissato nel precedente Decreto n. 200.

Con Decreto Commissariale n. 288 del 17.09.2002 il Commissario Delegato autorizzava, nelle more della conclusione dei lavori di ampliamento, il secondo sopralzo, per una volumetria di 27.000 m<sup>3</sup>, disponendo inoltre di applicare la tariffa di smaltimento già applicata per il III lotto e invitando il Comune di Poggiardo a determinare le modalità di versamento degli oneri pagati dai Comuni conferenti quale quota parte per la post-gestione.

In data 24.09.02 il Commissario Delegato con decreto n. 292 approvava il progetto di ampliamento del lotto di discarica revocando il precedente decreto n. 94, rinviando la determinazione della tariffa in ampliamento a successivo atto.

Con nota prot. 1963 del 22.03.04 il Commissario Delegato, in relazione al Piano di Adeguamento al D.lgs. 36/03 presentato dalla Monteco Srl, invitava l'Autorità per la gestione LE/2 ed il Comune di Poggiardo a: *“porre in essere, con la dovuta urgenza in relazione alla necessità di attivare nel più breve tempo possibile le procedure di chiusura dei lotti di discarica esauriti, ogni iniziativa utile per individuare e concordare con i soggetti privati interessati le più opportune modalità in ordine alla redazione, ed alla relativa esecuzione, del piano di adeguamento dei lotti esauriti e di quello in ampliamento attualmente in esercizio, considerando anche gli aspetti tariffari correlati a tale piano”*.

La Monteco Srl, con nota del 19.04.04, trasmetteva al Commissario Delegato il progetto di adeguamento al D.lgs. 36/03, modificato ed integrato per tenere conto dei rilievi mossi dal Commissario Delegato.

Il Commissario Delegato, con decreto n. 184 del 22.10.04, autorizzava, nelle more dell'entrata in funzione del sistema impiantistico a regime, la prosecuzione senza soluzione di continuità dello smaltimento dei rifiuti nel lotto in ampliamento della discarica (cosiddetto corpo B) mediante risagomatura del profilo. Nella stessa nota il Commissario Delegato si impegnavo a sopportare le spese derivanti dalla rimozione delle opere di chiusura dei lotti di discarica, già effettuate dal Gestore della discarica, e successivo ripristino degli stessi, per un importo complessivo di € 199.338,00.

Con nota prot. n. 2863/VI del 14/04/2005 il Comune di Poggiardo comunicava la cessazione dei conferimenti presso la discarica a far data dal 09/04/2005.

Con successivo Decreto Commissariale n. 205 del 14/12/2005, il Commissario, vista la nota del Comune di Poggiardo prot. n. 9877/VI del 12/12/2005 con la quale il Sindaco rendicontava la spesa sostenuta per i lavori di rimozione e ripristino delle opere di chiusura dei lotti di discarica, decreta di liquidare quanto stabilito nel precedente Decreto n. 184.

In data 26.03.2013 si tiene presso gli Uffici della Provincia di Lecce, una conferenza di servizi convocata dall'Ufficio Ambiente, con l'intento di definire gli aspetti tecnico amministrativi finalizzati alla chiusura formale della discarica, atteso che la stessa risulta già effettuata a far data dal 09.04.2005, e che il soggetto Gestore aveva peraltro già concluso gli interventi di chiusura provvisoria. L'obiettivo della conferenza era anche quello di chiarire se la chiusura definitiva dovesse seguire i principi tecnici fissati dal D.Lgs 36/2003, così come da progetto inoltrato dal Gestore in data 14.07.2004 ma mai autorizzato dal Commissario Delegato, oppure se

bisognava dare corso al progetto autorizzato giusta D.G.P. n. 935 del 13.06.97. In ogni caso, nella medesima seduta, la Scrivente rappresentava la volontà, dettata da obblighi contrattuali, di intervenire quanto prima con la chiusura definitiva.

Sulla base dell'urgenza manifestata dal Gestore, delle risultanze del sopralluogo effettuato in data 11.04.2013, giusto verbale inoltrato con prot. n. 58111 del 12.06.2013 che si intende integralmente richiamato, l'Ufficio Ambiente della Provincia di Lecce, con nota prot. n. 64666 del 01.07.2013, inoltra al Commissario Delegato, richiesta di approfondimenti in ordine all'eventuale approvazione di progetti di adeguamento al D.Lgs 36/2003 relativi alla chiusura definitiva della Discarica di Poggiardo.

Con nota prot. n. 6625 del 05.08.2013, il Servizio Gestione Rifiuti e Bonifica della Regione Puglia chiarisce in maniera univoca che l'unico progetto risultato approvato è quello presentato dal Comune di Poggiardo in data 04.10.2004 trasmesso con nota prot. n. 8865/X, assentito di fatto con Decreto n. 184/CD del 22.10.2004.

In data 19.03.2014 l'Ufficio Ambiente della Provincia di Lecce, convoca un secondo tavolo tecnico, per discutere della situazione ambientale delle aree circostanti gli impianti per il trattamento e lo smaltimento dei rifiuti urbani, durante la quale, la Scrivente sollecita nuovamente l'emissione del provvedimento di chiusura definitiva della discarica, il Comune si impegna invece ad effettuare una verifica degli oneri dovuti per la post gestione e per la chiusura definitiva.

Nel tavolo tecnico del 15.05.2013, il Comune di Poggiardo consegna ai Soggetti presenti, copia del progetto assentito con Decreto Commissariale n. 184 del 22.10.2004. Solo in tale occasione il Gestore è messo al corrente della tipologia di capping da applicare sulla discarica in ordine alla chiusura definitiva della stessa. A conclusione della conferenza si chiede al Gestore di provvedere, sulla base di quanto riportato sugli elaborati tecnici allegati al progetto approvato con D.C. n. 184, a dare una quantificazione economica dell'intervento così come assentito. Da una analisi approfondita del progetto sono emerse talune criticità che rendono inattuabile procedere a quanto richiesto. Di seguito si rappresentano gli elementi più rilevanti:

- i costi e le geometrie considerati nel progetto “de quo” e riportati nell'elaborato n. 3, si riferiscono al lotto in ampliamento e non all'intera discarica;
- non vi sono i particolari costruttivi relativi alle sponde della discarica. In particolare non è chiaro come debba essere raccordato il pacchetto di copertura, da posarsi lungo il pendio perimetrale, con il piano campagna circostante e se al piede dello stesso debbano essere posati elementi stabilizzanti;
- nella tavola 9 è schematicamente rappresentata una sezione tipo sulla quale viene proposta una quota finale rispondente a circa 7.65 m. In ordine a tale circostanza è

necessario che venga chiarito se detta quota finale di progetto è da intendersi quale quota **assoluta**, oppure se risulta sufficiente posare sull'attuale profilo morfologico della discarica un primo strato di livellamento e su di esso i successivi quattro strati previsti nel progetto assentito e riportati nella sezione tipo (Tav. 9);

La Monteco ha comunque provveduto ad effettuare una quantificazione economica di massima, suscettibile di variazioni strettamente dipendenti dalle scelte tecniche adottate, comunicato con nota prot. n. MT/2849/14.

In riferimento al superamento degli approfondimenti tecnici, emersi a seguito della presa visione del progetto assentito dal Commissario Delegato, nelle riunioni tecnico amministrative tenute il 25.11.2014 e 13.01.2015, si è stabilito di dare mandato al Concessionario ad eseguire il progetto definitivo riguardante la chiusura definitiva della discarica e contestualmente sono state intraprese delle scelte tecniche riportate nei verbali allegati alla nota prot. N. 40261 del 20.06.2016. In ultimo, la conferenza di servizi del 17/07/2017 si è proceduto con la verifica puntuale del progetto nelle due soluzioni. La prima mediante la posa degli strati come previsto nel progetto assentito dal commissario delegato con Decreto n. 184 del 22.10.2004, la seconda soluzione, presentata per incrementare i fattori di sicurezza, mediante la sostituzione dello strato drenante con un geocomposito drenante. Considerato che risultano rispettati i fattori di sicurezza e stabilità dei pendii, nella conferenza si è deciso di proseguire nella soluzione 1 peraltro in linea con il precedente progetto preliminare.

## **2 Descrizione degli interventi**

Nella riunione del 25.11.2014 si è stabilito di procedere fissando la quota di progetto conformemente a quanto autorizzato con Decreto del Commissario Delegato n. 184/04. Nota la quota di arrivo, stante i risultati dell'analisi di stabilità riportati nella relazione specialistica R2, si provvederà all'eliminazione del potenziale piano di scorrimento, rappresentato dall'esistente polifoil, sul "lotto A" e dall'HDPE "lotto B".

In linea generale il progetto si concretizzerà nei seguenti step:

1. eliminazione del polifoil presente sulle sponde e posizionamento sulla pianoro sommitale;
2. livellamento sponde e pianoro mediante sterri e riporti;
3. posa di materiale omogeneo;
4. posa di gabbionatura;
5. prolungamento pozzi biogas;
6. posa strati e guaina di copertura;
7. chiusura teste di pozzo biogas;

#### 8. sistema di gestione acque;

Nel merito si rileva che le parti dei rispettivi teli poste lungo il pendio della discarica, intesa nella sua interezza, saranno tagliati e riposizionati nella parte sommitale della discarica. Dopo questo intervento si provvederà alla regolarizzazione del nuovo piano di posa mediante posa di materiale del tipo misto cava a granulometria variabile fino ad uno spessore massimo di 10 cm. Lo stesso intervento dovrà essere fatto anche in corrispondenza del piano sommitale. Successivamente, si provvederà a soprelevare i collettori del biogas fino alle quote di progetto ed a seguire la posa dei vari pacchetti e tessuti come previsto nel progetto assentito con Decreto del Commissario Delegato n. 184. La sponda interna della gabbionata dovrà svolgere la funzione meccanica resistente alla destabilizzazione del pendio, pertanto, ove previsto, prima della posa degli strati superiori, si provverà al posizionamento della stessa.

La presenza della gabbionatura si è resa necessaria per effetto delle esigue geometrie disponibili lungo le sponde Nord e Sud e per stabilizzare parte del pendio su cui sono già in atto dinamismi di assestamento. Inoltre per le acque meteoriche, si ritiene che l'impianto di che trattasi non ricade in alcune delle fattispecie di cui alla legge regionale n. 26/2013. L'area deve essere intesa quale terreno agricolo in quanto a fine lavori, non vi saranno più interazioni con il corpo della discarica e con i rifiuti in esso contenuti. Attualmente l'unico elemento di separazione tra acqua meteorica e corpo discarica risulta essere solo il polifoil, con tutte le criticità rilevate da ARPA in sede di sopralluogo e come emerso nell'ultima conferenza di servizi.

Si prevede di utilizzare le canalette perimetrali esistenti quali canali di convogliamento verso la vasca drenante esistente posizionata a ridosso della precedente nei paragrafi a seguire vi è anche la verifica sulla tenuta idraulica del sistema proposto.

### **3 Linea acque di percolazione e biogas**

In sede di conferenza è stato chiesto di chiarire quali fossero le modifiche apportate allo stato di fatto, riguardo ai sistemi di gestione delle acque del percolato e del biogas. Si ribadisce che nessuna delle due linee subirà alcuna modifica rispetto al funzionamento ed all'attuale distribuzione planimetrica dei collettori, solo riguardo al sistema di intercettazione del biogas, si provvederà a modificare i pozzi perché nella sopraelevazione gli stessi non siano sfinestrati. Nel tavola n 5, oltre alla distribuzione planimetrica, è stata riprodotta una sezione tipo della testa di pozzo del biogas, nella parte inferiore il pozzo è del tipo sfinestrato, al contrario superiormente lo stesso risulterà ovviamente chiuso per evitare eventuali perdite ed emissioni diffuse.

In riferimento al sistema di gestione del percolato (vedi elaborato grafico n. 7) lo stesso risulta invariato rispetto al progetto assentito dal commissario con Decreto n. 184/2004, vi saranno le solite

due vasche corrispondenti al fondo della discarica lotto A e lotto B, con le relative pompe adescanti, che sollevato il rifiuto liquido, lo trasferiscono verso l'unica vasca già presente nel progetto assentito dal Commissario Delegato. Pertanto i due sistemi risultano allo stato **invariati**

## **4 Gabbionata e sistema di protezione drenaggio**

Come già detto nelle premesse ed in ordine alle richieste espresse in sede di conferenza, la presenza della gabbionatura nasce dall'esigenza di stabilizzare il fronte del pendio diversamente instabile a seguito del posizionamento degli strati di copertura ma soprattutto per la mancanza di geometrie utili lungo il perimetro della discarica. Il sistema adottato determina anche il raggiungimento di fattori di sicurezza in conformità alle disposizioni di cui al D.M. 14.01.2008 e riportate nella relazione specialistica R 2.

Rispetto al quesito posto riguardo alla capacità portante del litotipo sottoposto alla gabbionata, si richiama quanto già emerso nella relazione di calcolo R 2, in particolare rispetto al coefficiente sulla capacità portante si rileva che lo stesso è risultato pari a **12.878**. Quanto analiticamente determinato è emerso considerando la calcarenite quale litotipo omogeneamente posto sotto la gabbionata. Le caratteristiche geomeccaniche della stessa sono state desunte dai dati di letteratura. Gli stessi parametri sono stati comunque riprodotti nella relazione di calcolo.

Si rappresenta che il software utilizzato è il Maccaferri Stability Analysis of Reinforced Slopes and Walls – Maccaferri SPA e che sono state effettuate tutte le verifiche statiche e dinamiche le quali combinate hanno determinato un **coefficiente globale di sicurezza pari a 2.784**, in linea con i requisiti minimi di legge.

In sede di conferenza è stato anche richiesto di prevedere il risvolto del tessuto non tessuto lungo il raccordo tra il pacchetto di copertura e la gabbionata perimetrale. Quanto richiesto è nato dall'esigenza di scongiurare ogni possibile fenomeno di intasamento della gabbionatura determinabile mediante il fenomeno del trasporto solido nei periodi di eccessiva piovosità.

## **5 Linea acque meteoriche**

Riguardo all'argomento acque meteoriche, si ritiene che dette acque non debbano essere considerate quali scarico, pertanto soggiacenti alla disciplina degli scarichi di cui al Regolamento Regionale n. 26/2013 in quanto provenienti da una sistema di copertura naturale.

Quale requisito principale della norma vi è quello di regolamentare e gestire le acque meteoriche, definite quali acque rivenienti da superfici impermeabilizzate così come definito dall'art. 3 lettera a del Regolamento Regionale di cui sopra.



La considerazione iniziale è che le acque meteoriche confluiranno dal pacchetto di copertura della discarica il quale, nella sua parte sommitale è composto da terreno vegetale che non può in alcun modo ritenersi impermeabile come inteso dalla norma. Resta inteso che, quale dovesse rendersi necessario provvedere anche alla estione delle medesime acque, bisognerà prevedere la realizzazione di sistemi di adeguamento all'intervenuta norma. Ad oggi nell'ipotesi progettuale si è proceduto alla verifica idraulica della vasca finale di compluvio delle acque, canalizzate da canali esistenti, nessuna previsione è stata effettuata riguardo ai sistemi di sedimentazione e disoleazione. Ove dovessero prevedersi trattamenti delle stesse bisognerà ovviamente capire se l'opera rientra all'interno di quanto disciplinato dall'art. 8 capo II del Regolamento Regionale n. 26, tale discriminante pone delle importanti modifiche rispetto ai sistemi ed alle procedure tecnico/operative da utilizzare in fase di dimensionamento della linea.

## **6 Verifica idraulica**

Durante l'ultima conferenza del 17.07.17 è stato inoltre richiesto di effettuare una verifica idraulica dell'intero sistema compresi anche i canali laterali. Come già rilevato nella stessa sede, le condizioni al contorno, a fine lavori, saranno modificate in quanto i coefficienti di deflusso risulteranno notevolmente inferiori rispetto all'attuale stato. In particolare si rileva che l'attuale copertura della discarica, costituita da uno strato superiore in polifoil, ha un coefficiente di deflusso analiticamente quantificabile in 0.8/0.85 al netto della evapotraspirazione, al contrario al compimento dei lavori di copertura, detto strato sarà integralmente sostituito con uno strato di terreno vegetale avente un coefficiente di deflusso variabile tra 0.25 e 0.35 in funzione delle piogge e del coefficiente di adsorbimento. Solo tale circostanza, valutata anche rispetto alla mancanza di fenomeni di allagamento registrati fino ad oggi, risulta essere il primo fattore di sicurezza riscontrabile. Di seguito la controprova analitica e la verifica del sistema di drenaggio proposto.

### **Calcolo curva di pioggia**

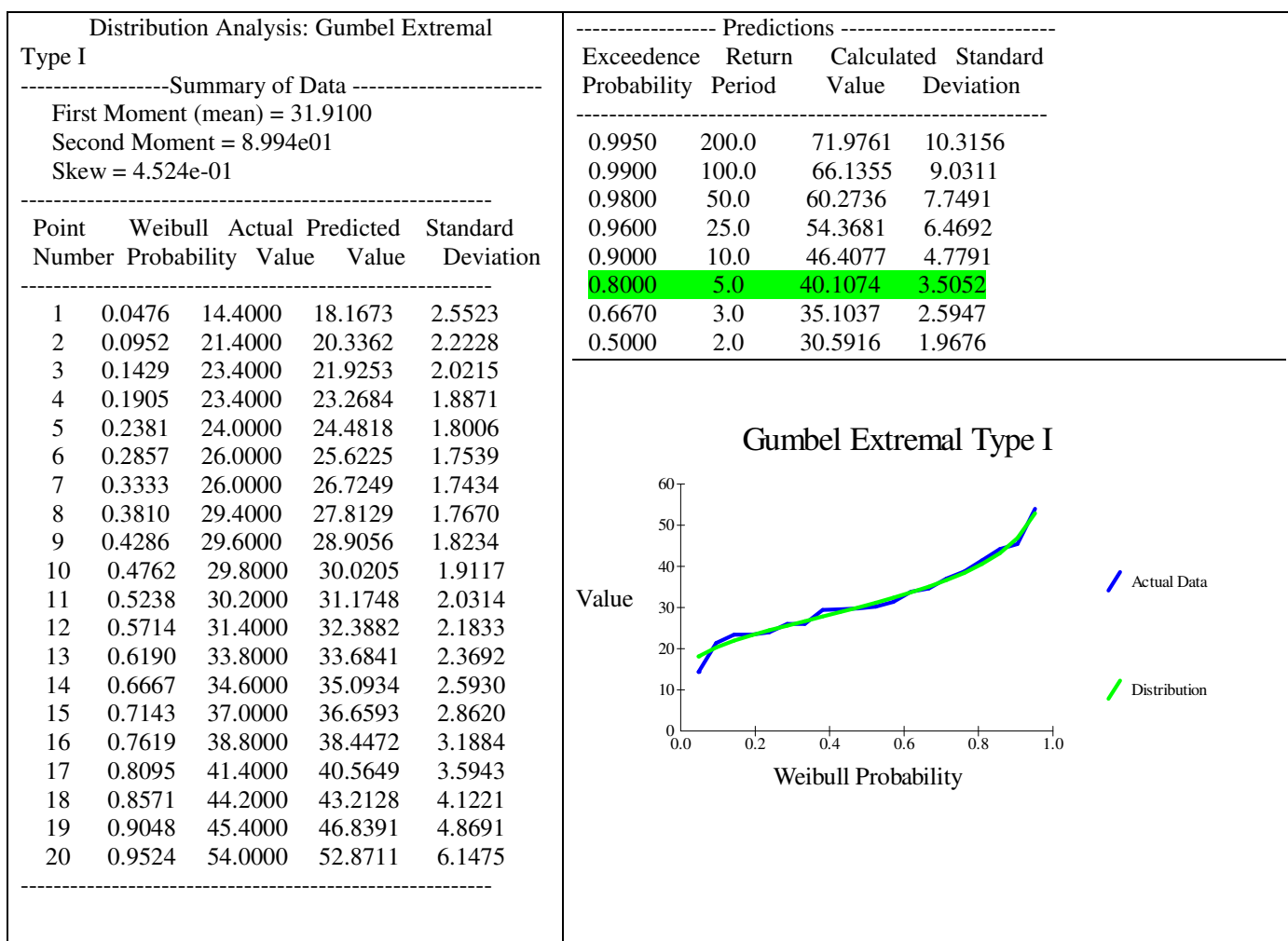
Per definire la curva di possibilità pluviometrica caratteristica del sito sono stati elaborati i dati pluviometrici registrati nel ventennio 1994-2013 (il più recente disponibile nel sito della Protezione Civile Puglia) nella più vicina stazione meteorologica –Minervino di Lecce (Tab. 1)- , e relativi alle precipitazioni di massima entità e di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore. E' stata utilizzata la distribuzione di Gumbell che permette di ottenere l'altezza della precipitazione massima attesa, in funzione del tempo di ritorno (Tabb. 2-6), fissando per quest'ultimo un valore pari a 5 anni come richiesto dalla normativa.

Tab. 1: stazione MINERVINO DI LECCE massime precipitazioni registrate (mm)

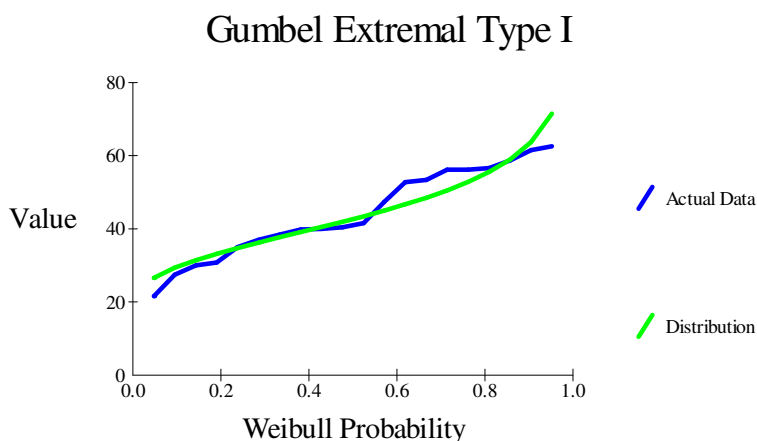
<b>anno</b>	<b>1h</b>	<b>3h</b>	<b>6h</b>	<b>12h</b>	<b>24h</b>
<b>1994</b>	24	30	42.6	50.4	63.2
<b>1995</b>	29.8	39.8	45.2	45.4	63.6
<b>1996</b>	34.6	58.8	93.2	101.4	124
<b>1997</b>	23.4	27.4	48	59.4	105
<b>1998</b>	45.4	53.4	55.8	55.8	66.8
<b>1999</b>	41.4	56.2	61.8	62	77.2
<b>2000</b>	31.4	41.6	47.2	47.6	47.8
<b>2001</b>	14.4	21.6	24.8	42.6	51
<b>2002</b>	54	56.2	56.2	62.6	76.6
<b>2003</b>	26	35	38.6	52.6	82.8
<b>2004</b>	33.8	52.8	53.6	57.4	63.2
<b>2005</b>	38.8	47.4	68.2	68.2	79.2
<b>2006</b>	26	40.4	42.6	44.4	62.8
<b>2007</b>	30.2	40	54	72.6	72.6
<b>2008</b>	29.6	37	66.6	79	95.6
<b>2009</b>	44.2	62.6	70.4	85.4	123.2
<b>2010</b>	37	61.6	82.2	129.6	147.2
<b>2011</b>	23.4	30.8	35	48.2	56.6
<b>2012</b>	29.4	56.6	78.6	108.4	109
<b>2013</b>	21.4	38.4	64.4	96.8	99.4

Tab. 2 – elaborazione piogge della durata di

**1h**



Tab. 3 – elaborazione piogge della durata di				3h
Distribution Analysis: Gumbel Extremal Type I		Probability	Period	Value
-----Summary of Data -----				Deviation
First Moment (mean) = 44.3800		0.9950	200.0	96.2763
Second Moment = 1.509e02		0.9900	100.0	88.7113
Skew = -8.798e-02		0.9800	50.0	81.1185
		0.9600	25.0	73.4693
		0.9000	10.0	63.1584
		0.8000	5.0	54.9978
		0.6670	3.0	48.5167
		0.5000	2.0	42.6723
Point	Weibull	Actual	Predicted	
Standard				
Number	Probability	Value	Value	
Deviation				
1	0.0476	21.6000	26.5795	3.3059
2	0.0952	27.4000	29.3888	2.8791
3	0.1429	30.0000	31.4471	2.6184
4	0.1905	30.8000	33.1868	2.4444
5	0.2381	35.0000	34.7584	2.3322
6	0.2857	37.0000	36.2360	2.2718
7	0.3333	38.4000	37.6639	2.2582
8	0.3810	39.8000	39.0731	2.2888
9	0.4286	40.0000	40.4886	2.3618
10	0.4762	40.4000	41.9326	2.4761
11	0.5238	41.6000	43.4278	2.6312
12	0.5714	47.4000	44.9993	2.8279
13	0.6190	52.8000	46.6779	3.0687
14	0.6667	53.4000	48.5033	3.3587
15	0.7143	56.2000	50.5316	3.7071
16	0.7619	56.2000	52.8474	4.1299
17	0.8095	56.6000	55.5904	4.6556
18	0.8571	58.8000	59.0201	5.3393
19	0.9048	61.6000	63.7172	6.3067
20	0.9524	62.6000	71.5303	7.9627



Tab. 4 – elaborazione piogge della durata di					6h
Distribution Analysis: Gumbel Extremal Type I					
-----Summary of Data -----					
First Moment (mean) = 56.4500					
Second Moment = 2.892e02					
Skew = 2.866e-01					
-----					
Point Number	Weibull Probability	Actual Value	Predicted Value	Standard Deviation	
1	0.0476	24.8000	31.8085	4.5764	
2	0.0952	35.0000	35.6976	3.9855	
3	0.1429	38.6000	38.5468	3.6246	
4	0.1905	42.6000	40.9551	3.3838	
5	0.2381	42.6000	43.1308	3.2285	
6	0.2857	45.2000	45.1762	3.1448	
7	0.3333	47.2000	47.1528	3.1260	
8	0.3810	48.0000	49.1036	3.1684	
9	0.4286	53.6000	51.0630	3.2695	
10	0.4762	54.0000	53.0620	3.4277	
11	0.5238	55.8000	55.1318	3.6425	
12	0.5714	56.2000	57.3074	3.9148	
13	0.6190	61.8000	59.6310	4.2480	
14	0.6667	64.4000	62.1579	4.6494	
15	0.7143	66.6000	64.9658	5.1317	
16	0.7619	68.2000	68.1716	5.7170	
17	0.8095	70.4000	71.9687	6.4448	
18	0.8571	78.6000	76.7165	7.3912	
19	0.9048	82.2000	83.2186	8.7305	
20	0.9524	93.2000	94.0344	11.0228	
-----					

Tab. 5 – elaborazione piogge della durata di					12h
Distribution Analysis: Gumbel Extremal Type I					----- Predictions -----
-----Summary of Data -----					Exceedence    Return    Calculated    Standard Probability    Period    Value    Deviation
-----					-----
First Moment (mean) = 68.4900					0.9950    200.0    171.4301    26.5034
Second Moment = 5.937e02					0.9900    100.0    156.4243    23.2031
Skew = 9.695e-01					0.9800    50.0    141.3635    19.9094
-----					0.9600    25.0    126.1907    16.6211
Point    Weibull    Actual    Predicted    Standard					0.9000    10.0    105.7383    12.2788
Number    Probability    Value    Value					0.8000    5.0    89.5512    9.0057
Deviation					0.6670    3.0    76.6955    6.6666
-----					0.5000    2.0    65.1026    5.0553
-----					-----
1	0.0476	42.6000	33.1813	6.5575	<p style="text-align: center;"><b>Gumbel Extremal Type I</b></p>
2	0.0952	44.4000	38.7539	5.7108	
3	0.1429	45.4000	42.8366	5.1937	
4	0.1905	47.6000	46.2875	4.8486	
5	0.2381	48.2000	49.4050	4.6261	
6	0.2857	50.4000	52.3358	4.5062	
7	0.3333	52.6000	55.1681	4.4792	
8	0.3810	55.8000	57.9634	4.5399	
9	0.4286	57.4000	60.7710	4.6848	
10	0.4762	59.4000	63.6353	4.9116	
11	0.5238	62.0000	66.6012	5.2193	
12	0.5714	62.6000	69.7185	5.6094	
13	0.6190	68.2000	73.0480	6.0870	
14	0.6667	72.6000	76.6689	6.6621	
15	0.7143	79.0000	80.6922	7.3532	
16	0.7619	85.4000	85.2858	8.1919	
17	0.8095	96.8000	90.7266	9.2347	
18	0.8571	101.4000	97.5298	10.5909	
19	0.9048	108.4000	106.8466	12.5099	
20	0.9524	129.6000	122.3445	15.7945	
-----					

Tab. 6 – elaborazione piogge della durata di					24h
Distribution Analysis: Gumbel Extremal Type I					----- Predictions -----
-----Summary of Data -----					Exceedence    Return    Calculated    Standard
-----					Probability    Period    Value    Deviation
First Moment (mean) = 83.3400					0.9950    200.0    197.9889    29.5180
Second Moment = 7.364e02					0.9900    100.0    181.2763    25.8424
Skew = 7.183e-01					0.9800    50.0    164.5024    22.1739
-----					0.9600    25.0    147.6038    18.5116
Point    Weibull    Actual    Predicted    Standard					0.9000    10.0    124.8250    13.6754
Number    Probability    Value    Value					0.8000    5.0    106.7968    10.0300
Deviation					0.6670    3.0    92.4788    7.4248
-----					0.5000    2.0    79.5673    5.6303
-----					-----
1	0.0476	47.8000	44.0152	7.3034	<p style="text-align: center;"><b>Gumbel Extremal Type I</b></p>
2	0.0952	51.0000	50.2216	6.3604	
3	0.1429	56.6000	54.7687	5.7845	
4	0.1905	62.8000	58.6121	5.4001	
5	0.2381	63.2000	62.0841	5.1523	
6	0.2857	63.2000	65.3483	5.0187	
7	0.3333	63.6000	68.5028	4.9887	
8	0.3810	66.8000	71.6161	5.0563	
9	0.4286	72.6000	74.7430	5.2177	
10	0.4762	76.6000	77.9331	5.4702	
11	0.5238	77.2000	81.2363	5.8129	
12	0.5714	79.2000	84.7082	6.2475	
13	0.6190	82.8000	88.4165	6.7793	
14	0.6667	95.6000	92.4492	7.4199	
15	0.7143	99.4000	96.9301	8.1896	
16	0.7619	105.0000	102.0462	9.1237	
17	0.8095	109.0000	108.1059	10.2851	
18	0.8571	123.2000	115.6829	11.7955	
19	0.9048	124.0000	126.0595	13.9328	
20	0.9524	147.2000	143.3202	17.5910	
-----					-----

Con il metodo della regressione lineare è possibile a questo punto definire l'equazione della curva che, per il tempo di ritorno fissato, lega l'altezza di pioggia alla durata dell'evento, e tenendo conto che, nella pratica, viene sempre utilizzata la forma:

$$h=at^n$$

dove:

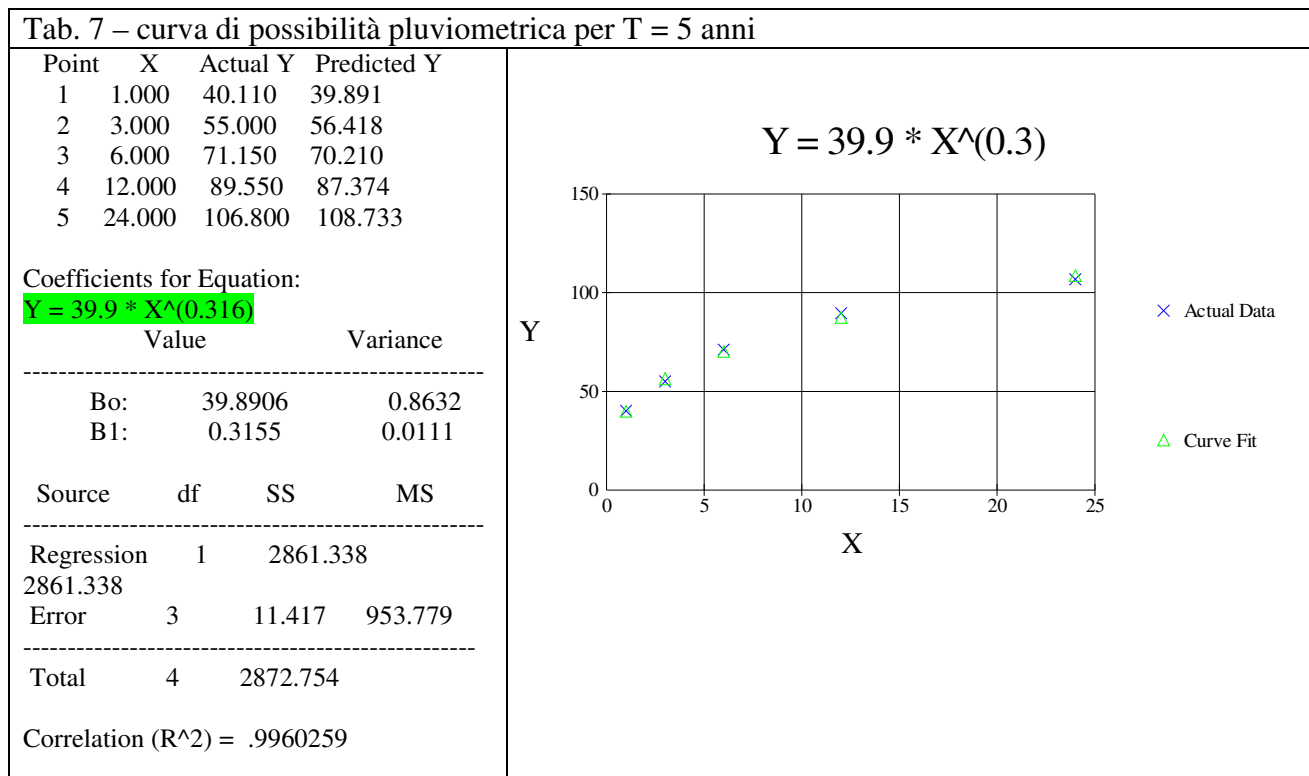
h= precipitazione (mm)

a= coefficiente numerico

t= durata dell'evento (ore)

La Tab. 7 riporta i dati dell'elaborazione, e risulta la seguente curva di possibilità pluviometrica:

$$h=39.9t^{0.316} \quad [T=5 \text{ anni}]$$



### Caratteristiche del bacino di scolo

Il bacino scolante è rappresentato dall'area dell'impianto che, dal punto di vista idrologico, può essere suddiviso in due sub-aree con diverso coefficiente di deflusso (fig. 1):

- area1 pavimentata e/o impermeabilizzata:  $S_1=5075 \text{ m}^2$   $\Phi_1 = 0.85$
- area2 corpo discarica con strato superiore di terreno vegetale:  $S_2=24550 \text{ m}^2$   $\Phi_2 = 0.3$

L'area totale risulta quindi:

$$S_{12} = 29625 \text{ m}^2$$

Il coefficiente di deflusso, unico per tutta l'area  $S_{12}$ , risulta dalla media ponderata dei precedenti e vale:

$$\Phi_{12} = 0.39$$

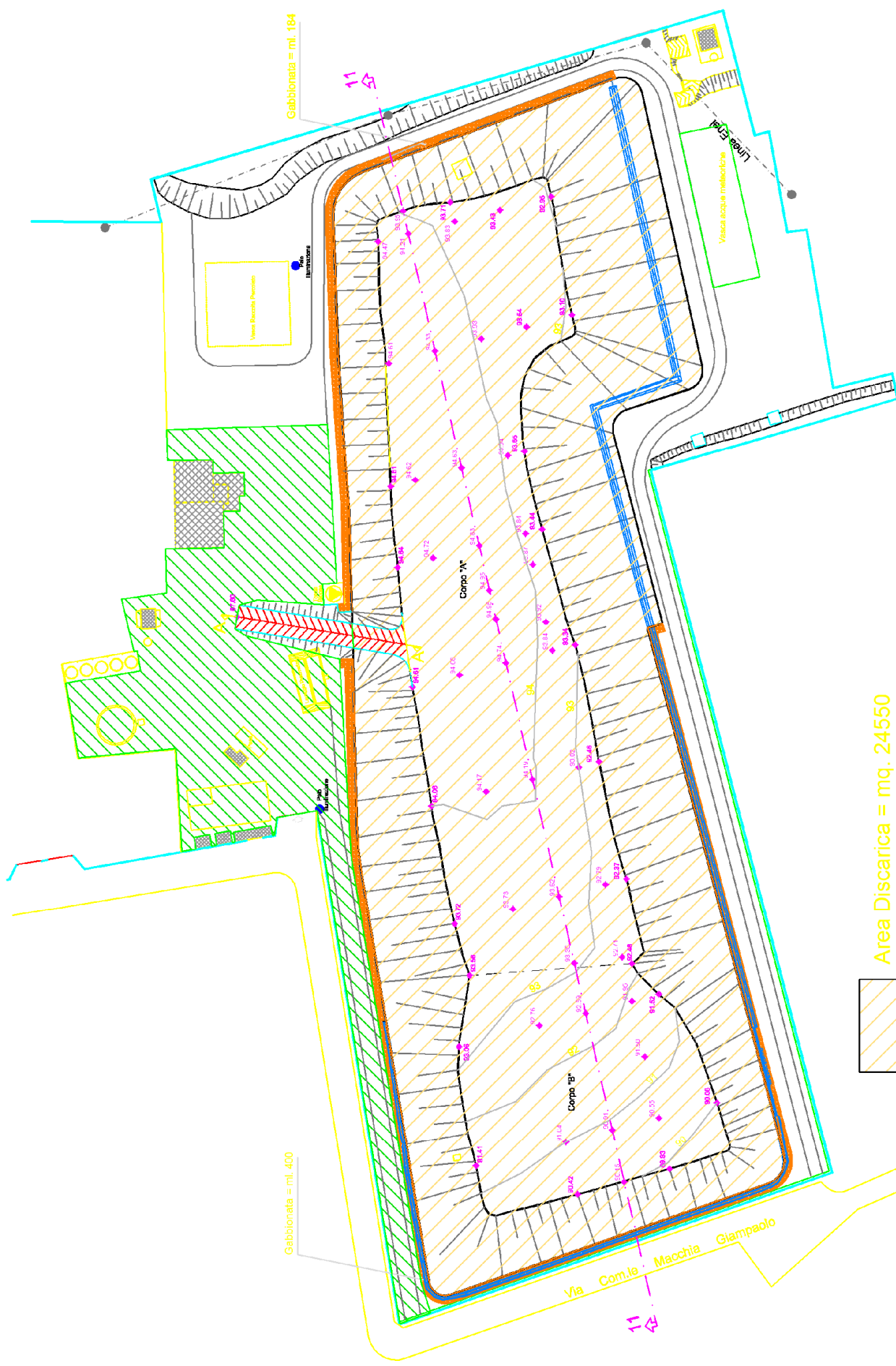
Un parametro fondamentale, caratteristico della geometria del bacino scolante e che ha molta influenza sulla portata di piena, è il tempo di corrivazione ( $t_c$ ), che rappresenta il tempo che impiega la particella d'acqua caduta nel punto più lontano a raggiungere la sezione di chiusura. Esso è funzione della geometria, della pendenza e della natura delle superfici, e in letteratura esistono vari metodi per una definizione analitica; tuttavia, nel caso in esame, tali metodi analitici sono di difficile applicazione per la natura molto diversa delle due sub-aree e si ritiene di assumere cautelativamente un valore molto basso, pari a:

$$t_c = 0.2 \text{ ore}$$



che è un valore intermedio tra il tempo di corrivazione, più lungo, relativo alla sub-area1, e il  $t_c$  relativo alla sub-area 2 dove, per effetto della sensibile pendenza delle scarpate del rilevato della discarica, la velocità di scorrimento risulta più elevata.

Il tempo di corrivazione non influenza il dimensionamento del sistema di smaltimento, giacchè, come vedremo in seguito, esso sfrutta principalmente l'effetto di invaso di una vasca drenante di grandi dimensioni.



Area Discarica = mq. 24550

Area Pavimentata = mq. 5075



PLANIMETRIA GENERALE di PROGETTO - Scala 1:1000

### Stima della portata di piena

La portata massima si avrà in corrispondenza di un evento di durata pari al tempo di corrivazione, e può essere calcolata tramite la relazione:

$$q = \frac{\Phi h S}{3600 t_c}$$

dove:

q= portata massima [l/s]

h= altezza di pioggia per  $t_p=t_c$  e  $T=5$  anni 24 mm

S = superficie bacino scolante 29625 m<sup>2</sup>

$t_c$  = tempo di corrivazione 0.2 ore

3600= fattore correttivo unità di misura

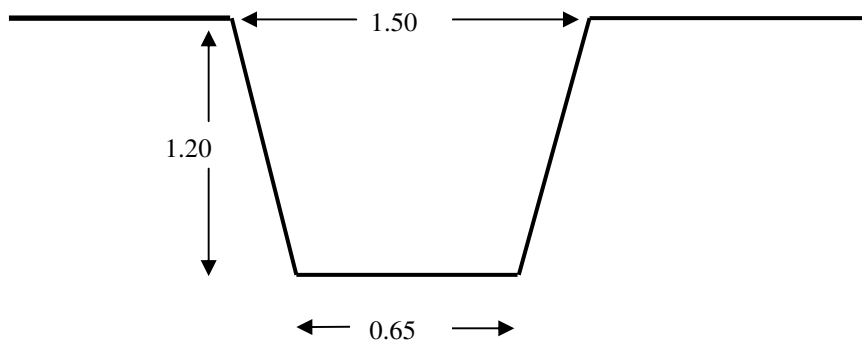
risulta:

$$q = 385 \text{ l/s}$$

### Verifica sezione canaletta

Ai fini della verifica della sezione, si assume che l'intera portata calcolata in precedenza si immetta nella vasca di accumulo e drenaggio attraverso l'esistente canaletta a sezione trapezia delle dimensioni indicate in fig. 2, anche se in realtà le acque della subarea 1 e della porzione est della subarea 2 raggiungono la vasca scorrendo superficialmente in maniera areale, seguendo le pendenze del terreno. L'errore commesso con questa assunzione è quindi a favore di sicurezza.

Fig. 2: geometria della canaletta di immissione nella vasca drenante



La portata che defluisce per una determinata sezione d'alveo è fornita dalla relazione:

$$Q \text{ (mc/s)} = A \times v_m ;$$

dove:

**A** (mq) = area della sezione trasversale dell'alveo;

**$v_m$**  (m/s) = velocità media della corrente.

Assumendo il criterio del moto uniforme, cioè immaginando che la linea piezometrica abbia la stessa inclinazione dell'alveo nella direzione della corrente, la velocità media della corrente può essere espressa dalla relazione Manning-Strickler:

$$v_m \text{ (m/s)} = K_s \times R_h^{2/3} \times (i/100)^{1/2} ;$$

dove:

**$K_s$**  ( $m^{1/3} s^{-1}$ ) = coefficiente di resistenza di Strickler;

**$R_h$**  (m) = raggio idraulico =  $A / \text{Perimetro bagnato}$ ;

**$i$**  (%) = pendenza dell'alveo nel tratto considerato

Ponendo:

**$K_s = \sim 20$  (valore minimo per canali scavati in roccia senza manutenzione (tab. 8))**

**$i = \sim 2\%$  (da rilievo dell'esistente)**

risulta:

$$R_h = 0.403 \text{ m}$$

$$v_m = \sim 1.544 \text{ m/s}$$

$$q = \sim 1.993 \text{ m}^3/\text{s} > 0.385 \text{ m}^3/\text{s} \quad \underline{\text{la sezione è verificata}}$$

Tipo superficie	m (m <sup>1/2</sup> )	K <sub>s</sub> (m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> )
<b>CANALI APERTI (Rh ≈ 1)</b>		
<i>Rivestiti con:</i>		
conglomerati bituminosi	0,33-0,76	57-75
mattoni	0,39-0,76	57-72
calcestruzzo	0,29-0,76	57-77
pietrame ad opera incerta	1,00-4,00	20-50
pietre	2,33-5,67	15-30
<i>Scavati o dragati:</i>		
in terra diritti ed uniformi	0,67-2,33	30-60
in terra con curve uniformi	1,00-4,00	20-50
in terra senza manutenzione o in roccia	1,00-4,00	20-50
<b>CORSI D'ACQUA MINORI (Rh ≈ 2) (larghezza in piena &lt;30 m)</b>		
con sezioni regolari	1,39-4,89	20-45
con sezioni irregolari	3,62-6,99	15-25
torrenti con pochi massi	2,19-4,89	20-35
torrenti con grossi massi	3,63-6,99	15-25
<b>CORSI D'ACQUA MAGGIORI (Rh ≈ 4) (larghezza in piena ≥ 30 m)</b>		
con sezioni regolari	1,53-3,29	30-45
con sezioni irregolari	3,29-5,94	20-30
<b>AREE GOLENALI</b>		
a pascolo	1,50-4,00	20-40
coltivate	1,00-4,00	20-50

**tab. 8: Valori di K<sub>s</sub>**

#### **Verifica vasca di accumulo e drenaggio**

Lo smaltimento delle acque viene effettuato per mezzo di una vasca drenante di dimensioni pari a circa 12 x 40 x 2 m<sup>3</sup>, scavata nella roccia calcarenitica per la quale può assumersi un valore del coefficiente di permeabilità:

$$k \approx 10^{-5} \text{ m/s}$$

La superficie drenante a disposizione non è in grado di smaltire istantaneamente la portata massima calcolata in precedenza e pertanto occorre sfruttare l'effetto di invaso e ricercare il minimo volume necessario a contenere le acque di eventi meteorici anche molto più lunghi di quello critico.

Il calcolo è stato quindi effettuato secondo quanto suggerito in: *Argue, J.R. (Editor) 2004, Water Sensitive Urban Design: basic procedures for 'source control' of stormwater – a handbook for Australian practice, Urban Water Resources Centre, University of South Australia, Adelaide, South Australia, in collaboration with Stormwater Industry Association and Australian Water Association*- che è esplicitato nella tabella 9.

Risulta dai calcoli effettuati una lunghezza minima della vasca pari a

$$L=39.2 \text{ m} < 40\text{m} \text{ la vasca } \underline{\text{verificata}}$$

# VERIFICA VASCA DRENANTE

fattore curva pluviometrica	a=	39.9
esponente curva pluviometrica	n	0.316
base trincea	b	12 m
prof. trincea	H	1.7 m
permeabilità	k	1.0E-05 m/s
riduzione permeabilità	u	1
porosità riemp. Dreno	es	1
coeff deflusso	C	0.39
area scolante	A	29625 m2
tempo corrivazione	tc	0.2 ore
volume canali e condotte	Vv	20 m3
tp(h) durata pioggia		0.20
h altezza pioggia (mm)		24.0
i(mm/h) intensità pioggia		120.0
volume pioggia (m3)		277
L(m) lunghezza vasca		12.5
infiltrazione unitaria (l/s)		7
tempo svuotamento (h)		10.96

$$\text{Inflow Volume} = \frac{CiAD}{1000}$$

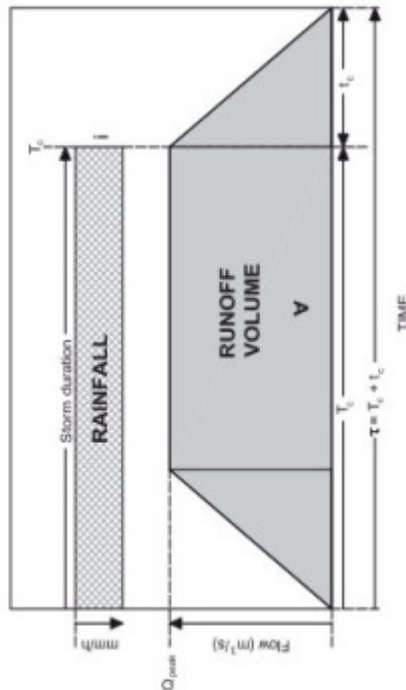
Where:

C = runoff coefficient

i = probabilistic rainfall intensity (mm/hr)

A = contributing area connected to the infiltration system (m<sup>2</sup>)

D = storm duration (hours)



1.00	2.00	3.00	6.00	12.00	18.00	24.00	30.00
39.9	49.7	56.5	70.3	87.5	99.5	108.9	116.9
39.9	24.8	18.8	11.7	7.3	5.5	4.5	3.9
461	574	652	812	1011	1149	1258	1350
21.0	25.9	28.9	34.0	38.0	39.2	39.2	38.7
11	13	15	18	19	20	20	20
10.52	9.82	9.09	6.87	2.40	-	-	-

$$L = \frac{V}{\left( e^{bH} + 60k_s \tau \left( b + \frac{H}{2} \right) U \right)}$$

Where:

L = length of the trench (m)

V = Inflow volume (m<sup>3</sup>)

e<sub>s</sub> = void space

b = width of the trench (m)

H = depth of the trench (m)

k<sub>s</sub> = soil saturated hydraulic conductivity (m/s)

τ = time base of the design storm runoff hydrograph (min)

U = soil moderation factor (Table 3)

qmax (tp=0.20) 385 l/s

tot