

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO PER LA
PRODUZIONE DI ENERGIA MEDIANTE LO SFRUTTAMENTO DEL VENTO
NEL MARE ADRIATICO MERIDIONALE - BARIUM BAY
74 WTG – 1.110 MW

PROGETTO DEFINITIVO - SIA

Progettazione e SIA



Indagini ambientali e studi specialistici



Studio misure di mitigazione e compensazione



supervisione scientifica



5. OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE

**R.5.5 Stazione RTN 380 kV
Relazione tecnica acque meteoriche**

REV.	DATA	DESCRIZIONE
00	03/24	integrazioni MASE



INDICE

1	PREMESSA	2
2	PREVISIONI NORMATIVE	3
3	STUDIO IDROLOGICO	5
3.1	INDAGINE SUL REGIME DELLE PIOGGE	5
4	SISTEMA DI CAPTAZIONE E PREDIMENSIONAMENTO	8
5	STUDIO IDRAULICO	9
5.1	INDIVIDUAZIONE DEI BACINI SCOLANTI	9
5.2	COEFFICIENTI DI AFFLUSSO	9
5.3	SCELTA DELLA FREQUENZA DELLE PIOGGE CRITICHE	10
5.4	DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI DEFLUSSO	10
5.5	VERIFICA DELLE CONDOTTE	11
5.5.1	Tronco 1	11
5.5.2	Tronco 1.1	12
5.5.3	Tronco 1.2	13
5.5.4	Tronco 1.2.1	14
5.5.5	Tronco 1.2.2	15
5.5.6	Tronco 1.3	16
5.5.7	Tronco 2	17
5.5.8	Tronco 2.1	18
5.5.9	Tronco 2.2	19
5.5.10	Tronco 2.2.1	20
5.5.11	Tronco 2.2.2	21
5.5.12	Tronco 2.3	22
6	SISTEMA DI SEGREGAZIONE DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA	23
7	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE TRATTATE	25

1 PREMESSA

La presente relazione illustra lo studio idraulico condotto per la progettazione del sistema di smaltimento delle acque meteoriche di una nuova stazione elettrica a 380 kV, da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV “Andria – Brindisi Sud” previa realizzazione dei raccordi a 380 kV della futura Stazione Elettrica all’elettrodotto RTN 380 kV “Foggia – Palo del Colle”.

La progettazione e il dimensionamento dei sistemi di scarico delle acque meteoriche sono regolamentati dalla vigente normativa nazionale e dalla normativa locale, in particolare dal Regolamento Regionale 26/2013.

La presente relazione si basa sui criteri definiti dalla normativa sopracitata per la progettazione e il dimensionamento della rete delle acque meteoriche, nonché per la realizzazione di un sistema di scarico che rispetti i requisiti di sicurezza ambientale per le acque meteoriche. È importante sottolineare che la stazione elettrica sarà esercitata in tele conduzione, senza la presenza di personale, ad eccezione degli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria; pertanto, non sarà dotata di un sistema di smaltimento delle acque nere.

La progettazione dello smaltimento delle acque meteoriche riveste un ruolo fondamentale per prevenire situazioni di allagamento o danni ambientali. La normativa regionale fornisce gli indirizzi necessari per assicurare un sistema di scarico adeguato, in linea con gli standard di sicurezza ambientale.

Il presente studio si propone di definire le soluzioni tecniche ottimali per il sistema di raccolta, separazione e convogliamento e delle acque meteoriche afferenti alle aree impermeabilizzate della stazione elettrica, quali strade asfaltate, edifici e aree per installazione di attrezzature elettromeccaniche, tenendo conto delle specificità del contesto locale, dei requisiti normativi e delle esigenze di sicurezza ambientale.

Sono state valutate diverse opzioni, considerando fattori come la pendenza delle superfici impermeabili, la capacità di drenaggio, la disposizione degli scarichi, l'utilizzo di strutture di trattamento delle acque meteoriche, nonché l'adeguamento alle norme vigenti in materia di protezione ambientale.

2 PREVISIONI NORMATIVE

La verifica dei sistemi di trattamento e smaltimento è stata effettuata secondo i criteri imposti dalla normativa nazionale e regionale nel settore ambientale relativo alla disciplina delle acque meteoriche.

In particolare:

- D.Lgs N. 152 del 03 aprile 2006 “Norme in materia ambientale” e successive modifiche ed integrazioni
- Nuovo Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 “Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia” (attuazione dell’art. 113 del D.Lgs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.)
- UNI EN 858-1 “Principi di progettazione, prestazione e prove sul prodotto, marcatura e controllo qualità”
- UNI EN 858-2 “Scelta delle dimensioni nominali, installazione, esercizio e manutenzione”

In particolare, il **Regolamento Regionale n.26/2013** stabilisce che:

Art 5 (Disciplina e trattamento delle acque meteoriche di dilavamento effettuate tramite altre condotte separate)

- **Comma 1:** “Le acque di prima pioggia provenienti dalle superfici scolanti impermeabilizzate di insediamenti industriali, artigianali, commerciali e di servizio, localizzati in aree sprovviste di fognatura separata e non ricadenti nelle fattispecie disciplinate al Capo II del presente Regolamento, sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna e sottoposte ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura prima del loro scarico nei recapiti finali. Le vasche sono dotate di un sistema di alimentazione che consenta di escludere le stesse a riempimento avvenuto. Fermo restando l’obbligo, ove tecnicamente possibile, di riutilizzo di cui all’art. 2 comma 2 del presente Regolamento le acque meteoriche di dilavamento e le acque di prima pioggia di cui al presente articolo, nei casi in cui ci sia eccedenza delle stesse acque recuperate per gli usi consentiti, ovvero l’impossibilità di riutilizzo, sono avviate ai recapiti finali. Le vasche di prima pioggia devono essere dotate di accorgimenti tecnici che ne consentano lo svuotamento entro le 48 ore successive.”
- **Comma 2:** “Le acque meteoriche di dilavamento di cui al presente articolo, in alternativa alla separazione delle acque di prima pioggia, possono essere trattate in impianti con funzionamento in continuo, sulla base della portata stimata, secondo le caratteristiche pluviometriche dell’area da cui dilavano, per un tempo di ritorno pari a 5 (cinque) anni.”

Art 8 (Acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne soggette a regolamentazione)

- **Comma 1:** “Le operazioni di convogliamento, separazione, raccolta, trattamento e scarico delle acque di prima pioggia e di lavaggio sono soggette alle disposizioni del presente Capo II qualora provengano da superfici in cui vi sia il rischio di dilavamento di sostanze pericolose o di altre sostanze che possano pregiudicare il conseguimento e/o mantenimento degli obiettivi di qualità dei corpi recettori.”

Art 9 (Sistemi di raccolta e convogliamento delle acque di prima pioggia e di lavaggio)

- **Comma 2.** “Le acque di prima pioggia e di lavaggio devono essere avviate ad apposite vasche di raccolta a perfetta tenuta stagna.”
- **Comma 3.** “Le acque meteoriche di dilavamento successive a quelle di prima pioggia devono essere comunque trattate secondo quanto stabilito all’art. 10 della presente disciplina.”

Art. 10 (Disciplina e trattamento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne)

- **Comma 1:** “Le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, provenienti dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all’art. 8 della presente disciplina, sono sottoposte, entro 48 ore dal termine dell’evento meteorico, ad un trattamento depurativo appropriato in loco tale da conseguire. B) Il rispetto dei valori limite di emissione previsti dalla Tabella 4, di cui all’allegato 5 alla Parte Terza del D.Lgs. 152/06 e ss.mm. ed ii., nel caso di scarico nei corsi d’acqua episodici, naturali ed artificiali, sul suolo e negli strati superficiali del sottosuolo.”
- **Comma 4:** “Le acque di dilavamento successive a quelle di prima pioggia, che provengono dalle superfici e pertinenze di edifici, installazioni e/o attività di cui all’art. 8 della presente disciplina e che non recapitano

in fognatura separata, sono sottoposte, prima del loro versamento, ad un trattamento di grigliatura, dissabbiatura e disoleazione.

Per quanto riguarda il recapito delle acque meteoriche, il citato Regolamento, all'art. 11 prevede che:

“Fermo restando l’obbligo, ove tecnicamente possibile, di riutilizzo delle acque meteoriche di dilavamento finalizzato alle necessità irrigue, domestiche, industriali ed altri usi consentiti dalla legge, le acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, opportunamente trattate secondo quanto stabilito dall’art. 10 del presente Regolamento, nei casi in cui ci sia eccedenza delle stesse acque recuperate per gli usi consentiti, ovvero l’impossibilità di riutilizzo, sono recapitate secondo il seguente ordine preferenziale:

- a. rete fognaria nera, nel rispetto delle prescrizioni regolamentari del Soggetto Gestore per scarichi di tipo industriale e previa valutazione della compatibilità qualitativa e quantitativa del sistema fognario/depurativo;*
- b. acque superficiali compresi i corpi idrici artificiali;*
- c. corsi d’acqua episodici, naturali ed artificiali, suolo e strati superficiali del sottosuolo, qualora l’Autorità competente accerti l’impossibilità tecnica o l’eccessiva onerosità, di utilizzare i recapiti precedentemente elencati”.*

Per quanto riguarda la definizione di “acque di prima pioggia”, il citato Regolamento, all'art 3 (Definizioni) comma b, intende per acque di prima pioggia *“le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:*

- I. di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila) mq;*
- II. compresa tra 5 (cinque) e 2,5 (due virgola cinque) mm per le superfici scolanti di estensione rientranti tra 10.000 (diecimila) mq e 50.000 (cinquantamila) mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, in funzione dell’estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di corrivazione alla vasca di prima pioggia”*

3 STUDIO IDROLOGICO

Lo scopo dello studio idrologico è di pervenire alla valutazione delle principali grandezze idrologiche che intervengono nei calcoli di dimensionamento e della rete di fognatura pluviale di progetto.

Lo studio è così articolato:

- Indagine sul regime delle piogge ed elaborazione dei dati pluviometrici occorrenti per le verifiche idrauliche;
- Delimitazione dei bacini principali e sottobacini con determinazione dei coefficienti di afflusso;
- Scelta della frequenza delle piogge critiche

3.1 INDAGINE SUL REGIME DELLE PIOGGE

Per i dati pluviometrici si è fatto riferimento alla stazione pluviometrica di **Andria** che presenta una serie cronologica di dati (v. allegato in appendice) sufficientemente ampia.

Il dato fondamentale da cui partire nell'elaborazione statistica è costituito dall'altezza delle precipitazioni riferite ad un intervallo di tempo, da scegliere in funzione dell'ampiezza dell'area interessata e delle sue caratteristiche di impermeabilità.

Infatti, la durata della pioggia più pericolosa cresce all'aumentare della superficie ed al diminuire del coefficiente di afflusso.

Le reti di fognatura pluviale, che, come quella di progetto, interessano una superficie molto piccola con valori relativamente bassi del coefficiente di afflusso, presentano tempi di corrivazione molto inferiori alle 24 ore. Pertanto, si sono presi in considerazione i dati relativi alle piogge di minore durata, precisamente le "precipitazioni di notevole intensità e breve durata" ed i massimi annuali delle "precipitazioni orarie di durata 1÷24 ore".

Le "precipitazioni di notevole intensità e breve durata" sono però riportate negli annali per una durata variabile, per cui, per la necessaria omogeneità dei dati, i valori di altezza di pioggia sono stati rapportati alla durata di 5, 10, 30 minuti, con il criterio delle "altezze ragguagliate" (v. allegato in appendice).

Supponendo l'intensità di pioggia costante per tutta la durata T della pioggia stessa, l'altezza di pioggia h_t , relativa alla durata generica t, si ricava dalla relazione:

$$h_t = h_T \times \frac{t}{T}$$

per durate $t > T$ si assumerà l'altezza h_t , se questa risulta maggiore di quella ragguagliata alla pioggia di durata $T' > T$.

I dati sono stati poi elaborati accettando l'ipotesi che i massimi valori di h delle diverse durate siano interpretati dalla **distribuzione probabilistica di Gumbel**¹.

Con riferimento a tempi di ritorno di 1, 5, 10, 15, 30 e 50 anni si sono ricavati i valori corrispondenti a ciascuna durata, mediante la relazione:

$$h = u - \frac{1}{a} \times \ln \left[\ln \left(\frac{Tr - 1}{Tr} \right) \right]$$

essendo:

$$u = m(h) - \frac{0,5771}{a}$$

¹ E.J.Gumbel: "Statistics of extremenes" - Columbia University Press, New York, 1967

$$a = \frac{1,283}{s(h)}$$

$$m(h) = \sum_i \frac{h_i}{N}$$

$$s(h) = \sqrt{\sum_i \frac{[h_i - m(h)]^2}{N-1}}$$

La adattabilità dei dati di osservazione alla legge probabilistica del valore estremo è stata poi provata attraverso il **metodo del χ^2 di Pearson** che, suddiviso il campione in k classi, considera la grandezza statistica:

$$\chi^2 = \sum \frac{(N_i - Np_i)^2}{Np_i}$$

che esprime il divario fra l'osservazione e la teoria, dove:

- N_i rappresenta la frequenza dei valori empirici
- Np_i rappresenta il numero dei valori della stessa grandezza che scaturiscono dall'ipotesi teorica di distribuzione.

Confrontando tale grandezza con quella (χ^2) che deriva dal grado di libertà (f) del sistema e dal livello di significatività prescelto (0,05), si può concludere circa l'adattabilità dei dati empirici all'ipotesi di Gumbel.

Il test del χ^2 di Pearson mostra per la stazione pluviometrica di **Andria** una **buona adattabilità dei dati di osservazione alla legge di Gumbel**. Infatti, il valore del χ^2 per le durate prescelte risulta sempre più basso del χ^2 .

Per ciascun tempo di ritorno la determinazione del legame funzionale fra le altezze di pioggia h e le durate T si ottiene adottando un'espressione monomia del tipo:

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

che nel piano logaritmico si trasforma nella retta di equazione:

$$\log(h) = \log(a) + n \times \log(t)$$

La regolarizzazione dei dati compresi in ciascun intervallo è stata infine ottenuta con il metodo dei minimi quadrati risolvendo il sistema:

$$n \sum (\log(t))^2 + \log(a) \times \sum (\log(t)) = \sum (\log(t) \times \log(h))$$

$$n \sum (\log(t)) + m \times \log(a) = \sum (\log(h))$$

dove m è il numero delle durate prese in esame ed a e n sono rispettivamente il coefficiente e l'esponente delle curve di possibilità pluviometrica.

In tal modo si sono ottenuti i parametri a ed n riferiti alle durate 5min-1h e 1h-24h che hanno mostrato valori caratteristici di un regime tipicamente mediterraneo, simili a quelle riscontrate per territori limitrofi.

Di seguito si riportano i valori di a ed n riferiti alle durate 5min-1h:

CURVE INTERPOLATRICI (5 - 60)		
=====		
Tr = 5 anni	a = 35,30	n = 0,540
Tr = 10 anni	a = 43,72	n = 0,538
Tr = 15 anni	a = 48,47	n = 0,538
Tr = 20 anni	a = 51,80	n = 0,537
Tr = 30 anni	a = 56,45	n = 0,537
Tr = 50 anni	a = 62,25	n = 0,536

Di seguito si riportano i valori di a ed n riferiti alle durate 1h-24h:

CURVE INTERPOLATRICI (60 - 1440)		
=====		
Tr = 5 anni	a = 32,94	n = 0,283
Tr = 10 anni	a = 40,59	n = 0,272
Tr = 15 anni	a = 44,91	n = 0,267
Tr = 20 anni	a = 47,94	n = 0,264
Tr = 30 anni	a = 52,17	n = 0,261
Tr = 50 anni	a = 57,45	n = 0,257

4 SISTEMA DI CAPTAZIONE E PREDIMENSIONAMENTO

Il sistema di captazione è stato progettato al fine di ottimizzare i tracciati delle tubazioni di collettamento e le relative pendenze. Vista la notevole estensione dell'area, per il sistema di captazione e collettamento delle acque di dilavamento da strade e piazzali, si è preferito ipotizzare una distribuzione su due linee indipendenti e altrettanti impianti di trattamento e accumulo. Mentre, come detto, per le coperture degli edifici è stato previsto un sistema diretto di dispersione nei primi strati del sottosuolo. Di seguito si riportano i layout del sistema di captazione, trattamento e smaltimento nelle due alternative di progetto considerate.



Si è preferito adottare un sistema di recapito delle acque meteoriche negli strati superficiali del sottosuolo mediante bacini di infiltrazione. In sostanza, la progettazione adotterà un criterio di "invarianza idraulica" per il recapito delle acque di lavaggio, che saranno previamente filtrate e separate da possibili inquinanti tramite l'utilizzo di vasche di prima e seconda pioggia. Questo sistema consentirà di convogliare direttamente le acque trattate nei primi strati di sottosuolo, come avviene attualmente sulle superfici non permeabili.

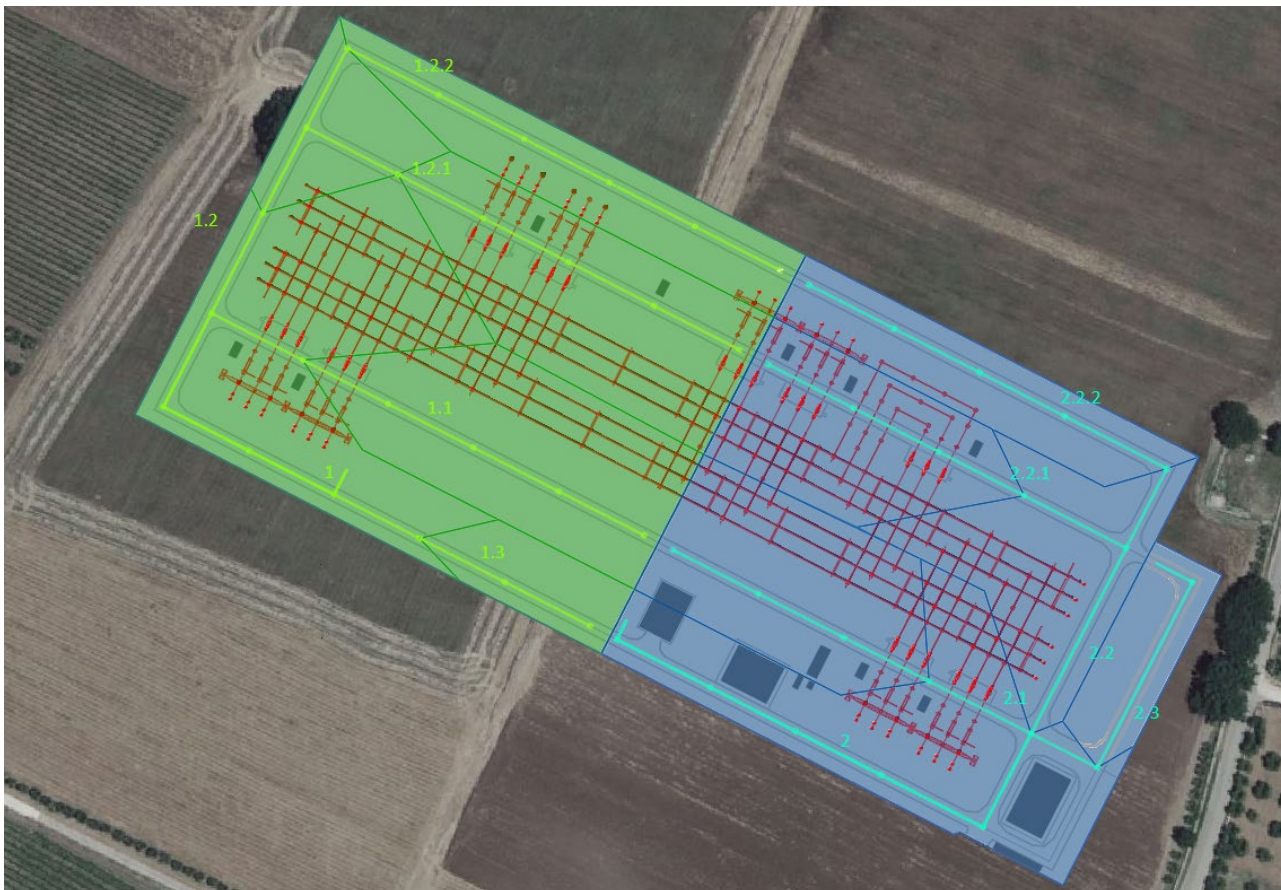
Il recapito delle acque meteoriche filtrate e trattate nei primi strati del sottosuolo offre diversi vantaggi ambientali. Innanzitutto, riduce il carico idrico sul reticolo idrografico superficiale, prevenendo il sovraccarico e il rischio di allagamenti. Inoltre, favorisce il ricarica delle falde acquifere, contribuendo così alla sostenibilità idrica. Questo approccio consente anche di promuovere l'infiltrazione delle acque nel terreno, favorendo il processo di filtrazione naturale e riducendo il rischio di inquinamento delle risorse idriche. La scelta di recapitare le acque di lavaggio nel sottosuolo, dopo averle trattate e separate da inquinanti potenziali, rappresenta quindi una soluzione rispettosa dell'ambiente e in linea con i principi di sostenibilità.

Di seguito si riporta lo schema metodologico adottato nella definizione del sistema di captazione e smaltimento delle acque meteoriche.

5 STUDIO IDRAULICO

5.1 INDIVIDUAZIONE DEI BACINI SCOLANTI

Al fine di realizzare le due linee di captazione indipendenti, il piazzale di progetto è stato dotato di una linea spartiacque centrale, che ha permesso di generare due bacini scolanti principali, denominati Bacino 1 (area verde) e Bacino 2 (area azzurra).



Ciascun macro-bacino è stato suddiviso in diversi sottobacini scolanti, individuati sulla base delle superfici afferenti a ciascun tronco di rete.

Di seguito si riepilogano i bacini e le loro estensioni superficiali in mq:

BACINO 1		
Tronco	Superficie bacino	Bacini contribuenti
1	6816	1.1 - 1.2
1.1	4967	-
1.2	1713	1.2.1 - 1.2.2
1.2.1	4990	-
1.2.2	3153	-
1.3	1304	-
TOT	22943	

BACINO 2		
Tronco	Superficie bacino	Bacini contribuenti
2	5968	2.1 - 2.2 - 2.3
2.1	4102	-
2.2	3775	2.2.1 - 2.2.2
2.3	1565	-
2.2.1	3651	-
2.2.2	2780	-
TOT	21841	

5.2 COEFFICIENTI DI AFFLUSSO

Il coefficiente di afflusso in fognatura è stato determinato tenendo conto dei valori reperibili in letteratura

- 0,70 per le zone intensamente edificate;
- 0,50 per le zone ad edilizia estensiva
- 0,40 per le zone di espansione e quelle adibite a servizi di quartiere
- 0,30 per le aree a verde.

Nel caso in esame si è utilizzato per entrambi i bacini un **coefficiente medio di afflusso pari a 0,85** (maggiore qualsiasi valore riportato) per tenere conto che le aree scolanti sono bitumate.

In tale maniera le portate di progetto saranno sovradimensionate.

5.3 SCELTA DELLA FREQUENZA DELLE PIOGGE CRITICHE

Elaborate le curve o le equazioni di possibilità pluviometrica, caratterizzate da valori costanti di frequenza e quindi di probabilità, occorre scegliere la frequenza adatta al tipo di opere da progettare.

A tal proposito il neo emanato Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 (pubblicato sul BURP n.166 del 17.12.2013) prevede che, *“le acque meteoriche di dilavamento [...], in alternativa alla separazione delle acque di prima pioggia, possono essere trattate in impianti con funzionamento in continuo, sulla base della portata stimata, secondo le caratteristiche pluviometriche dell’area da cui dilavano, per un tempo di ritorno pari a 5 (cinque) anni”* (cfr art. 5, comma 2, R.R. n.26/2013).

Sulla base di quanto detto si è optato di utilizzare per le verifiche idrauliche le curve di possibilità pluviometrica con tempo di ritorno **Tr = 5 anni**.

5.4 DEFINIZIONE DELLE PORTATE DI DEFLUSSO

Per i calcoli idraulici della rete di collettamento è stata utilizzata la formula Razionale nella seguente forma:

$$Q = 0,00278 \cdot C \cdot A \cdot \frac{h}{t_c}$$

essendo:

Q la portata in mc

A l’area del bacino scolante in ha

C il coefficiente medio di afflusso

h l’altezza di pioggia in mm (ottenuta dalle curve di pioggia calcolate nello studio idrologico)

t_c il tempo di corrivazione in ore

Per esprimere quest’ultimo sono state utilizzate le seguenti formule, successivamente confrontate tra loro:

Tempo di Corrivazione di Kirpich

$$t_c = 0,95(L^{1,155} / H_m^{0,385})$$

Con:

L lunghezza asta principale del bacino

H_m quota media del bacino

Tempo di corrivazione di Ventura

$$t_c = 0,315 \sqrt{A}$$

Con:

A superficie del bacino

L’applicazione delle due formule ha restituito i risultati riportati in tabella:

TRONCO	CONFLUENZE	LUNGHEZZA		Q _{monte}	Q _{valle}	H _m	PENDENZA	AREA BACINO		C	t _c Kirpich		h Kirpich	Q Kirpich		t _c Ventura		h Ventura	Q Ventura	
		m	km					ha	kmq		ore	min		mm	mc/s	l/s	ore		min	mm
1	1.1-1.2-1.3	101	0,101	255	253	254	1,98%	0,23	0,0023	0,85	0,008	0,479	1,75	0,68	685	0,015	0,906	2,72	0,59	587
1.1		152	0,152	255	253	254	1,32%	0,23	0,0023	0,85	0,013	0,767	2,42	0,10	103	0,015	0,906	2,72	0,10	98
1.2	1.2.1-1.2.2	65	0,065	255	253	254	3,08%	0,23	0,0023	0,85	0,005	0,288	1,23	0,34	339	0,015	0,906	2,72	0,29	293
1.2.1		152	0,152	255	253	254	1,32%	0,23	0,0023	0,85	0,013	0,767	2,42	0,10	103	0,015	0,906	2,72	0,10	98
1.2.2		180	0,18	255	253	254	1,11%	0,23	0,0023	0,85	0,016	0,933	2,77	0,10	97	0,015	0,906	2,72	0,10	98
1.3		90	0,09	255	253	254	2,22%	0,23	0,0023	0,85	0,007	0,419	1,59	0,12	124	0,015	0,906	2,72	0,10	98
2	2.1-2.2-2.3	168	0,168	255	253	254	1,19%	0,23	0,0023	0,85	0,014	0,861	2,62	0,68	680	0,015	0,906	2,72	0,59	587
2.1		126	0,126	255	253	254	1,59%	0,23	0,0023	0,85	0,010	0,618	2,08	0,11	110	0,015	0,906	2,72	0,10	98
2.2	2.2.1-2.2.2	65	0,065	255	253	254	3,08%	0,23	0,0023	0,85	0,005	0,288	1,23	0,35	352	0,015	0,906	2,72	0,29	293
2.2.1		126	0,126	255	253	254	1,59%	0,23	0,0023	0,85	0,010	0,618	2,08	0,11	110	0,015	0,906	2,72	0,10	98
2.2.2		154	0,154	255	253	254	1,30%	0,23	0,0023	0,85	0,013	0,779	2,45	0,10	102	0,015	0,906	2,72	0,10	98
2.3		101	0,101	255	253	254	1,98%	0,23	0,0023	0,85	0,008	0,479	1,75	0,12	119	0,015	0,906	2,72	0,10	98

Il confronto dei dati ottenuti mostra come la formula di Kirpich fornisca valori di portata generalmente più elevati rispetto a quella di Ventura. Pertanto, le verifiche sul funzionamento idraulico delle canalette sono state condotte prendendo in considerazione i parametri forniti dalla formula di Kirpich, la quale si è dimostrata essere la più cautelativa.

5.5 VERIFICA DELLE CONDOTTE

La verifica idraulica è stata condotta in regime monodimensionale, applicando le portate di bacino alle scale di deflusso garantite dalle sezioni geometriche delle condotte.

Per ogni tronco è stata considerata una condotta in **PEAD corrugato**, avente diametri variabili in base alle portate da smaltire.

Data la notevole estensione delle aree di progetto, per mantenere la quota di posa delle condotte a gravità quanto più superficiale possibile ogni tronco è stato dimensionato in modo da poter smaltire la portata di progetto con la **pendenza minima** dello **0,5%** e un **coefficiente di scabrezza γ** assunto pari a **0,23**, valore tipico delle condotte in esercizio da molto tempo.

Nel seguito si riportano i risultati delle verifiche eseguite.

5.5.1 Tronco 1

Caratteristiche sezione						Formula di calcolo	
Sezione circolare $\varnothing = 800 \text{ mm}$						Bazin	
pendenza = 0,5000%						$\gamma =$	0,23
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità	Portata
%	mm					m/s	l/s
5%	40	0,90	0,0094	0,361	0,026	0,41	3,85
10%	80	1,29	0,0262	0,515	0,051	0,69	17,96
15%	120	1,59	0,0473	0,636	0,074	0,91	43,00
20%	160	1,85	0,0716	0,742	0,096	1,10	78,57
25%	200	2,09	0,0983	0,838	0,117	1,26	123,87
30%	240	2,32	0,1268	0,927	0,137	1,40	177,89
35%	280	2,53	0,1568	1,013	0,155	1,53	239,48
40%	320	2,74	0,1878	1,096	0,171	1,64	307,39
45%	360	2,94	0,2194	1,177	0,186	1,73	380,25
50%	400	3,14	0,2513	1,257	0,200	1,82	456,61
55%	440	3,34	0,2833	1,337	0,212	1,89	534,93
60%	480	3,54	0,3149	1,418	0,222	1,95	613,56
65%	520	3,75	0,3459	1,500	0,231	2,00	690,69
70%	560	3,96	0,3758	1,586	0,237	2,03	764,38
75%	600	4,19	0,4044	1,676	0,241	2,06	832,43
80%	640	4,43	0,4311	1,771	0,243	2,07	892,25
85%	680	4,69	0,4554	1,877	0,243	2,07	940,62
90%	720	5,00	0,4765	1,998	0,238	2,04	973,02
95%	760	5,38	0,4933	2,152	0,229	1,99	981,19
100%	800	6,28	0,5027	2,513	0,200	1,82	913,23

Il **tronco 1** con il **DN800** è in grado di smaltire la portata di progetto (**685 l/s**) con un grado di riempimento di circa **65%**, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.2 Tronco 1.1

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = $0,5000\%$					$\gamma =$	$0,23$	
Altezza di riempimento		angolo al centro	Sezione liquida	Contorno bagnato	Raggio idraulico	Velocità	Portata
%	mm	θ	m ²	m	m	m/s	l/s
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 1.1 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (103 l/s) con un grado di riempimento di circa 65%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.3 Tronco 1.2

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 600 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = $0,5000\%$					$\gamma =$	$0,23$	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	30	0,90	0,0053	0,271	0,020	0,32	1,72
10%	60	1,29	0,0147	0,386	0,038	0,55	8,11
15%	90	1,59	0,0266	0,477	0,056	0,74	19,56
20%	120	1,85	0,0403	0,556	0,072	0,89	35,91
25%	150	2,09	0,0553	0,628	0,088	1,03	56,81
30%	180	2,32	0,0713	0,696	0,103	1,15	81,80
35%	210	2,53	0,0882	0,760	0,116	1,25	110,36
40%	240	2,74	0,1056	0,822	0,129	1,34	141,90
45%	270	2,94	0,1234	0,882	0,140	1,42	175,78
50%	300	3,14	0,1414	0,942	0,150	1,49	211,33
55%	330	3,34	0,1593	1,003	0,159	1,56	247,81
60%	360	3,54	0,1771	1,063	0,167	1,61	284,46
65%	390	3,75	0,1946	1,125	0,173	1,65	320,41
70%	420	3,96	0,2114	1,189	0,178	1,68	354,75
75%	450	4,19	0,2275	1,257	0,181	1,70	386,44
80%	480	4,43	0,2425	1,329	0,183	1,71	414,27
85%	510	4,69	0,2561	1,408	0,182	1,70	436,71
90%	540	5,00	0,2680	1,499	0,179	1,68	451,62
95%	570	5,38	0,2775	1,614	0,172	1,64	455,13
100%	600	6,28	0,2827	1,885	0,150	1,49	422,66

Il tronco 1.2 con il DN600 è in grado di smaltire la portata di progetto (339 l/s) con un grado di riempimento di circa 70%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.4 Tronco 1.2.1

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 1.2.1 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (103 l/s) con un grado di riempimento di circa 65%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.5 Tronco 1.2.2

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 1.2.2 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (97 l/s) con un grado di riempimento di circa 65%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.6 Tronco 1.3

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 1.3 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (124 l/s) con un grado di riempimento di circa 75%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.7 Tronco 2

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 800 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	40	0,90	0,0094	0,361	0,026	0,41	3,85
10%	80	1,29	0,0262	0,515	0,051	0,69	17,96
15%	120	1,59	0,0473	0,636	0,074	0,91	43,00
20%	160	1,85	0,0716	0,742	0,096	1,10	78,57
25%	200	2,09	0,0983	0,838	0,117	1,26	123,87
30%	240	2,32	0,1268	0,927	0,137	1,40	177,89
35%	280	2,53	0,1568	1,013	0,155	1,53	239,48
40%	320	2,74	0,1878	1,096	0,171	1,64	307,39
45%	360	2,94	0,2194	1,177	0,186	1,73	380,25
50%	400	3,14	0,2513	1,257	0,200	1,82	456,61
55%	440	3,34	0,2833	1,337	0,212	1,89	534,93
60%	480	3,54	0,3149	1,418	0,222	1,95	613,56
65%	520	3,75	0,3459	1,500	0,231	2,00	690,69
70%	560	3,96	0,3758	1,586	0,237	2,03	764,38
75%	600	4,19	0,4044	1,676	0,241	2,06	832,43
80%	640	4,43	0,4311	1,771	0,243	2,07	892,25
85%	680	4,69	0,4554	1,877	0,243	2,07	940,62
90%	720	5,00	0,4765	1,998	0,238	2,04	973,02
95%	760	5,38	0,4933	2,152	0,229	1,99	981,19
100%	800	6,28	0,5027	2,513	0,200	1,82	913,23

Il tronco 2 con il DN800 è in grado di smaltire la portata di progetto (680 l/s) con un grado di riempimento di circa 65%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.8 Tronco 2.1

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 2.1 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (110 l/s) con un grado di riempimento di circa 70%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.9 Tronco 2.2

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 600 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = $0,5000\%$					$\gamma =$	$0,23$	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	30	0,90	0,0053	0,271	0,020	0,32	1,72
10%	60	1,29	0,0147	0,386	0,038	0,55	8,11
15%	90	1,59	0,0266	0,477	0,056	0,74	19,56
20%	120	1,85	0,0403	0,556	0,072	0,89	35,91
25%	150	2,09	0,0553	0,628	0,088	1,03	56,81
30%	180	2,32	0,0713	0,696	0,103	1,15	81,80
35%	210	2,53	0,0882	0,760	0,116	1,25	110,36
40%	240	2,74	0,1056	0,822	0,129	1,34	141,90
45%	270	2,94	0,1234	0,882	0,140	1,42	175,78
50%	300	3,14	0,1414	0,942	0,150	1,49	211,33
55%	330	3,34	0,1593	1,003	0,159	1,56	247,81
60%	360	3,54	0,1771	1,063	0,167	1,61	284,46
65%	390	3,75	0,1946	1,125	0,173	1,65	320,41
70%	420	3,96	0,2114	1,189	0,178	1,68	354,75
75%	450	4,19	0,2275	1,257	0,181	1,70	386,44
80%	480	4,43	0,2425	1,329	0,183	1,71	414,27
85%	510	4,69	0,2561	1,408	0,182	1,70	436,71
90%	540	5,00	0,2680	1,499	0,179	1,68	451,62
95%	570	5,38	0,2775	1,614	0,172	1,64	455,13
100%	600	6,28	0,2827	1,885	0,150	1,49	422,66

Il tronco 2.2 con il DN600 è in grado di smaltire la portata di progetto (352 l/s) con un grado di riempimento di circa 70%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.10 Tronco 2.2.1

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 2.2.1 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (110 l/s) con un grado di riempimento di circa 70%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.11 Tronco 2.2.2

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 2.2.2 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (102 l/s) con un grado di riempimento di circa 65%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

5.5.12 Tronco 2.3

Caratteristiche sezione					Formula di calcolo		
Sezione circolare $\varnothing = 400 \text{ mm}$					Bazin		
pendenza = 0,5000%					$\gamma =$	0,23	
Altezza di riempimento		angolo al centro θ	Sezione liquida mq	Contorno bagnato m	Raggio idraulico m	Velocità m/s	Portata l/s
%	mm						
5%	20	0,90	0,0023	0,180	0,013	0,23	0,55
10%	40	1,29	0,0065	0,257	0,025	0,40	2,63
15%	60	1,59	0,0118	0,318	0,037	0,54	6,39
20%	80	1,85	0,0179	0,371	0,048	0,66	11,81
25%	100	2,09	0,0246	0,419	0,059	0,76	18,77
30%	120	2,32	0,0317	0,464	0,068	0,86	27,14
35%	140	2,53	0,0392	0,506	0,077	0,94	36,72
40%	160	2,74	0,0469	0,548	0,086	1,01	47,34
45%	180	2,94	0,0548	0,588	0,093	1,07	58,76
50%	200	3,14	0,0628	0,628	0,100	1,13	70,76
55%	220	3,34	0,0708	0,668	0,106	1,17	83,10
60%	240	3,54	0,0787	0,709	0,111	1,21	95,49
65%	260	3,75	0,0865	0,750	0,115	1,25	107,66
70%	280	3,96	0,0940	0,793	0,118	1,27	119,27
75%	300	4,19	0,1011	0,838	0,121	1,29	129,98
80%	320	4,43	0,1078	0,886	0,122	1,29	139,37
85%	340	4,69	0,1138	0,938	0,121	1,29	146,91
90%	360	5,00	0,1191	0,999	0,119	1,27	151,86
95%	380	5,38	0,1233	1,076	0,115	1,24	152,90
100%	400	6,28	0,1257	1,257	0,100	1,13	141,53

Il tronco 2.3 con il DN400 è in grado di smaltire la portata di progetto (119 l/s) con un grado di riempimento di circa 75%, pertanto, il franco di sicurezza risulta essere rispettato.

6 SISTEMA DI SEGREGAZIONE DELLE ACQUE DI PRIMA PIOGGIA

L'area di progetto rientra nelle fattispecie di cui all'art. 4, commi 1 e 5 del Regolamento Regionale n.26 del 9/12/2013 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art.113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii), che di seguito si riportano:

Art. 4

(Disciplina e trattamento di acque meteoriche di dilavamento provenienti da reti fognarie separate)

1. *Le acque di fognature urbane di tipo separato, che convogliano le sole acque meteoriche provenienti da aree urbane, strade, piazzali, ed ogni altra pertinenza urbana ed extraurbana non strettamente connessa ad attività produttive, sono ammesse in tutti i recapiti finali, ma è comunque vietato lo scarico diretto nelle acque sotterranee.*

5. *Le acque di prima pioggia, provenienti da reti fognarie separate di cui al comma 1 del presente articolo, sono avviate verso vasche di accumulo a perfetta tenuta stagna e sottoposte, prima del loro scarico nei ricettori finali, ad un trattamento di grigliatura e dissabbiatura. Le vasche sono dotate di un sistema di alimentazione che consenta di escludere le stesse a riempimento avvenuto. Le ulteriori acque sono avviate ai recapiti finali. Le vasche di prima pioggia devono essere dotate di accorgimenti tecnici che ne consentano lo svuotamento entro le 48 ore successive.*

Data la notevole estensione superficiale dell'area da servire, si è deciso di optare per la segregazione totale dei volumi di prima pioggia in vasche a perfetta tenuta stagna e per l'avvio delle ulteriori acque verso il recapito finale.

Le acque di prima pioggia saranno separate dalle portate successive tramite apposito pozzetto ripartitore, il quale, a vasca completamente piena, devierà le portate eccedenti direttamente verso il sistema di recapito. Dato che il progetto della rete di drenaggio prevede la separazione dell'area scolante in **due distinti sistemi indipendenti**, il presente progetto prevede la realizzazione di **altrettanti sistemi di accumulo e separazione delle acque di prima pioggia**.

Considerata la definizione di cui all'art.3, comma 1, lett.b, punto II:

Art. 3

(Definizioni)

1. *Fatte salve le definizioni di cui all'art. 74 del Dl.gs. n. 152/06 e ss. mm. ed ii., ai fini del presente regolamento si intende per:*

b. Acque di prima pioggia: *le prime acque meteoriche di dilavamento relative ad ogni evento meteorico preceduto da almeno 48 (quarantotto) ore di tempo asciutto, per una altezza di precipitazione uniformemente distribuita:*

I. di 5 (cinque) mm per superfici scolanti aventi estensione, valutata al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, inferiore o uguale a 10.000 (diecimila) mq;

II. compresa tra 5 (cinque) e 2,5 (due virgola cinque) mm per le superfici colanti di estensione rientranti tra 10.000 (diecimila) mq e 50.000 (cinquantamila) mq, valutate al netto delle aree a verde e delle coperture non carrabili che non corrivano sulle superfici scolanti stesse, in funzione dell'estensione dello stesso bacino correlata ai tempi di corrivazione alla vasca di prima pioggia;

Considerato che i due bacini scolanti hanno superfici pari, rispettivamente a:

Bacino 1: 22.943 mq;

Bacino 2: 21841 mq.

Il calcolo dei volumi di prima pioggia rientra nel caso di cui al punto II del suddetto articolo, pertanto, è stata considerata un'altezza di precipitazione pari a **2,5 mm**, che nel caso del bacino 1 di maggior estensione produce un volume pari a:

$$22.943 \times 0,0025 = 57,36 \text{ mc}$$

Le due vasche di accumulo delle acque di prima pioggia a tenuta stagna, quindi, saranno gettate in opera e avranno una **capacità utile di 60 mc**.

7 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO DELLE ACQUE METEORICHE TRATTATE

Lo scarico delle acque meteoriche trattate avverrà sugli strati superficiali del suolo, mediante trincea disperdente realizzata lungo il perimetro nord dell'area di progetto.

La trincea disperdente sarà alimentata da una condotta fessurata del DN800 in Pead, annegata in una matrice di pietrame ad alto indice dei vuoti.

Al fine di garantire sempre la funzionalità dell'intera opera e, quindi, la sicurezza idraulica del sito, il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato dimensionato e verificato per garantire l'affidabilità del funzionamento con portate caratterizzate da tempi di ritorno di 5 anni.

Il dimensionamento / verifica dell'intero sistema si è basato sull'equazione di continuità per cui in ogni istante il volume di laminazione $V(t)$ è pari alla differenza fra il volume di acqua che entra nel vespaio e quello smaltito tramite la permeabilità del terreno sino a quell'istante, ossia:

$$V(t) = V_{affl}(t) - Q_{dispersa} \times t \quad (1)$$

Dove

$V(t)$ volume di laminazione nell'istante t (mc);

$V_{affl}(t)$ volume che affluisce al sistema disperdente nell'istante t , il quale è funzione del bacino scolante e delle curve di possibilità climatiche relative al $Tr=5$ anni (mc);

$Q_{dispersa}$ la portata che si disperde attraverso il sistema disperdente (mc/sec);

Ponendo:

$$V_{affl}(t) = \Phi \times A \times h - V_0$$

dove

Φ = coefficiente di afflusso relativo all'intero bacino (imposto **pari a 0,85**);

A = superficie dell'area scolante (ha);

h = altezza di pioggia data da a^n dove a ed n sono relativi alle curve per **Tr=5 anni**;

V_0 = la somma del volume invasato nella eventuale rete di fognatura, del volume degli invasi superficiali e del volume invasato nella vasca di accumulo delle acque di pioggia, ovvero la somma di:

- volume invasato nella rete di fognatura posto, in quanto assente, pari a 0 mc
- volume invasato dagli "invasi superficiali" posto pari a 40 mc/ha;
- volume invasato dal velo idrico superficiale assunto pari a 5 mc/ha, pari ad un velo idrico di 0,5 mm.

La valutazione della portata che si disperde è stata effettuata utilizzando la legge di Darcy:

$$Q_{dispersa} = k \times j \times A_f$$

dove:

$Q_{dispersa}$ = la portata d'infiltrazione (mc/sec);

k = il coefficiente di permeabilità (m/s);

J = la cadente piezometrica (m/m). Valutata pari a 1 in quanto il tirante idrico della superficie filtrante è trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda è convenientemente al di sotto del fondo disperdente;

A_f = la superficie netta d'infiltrazione (mq).

Per quanto concerne la definizione del coefficiente di permeabilità k ci si è basati sui valori riportati nella relazione geologica, la quale indica per il **Calccare di Bari**, un **coefficiente minimo di permeabilità $k = 1 \times 10^{-4}$ m/s**.

Sulla base delle formulazioni sopra riportate, di seguito si riportano le verifiche dei sistemi di dispersione previsti.

Dai calcoli effettuati è derivato che il sistema disperdente, per poter funzionare in modo efficace, necessita di una trincea avente le seguenti dimensioni:

- lunghezza di 290 m;
- larghezza 2,5 m;
- Altezza utile 2 m.

Infine, nel dimensionamento si è fatto affidamento alla capacità di laminazione della trincea stessa, assumendo un indice dei vuoti del 30%, per un **volume utile di laminazione pari a 435 mc.**

Dalle simulazioni effettuate è risultato che il sistema disperdente raggiunge il massimo grado di riempimento in corrispondenza del **min 30** dell'evento piovoso, con un volume massimo invasato di **432,21 mc.** In tali condizioni, il **tempo di svuotamento del sistema** stimato è pari a **110 min.**

Di seguito si riportano i risultati riportati nel foglio di calcolo utilizzato.

Precipitazioni di notevole intensità e breve durata			Precipitazioni orarie di durata 1÷24 ore		
$a_1=$	35,300		$a_2=$	32,940	
$n_1=$	0,540		$n_2=$	0,283	
$T_1=$	0,764				
Superficie afferente A (ha)=	4.40				
Coeff. di afflusso $\phi=$	0,85				
volume piccoli invasi (mc/ha)=	40				
volume invasato a monte (mc)=	0,00		perm. terreno (m/sec)	1,00E-04	
Portata sollevata (mc/s)=			sup drenante (mq)	1.885	
n. pozzi disperdenti (cad)=	0		Lungh trincea (m)	290	
Portata dispersa per pozzo (l/sec)=	30,00		Largh trincea (m)	2,5	
Portata dispersa pozzi (l/sec)=	0,00		Hutiletrincea (m)	2	
Portata dispersa bacino (l/sec)=	188,50		altezza accumulo (m)	2,00	
Portata dispersa (l/sec)=	188,50		volume accumulo (mc)	435	
Volume di laminazione (mc) =	432,21		% occupato pietrame	70%	
Istante di massimo riempimento (min)=	30		volume utile accumulo (mc)	435,00	
Tempo di svuotamento (min)=	110				
(ore)	1,83				
(giorni)	0,08				

Istante minuti	Altezza di pioggia (mm)	Volume di afflusso per runoff (mc)	Volume di afflusso sollevato (mc)	Volume deflusso (mc)	Volume invasato (mc)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	13,41	325,70	0,00	113,10	212,60
20	19,50	553,46	0,00	226,20	327,26
30	24,28	732,01	0,00	339,30	392,71
40	28,36	884,61	0,00	452,40	432,21
50	31,28	994,00	0,00	565,50	428,50
60	32,94	1055,96	0,00	678,60	377,36
70	34,41	1110,89	0,00	791,70	319,19
80	35,73	1160,45	0,00	904,80	255,65
90	36,95	1205,75	0,00	1017,90	187,85
100	38,06	1247,57	0,00	1131,00	116,57
110	39,10	1286,49	0,00	1244,10	42,39