

AUTOSTRADA (A4) : TORINO - VENEZIA

TRATTO: MILANO - BERGAMO

ADEGUAMENTO DELLO SVINCOLO DI DALMINE

PROGETTO ESECUTIVO

ADEGUAMENTO SVINCOLO DI DALMINE IDROLOGIA E IDRAULICA Sistema di drenaggio acque di piattaforma RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA

IL PROGETTISTA SPECIALISTICO Ing. Paolo De Paoli Ord. Ingg. Pavia n.1739 Responsabile Idrologia E Idraulica	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE Ing. Matteo Brutti Ord. Ingg. Milano n.A32672	IL DIRETTORE TECNICO Ing. Orlando Mazza Ord. Ingg. Pavia n.1496 DIVISIONE INFRASTRUTTURE STRADALI E ESERCIZIO
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

CODICE IDENTIFICATIVO											Ordinatore	
RIFERIMENTO PROGETTO			RIFERIMENTO DIRETTORIO				RIFERIMENTO ELABORATO					
Codice Commessa	Lotto, Sub-Prog. Cod. Appalto	Fase	Capitolo	Paragrafo	WBS		PARTE D'OPERA	Tipo	Disciplina	Progressivo	Rev.	-
					tipologia	progressivo						
110402	LL00	PE	SV	IDR	DP000		00000	R	IDR	0010	2	SCALA -

	PROJECT MANAGER:		SUPPORTO SPECIALISTICO:				REVISIONE	
	Ing. Sara Frisiani Ord. Ingg. Genova N. 9810A						n.	data
							0	GENNAIO 2021
							1	NOVEMBRE 2021
REDATTO:		VERIFICATO:				2	NOVEMBRE 2021	

VISTO DEL COMMITTENTE  IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Ing. Stefano Storoni	VISTO DEL CONCEDENTE  Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti <small>DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, GLI AFFARI GENERALI ED IL PERSONALE STRUTTURA DI VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI</small>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Sommario

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2.1	NORMATIVA NAZIONALE	4
2.2	NORMATIVA REGIONALE	5
3	IDROLOGIA	9
4	SISTEMA DI DRENAGGIO	11
4.1	DIMENSIONAMENTO E DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI DRENAGGIO.....	12
4.1.1	<i>Modello di trasformazione afflussi - deflussi</i>	12
4.1.2	<i>Dimensionamento degli elementi di raccolta</i>	12
4.1.3	<i>Dimensionamento degli elementi di convogliamento</i>	13
4.1.4	<i>Elementi di raccolta</i>	14
4.1.5	<i>Elementi di convogliamento</i>	20
4.1.6	<i>Fossi di guardia disperdenti</i>	22
4.1.7	<i>Impianti di trattamento delle acque di prima pioggia</i>	25
4.1.8	<i>Gestione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche e degli eventuali sversamenti accidentali</i>	26
5	INTERFERENZE IDROGRAFICHE MINORI	28
5.1	DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE IDRAULICHE DEI FOSSI INTERFERENTI	34
5.1.1	<i>Verifiche idrauliche opere a Nord dell'autostrada</i>	35
5.1.2	<i>Verifiche idrauliche opere a Sud dell'autostrada</i>	36
6	SISTEMAZIONI IDRAULICHE DI CANTIERE	38
6.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	38
6.2	APPROVVIGIONAMENTI.....	38
6.3	RACCOLTA TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE.....	38
6.4	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO E DI RACCOLTA.....	38
	APPENDICE A: VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO	40
	APPENDICE B: VERIFICHE STATICHE DEI COLLETTORI	45
	APPENDICE C: VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA DISPERDENTI PER TR50	55
	APPENDICE D: VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA DISPERDENTI PER TR100	73

Indice delle Tabelle e delle Figure

FIGURA 1 – UBICAZIONE DELLA CELLA CON CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA (DA GEOPORTALE DI ARPA LOMBARDIA)	9
FIGURA 2 – CURVA SEGNALETRICE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER TR=50 ANNI PER DURATE DI PIOGGIA SUPERIORI ALL'ORA (RAPPRESENTAZIONE IN SCALA LOGARITMICA)	10
TABELLA 3.1 – PARAMETRI DELLE CURVE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA PER TR 50 E 100 ANNI.	10
TABELLA 4.1 – QUADRO RIASSUNTIVO SISTEMA DI DRENAGGIO	11
FIGURA 3 - DIMENSIONI DELLA CANALETTA GRIGLIATA IN PEAD IN CASO DI POSA A FILO BINDER E FILO USURA (IN CM).....	14
FIGURA 4 - PORTATA MASSIMA TRANSITANTE PER CANALETTA GRIGLIATA IN PEAD IN FUNZIONE DELLA PENDENZA LONGITUDINALE ..	15
FIGURA 5 - SEZIONE TIPO DI POSA DELLA CANALETTA GRIGLIATA CONTINUA IN PEAD	16
FIGURA 6- PIANTE E SEZIONI DELLE CANALETTE AD EMBRICI	17
FIGURA 7 – TIPOLOGICO DI SCARICO IN CORRISPONDENZA DELLE BARRIERE ANTIFONICHE.....	18

FIGURA 8 – PARTICOLARE TIPOLOGICO IN PIANTA DELLA CADITOIA GRIGLIATA IN PEAD CON SCARICO NEL COLLETTORE LONGITUDINALE	19
FIGURA 9 – PARTICOLARE TIPOLOGICO IN PIANTA DELLA CADITOIA PER LO SMALTIMENTO DA VIADOTTO	20
FIGURA 10 – SEZIONE TIPO DI SCARICO DA VIADOTTO	20
TABELLA 4.2 – - DIAMETRI INTERNI DEI COLLETTORI IN PEAD SN 8 kN/M ² E IN PP SN 16 kN/M ²	21
FIGURA 11 – PORTATA MASSIMA TRANSITANTE PER COLLETTORI CIRCOLARI IN PEAD E PP DI DIAMETRO 400 E 500 MM	21
FIGURA 12 – PORTATA MASSIMA TRANSITANTE PER COLLETTORI CIRCOLARI IN PEAD E PP DI DIAMETRO 630 E 800 MM	21
FIGURA 13 – SEZIONE DEL FOSSO DISPERDENTE	22
TABELLA 4.3 - VALORI DI A E M	23
TABELLA 4.4 - RIASSUNTO DEI FOSSI DISPERDENTI E VASCA DI FILTRAZIONE	24
TABELLA 4.5 – – DIMENSIONAMENTO IMPIANTI DI PRIMA PIOGGIA	25
FIGURA 14 – PIANTA E SEZIONE DELL’IMPIANTO DI TRATTAMENTO DI PRIMA PIOGGIA CON BY-PASS	26
TABELLA 5.1 – PROGRESSIVE E DIMENSIONI TOMBINI SCATOLARI SUL RETICOLO DEI FOSSI PRIVATI	28
TABELLA 5.2 – PROGRESSIVE E DIMENSIONE PROLUNGAMENTO TOMBINO SUL RETICOLO DEI FOSSI DI COMPETENZA DEL CONSORZIO DI BONIFICA MEDIA PIANURA BERGAMASCA	28
FIGURA 15 – MANUFATTI ESISTENTI DELLA ROGGIA COLLEONESCA E DEL FOSSO IRRIGUO PRIVATO, OGGETTO DI PROLUNGAMENTI ..	29
FIGURA 16 – FOSSO IRRIGUO PRIVATO ESISTENTE TRA LA TANGENZIALE SUD E L’ATTRAVERSAMENTO AUTOSTRADALE ESISTENTE – TRATTI OGGETTO DI ADEGUAMENTO (NUOVA CANALETTA DI PROGETTO)	30
FIGURA 17 – CONFRONTO PLANIMETRICO TRA LO STATO ATTUALE E DEVIAZIONE PREVISTA DELLA ROGGIA COLLEONESCA	31
FIGURA 18 – ROGGIA COLLEONESCA A SUD DELL’AUTOSTRADA A4, OGGETTO DI DEVIAZIONE	31
FIGURA 19 – FOSSO IRRIGUO PRIVATO PARALLELO ALLA ROGGIA COLLEONESCA, POSTO A SUD DELL’AUTOSTRADA A4, OGGETTO DI DEVIAZIONE	32
FIGURA 20 – SCATOLARE ESISTENTE SOTTO LA ROTATORIA DELLA TANGENZIALE SUD, OGGETTO DI PROLUNGAMENTO	33
TABELLA 5.3 – VERIFICA IDRAULICA CANALETTA DI PROGETTO 0.75x1.00M A NORD DELL’AUTOSTRADA	35
TABELLA 5.4 – PORTATA A PIENE RIVE DELLA ROGGIA COLLEONESCA	36
TABELLA 5.5 – VERIFICA IDRAULICA DEVIAZIONE DI PROGETTO DELLA ROGGIA COLLEONESCA	36
TABELLA 5.6 – PORTATA A PIENE RIVE DEL FOSSO IRRIGUO PRIVATO PARALLELO ALLA ROGGIA COLLEONESCA	37
TABELLA 5.7 – VERIFICA IDRAULICA DEVIAZIONE DI PROGETTO DEL FOSSO IRRIGUO PRIVATO PARALLELO ALLA ROGGIA COLLEONESCA	37

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda le opere di raccolta, convogliamento e smaltimento delle acque di dilavamento meteorico nonché del ripristino nel reticolo idrografico in merito al Progetto Esecutivo di adeguamento dello svincolo di Dalmine sull'autostrada A4 Milano – Bergamo. Il progetto di adeguamento prevede la realizzazione di una nuova rampa al fine di collegare direttamente l'autostrada A4 con la Tangenziale Sud di Bergamo, realizzata negli ultimi anni e si colloca al km 168+000 dell'autostrada A4, interessando gli ambiti periurbani dei comuni di Dalmine e di Stezzano, entrambi in provincia di Bergamo.

La realizzazione delle opere in progetto si rende necessaria per realizzare una connessione efficace tra le due infrastrutture, adeguata alla loro importanza nella rete viaria principale della Provincia di Bergamo, ottenendo nel contempo la diversione dei flussi di traffico dall'area urbana di Dalmine.

In accordo con Il Regolamento regionale 23 novembre 2017 – n.7 il recapito delle acque meteoriche è rappresentato dal sottosuolo, le acque di piattaforma saranno perciò convogliate tramite gli elementi marginali a dei fossi di guardia disperdenti posti al piede del rilevato stradale.

Per quanto riguarda le interferenze con il reticolo irriguo esistente, sono state risolte alcune interferenze idrografiche con i fossi irrigui e colatori privati presenti nell'area e la Roggia Colleonesca, gestita dal Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca.

Di seguito dopo l'inquadramento normativo (capitolo 2) e la descrizione delle variabili idrologiche utilizzate (capitolo 3) vengono descritte le tipologie degli elementi del sistema di drenaggio, il loro dimensionamento e i risultati ottenuti (capitolo 4). In Appendice sono riportate le verifiche idrauliche relative alle interferenze idrografiche minori.

2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

In questo capitolo vengono descritti i principali riferimenti normativi e gli strumenti di pianificazione e di tutela presenti sul territorio, a scala nazionale e regionale, al fine di fornire un quadro esaustivo della normativa vigente nel campo idrologico-idraulico, ambientale e di difesa del suolo, in modo da verificare la compatibilità degli interventi di ampliamento della sede autostradale previsti con le prescrizioni dei suddetti strumenti di legge.

L'analisi idraulica della viabilità in oggetto è stata condotta nel rispetto dei seguenti riferimenti normativi.

2.1 NORMATIVA NAZIONALE

L. 319/76 (Legge Merli)

Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento.

La legge sancisce l'obbligo per le Regioni di elaborare il Piano di risanamento delle acque.

L. 431/85 (Legge Galasso)

Conversione in legge con modificazioni del decreto legge 27 giugno 1985, n. 312 concernente disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale.

L. 183/89

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo.

Scopo della legge è la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi (art. 1 comma 1).

Vengono inoltre individuate le attività di pianificazione, di programmazione e di attuazione (art. 3); vengono istituiti il Comitato Nazionale per la difesa del suolo (art. 6) e l'Autorità di Bacino (art. 12).

Vengono individuati i bacini idrografici di rilievo nazionale, interregionale e regionale (artt. 13, 14, 15, 16) e date le prime indicazioni per la redazione dei Piani di Bacino (artt. 17, 18, 19).

DL 04-12-1993 n° 496

Disposizioni urgenti sulla riorganizzazione dei controlli ambientali e istituzione della Agenzia nazionale per la protezione dell'ambiente. (Convertito con modificazioni dalla L. 61/94).

L. 36/94 (Legge Galli)

Disposizioni in materia di risorse idriche.

DPCM 4/3/96

Disposizioni in materia di risorse idriche (direttive di attuazione della Legge Galli).

DLgs 152/99

Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento.

DLgs 152/2006

Ha riorganizzato le Autorità di bacino introducendo i distretti idrografici. Tale Decreto legislativo disciplina, in attuazione della legge 15 dicembre 2004, n. 308, la difesa del suolo e la lotta alla desertificazione, la tutela delle acque dall'inquinamento e la gestione delle risorse idriche. Istituisce i distretti idrografici nei quali sarà istituita l'Autorità di bacino distrettuale, che va a sostituire la o le Autorità di Bacino previste dalla legge n. 183/1989. In forza del recente d.lgs 8 novembre 2006, n. 284, nelle more della costituzione dei distretti idrografici di cui al Titolo II della Parte terza del d.lgs. 152/2006 e della revisione della relativa disciplina legislativa con un decreto legislativo correttivo, le Autorità di Bacino di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183, sono prorogate fino alla data di entrata in vigore del decreto correttivo che, ai sensi dell'articolo 1, comma 6, della legge n. 308 del 2004, definisca la relativa disciplina. Fino alla data di entrata in vigore del decreto legislativo correttivo di cui al comma 2-bis dell'articolo 170 del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, come inserito dal comma 3, sono fatti salvi gli atti posti in essere dalle Autorità di Bacino dal 30 aprile 2006.

Inoltre l'articolo 113 del medesimo Decreto legislativo, stabilisce, in materia di controllo dell'inquinamento prodotto dal dilavamento delle acque meteoriche, che "...le regioni disciplinano:..b) i casi in cui può essere richiesto che le immissioni delle acque di dilavamento ...siano sottoposte a particolari prescrizioni..", art. 113 comma 1, e che "... i casi in cui può essere richiesto.. siano convogliate e opportunamente trattate.. in relazione alle attività svolte, vi sia il rischio di dilavamento da superfici impermeabili scoperte di sostanze pericolose..", art. 113 comma 3.

DM 17/01/2018

Nuove norme tecniche delle costruzioni.

Nel paragrafo 5.1.7.4, denominato "Smaltimento dei liquidi provenienti dall'impalcato", si prescrive che: "... il progetto del ponte deve essere corredato dallo schema delle opere di convogliamento e di scarico. Per opere di particolare importanza, o per la natura dell'opera stessa o per la natura dell'ambiente circostante, si deve prevedere la realizzazione di un apposito impianto di depurazione e/o decantazione."

Decreto n. 131 del 16/06/2008

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante i criteri tecnici per la caratterizzazione dei corpi idrici (tipizzazione, individuazione dei corpi idrici, analisi delle pressioni) per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante: "Norme in materia ambientale", predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 4, dello stesso decreto. (GU n. 187 del 11/08/2008 - Suppl. Ordinario n. 189)

Decreto n. 56 del 14/04/2009

Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare - Regolamento recante "Criteri tecnici per il monitoraggio dei corpi idrici e l'identificazione delle condizioni di riferimento per la modifica delle norme tecniche del Decreto Legislativo n. 152 del 3/04/2006 recante Norme in materia ambientale, predisposto ai sensi dell'articolo 75, comma 3, del decreto legislativo medesimo" (GU n.124 del 30/05/2009 - Suppl. Ordinario n. 83)

2.2 NORMATIVA REGIONALE

Legge regionale n. 21 del 27 dicembre 2010 - Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), in attuazione dell'articolo 2, comma 186 bis, della legge 23 dicembre 2009, n. 191.

Legge regionale 27 febbraio 2007, n. 5 - La norma, pubblicata il 2 marzo 2007 sul 2° supplemento ordinario del Burl, agli articoli 6,7,8 apporta modifiche rispettivamente alla l.r. 17/2000 in materia di inquinamento luminoso, modifiche e integrazioni alla l.r. 26/2003 in materia di risorse idriche, oltre a fornire l'interpretazione autentica dell'art. 49, commi 2,3,4 della l.r. 26/2003. La legge è entrata in vigore il 3 marzo 2007.

Deliberazione Giunta regionale del 13 dicembre 2006 - n° 8/3789 - Programma di tutela e uso delle acque - Indicazioni alle Autorità d'Ambito per la definizione degli interventi prioritari del ciclo dell'acqua (l.r. n° 26/2003).

Regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 4 - Disciplina dello smaltimento delle acque di prima pioggia e di lavaggio delle aree esterne, in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera a) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 e relativa "Direttiva per l'accertamento dell'inquinamento delle acque di seconda pioggia in attuazione dell'art. 14, comma 2, del Regolamento Regionale n° 4/2006" (Delibera di Giunta regionale n. 8/2772 pubblicata sul Burl della Regione Lombardia - serie ordinaria del 3 luglio 2006).

L'art. 2 - (Definizioni):

f) **"superficie scolante"** *l'insieme di strade, cortili, piazzali, aree di carico e scarico e di ogni altra analoga superficie scoperta, alle quali si applicano le disposizioni sullo smaltimento delle acque meteoriche di cui al presente Regolamento;*

Art. 3 - (Acque di prima pioggia e di lavaggio soggette a regolamentazione)

1. *La formazione, il convogliamento, la separazione, la raccolta, il trattamento e lo scarico delle acque di prima pioggia sono soggetti alle disposizioni del presente regolamento qualora tali acque provengano:*

a) *da superfici scolanti di estensione superiore a 2.000 mq, calcolata escludendo le coperture e le aree a verde, costituenti pertinenze di edifici ed installazioni in cui si svolgono le seguenti attività:*

- 1) *industria petrolifera;*
- 2) *industrie chimiche;*
- 3) *trattamento e rivestimento dei metalli;*
- 4) *concia e tintura delle pelli e del cuoio;*
- 5) *produzione della pasta carta, della carta e del cartone;*
- 6) *produzione di pneumatici;*
- 7) *aziende tessili che eseguono stampa, tintura e finissaggio di fibre tessili;*
- 8) *produzione di calcestruzzo;*
- 9) *aree intermodali;*
- 10) *autofficine;*
- 11) *carrozzerie;*

b) *dalle superfici scolanti costituenti pertinenza di edifici ed installazioni in cui sono svolte le attività di deposito di rifiuti, centro di raccolta e/o trasformazione degli stessi, deposito di rottami e deposito di veicoli destinati alla demolizione;*

c) *dalle superfici scolanti destinate al carico e alla distribuzione dei carburanti ed operazioni connesse e complementari nei punti di vendita delle stazioni di servizio per autoveicoli;*

d) *dalle superfici scolanti specificamente o anche saltuariamente destinate al deposito, al carico, allo scarico, al travaso e alla movimentazione in genere delle sostanze di cui alle tabelle 3/A e 5 dell'allegato 5 al d.lgs. 152/1999.*

Tale articolo elenca i casi in cui le acque di prima pioggia debbano essere sottoposte a trattamento qualitativo così come previsto dal regolamento stesso; si fa presente che le acque di dilavamento delle

superfici stradali/autostradali non sono riportate in tale elenco e, pertanto, esse non sono sottoposte a specifiche prescrizioni.

Regolamento regionale 24 marzo 2006, n. 2 - Disciplina dell'uso delle acque superficiali e sotterranee, dell'utilizzo delle acque a uso domestico, del risparmio idrico e del riutilizzo dell'acqua in attuazione dell'articolo 52, comma 1, lettera c) della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26.

D.G.R. 29 marzo 2006 - n. 8/2244 - Approvazione del Programma di tutela e uso delle acque, ai sensi dell'articolo 44 del d.lgs. 152/99 e dell'articolo 55, comma 19 della l.r. 26/2003;

Il Programma di Tutela e Uso delle Acque definitivamente approvato con Delibera di Giunta n. 2244 del 29 marzo 2006. L'Art. 44 - Riduzione delle portate meteoriche drenate, riporta:

"1. Per ridurre l'apporto inquinante derivante dal drenaggio delle acque meteoriche, nell'Appendice G sono riportate le norme tecniche per la programmazione e la progettazione dei sistemi di fognatura, con i riferimenti da assumere per la riduzione delle portate meteoriche circolanti nelle reti fognarie, sia unitarie sia separate, e per la limitazione delle portate meteoriche scaricate nei ricettori. La disciplina delle acque meteoriche da avviare alla depurazione e delle vasche di accumulo delle acque di pioggia è contenuta nel Regolamento per gli scarichi delle acque reflue e delle acque meteoriche.

2. I valori di cui alle predette norme integrano, per le parti interessate, la metodologia per l'elaborazione e la redazione del Piano d'ambito."

Appendice G - Direttive in ordine alla programmazione e progettazione dei sistemi di fognatura, al punto 2.3 Limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori mediante vasche volano, riporta:

La critica situazione idraulica di molti corsi d'acqua, inadeguati a ricevere le portate meteoriche urbane e extraurbane, porta ad adottare scelte atte a ridurre le portate meteoriche drenate sia – ove possibile – dalle esistenti aree scolanti, sia – comunque – dalle aree di futura urbanizzazione.

In particolare occorre prevedere l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate meteoriche scaricate entro valori compatibili con la capacità idraulica dei ricettori e comunque entro i seguenti limiti:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziali o riguardanti attività commerciali o di produzione di beni;

- 40 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile relativamente alle aree già dotate di reti fognarie.

Tali limiti sono da adottare per tutte le aree fognate non ricadenti nelle sotto elencate zone del territorio regionale, sia per le reti unitarie sia per quelle destinate esclusivamente alla raccolta delle acque meteoriche:

- aree situate a nord dell'allineamento pedemontano individuato dai tracciati della strada provinciale Sesto calende – Varese, della strada statale n.342 tra Varese e Como, della strada statale n.369 tra Como, Lecco e Caprino Bergamasco, della strada statale n.342 tra Caprino Bergamasco e Bergamo, dell'autostrada A4 tra Bergamo, Brescia e Peschiera del Garda;

- aree direttamente gravitanti sui laghi o sui fiumi Po, Ticino, Adda, Brembo, Serio, Oglio, Mella, Chiese e Mincio;
- aree situate nel settore collinare dell'Oltrepò pavese.

Il Regolamento regionale 23 novembre 2017 – n.7 – Regolamento recante criteri e metodi per il rispetto del principio dell'invarianza idraulica ed idrologica ai sensi dell'articolo 58 bis della legge regionale 11 marzo 2005, n.12 (Legge per il governo del territorio) e s.m.i. riporta:

Art.5 (Sistemi di controllo e gestione delle acque pluviali)

1. Il controllo e la gestione delle acque pluviali è effettuato, ove possibile, mediante sistemi che garantiscono l'infiltrazione, l'evapotraspirazione e il riuso.

2. La realizzazione di uno scarico delle acque pluviali in un ricettore è dovuta in caso di capacità di infiltrazione dei suoli inferiore rispetto all'intensità delle piogge più intense. Il medesimo scarico deve avvenire a valle di invasi di laminazione dimensionati per rispettare le portate massime ammissibili di cui all'articolo 8.

3. Lo smaltimento dei volumi invasati deve avvenire secondo il seguente ordine decrescente di priorità:

a) mediante il riuso dei volumi stoccati, in funzione dei vincoli di qualità e delle effettive possibilità, quali innaffiamento di giardini, acque grigie e lavaggio di pavimentazioni e auto;

b) mediante infiltrazione nel suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, compatibilmente con le caratteristiche pedologiche del suolo e idrogeologiche del sottosuolo, con le normative ambientali e sanitarie e con le pertinenti indicazioni contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio (PGT) comunale;

c) scarico in corpo idrico superficiale naturale o artificiale, con i limiti di portata di cui all'articolo 8;

d) scarico in fognatura, con i limiti di portata di cui all'articolo 8.

3 IDROLOGIA

In accordo con l'articolo 11 comma 2 del Regolamento regionale n.7 del 23 novembre 2017 al fine di valutare la sollecitazione pluviometrica sull'area oggetto dell'intervento, sono stati considerati i dati della curva di possibilità pluviometrica per eventi intensi con durata maggiore uguale a un'ora, resi disponibili da Arpa Lombardia. Il tempo di ritorno da considerare per la progettazione è di 50 anni. Il tempo da considerare per le verifiche di sicurezza invece è di 100 anni.

L'espressione generale della curva di possibilità pluviometrica utilizzata come base per i calcoli idraulici è la seguente:

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

Dove:

- h [mm] = altezza di pioggia per la durata t dell'evento
- "a" - "n" = parametri rappresentativi del territorio.

In particolare, si sono utilizzati i dati della cella evidenziata nella Figura 1.

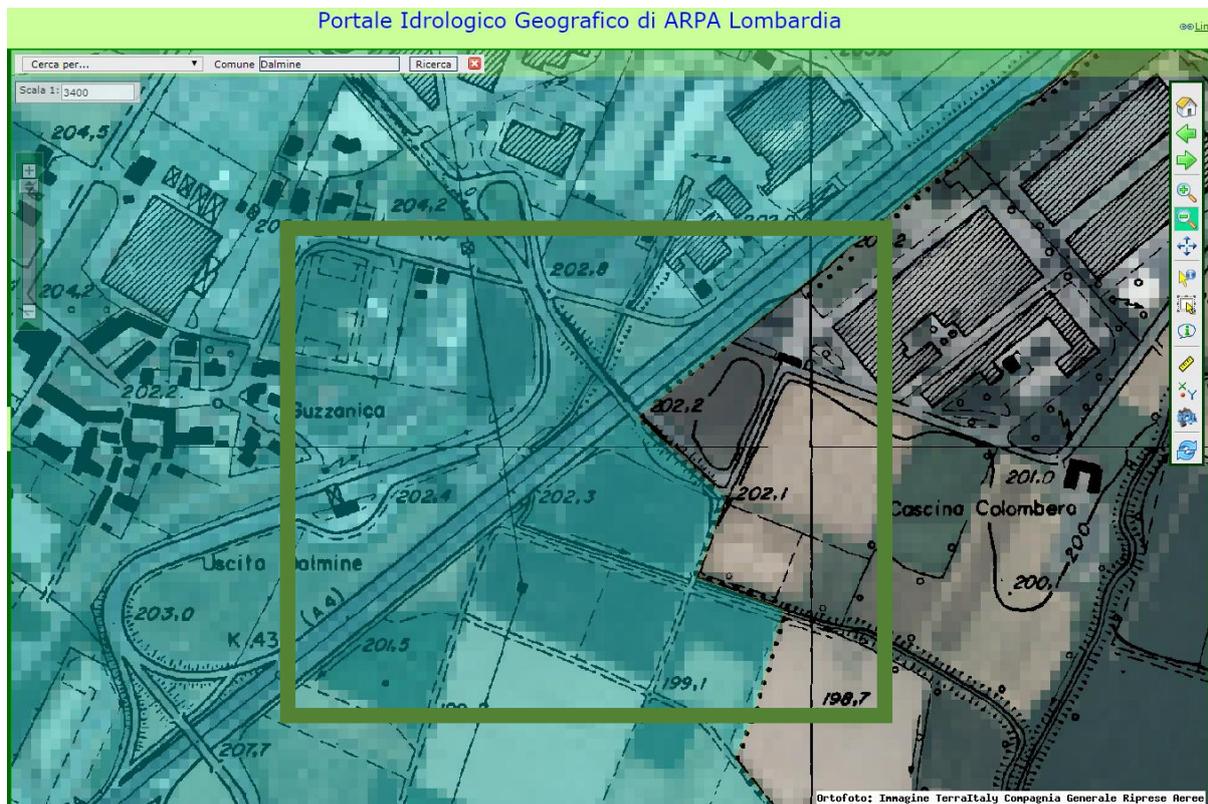


Figura 1 – Ubicazione della cella con curve di possibilità pluviometrica (da GeoPortale di Arpa Lombardia)

Nella Figura 2 è riportata la curva di possibilità pluviometrica per Tr 50 anni (rappresentata in scala logaritmica) per l'area in studio, da cui sono stati ricavati per interpolazione i parametri "a" ed "n", per durate di pioggia superiori all'ora. Analogamente sono stati ricavati gli stessi parametri anche per il tempo di ritorno di 100 anni.

In accordo con il Regolamento regionale precedentemente citato, per le durate inferiori all'ora, si possono utilizzare tutti i parametri indicati da ARPA tranne il parametro n per il quale si indica il valore n = 0,5 in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.

I valori assunti per le successive elaborazioni, per i dimensionamenti di tutti gli elementi del sistema di drenaggio (fossi, collettori ed elementi marginali) e le verifiche dei sistemi a dispersione, sono quindi riassunti in Tabella 3.1.

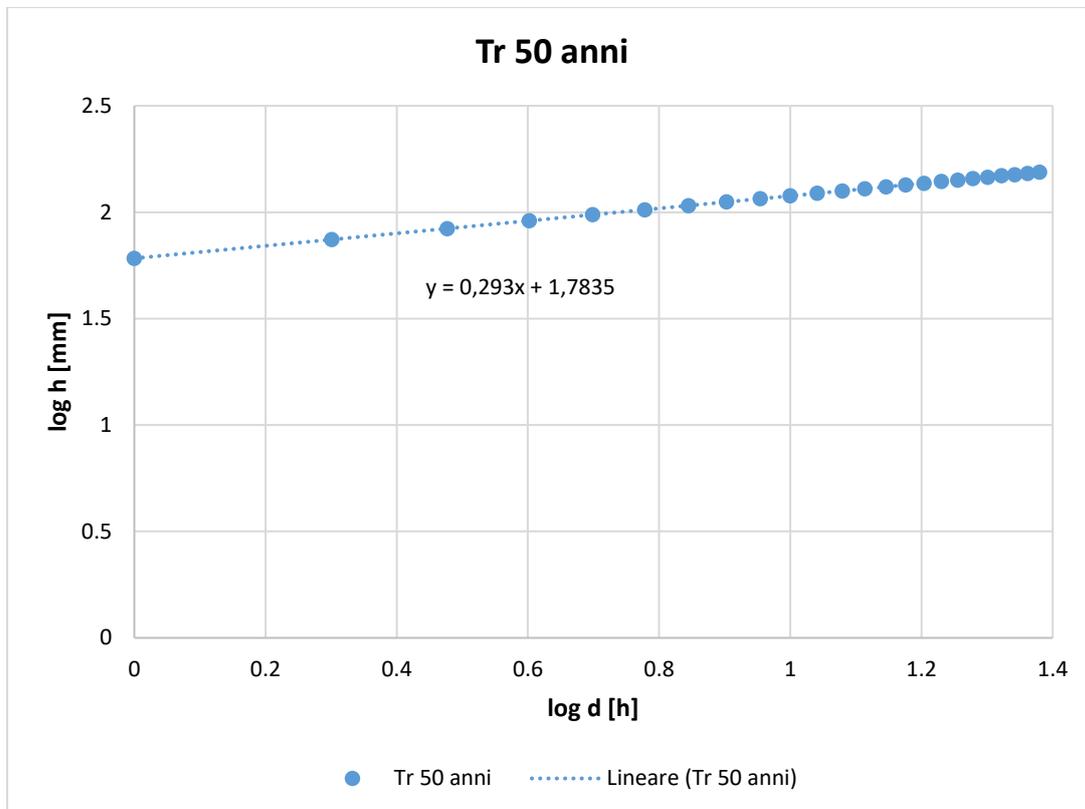


Figura 2 – Curva segnalatrice di possibilità pluviometrica per $Tr=50$ anni per durate di pioggia superiori all'ora (rappresentazione in scala logaritmica)

Tabella 3.1 – Parametri delle curve di possibilità pluviometrica per $Tr 50$ e 100 anni.

TR 50 ARPA	a	n
$h < 1$ ora	60,739	0,5
$h \geq 1$ ora	60,739	0,293

TR 100 ARPA	a	n
$h < 1$ ora	67.386	0,5
$h \geq 1$ ora	67.386	0,293

4 SISTEMA DI DRENAGGIO

Il sistema di drenaggio deve consentire la raccolta delle acque meteoriche cadute sulla superficie stradale e sulle superfici ad esso afferenti ed il trasferimento dei deflussi fino al recapito, costituito dai fossi di guardia posti ai piedi del corpo stradale, che disperdono nel sottosuolo.

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma stradale lungo le viabilità oggetto della presente relazione è suddiviso in due tipologie:

- di tipo aperto, lungo le rampe di adeguamento dello svincolo di Dalmine, con raccolta e convogliamento delle acque meteoriche nei fossi di guardia disperdenti posti ai piedi del rilevato stradale;
- di tipo chiuso, con raccolta e trattamento delle acque di prima pioggia scolanti sul piazzale di esazione, nella porzione di pavimentato a Est del casello esistente (porzione oggetto di adeguamento), in conformità con la normativa regionale, e recapito finale delle acque nei fossi di guardia disperdenti posti ai piedi del rilevato stradale.

Gli elementi utilizzati per il sistema di drenaggio possono essere suddivisi in base alla loro funzione; in particolare si ha:

Tabella 4.1 – Quadro riassuntivo sistema di drenaggio

Funzione	Componente	Tipologia
Raccolta	elementi idraulici marginali	embrici caditoie canalette grigliate
Convogliamento	canalizzazioni	collettori
Recapito	opere di dispersione	fossi di guardia
Depurazione	Trattamento acque di prima pioggia	Disoleatori e dissabbiatori

L'elemento di drenaggio da inserire sull'infrastruttura dipende strettamente dal tipo di sezione su cui è posto. Le tipologie di sezione previste nel presente progetto possono dividersi in:

- sezione in rilevato;
- sezione in viadotto;
- sezione tra muri;
- piazzale di esazione.

Nei paragrafi seguenti vengono descritti gli aspetti legati alle tipologie previste per le fasi di raccolta, convogliamento e trattamento delle acque meteoriche; nel dettaglio, gli elementi previsti nel presente progetto sono:

- canaletta grigliata in Pead;
- embrici;
- caditoia grigliata in Pead;
- drenaggio viadotti;
- collettori circolari e mezzi tubi;
- fossi di guardia disperdenti;
- impianti di trattamento delle acque di prima pioggia.

4.1 DIMENSIONAMENTO E DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI DI DRENAGGIO

4.1.1 Modello di trasformazione afflussi - deflussi

La determinazione delle portate defluenti nelle sezioni di chiusura dei sottobacini stradali è stata effettuata mediante l'applicazione di un modello afflussi-deflussi. L'importanza di tale informazione risiede nella necessità di dimensionare correttamente i manufatti idraulici atti a convogliare le acque, in riferimento alla capacità idraulica dei ricettori finali.

Note le curve di possibilità pluviometrica, si è proceduto alla determinazione delle piogge di progetto ed alla successiva determinazione delle onde di piena di progetto nelle varie situazioni autostradali.

In questo caso, per la determinazione delle portate di progetto, è stato adottato il modello di corrivazione utilizzando un ietogramma rettangolare depurato delle perdite idrologiche per infiltrazione e per detenzione superficiale mediante l'applicazione di un coefficiente di deflusso (rapporto tra il volume defluito ed il corrispondente volume di afflusso meteorico) assunto costante durante l'evento.

Il modello adottato ammette due parametri fondamentali, uno per ciascuno dei due fenomeni citati in precedenza (infiltrazione e trasformazione afflussi netti - deflussi): il coefficiente di deflusso (equivalente al coefficiente di assorbimento orario nella nomenclatura del metodo italiano) e il tempo di corrivazione del bacino. Detti parametri hanno un preciso significato fisico e sono basilari per poter raggiungere una rappresentazione abbastanza accettabile del fenomeno delle piene.

La portata affluente è valutabile attraverso l'applicazione della formula razionale, che restituisce la portata specifica da drenare:

$$Q = \frac{\varphi \cdot i_c \cdot A}{3600 \cdot 1000}$$

dove i_c [mm/h] è l'intensità di pioggia massima per la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione t_c [ore], A [m²] è la superficie del bacino scolante e φ è il coefficiente di deflusso che esprime, a meno delle unità di misura, il rapporto tra il volume affluito alla rete e quello complessivamente affluito al bacino, la formula così scritta restituisce il valore di portata Q in m³/s.

Il valore del coefficiente di deflusso è stato assunto pari a 1 per le superfici impermeabili e pari a 0.3 per quelle permeabili, secondo quanto indicato nell'art. 11 comma 2 lettera d) del Regolamento regionale n.7 del 23 novembre 2017.

4.1.2 Dimensionamento degli elementi di raccolta

La raccolta dell'acqua di piattaforma può essere effettuata con elementi continui, longitudinali alla carreggiata, o discontinui ad interassi dimensionati per soddisfare in modo corretto la loro funzione che è quella di limitare i tiranti idrici sulle pavimentazioni a valori compatibili con la loro transitabilità, per garantire la dovuta sicurezza del sistema infrastruttura.

Nel presente progetto vengono utilizzati come elementi di raccolta le canalette grigliate, le caditoie in PEAD, gli embrici e le caditoie sui viadotti.

Il dimensionamento avviene in maniera diversa se si stanno considerando gli elementi di raccolta continui (longitudinali alla carreggiata) o quelli discontinui (elementi puntuali).

Nel primo caso si dimensionano gli interassi dei pozzetti di scarico calcolando la portata massima smaltibile e la massima portata defluente dalla falda piana (superficie autostradale scolante) per unità di lunghezza.

Quest'ultima è data dalla formula:

$$q_0 = \varphi b i = \varphi b a t^{n-1}$$

con b larghezza della falda, φ coefficiente di deflusso ed i intensità di pioggia.

In base alla teoria dell'onda cinematica si ha che la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Trascurando il tempo di percorrenza dell'elemento da

dimensionare si ha che il tempo di corrivazione è pari al tempo di afflusso da una falda piana che è dato dalla seguente formula:

$$t_a = t_c = 3.26(1.1 - \varphi) \frac{L_{eff}^{0.5}}{j^{1/3}}$$

dove:

$j = \sqrt{j_l^2 + j_t^2}$ pendenza della strada lungo la linea di corrente (j_l pendenza longitudinale; j_t pendenza trasversale);

$L_{eff} = b \left[1 + \left(\frac{j_l}{j_t} \right)^2 \right]^{1/2}$ lunghezza del percorso dell'acqua prima di raggiungere le canalizzazioni a lato della carreggiata.

Il rapporto tra la massima portata convogliabile nell'elemento e la massima portata defluente per unità di larghezza definisce l'interasse massimo tra i pozzetti di scarico.

Il dimensionamento dell'interasse degli elementi puntuali (caditoie, embrici, ecc.) si ottiene facendo il rapporto tra la portata massima transitante in un'ipotetica canaletta triangolare delimitata dal manto stradale e dal cordolo, e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

In linea generale si ammetterà un allagamento massimo della carreggiata mediamente di circa 1.50-2.00m.

Nel determinare l'interasse massimo degli elementi puntuali si deve tenere conto anche della loro efficienza che è data dal rapporto tra l'acqua che riescono a raccogliere e quella proveniente da monte. L'interasse massimo non deve essere superiore ai 30 m per gli embrici, mentre per i bocchettoni sui viadotti e le caditoie grigliate non deve superare i 20 m; il passo minimo è pari a 10 m per tutti gli elementi di raccolta.

4.1.3 Dimensionamento degli elementi di convogliamento

Il dimensionamento degli elementi di convogliamento (collettori e mezzi tubi) è dato dal confronto tra la portata transitante e quella massima ammissibile dall'elemento in questione. Anche in questo caso la condizione più gravosa è quella per cui il tempo di pioggia è pari al tempo di corrivazione. Quest'ultimo in questo caso è pari alla somma del tempo di afflusso (dato dalla formula vista nel paragrafo precedente) e del tempo di traslazione (t_r) lungo i rami costituenti il percorso idraulicamente più lungo ("asta principale"). Il tempo di traslazione si ottiene quindi dalla formula:

$$t_r = \sum_{i=1}^N \frac{l_i}{v_i}$$

dove:

N = numero dei tronchi della rete a monte della generica sezione, facenti parte dell'asta principale;

l_i = lunghezza del tronco i-esimo;

v_i = velocità nel tronco i-esimo.

Il moto all'interno della rete si descrive adottando uno schema di moto uniforme.

In particolare, si utilizza la formula di Chézy per ottenere le scale di deflusso:

$$Q = \chi A \sqrt{R} j = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{j}$$

dove:

Q = portata di dimensionamento della canalizzazione (m^3/s);

$k = 1/n$ coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$) = coefficiente di Strickler ($m^{1/3}/s$);

A = area bagnata (m^2);

C = contorno bagnato (m);

j = pendenza media della condotta (m/m);

$$\mathfrak{R} = \frac{A}{C} \text{ raggio idraulico (m).}$$

Per ottenere la velocità di percorrenza del singolo tratto basta dividere la portata Q per l'area bagnata A .

4.1.4 Elementi di raccolta

4.1.4.1 Canaletta grigliata in PEAD

La canaletta grigliata continua in PEAD viene applicata nelle sezioni stradali con muri, sul margine esterno delle stesse.

Il sistema di raccolta con canaletta grigliata garantisce una tenuta idraulica perfetta ed impedisce che le acque di piattaforma si mescolino con quelle di versante. Le dimensioni della canaletta sono riportate nella *Appendice A*.

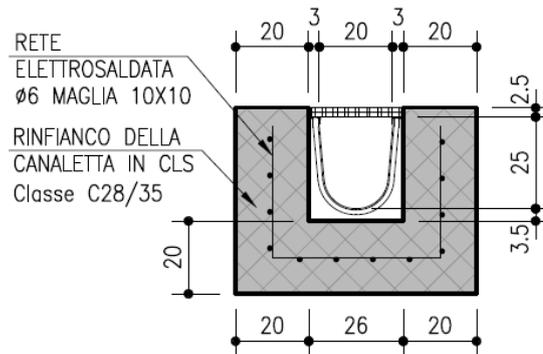


Figura 3 - Dimensioni della canaletta grigliata in PEAD in caso di posa a filo binder e filo usura (in cm)

Dal punto di vista della manutenzione, la griglia impedisce l'ingresso nei collettori dei materiali grossolani. La canaletta è lavabile tramite rimozione della griglia ed utilizzo di una lancia a pressione.

Di seguito si riportano i criteri di dimensionamento della canaletta.

La canaletta è prefabbricata e lo scarico nel collettore sottostante avviene tramite un discendente DN160 in PEAD.

Per il dimensionamento si è posto un riempimento massimo di 20 cm sui 25 totali (80%). Con tale riempimento si ha che:

$$A = 0,0396 \text{ m}^2 \qquad C = 0,5744 \text{ m}$$

La portata massima transitante nella canaletta grigliata è stata calcolata con la formula di Chézy avendo posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

Si ottiene quindi una portata specifica pari a: $Q_{sp} = 0,5326 \text{ m}^3 / s$

Il tratto massimo di strada che la canaletta riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (riportata in Figura 4) in funzione della pendenza longitudinale e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

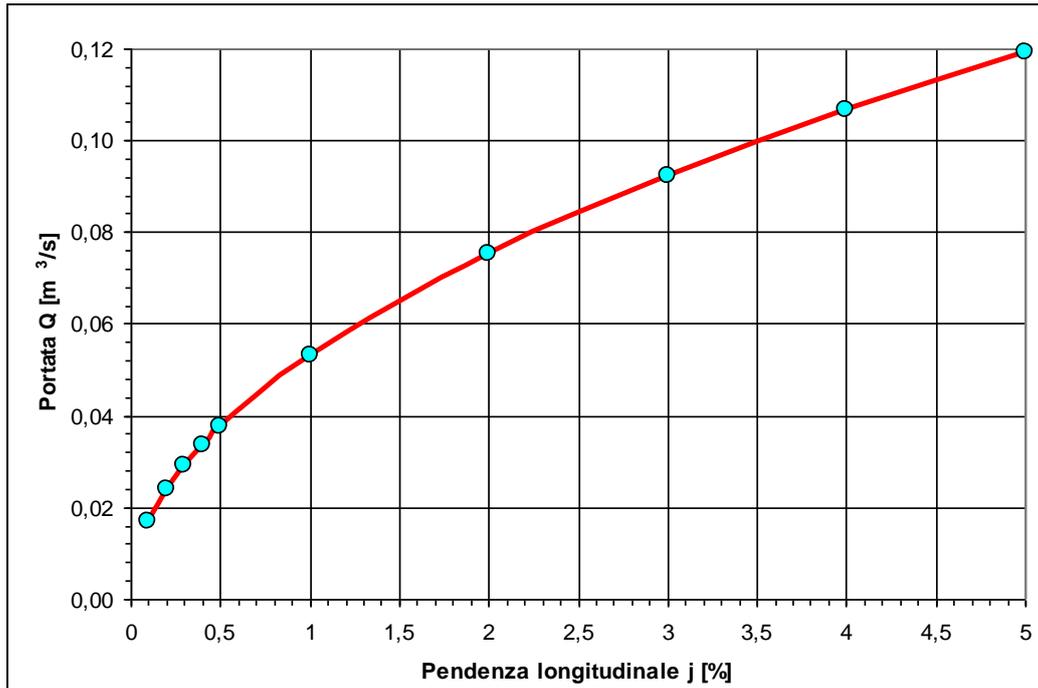


Figura 4 - Portata massima transitante per canaletta grigliata in Pead in funzione della pendenza longitudinale

La portata massima che può portare il discendente può essere calcolata con la formula del funzionamento sotto battente:

$$Q = C_q A \sqrt{2 g h}$$

Essendo $C_q = 0.6$, A l'area della sezione del discendente e h il carico sulla sezione contratta.

Considerando h pari a 20 cm si ottiene che il discendente DN160, avente diametro interno pari a 137 mm, è in grado di smaltire una portata pari a 17,5 l/s. Il tratto massimo di strada che il discendente riesce a drenare è quindi dato dal rapporto tra la massima portata smaltibile (17,5 l/s) e la massima portata defluente dalla falda piana per unità di larghezza (q_0).

Il passo calcolato con questa seconda metodologia è sempre inferiore a quello calcolato in funzione del massimo riempimento della canaletta grigliata e quindi viene preso come passo per disporre i discendenti.

Di seguito si riporta la sezione di posa con canaletta, discendente e collettore di recapito (Figura 5).

I discendenti delle canalette continue sono stati previsti con interasse di 10-15 m lungo tutto l'intervento. I pozzetti di ispezione sono stati posti ad interasse massimo pari a 50 m.

La tabella con i valori risultati per il dimensionamento delle canalette grigliate in PEAD è riportata in Appendice A.

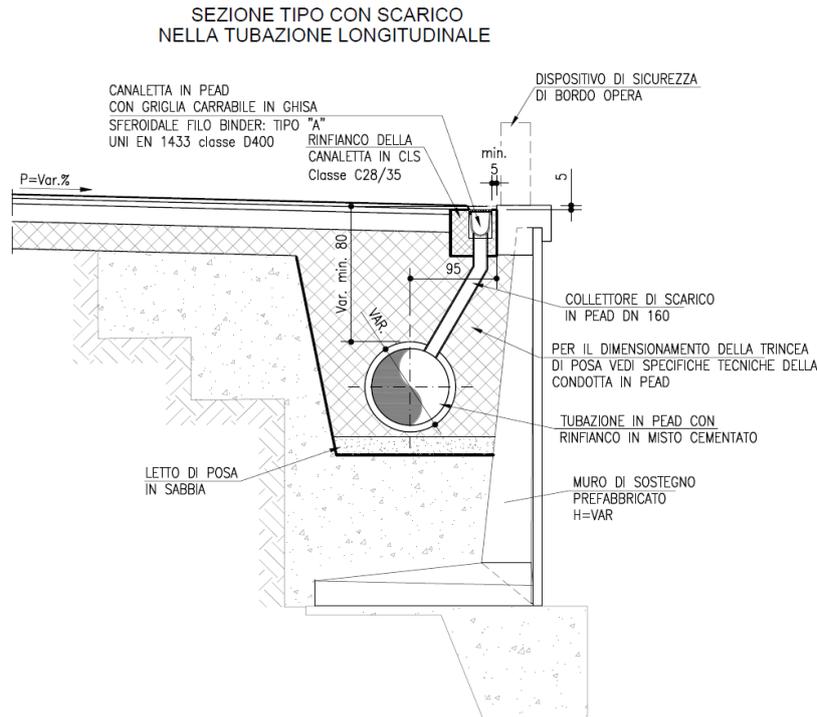


Figura 5 - Sezione tipo di posa della canaletta grigliata continua in PEAD

4.1.4.2 Embrici

Gli embrici vengono utilizzati nelle sezioni in rilevato che recapitano direttamente nei fossi di guardia in terra disperdenti, previsti al piede del rilevato stradale.

Il dimensionamento degli embrici consiste nello stabilire l'interasse massimo in modo che l'acqua presente sulla strada transiti in un tratto limitato di banchina delimitata dall'arginello.

Per il calcolo della portata massima transitante nella banchina si utilizza la formula di Chézy ponendo come parametro di Strickler il valore di 70 ($n = 0.0143$).

Si ha:

$$A = \frac{B^2 j_t}{2}$$

$$C = B \left[j_t + \frac{1}{\cos(\arctg j_t)} \right]$$

Per la viabilità in oggetto si è assunto mediamente un allagamento massimo di 1.50-2.00m. Nella seguente Figura 6 sono illustrate sezioni e pianta delle canalette ad embrici.

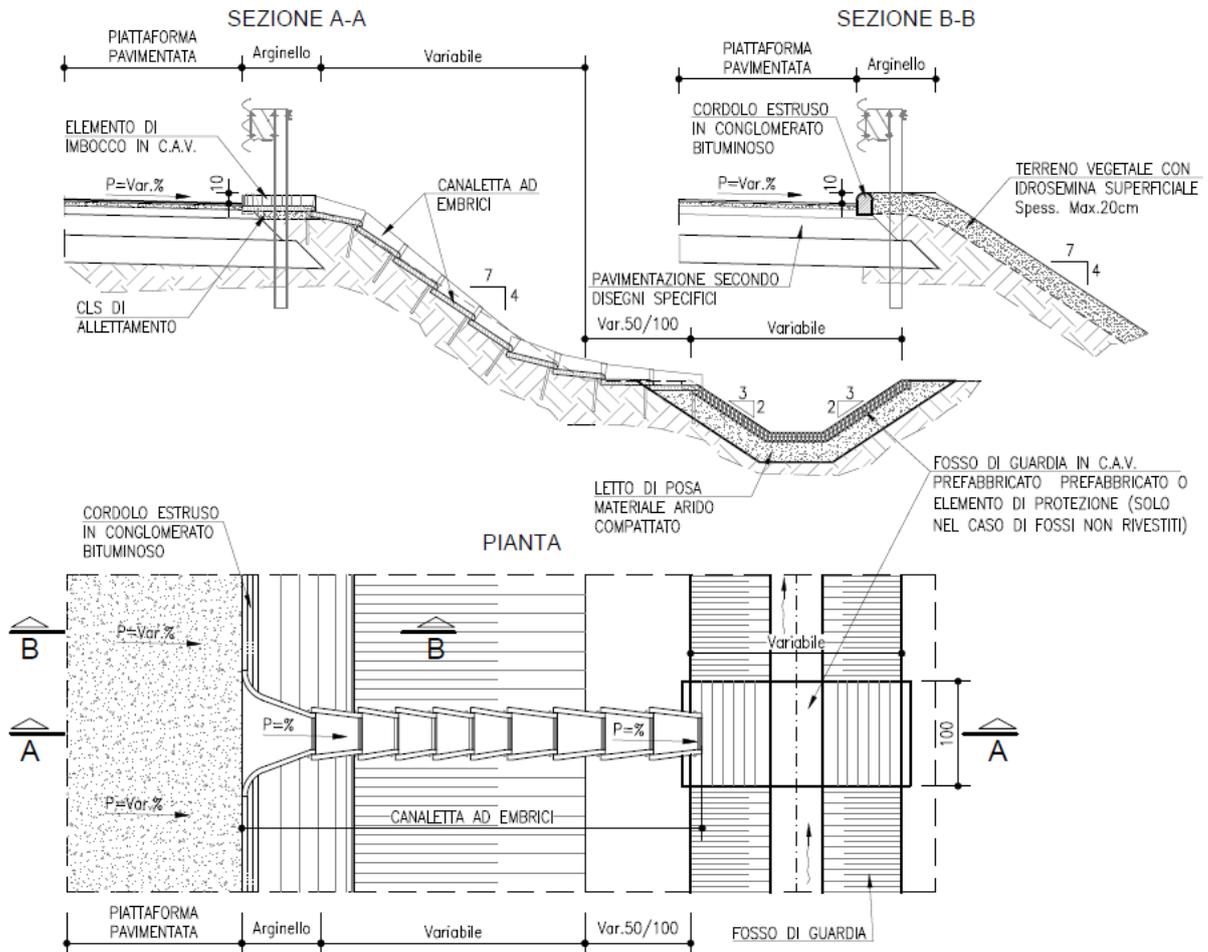
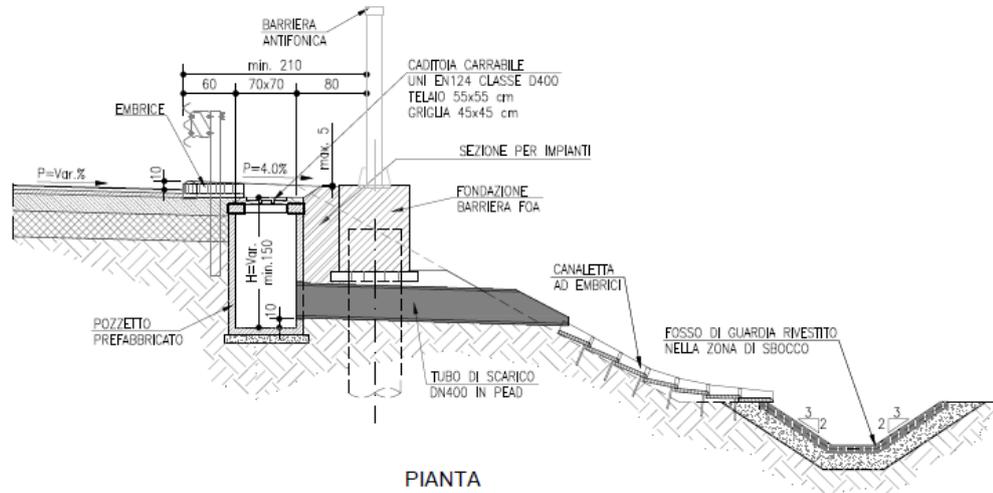


Figura 6- Pianta e sezioni delle canalette ad embrici

In corrispondenza delle barriere antifoniche il sistema di drenaggio è costituito da un'interruzione del cordolo tramite un invito a embrice che convoglia la portata ad un pozzetto prefabbricato di dimensioni 0.70x0.70 m dotato di una caditoia carrabile classe D400 con griglia di dimensioni 0.45x0.45 m. All'interno del pozzetto è collocato un collettore in PEAD DN400 con quota di scarico pari a circa -1.50 m dal ciglio stradale tale cioè da passare sotto alla fondazione della barriera. Sezione e pianta dello scarico in corrispondenza delle barriere antifoniche sono illustrati nella seguente Figura 7.

SCARICO PUNTUALE EMBRICI DALLA CARREGGIATA
CON POZZETTO DI RECAPITO AL FOSSO
SEZIONE A-A
MANUFATTO DI SCARICO



PIANTA
SCARICO EMBRICE DALLA CARREGGIATA AL POZZETTO
SCARICO POZZETTO AL FOSSO

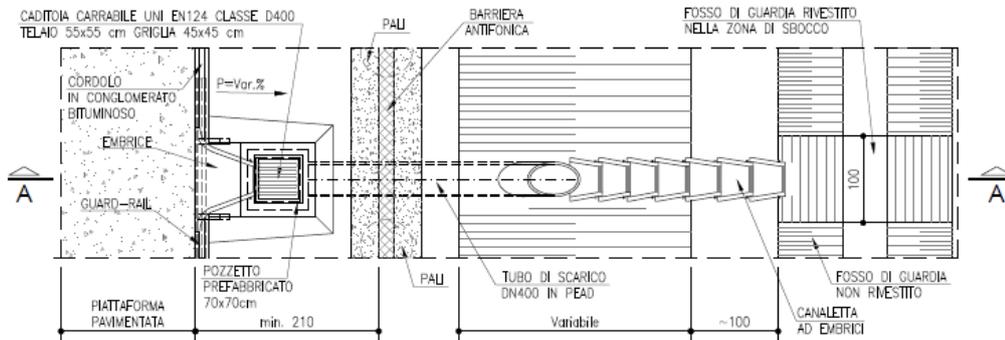


Figura 7 – Tipologico di scarico in corrispondenza delle barriere antifoniche

Gli interassi calcolati degli embrici previsti a progetto sono compresi tra un minimo di 15 metri e un massimo di 30 metri.

La tabella con i valori risultati per il dimensionamento degli embrici è riportata in Appendice A.

4.1.4.3 Caditoia grigliata in PEAD

Viene utilizzata in caso di raccolta sul margine esterno ovvero in corrispondenza della banchina.

Le caditoie grigliate sono costituite da tratti di canaletta grigliata in PEAD di lunghezza pari ad un metro con un discendente DN160 che scarica nel collettore sottostante. Il particolare tipologico in pianta è illustrato in Figura 8 mentre per la sezione di posa si può fare riferimento a quelle illustrate in Figura 5.

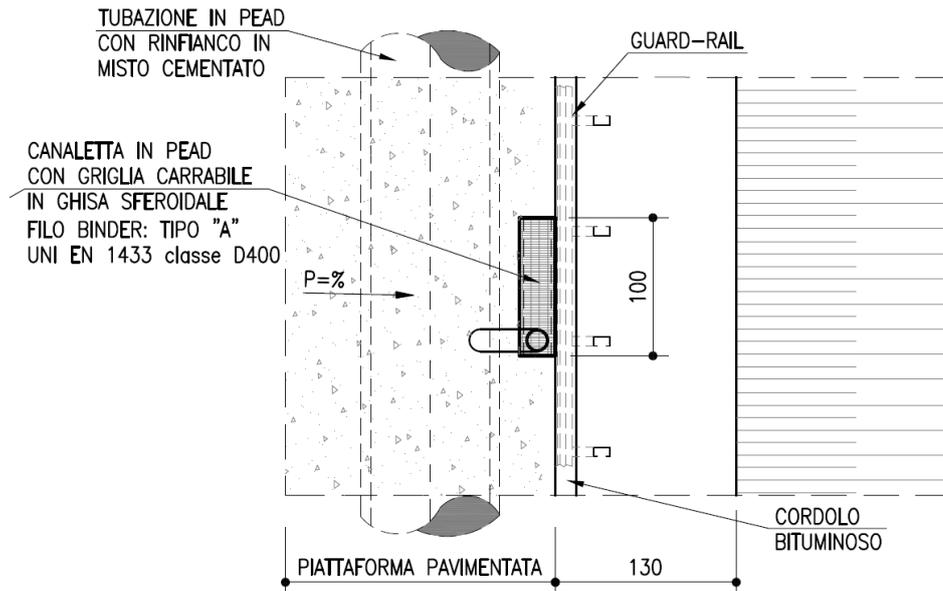


Figura 8 – Particolare tipologico in pianta della caditoia grigliata in PEAD con scarico nel collettore longitudinale

Il dimensionamento del passo delle caditoie è fatto in modo analogo a quanto già detto per il dimensionamento del passo degli embrici.

L'interasse delle caditoie previste a progetto è compreso tra un minimo di 10 metri e un massimo di 20 metri.

La tabella con i valori risultati per il dimensionamento delle caditoie grigliate in PEAD è riportata in Appendice A.

I pozzetti di ispezione lungo il collettore di raccolta longitudinale sono stati posti ad interasse massimo pari a 50 m.

La manutenzione è fatta in modo analogo a quella della canaletta continua, ma risulta meno agevole a causa della discontinuità del sistema.

4.1.4.4 Drenaggio viadotti

Il drenaggio del cavalcavia autostradale CV001 viene realizzato tramite caditoie con griglia carrabile classe D400 di dimensioni 0.20 x 0.20 m poste sul ciglio pavimentato, che scaricano nel collettore in PRFV appeso all'opera tramite un discente in PRFV DN160.

Il dimensionamento del passo delle caditoie è fatto in modo analogo a quanto già detto per il dimensionamento del passo degli embrici. Per quanto riguarda i collettori in PRFV si è posto come parametro di Strickler il valore di 80 ($n = 0.0125$).

Il posizionamento degli elementi di drenaggio dovrà essere adattato in modo tale da non interferire con la struttura del viadotto. Pianta e sezione tipologica sono illustrati nelle seguenti Figura 9 e Figura 10.

L'interasse delle caditoie previste a progetto è di 10 metri. La tabella con i valori risultati per il dimensionamento delle caditoie da viadotto è riportata in Appendice A.

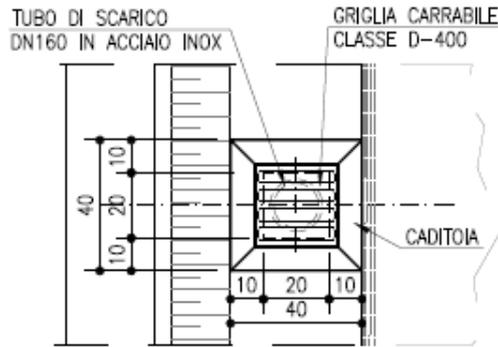


Figura 9 – Particolare tipologico in pianta della caditoia per lo smaltimento da viadotto

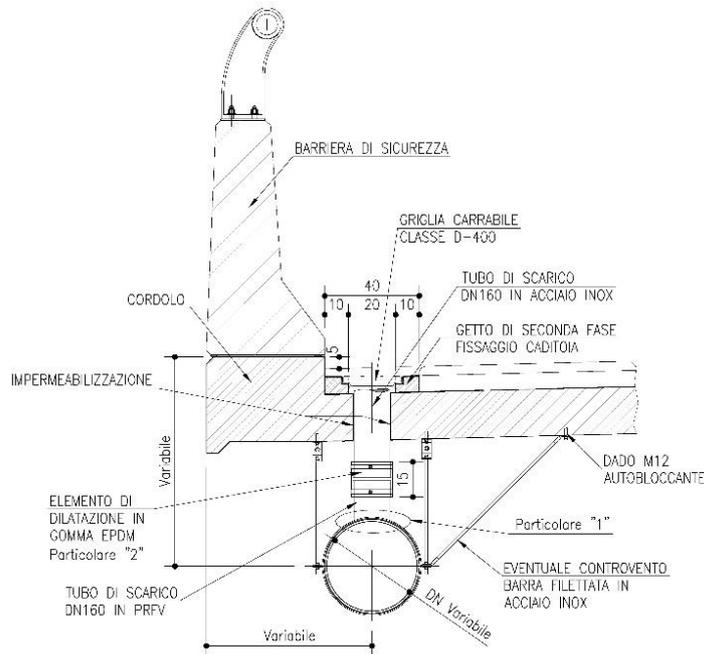


Figura 10 – Sezione tipo di scarico da viadotto

4.1.5 Elementi di convogliamento

Quando gli elementi di raccolta raggiungono il riempimento massimo, essi scaricano nei collettori sottostanti. Per quanto riguarda l'autostrada vengono utilizzati dei collettori in PEAD (polietilene ad alta densità) SN 8 kN/m^2 conformi alla norma UNI 10968 (PrEN 13476-1) per i tubi che viaggiano longitudinalmente alla viabilità, mentre collettori in PP (polipropilene) SN 16 kN/m^2 secondo EN ISO 9969, conformi alla norma UNI 10968, per gli attraversamenti trasversali che necessitano di una resistenza a schiacciamento maggiore essendo soggetti ai passaggi dei veicoli.

Per il dimensionamento si considera il diametro interno (riportato nella Tabella 4.2), ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,0125. Nel dimensionamento dei collettori si utilizza generalmente, ove possibile, la pendenza stradale.

Il diametro minimo da impiegare è il DN400 onde evitare occlusioni, il diametro massimo utilizzato è stato in DN630.

Tabella 4.2 – - Diametri interni dei collettori in PEAD SN 8 kN/m² e in PP SN 16 kN/m²

DN	Spessore	Raggio interno
(mm)	(mm)	(mm)
400	26.5	173.5
500	33.5	216.5
630	47.5	267.5

Per evitare che i collettori vadano in pressione, si considera un riempimento massimo dell'80% con la portata di progetto avente tempo di ritorno di 50 anni. Il valore minimo di velocità della corrente da rispettare al fine di evitare sedimentazioni è pari a 0.5 m/s.

In Figura 11 e Figura 12 sono riportate le portate massime smaltibili dai collettori in PEAD ed in PP considerando il valore di riempimento massimo indicato.

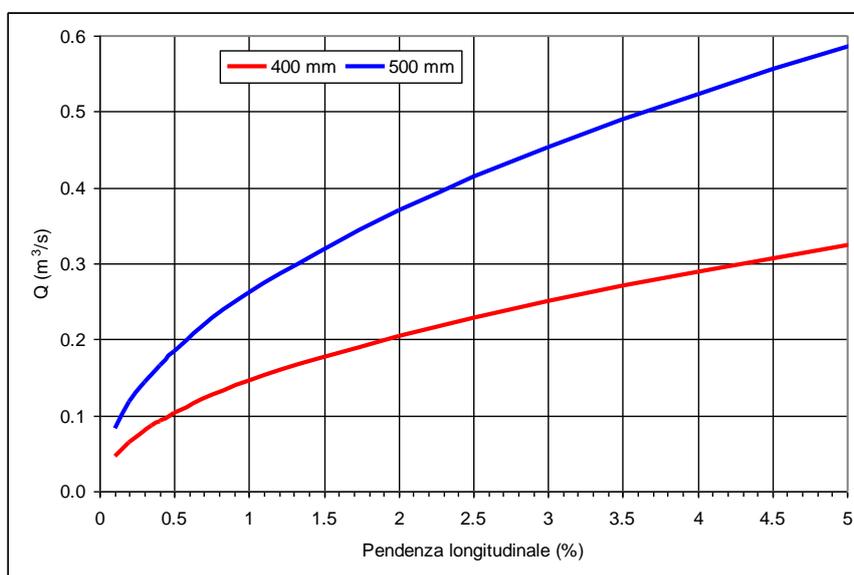


Figura 11 – Portata massima transitante per collettori circolari in Pead e PP di diametro 400 e 500 mm

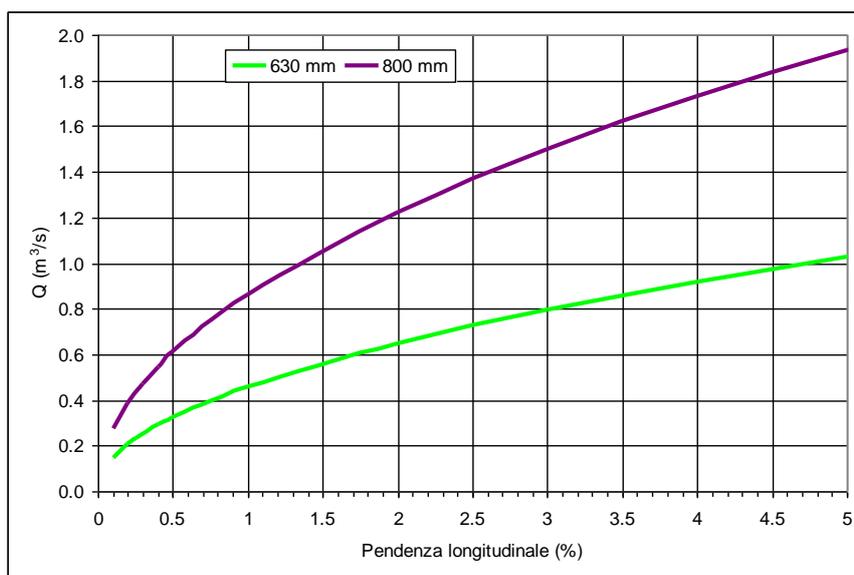


Figura 12 – Portata massima transitante per collettori circolari in Pead e PP di diametro 630 e 800 mm

Per consentire un'agevole manutenzione e pulizia dei tratti di collettore, si pone pari a 50 m l'interasse massimo tra due pozzetti. In caso di parziale occlusione, la condotta si può ripulire utilizzando una lancia a pressione.

Sono anche stati dimensionati i mezzi tubi in calcestruzzo che convogliano le acque nei fossi di guardia disperdenti. Il dimensionamento è stato effettuato considerando una portata di progetto con tempo di ritorno di 50 anni e un tempo di corrivazione di 5 minuti. Inoltre, è stato considerato un diametro esterno DN500 (ri = 0,2165 m) ed un coefficiente di scabrezza di Manning pari a 0,017. Per evitare esondazioni dei mezzi tubi si considera un riempimento massimo dell'80% e il valore minimo di velocità della corrente da rispettare al fine di evitare sedimentazioni è pari a 0.5 m/s.

La tabella con i valori risultati per il dimensionamento dei collettori e dei mezzi tubi è riportata in Appendice A.

Nell'Appendice B sono riportate le tabelle di calcolo per la verifica alla deformabilità dei collettori in PP (polipropilene) SN 16 kN/m^2 posti sotto la pavimentazione autostradale per gli attraversamenti trasversali. Le verifiche si riferiscono al ricoprimento minimo presente in ogni attraversamento considerato.

4.1.6 Fossi di guardia disperdenti

Le acque di piattaforma stradale sono convogliate, tramite gli embrici o collettori, ai fossi di guardia disperdenti posti al piede del rilevato stradale.

Per la determinazione della portata infiltrata, si ipotizza il moto bidimensionale e piano, nel caso di falda a profondità indefinita.

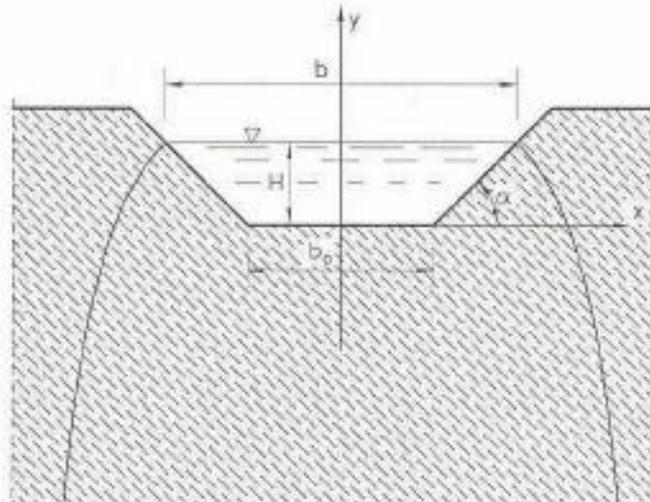


Figura 13 – Sezione del fosso disperdente

La portata q può essere rappresentata dalla seguente relazione:

$$q = \left(\frac{b}{H} + C \right) KH$$

Dove:

- b è la larghezza in superficie;
- H è l'altezza utile;
- α è la pendenza delle scarpate;
- K è il coefficiente di filtrazione;

Dalla relazione geologica e relativi allegati del progetto preliminare (prove di permeabilità, etc.), si stima un valore del coefficiente di permeabilità dei terreni in sito pari a 10^{-5} m/s. Al fine di incrementare la capacità infiltrante dei fossi di guardia di progetto, è stato previsto, sul fondo degli stessi, uno strato di materiale arido.

Il coefficiente C, misura il contributo alla formazione della portata dovuta all'infiltrazione delle sponde. Per la determinazione del coefficiente C, vengono considerati alcuni risultati numerici (V.V. Vedernikow, 1934) per i valori più comuni per le scarpe n. La distribuzione dei valori di C, al variare di n, si presta ad essere interpolata da una relazione monomia del tipo:

$$C = a \left(\frac{b}{H} \right)^m$$

In Tabella 4.3 stati riportati i valori dei coefficienti a e m, al variare di n, secondo l'interpolazione di Vedernikow; l'ultima colonna indica il valore limite inferiore di b/H.

Tabella 4.3 - Valori di a e m

scarpa n	a	m	b/h
1/1	1.584	0.375	2
3/2	1.332	0.380	3
2/1	1.009	0.448	4

Nel caso in esame la pendenza delle scarpate è costante e pari a 3/2.

A causa dei vincoli al contorno, a sud dell'asse A4 è stata posizionata una vasca di filtrazione con un volume di circa 330 m³ ed una altezza di 2 m.

I fossi, oltre a disperdere la portata in arrivo devono essere in grado di laminarla.

Poiché la portata infiltrata dipende dall'altezza idrica, non assumerà un valore univoco, ma variabile nel tempo, in funzione del grado di riempimento. A sua volta il grado di riempimento in ogni istante temporale dipende della portata recapitata nel fosso fino a quell'istante, quindi dalla durata della precipitazione, e dalla portata infiltrata.

Per il dimensionamento di tali elementi disperdenti è quindi necessario sviluppare un procedimento iterativo che per ogni istante temporale calcoli il grado di riempimento, la portata infiltrata e la portata in arrivo.

L'idrogramma di piena utilizzato per il dimensionamento dei fossi disperdenti è stato calcolato mediante il metodo della corrivazione considerando un evento meteorico di diverse durate (da 60 a 1020 minuti, a seconda dei casi) e i parametri delle LSPP relativi ad un periodo di ritorno di 50 anni. L'evento critico è quello che provoca il grado di riempimento maggiore; il dimensionamento dei fossi disperdenti è stato condotto considerando un franco di sicurezza di 10 cm e un grado di riempimento massimo pari a 85%.

L'ulteriore verifica idraulica da eseguire sui fossi di guardia di progetto è il calcolo del tempo di svuotamento degli invasi di laminazione, che deve essere inferiore a 48 ore, in conformità al Regolamento regionale 23 novembre 2017 – n.7.

Sempre secondo quanto previsto dalla normativa regionale, è stata fatta la verifica dei fossi disperdenti per il tempo di ritorno di 100 anni. Tale verifica ha la finalità di stabilire se si determinano esondazioni che possono arrecare danno a persone o cose. La verifica è stata fatta seguendo la stessa metodologia descritta precedentemente, verificando che in questo caso non venisse superato il completo riempimento del fosso disperdente.

Nella seguente tabella è riportato il riassunto dei fossi mentre in Appendice C e D sono riportate le verifiche idrauliche degli stessi.

Tabella 4.4 - Riassunto dei fossi disperdenti e vasca di filtrazione

CODIFICA	Asse	Int. sezioni	Lungh.	b min	B mag	H0 fosso	Tempo critico Tp	h max	h/H0 ≤ 85%	h/H0 ≤ 100% TR=100	t _{svuot} < 48 h	Tipol. fosso	W _{max} TR=50
			[m]	[m]	[m]	[m]	[min]	[m]	-	-	[ore]	-	[m ³]
FI3 - N1	ASSE 5	1 - 3	40	1.00	4.00	1.00	240	0.60	60%	66%	9.88	FI3	38
FI3 - N2	ASSE 5	3 - 6	85	1.00	4.00	1.00	360	0.85	85%	92%	12.79	FI3	133
FI5 - N3	ASSE 3	1 - 5	50	0.50	5.00	1.50	360	1.19	80%	85%	14.49	FI5	101
FI6 - N4	ASSE 3	6 - 12	80	1.00	7.00	2.00	480	1.36	68%	73%	18.35	FI6	256
FI4 - N5	ASSE 2	13 - 18	97	1.50	4.50	1.00	360	0.77	77%	85%	13.24	FI4	170
FI5 - N6	ASSE A2	1 - 9	110	0.50	5.00	1.50	420	1.23	82%	88%	14.88	FI5	235
FI2 - N7	rot_tang Sud	rot_tang Sud	35	0.75	3.00	0.75	240	0.59	79%	86%	9.13	FI2	28
FI6 - N8	ASSE A1	52 - 54	60	1.00	7.00	2.00	480	1.32	66%	71%	17.97	FI6	184
FI3 - N9	ASSE A2	22 - 25	120	1.00	4.00	1.00	240	0.50	50%	55%	8.59	FI3	89
FI3 - N10	ASSE A1	37 - 48	108	1.00	4.00	1.00	300	0.66	66%	72%	10.56	FI3	117
FI1B - N11	Esattori		18	0.75	2.25	0.50	180	0.36	72%	79%	6.27	FI1B	7
FI1B - N13	ASSE A4	8 - 10	7	0.75	2.25	0.50	90	0.12	23%	26%	2.59	FI1B	1
FI4 - N14	ASSE A2	50 - 57	105	1.50	4.50	1.00	240	0.50	50%	54%	8.46	FI4	106
FI3 - N15	ASSE A4	4 - 6	35	1.00	4.00	1.00	300	0.74	74%	81%	11.61	FI3	45
FI7 - N16	ASSE A1 - A4	5 (A1) - 4 (A4)	61	2.00	11.0	3.00	780	2.01	67%	73%	29.09	FI7	490
FI5 - N17	ASSE A2	59 - 65	67	0.50	5.00	1.50	420	1.28	85%	92%	15.36	FI5	153
FI1B - N18	ASSE 4 - Esattori	8 - 12	33	0.50	2.25	0.75	180	0.48	63%	69%	6.98	FI1B	15

CODIFICA	Asse	W _{vasca}	H0	Tempo critico Tp	W _{max}	W _{max} /W _{vasca} ≤ 85%	W _{max} /W _{vasca} TR = 100 ≤ 100%	t _{svuot} < 48 h
		[m ³]	[m]	[min]	[m ³]	-	-	[ore]
VASCA FILTRAZIONE N12	Esattori	330	2	540	247	75%	83%	21.01

Tra i fossi di guardia previsti a progetto, è stato inserito anche una canaletta in cls a sud del rilevato stradale dell'asse A4, al fine di raccogliere le acque di scarpata e allontanarle a Nord dell'asse A4, dove è presente un fosso disperdente (FI7-N16). Come evidenziato dalla tabella 4.4, per il tempo di ritorno 100 anni, si vede che nessuno dei fossi disperdenti raggiunge il completo riempimento.

Come richiesto dal regolamento regionale n. 7/2017, è stato verificato che il volume invasato dall'intero sistema a dispersione dei fossi fosse maggiore o uguale al volume di laminazione richiesto calcolato secondo il regolamento numero 7/2017, art.12 comma 2. In particolare, essendo il comune di Dalmine classificato a criticità idraulica A e coefficiente P=1, il volume minimo da garantire, è quantificato in 800m³/ha di superficie impermeabilizzata. Essendo la superficie totale impermeabilizzata pari a 2,42ha il volume minimo da garantire è pari a 1'936 m³. Considerato però che il recapito finale delle acque avviene solamente a dispersione, come riportato nell'art. 11 comma 2 il requisito di volume può essere ridotto del 30%. Il valore finale da considerare è quindi pari a 1'355 m³. Considerando che la somma dei volumi invasati dai diversi fossi disperdenti e dalla vasca di filtrazione è pari a 2'415 m³, il requisito richiesto dal regolamento risulta soddisfatto.

4.1.7 Impianti di trattamento delle acque di prima pioggia

Il sistema di drenaggio delle acque di piattaforma stradale nel piazzale di esazione oggetto di adeguamento, a Est del casello esistente, è di tipo chiuso e prevede la raccolta e il trattamento delle acque di prima pioggia scolanti sul piazzale stesso, in conformità con il Regolamento Regionale Regione Lombardia 24 marzo 2006 n. 4, e recapito finale delle acque nei fossi di guardia disperdenti posti ai piedi del rilevato stradale.

Le portate convogliate dalle canalette e dai collettori che costituiscono il sistema di drenaggio del piazzale di esazione vengono convogliate al fosso di laminazione e quindi al recapito finale secondo due modalità a seconda che si tratti di acque di prima o di seconda pioggia:

- Acque di prima pioggia: tali acque rappresentano la parte più inquinata della portata di deflusso meteorico. Ciò è dovuto essenzialmente alla presenza di sabbia, terriccio ed olii minerali leggeri rilasciati dagli autoveicoli, tanto più in corrispondenza dei cantieri.
- In ottemperanza al Regolamento Regionale Regione Lombardia 24 marzo 2006 n. 4, le acque di prima pioggia verranno quindi trattate prima dell'immissione nei fossi di guardia disperdenti e quindi nel sottosuolo. Secondo quanto definito dalla normativa, per il calcolo della portata da trattare (portata di prima pioggia), si considerano i primi 5 mm di acqua meteorica di dilavamento, uniformemente distribuita su tutta la superficie scolante servita dal sistema di drenaggio. Si assume che tale valore venga raggiunto dopo un periodo di tempo di 15 minuti di pioggia, pertanto con un'intensità di pioggia (*ic*) pari a 20 mm/h.
- Acque di seconda pioggia: tale quota parte del deflusso di piattaforma può essere convogliata direttamente al fosso di laminazione e quindi al recapito finale (sottosuolo).

Per il trattamento della portata meteorica vengono quindi previsti degli impianti di trattamento per le acque di prima pioggia con un by-pass per le acque di seconda pioggia.

Il dimensionamento della taglia degli impianti (GN) è stato effettuato in base alla portata di prima pioggia corrispondente a ognuna delle due aree in cui è stato suddiviso il piazzale. I risultati sono illustrati nella seguente Tabella 4.5. In tabella sono illustrati per ogni area la superficie afferente all'impianto, la portata di prima pioggia e la grandezza nominale (GN) dell'impianto di trattamento selezionato che si ottiene moltiplicando il coefficiente di piovosità per la superficie dell'area scolante (assunto un fattore di densità unitario), come da formula seguente:

$$GN \text{ separatore oli} = S \text{ (m}^2\text{)} \times 0.0055 \text{ l/(s m}^2\text{)}.$$

Tabella 4.5 – Dimensionamento impianti di prima pioggia

	IMPIANTO 1	IMPIANTO 2
S [m ²]	2012.000	4760.000
S [ha]	0.201	0.476
Q _{pp} [l/s]	11.2	26.4
GN IMPIANTO PP IN CONTINUO	15	30
Potenzialità impianto [superficie m²]	2720	5450

Gli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia sono costruiti con vasche circolari con fondo piano in calcestruzzo armato ad alta resistenza. L'impianto prevede tre bacini distinti: uno di scolmatura, quello di dissabbiatura e quello di separazione oli con filtro a coalescenza e muniti di dispositivo di scarico con otturatore a galleggiante; questo per impedire la fuoriuscita di oli quando la camera di

raccolta è completamente riempita. La copertura è di tipo carrabile, completa di chiusini di ispezione a passo d'uomo in ghisa classe D400.

Nella seguente Figura 14 sono presentate pianta e sezione tipologiche dell'impianto.

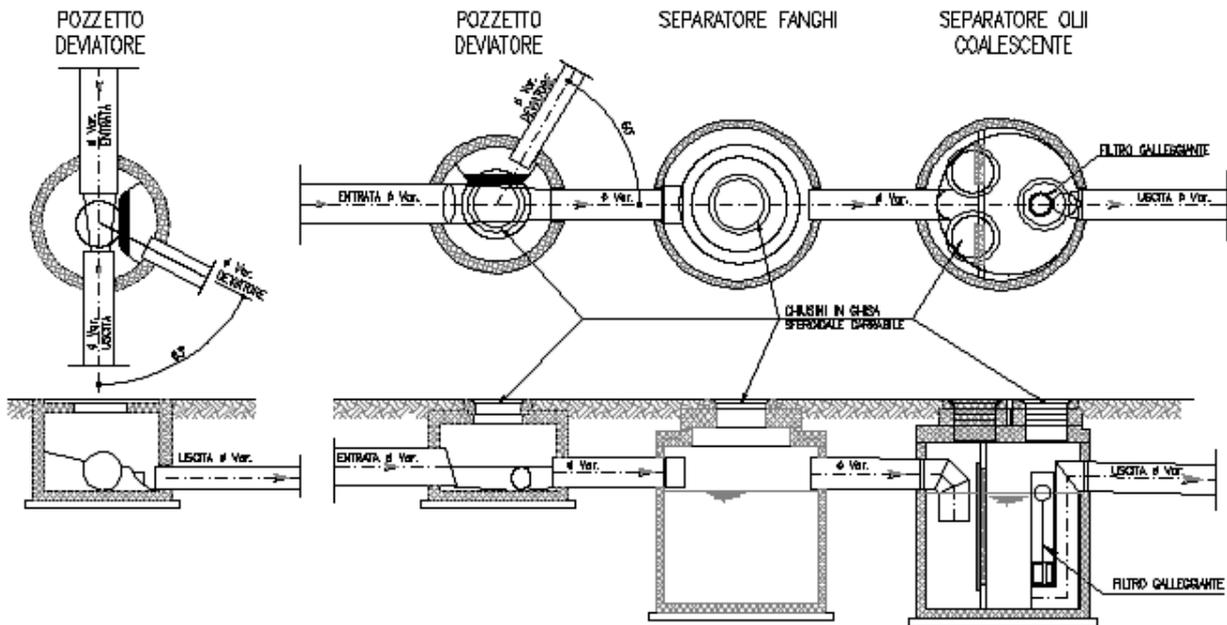


Figura 14 – Pianta e sezione dell'impianto di trattamento di prima pioggia con by-pass

L'inquinamento prodotto dal dilavamento di acque meteoriche è dovuto essenzialmente alla presenza di sabbia, terriccio ed oli minerali leggeri. Le acque provenienti dai diversi punti dei piazzali vengono immerse nel pozzetto scolmatore dove tramite soglie tarate in base alla superficie servita vengono separate le "acque di prima pioggia" dalle successive che essendo diluite come carico inquinante possono essere inviate direttamente al corpo ricettore attraverso il by-pass.

Le acque di prima pioggia iniziano il trattamento nella sezione di dissabbiatura o di separazione fanghi per un tempo ottimale per consentire la separazione dalle sostanze sedimentabili. Le acque così pretrattate vengono avviate attraverso la sezione di separazione oli, dove subiscono una flottazione delle sostanze leggere. Per le acque di scarico che devono rientrare nei limiti di accettabilità previsti dal Decreto Legislativo n.152 del 03.04.06, scarico in acque superficiali, viene impiegato il filtro a coalescenza. Con questo sistema le microparticelle di oli aderiscono ad un particolare materiale coalescente (effetto di assorbimento) e, dopo essersi unite tra loro aumentano la loro dimensione (effetto di coalescenza), e quindi ne viene favorita la flottazione in superficie. Lo scarico del separatore viene automaticamente chiuso da un otturatore a galleggiante per impedire la fuoriuscita dell'olio quando quest'ultimo arriva ad un determinato livello nella camera di raccolta.

4.1.8 Gestione del sistema di drenaggio delle acque meteoriche e degli eventuali sversamenti accidentali

Per quanto riguarda il piazzale di esazione, l'acqua di dilavamento viene raccolta, convogliata e trattata mediante un impianto prefabbricato di sedimentazione e disoleazione, il quale è in grado di intercettare anche eventuali sversamenti accidentali.

Per quanto concerne invece le rampe di svincolo, Autostrade per l'Italia S.p.A., sulla base di una esperienza pluridecennale, ha strutturato la propria organizzazione in modo tale da gestire le situazioni

d'emergenza connesse a sversamenti di sostanze pericolose sulle piattaforme stradali a seguito di incidente in cui rimane coinvolto un veicolo che trasporta dette sostanze in colli/contenitori o sfuse oppure a seguito di perdita di dette sostanze durante la marcia – in assenza di incidente – con rilevazione in ritardo da parte dell'autista stesso o di altro utenti della strada.

Si è pertanto suddivisa la gestione in funzione dei due differenti scenari ipotizzati:

- a) Scenario incidente veicolo: l'attivazione delle misure per il confinamento e la successiva bonifica è immediata e contestuale alla gestione dell'emergenza in considerazione del fatto che l'incolumità degli utenti è direttamente connessa alla presenza delle sostanze inquinanti e pericolose in piattaforma.
- b) Scenario dispersione senza incidente: il gestore autostradale effettua direttamente tramite personale operativo e sistemi di vigilanza a distanza oppure su segnalazione di altri utenti della strada l'individuazione del veicolo che sta disperdendo la sostanza inquinante e contestualmente attiva le procedure di gestione dell'emergenza.

Di seguito si descrive nel dettaglio la procedura operativa nel caso di sversamenti accidentali che dovrà essere successivamente adeguata con la struttura dedicata dell'esercizio del gestore autostradale:

1. Attuare le procedure codificate da Autostrade per l'Italia S.p.A. per la gestione dell'emergenza in accordo ai protocolli d'intesa già predisposti con i diversi soggetti istituzionali deputati al coordinamento delle attività di emergenza:
 - Polizia Stradale;
 - Vigili del Fuoco;
 - Prefetti delle Province interessate;
 - Protezione Civile;
 - ARPA.
2. Accertare la natura del carico sversato e definire attraverso le schede relative alle materie pericolose le cautele da adottare in presenza della sostanza pericolosa identificata comunicando le informazioni ricevute a tutti i soggetti operanti sul luogo dell'emergenza;
3. Richiedere l'intervento di ditte specializzate convenzionate per le azioni di bonifica delle sedi stradali e delle pertinenze da eseguirsi in tempi operativi estremamente limitati per la riapertura al traffico e la bonifica di terreni ed acque con il trattamento e lo smaltimento a norma di legge dei materiali di risulta.

5 INTERFERENZE IDROGRAFICHE MINORI

La viabilità in progetto presenta cinque interferenze con il reticolo idrografico esistente nell'area di studio, costituito sostanzialmente dal reticolo di fossi irrigui e colatori. In corrispondenza delle interferenze saranno realizzati dei prolungamenti delle opere di attraversamento esistenti e delle deviazioni dei canali esistenti per darne l'opportuna continuità idraulica.

I fossi del reticolo irriguo possono essere suddivisi in due gruppi principali: fossi privati e fossi di competenza del Consorzio di Bonifica della Pianura Media Bergamasca (Roggia Colleonesca).

Nelle seguenti tabelle sono presentate progressive e dimensioni delle opere in progetto per i fossi privati (Tabella 5.1) e quelli di competenza del Consorzio di Bonifica della Pianura Media Bergamasca (Tabella 5.2).

Tabella 5.1 – Progressive e dimensioni tombini scatolari sul reticolo dei fossi privati

OPERE	ASSE	PROG.	SEZIONE	
			B	H
			m	m
Prolungamento tombino Fosso irriguo Nord autostrada	Asse A1	0+296.00	0.84	0.60
Prolungamento tombino Fosso irriguo Sud autostrada	Asse A1	0+820.73	2.00	2.00

Tabella 5.2 – Progressive e dimensione prolungamento tombino sul reticolo dei fossi di competenza del consorzio di Bonifica Media Pianura Bergamasca

OPERE	ASSE	PROG.	SEZIONE	
			B	H
			m	m
Prolungamento Roggia Colleonesca (forma non scatolare)	Asse A1	0+300.00	3.33	2.95

La risoluzione delle interferenze idrauliche dei fossi irrigui con il nuovo progetto di adeguamento dello svincolo di Dalmine e l'introduzione di nuove opere idrauliche rispetto al progetto preliminare sono state condivise e coordinate con il Consorzio di Bonifica della Pianura Media Bergamasca, nel corso dell'incontro avvenuto in data 5 giugno 2018.

Per quanto riguarda le interferenze idrauliche a Nord dell'autostrada A4, si riscontra che la configurazione di progetto dell'adeguamento dello svincolo intermodale risulta interferire con due fossi irrigui in attraversamento alla tangenziale sud di Bergamo (come individuato nella Figura 15):

- la roggia Colleonesca;
- un fosso irriguo privato parallelo alla roggia Colleonesca.



Figura 15– Manufatti esistenti della Roggia Colleonesca e del fosso irriguo privato, oggetto di prolungamenti

Per la risoluzione di tali interferenze, in conformità con le richieste del Consorzio di Bonifica, si prevede il prolungamento dei manufatti sotto la tangenziale di Bergamo con sezioni e pendenza del fondo uguali a quelle dei manufatti esistenti. In particolare, verranno previste: analoghe sezioni per la roggia Colleonesca costituita da un manufatto a volta (con pendenza del fondo pari a 0.466%) e per il canale irriguo in affiancamento, di dimensioni pari a 0.84x0.60 metri (con pendenza del fondo pari a 1.00%).

Relativamente al canale irriguo privato posto in affiancamento alla roggia Colleonesca, tra la tangenziale Sud di Bergamo e fino all'attraversamento autostradale esistente (Figura 16), si prevede l'inserimento di una canaletta ad "U" in cls (dimensioni 0.75x1.00m) da poggiare sul sedime esistente del canale (nei tratti ove non sono già presenti canalette rettangolari), dimensionata con un valore di portata pari a 600 l/s, secondo quanto indicato e richiesto dal Consorzio (per le verifiche idrauliche si rimanda al capitolo 5.1).



Figura 16 – Fosso irriguo privato esistente tra la tangenziale Sud e l'attraversamento autostradale esistente – tratti oggetto di adeguamento (nuova canaletta di progetto)

Nella Figura 17, è riportato un confronto tra lo stato attuale della Roggia Colleonesca e la deviazione prevista. Allo stato attuale, la roggia, nel tratto iniziale dell'area di progetto a Nord dell'autostrada, presenta un deflusso da NE verso SO e sotto-attraversa la tangenziale tramite un manufatto a volta in calcestruzzo, che sarà oggetto di prolungamento. Successivamente, la roggia affianca per un centinaio di metri l'autostrada in un canale con sponde in calcestruzzo. La stessa attraversa poi l'autostrada, con deflusso Nord – Sud, attraverso un tombino idraulico. La Roggia Colleonesca, nello stato di fatto, a Sud dell'autostrada (Figura 18), presenta una sezione trapezia in terra, avente dimensioni 6.00x2.00x2.00m e pendenza media del fondo pari a 0.385%; inoltre, presenta un deflusso da NO verso SE.

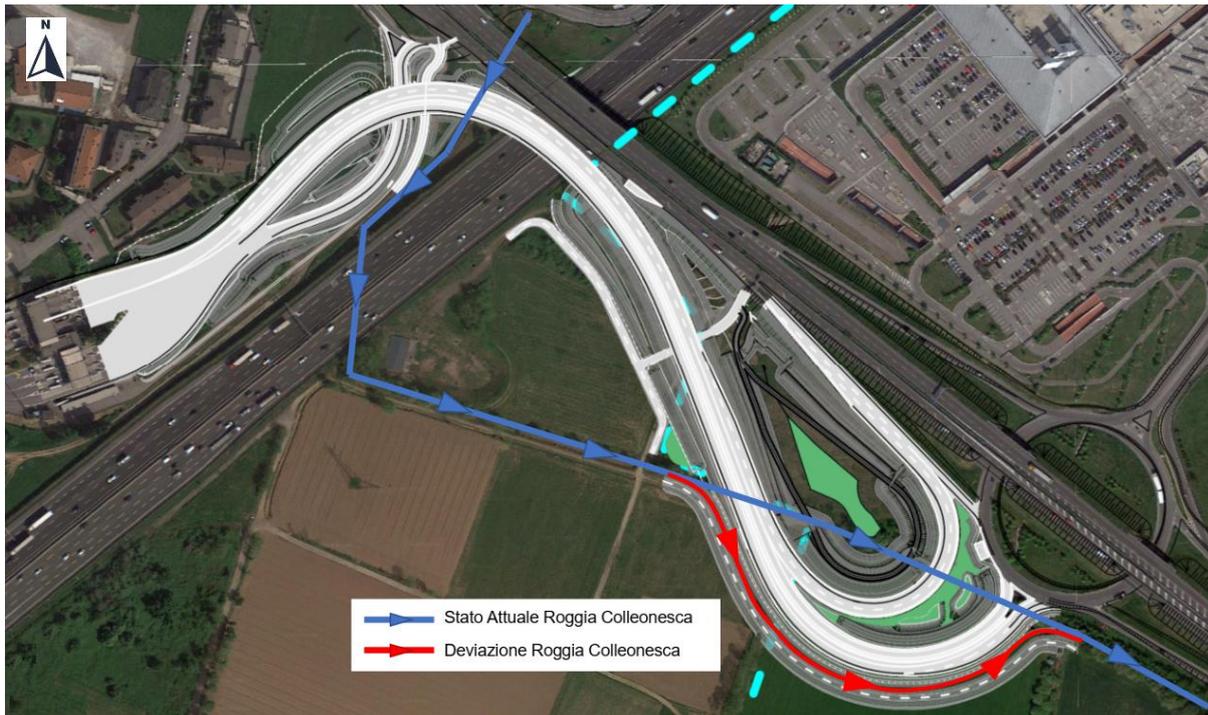


Figura 17 – Confronto planimetrico tra lo stato attuale e deviazione prevista della Roggia Colleonesca

La roggia Colleonesca, il relativo stradello di manutenzione e il fosso irriguo privato parallelo ad essi, risultano interferenti, per circa 200 metri con la nuova configurazione dello svincolo a Sud dell'attuale sedime dell'autostrada A4. È stato concordato con il Consorzio di Bonifica di riproporre la configurazione esistente, costituita da roggia Colleonesca, stradello e canale irriguo, opportunamente deviati a lato del sedime delle nuove rampe. La deviazione risulta avere una lunghezza di circa 317 m, una pendenza dello 0.385%.

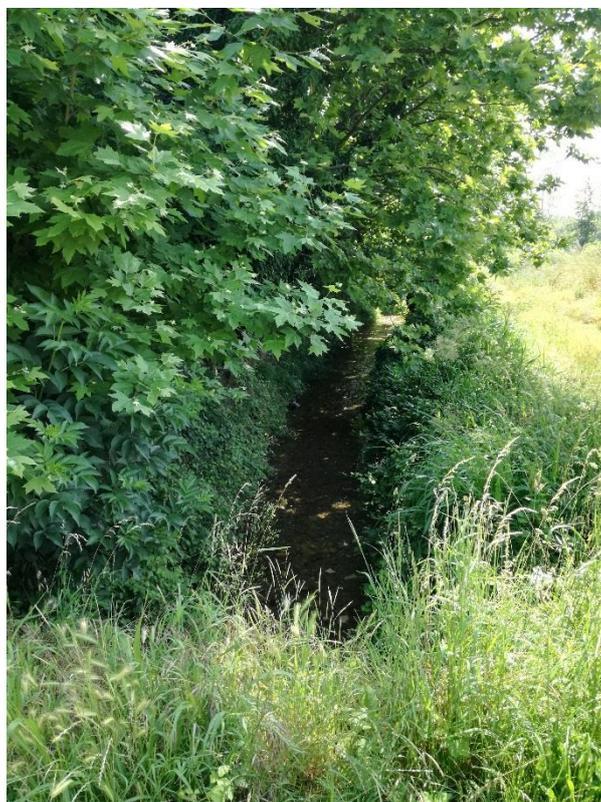


Figura 18 – Roggia Colleonesca a Sud dell'autostrada A4, oggetto di deviazione



Figura 19 – Fosso irriguo privato parallelo alla roggia Colleonesca, posto a Sud dell'autostrada A4, oggetto di deviazione

Entrambe le sezioni idrauliche (Roggia Colleonesca e fosso irriguo privato) dovranno avere le dimensioni dei canali esistenti; inoltre, per la roggia Colleonesca, verrà previsto, per il tratto di deviazione, il rivestimento in cls del fondo e delle sponde.

Sul fosso irriguo privato oggetto di deviazione sono state previste inoltre delle paratoie di intercettazione trasversali al canale stesso e dei panconi laterali per l'irrigazione dei terreni esistenti, in analogia allo stato di fatto dei luoghi, come richiesto dal Consorzio di Bonifica.

Prima dell'inizio dei lavori andranno discusse con i privati proprietari dei terreni, le posizioni e le tipologie delle paratoie e dei panconi da prevedere per l'irrigazione dei campi.

Anche per il fosso irriguo privato esistente che interferisce con la rotatoria della tangenziale Sud e l'innesto degli assi A1 e A2 del nuovo svincolo di Dalmine, viene previsto il prolungamento dello scatolare esistente con analoghe dimensioni (2.00x2.00m, pendenza 0.494%), prevedendo opportuni raccordi con la roggia Colleonesca nella quale andrà ad innestarsi.



Figura 20 – Scatolare esistente sotto la rotatoria della tangenziale Sud, oggetto di prolungamento

Ad integrazione delle opere idrauliche di risoluzione delle interferenze del reticolo idrografico esistente con il nuovo svincolo di Dalmine, viene previsto, come richiesto dal Consorzio di Bonifica, contestualmente ai lavori di adeguamento dello svincolo, la modifica dell'attuale scarico della vasca di laminazione esistente dell'autostrada (posta a Sud della stessa) nella Roggia Colleonesca, in quanto l'orientamento del tubo di scarico della vasca stessa risulta attualmente contrario al deflusso della roggia stessa.

Si riportano nei paragrafi successivi le verifiche idrauliche delle opere previste a progetto.

5.1 DIMENSIONAMENTO E VERIFICHE IDRAULICHE DEI FOSSI INTERFERENTI

Nel presente paragrafo, sono illustrati i dimensionamenti e le verifiche idrauliche delle nuove opere idrauliche previste a progetto e descritte nel paragrafo precedente:

- nuovo canale prefabbricato in cls, avente dimensioni 0.75x1.00m, per la continuità idraulica del fosso irriguo privato a Nord dell'autostrada;
- nuovo canale in terra, rivestito sul fondo e sulle sponde, secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica, per la continuità della Roggia Colleonesca a Sud dell'autostrada;
- nuovo canale in terra per la continuità del fosso irriguo privato a Sud dell'autostrada.

I prolungamenti dei tombini idraulici previsti a progetto avvengono con sezioni e pendenza del fondo uguali a quelli dei tombini esistenti, pertanto, le verifiche idrauliche sono già rispettate poiché il prolungamento avviene in tratti già rivestiti in calcestruzzo e l'estensione degli stessi non ne influenza il deflusso interno.

Il dimensionamento e le verifiche idrauliche delle opere di progetto sopracitate sono valutate confrontando la portata idraulica defluente nel canale nello stato di fatto (portata di progetto) con quella convogliabile dal nuovo canale o dal nuovo manufatto idraulico con un grado di riempimento massimo dello stesso pari a 80%. Solo in pochi casi si è ammesso un riempimento pari all'85% per vincoli topografici.

Ove il valore della portata di progetto non sia stata comunicata dal Consorzio di Bonifica (come nel caso del dimensionamento del canale prefabbricato a Nord dell'autostrada, pari a 600 l/s), si applica l'ipotesi cautelativa che il canale esistente posto a monte della nuova opera di progetto sia a piene rive, ossia con un grado di riempimento pari al 100% della sezione esistente.

La valutazione della portata di progetto e il dimensionamento delle nuove opere sono eseguite applicando la formula in moto uniforme di Chezy-Strickler:

$$Q = \chi A \sqrt{Ri} = k \frac{A^{5/3}}{C^{2/3}} \sqrt{i}$$

Con:

Q: portata (m^3/s);

$ks = 1/n$ coefficiente di scabrezza di Strickler ($m^{1/3}/s$);

A = area bagnata (m^2);

C = contorno bagnato (m);

i = pendenza media dell'opera (m/m);

$R=A/C$ raggio idraulico (m).

Il valore di scabrezza ks è stato posto pari a 30 $m^{1/3}/s$ per i canali in terra esistente, 40 $m^{1/3}/s$ per i nuovi canali in terra di progetto, 65 $m^{1/3}/s$ per i nuovi manufatti in cls e per i canali in terra rivestiti in cls.

5.1.1 Verifiche idrauliche opere a Nord dell'autostrada

Come riportato nei paragrafi precedenti, tra le nuove opere idrauliche di progetto a Nord dell'autostrada, si prevede l'inserimento di una canaletta prefabbricata ad "U" in cls (dimensioni 0.75x1.00m) da poggiare sul sedime esistente del canale (nei tratti ove non sono già presenti canalette rettangolari), fino all'attraversamento autostradale esistente. La portata di progetto di dimensionamento è pari a 600 l/s, come indicato dal Consorzio di Bonifica.

Nella Tabella 5.3 si riporta la verifica idraulica della nuova canaletta rettangolare di progetto.

Pendenza Canale	i	0.00348						
Base Maggiore	B	0.75	m					
Base Minore	b	0.75	m					
Altezza Max	H	1	m					
Pendenza Sponde	Tg a	0						
Angolo sponde	a	0	gradi					
Coeff strickler	Ks	65	m ^{1/3} s ⁻¹					
Altezza pelo libero	Larghezza pelo libero	Area	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Portata	Velocità	H/Hmax	Portata
m	m	m ²	m	m	m ³ /s	m/s		l/s
0.56	0.75	0.42	1.88	0.23	0.60	1.42	0.56	600

Tabella 5.3 – Verifica idraulica canaletta di progetto 0.75x1.00m a Nord dell'autostrada

Come si può osservare dalla tabella precedente, il grado di riempimento della nuova canaletta di progetto è pari a 56%.

Il prolungamento del tombino idraulico TS001, previsto a progetto, come indicato nei paragrafi precedenti, avviene con sezioni e pendenza del fondo uguali a quelli del tombino esistente, pertanto, le verifiche idrauliche sono già rispettate poiché il prolungamento avviene in tratti già rivestiti in calcestruzzo e il prolungamento degli stessi non ne influenza il deflusso interno.

In particolare, il tombino TS001 presenta subito a valle un canale esistente con muri laterali di altezza pari a 1.5 m (sez. BB in elaborato STR 0061), pari a circa 50% dell'altezza interna del tombino prolungato; pertanto, all'interno del tombino la massima altezza idrica che può realizzarsi, data la pendenza costante del fondo, è pari all'altezza massima dei muri del canale esterno.

5.1.2 Verifiche idrauliche opere a Sud dell'autostrada

Per quanto concerne le opere di risoluzione delle interferenze idrografiche a Sud dell'autostrada, si riporta il dimensionamento e le verifiche idrauliche delle deviazioni della Roggia Colleonesca e del fosso irriguo privato parallelo alla roggia stessa.

Le portate di progetto per le verifiche idrauliche delle nuove inalveazioni in terra sono state determinate considerando la portata a piene rive dei canali esistenti, come anticipato nei paragrafi precedenti.

La Roggia Colleonesca, nello stato di fatto, a Sud dell'autostrada, presenta una sezione trapezia in terra, avente dimensioni 6.00x2.00x2.00m e pendenza media del fondo pari a 0.385%. Da tali caratteristiche geometriche si calcola la portata a piene rive e pertanto la portata di progetto della nuova inalveazione.

Pendenza Canale	i	0.0039						
Base Maggiore	B	6.0	m					
Base Minore	b	2.0	m					
Altezza Max	H	2.0	m					
Pendenza Sponde	Tg a	1						
Angolo sponde	a	45	gradi					
Coeff strickler	Ks	30	$m^{1/3}s^{-1}$					
Altezza pelo libero	Larghezza pelo libero	Area	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Portata	Velocità	H/Hmax	Portata
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>	<i>m/s</i>		<i>l/s</i>
2.00	6.00	8.00	7.66	1.04	15.33	1.92	1.00	15333

Tabella 5.4 – Portata a piene rive della Roggia Colleonesca

La portata di progetto della nuova inalveazione è pari a 15.33 m³/s.

La nuova inalveazione di progetto avrà una sezione minima con dimensioni 6.00x3.00x1.45m e sarà rivestita sul fondo e sulle sponde in cls.

Si riporta nella tabella successiva la verifica idraulica della deviazione di progetto della Roggia Colleonesca.

Pendenza Canale	i	0.0032						
Base Maggiore	B	5.9	m					
Base Minore	b	3.0	m					
Altezza Max	H	1.45	m					
Pendenza Sponde	Tg a	1						
Angolo sponde	a	45	gradi					
Coeff strickler	Ks	65	$m^{1/3}s^{-1}$					
Altezza pelo libero	Larghezza pelo libero	Area	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Portata	Velocità	H/Hmax	Portata
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>	<i>m/s</i>		<i>l/s</i>
1.17	5.35	4.90	6.32	0.78	15.33	3.13	0.81	15333

Tabella 5.5 – Verifica idraulica deviazione di progetto della Roggia Colleonesca

Il grado di riempimento della nuova inalveazione della Roggia Colleonesca è pari al 81%.

Il fosso irriguo privato parallelo alla Roggia Colleonesca, nello stato di fatto, a Sud dell'autostrada, presenta una sezione trapezia in terra, avente dimensioni 2.70x0.60x0.70m e pendenza media del

fondo pari a 0.240%. Da tali caratteristiche geometriche si calcola la portata a piene rive e pertanto la portata di progetto della nuova inalveazione:

Pendenza Canale	i	0.0024						
Base Maggiore	B	2.7	m					
Base Minore	b	0.6	m					
Altezza Max	H	0.7	m					
Pendenza Sponde	Tg a	1.5						
Angolo sponde	a	56.31	gradi					
Coeff strickler	Ks	30	$m^{1/3}s^{-1}$					
Altezza pelo libero	Larghezza pelo libero	Area	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Portata	Velocità	H/Hmax	Portata
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>	<i>m/s</i>		<i>l/s</i>
0.70	2.70	1.16	3.12	0.37	0.87	0.76	1.00	874

Tabella 5.6 – Portata a piene rive del fosso irriguo privato parallelo alla Roggia Colleonesca

La portata di progetto della nuova inalveazione è pari a 0.874 m³/s.

La nuova inalveazione di progetto avrà una sezione con dimensioni analoghe a quella del canale esistente a monte e pari a 3.00x0.75x0.75m, con pendenza delle scarpate pari a 3/2.

Si riporta nella tabella successiva la verifica idraulica della deviazione di progetto del fosso irriguo privato parallelo alla Roggia Colleonesca.

Pendenza Canale	i	0.002						
Base Maggiore	B	3.0	m					
Base Minore	b	0.75	m					
Altezza Max	H	0.75	m					
Pendenza Sponde	Tg a	1.5						
Angolo sponde	a	56.31	gradi					
Coeff strickler	Ks	40	$m^{1/3}s^{-1}$					
Altezza pelo libero	Larghezza pelo libero	Area	Perimetro bagnato	Raggio idraulico	Portata	Velocità	H/Hmax	Portata
<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m²</i>	<i>m</i>	<i>m</i>	<i>m³/s</i>	<i>m/s</i>		<i>l/s</i>
0.60	2.56	1.00	2.93	0.34	0.87	0.87	0.81	874

Tabella 5.7 – Verifica idraulica deviazione di progetto del fosso irriguo privato parallelo alla Roggia Colleonesca

Il grado di riempimento della nuova inalveazione del fosso irriguo privato parallelo alla Roggia Colleonesca è pari al 81%.

Il prolungamento del tombino idraulico TS002, previsto a progetto, come indicato nei paragrafi precedenti, avviene con sezioni e pendenza del fondo uguali a quelli del tombino esistente, pertanto, le verifiche idrauliche sono già rispettate poiché lo stesso avviene in tratti già rivestiti in calcestruzzo e non ne influenza il deflusso interno.

A valle del tombino TS002 le acque vengono immesse in un nuovo canale in CLS 2.0x2.0, delle medesime dimensioni del tombino, che a sua volta si immette nella Roggia Colleonesca. Date le stesse condizioni geometriche nel tombino in progetto si realizzano le stesse condizioni di deflusso dell'esistente e, nel caso, data l'assenza di indicazione da parte del Consorzio, della portata di defluente, è assumibile un grado di riempimento dell'80%, valore adottato di consuetudine.

6 SISTEMAZIONI IDRAULICHE DI CANTIERE

Il presente capitolo descrive gli aspetti idraulici del cantiere principale CB001 previsto all'interno del cappio. Sono escluse dalla presente trattazione le aree operative destinate a:

- deposito temporaneo terre e rocce di scavo;
- produzione del calcestruzzo;
- produzione del conglomerato bituminoso,

che saranno oggetto di specifica progettazione a carico dell'Appaltatore per la realizzazione delle opere autostradali.

Sono altresì escluse le aree di deposito delle terre di "scotico" che saranno stoccate al fine di agevolare, al termine delle opere, la messa in pristino delle aree di pertinenza. Tali aree saranno dotate di permeabilità profonda e poiché ad oggi utilizzate a fini agricoli non concorreranno al dimensionamento sia della rete di scarico e depurazione dei reflui sia degli invasi di laminazione richiesti. La modellazione dell'estradosso di tali aree consentirà di garantire l'allontanamento dei reflui dalle aree di cantiere.

I paragrafi successivi riportano le descrizioni delle attività e i criteri di dimensionamento dei singoli impianti.

6.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le scelte progettuali ed i dimensionamenti presenti all'interno della presente relazione sono stati condotti in conformità e in ottemperanza al seguente quadro normativo:

- L.R. n.20 del 31 maggio 2006 – "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento";
- DPGR 46/R/2008 - Regolamento di attuazione della legge regionale 31 maggio 2006, n. 20 "Norme per la tutela delle acque dall'inquinamento";
- D.lgs. 152/2006 – "Norme in materia ambientale (T.U.A.)";
- UNI EN 858 1-2 – Norme tecniche separatori oli;

6.2 APPROVVIGIONAMENTI

All'interno delle aree di cantiere si prevede la realizzazione di vasche di accumulo d'acqua ad uso industriale con alimentazione diretta dalle vasche di prima pioggia ed aventi volume pari ad esse. La rete di approvvigionamento idrico per usi civili e industriali, volumi da integrare, sarà progettata da parte dell'appaltatore delle opere.

6.3 RACCOLTA TRATTAMENTO E SMALTIMENTO DELLE ACQUE REFLUE

Le aree di cantiere in oggetto saranno completamente impermeabilizzate per evitare che gli eventuali sversamenti accidentali possano inquinare il terreno, dato che una parte di ogni area sarà destinata al transito ed alla sosta dei mezzi di lavoro. Al fine di ridurre la produzione e la propagazione delle polveri, sarà attivo un servizio di spazzatura giornaliero del piazzale del cantiere, integrato con un servizio di bagnatura e lavaggio piazzali con frequenza ogni 48 ore.

Le acque meteoriche piovute all'interno del cantiere ma successive alla prima pioggia (primi 5 mm) verranno convogliate direttamente nel naturale recapito finale costituito dai fossi filtro localizzati intorno all'area di cantiere.

6.4 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA DI TRATTAMENTO E DI RACCOLTA

Per il dimensionamento idraulico del cantiere, per un tempo di ritorno di 5 anni, i tempi critici utilizzati sono sempre inferiori all'ora, per cui in analogia a quanto illustrato nel paragrafo IDROLOGIA 3 si sono ricavati i valori dei parametri a ed n ottenendo i seguenti:

$$a = 38.39$$

$$n = 0.5$$

Per i calcoli delle portate di progetto dei collettori si adotta il metodo cinematico. La portata massima viene calcolata mediante la formula:

$$Q_{\text{picco}} = C \cdot S \cdot q$$

dove:

C = coefficiente di deflusso dell'area (assunto pari a 1);

S = superficie totale del bacino (m²);

q = portata unitaria (l/s/m²).

La portata unitaria q viene calcolata con la formula:

$q = h/tc$,

dove:

h = altezza di pioggia (in mm, espressa in l/m²)

tc = tempo di corrivazione del bacino (espresso in secondi).

Sono stati assunti i seguenti tempi di corrivazione tc :

- t c = 5 minuti per le aree inferiori ai 2'000 m²;
- t c = 10 minuti per le aree superiori a 2'000 m²;

Una volta determinate le portate di progetto di ciascun tratto, sono dimensionati i collettori sulla base della massima portata smaltibile, funzione del raggio idraulico, della pendenza e della scabrezza delle condotte secondo la formula di Chèzy. La verifica dei diametri dei collettori sulla portata di progetto viene effettuata ipotizzando che si instauri la condizione di moto uniforme. A partire dalla portata di progetto si verifica con procedimento iterativo il grado di riempimento y/Di (rapporto tra altezza d'acqua e diametro interno) di ogni tratto di condotta. Si assume un grado di riempimento massimo accettato pari al 80% ed un coefficiente di scabrezza Ks pari a 80 m^{1/3}/s.

Le acque di dilavamento del piazzale di cantiere relative alle aree di passaggio, manovra e sosta mezzi, provenienti dall'area di lavorazione saranno raccolte e convogliate in un'apposita rete di raccolta interna al cantiere. Da qui attraverso un opportuno pozzetto partitore, le acque di prima pioggia saranno inviate alla depurazione, dopo essere state raccolte in idonee vasche di stoccaggio. Le acque successive alla prima pioggia saranno inviate allo scarico finale costituito dai fossi filtro localizzati intorno all'area di cantiere. Si fa notare che anche le acque prodotte durante il lavaggio dei piazzali saranno recapitate nella rete di smaltimento acque meteoriche e di conseguenza saranno trattate come prime piogge. Tali acque tuttavia non rientrano nel dimensionamento degli impianti di depurazione in quanto sicuramente i lavaggi non avverranno contemporaneamente agli eventi meteorici. Di seguito viene descritta la modalità di determinazione dei volumi delle acque meteoriche di prima pioggia e dei volumi di ulteriori aliquote delle acque meteoriche dilavanti che saranno temporaneamente stoccati negli appositi manufatti e di seguito trattati. L' area di cantiere CB001 nel loro insieme hanno una superficie totale di circa 6'450 mq di cui solo 4'650 m² sono oggetto della presente progettazione, in quanto l'area adibita a deposito temporaneo del materiale di scotico non è drenata.

La prima pioggia viene considerata come un evento meteorico di altezza di pioggia pari a 5 mm. Pertanto, la portata relativa alla prima pioggia (AMPP) risulta pari a Q= 25.83 l/s, per un periodo di 15 minuti. Il volume dell'acqua generato dalla prima pioggia risulta pari a Vpp= 4'650 m² * 0.005m = 23.25 m³. All'inizio della precipitazione, le acque meteoriche di dilavamento che si immettono nel pozzetto separatore defluiscono nel bacino di accumulo, inizialmente vuoto, attraverso la tubazione di comunicazione. Durante la precipitazione, il bacino si riempie fino al livello massimo utile. Da questo momento, le acque risultanti delle piogge successive alla prima pioggia (superiori all'altezza di pioggia di 5 mm) sfiorano attraverso lo stramazzo livellatore che divide il pozzetto separatore in due parti; di seguito confluiscono in un secondo pozzetto, che contiene un sistema di rilevazione delle piogge eccedenti costituito da una sonda segnalatrice. Tale sonda del tipo ad elettrodi è montata internamente al pozzetto su un supporto in acciaio inossidabile collegato alla condotta di scarico proveniente dal pozzetto separatore. La vasca di accumulo è dotata di una pompa di svuotamento con interruttore di livello e di una linea di rilancio, composta da una tubazione di sollevamento e da due tubazioni di mandata e ricircolo ambedue munite di valvola di regolazione della portata.

Il quadro elettrico è attrezzato per il comando ed il controllo della pompa di svuotamento e per la segnalazione luminosa/acustica che indica il superamento dell'altezza di pioggia oltre i 5 mm. Sul collettore di smaltimento della pioggia superiore ai 5 mm, a valle del pozzetto separatore, è stato previsto un pozzetto di ispezione per prelievo campioni.

APPENDICE A: VERIFICA DEGLI ELEMENTI DEL SISTEMA DI DRENAGGIO

Riportiamo in questo capitolo i tabulati relativi al dimensionamento degli elementi di drenaggio della piattaforma quali canalette grigliate in PEAD, caditoie grigliate in PEAD, embrici e collettori.

• Canalette grigliate in PEAD

Codifica	Asse	PK inizio	PK fine	Lungh.	Largh.	Area rid.	i long	i trasv	ta	qo	i	Q	Passo Teorico	Inter.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[mq]	[-]	[-]	[sec]	[l/(s*m)]	[mm/ora]	[l/s]	[m]	[m]
CGR N1	A1	271	320	52	7.50	390	0.050	0.070	180	0.57	272	17.5	31	10
CGR N2	A1	219	238	19	9.50	181	0.050	0.053	180	0.72	272	17.5	24	10
CGR N3	A2	660	675	15	10.50	158	0.051	0.020	276	0.64	220	17.5	27	15
CGR N4	A2	660	675	52	11.00	572	0.051	0.070	180	0.83	272	17.5	21	10
CGR N5	A2	605	624	19	10.00	190	0.051	0.070	180	0.75	272	17.5	23	10
CGR N6	A2	567	577	10	10.80	108	0.051	0.070	180	0.82	272	17.5	21	10
CGR S1	A1	369	391	22	17.50	385	0.040	0.045	241	1.14	235	17.5	15	15

• Embrici

Codifica	Asse	PK inizio	PK fine	Lung.	Largh.	Area Rid.	i long	i trasv	ta	qo	i	Q	Passo Teorico	Inter.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[mq]	[-]	[-]	[sec]	[l/(s*m)]	[mm/ora]	[l/s]	[m]	[m]
S1	A3	75	225	150	10.0	1500	0.005	0.070	180	0.75	272	52.2	69	25
S2	A2	225	343	118	11.0	1298	0.040	0.025	247	0.71	232	9.3	13	10
S3	A5	0	130	130	11.0	1430	0.053	0.025	256	0.70	228	10.7	15	15
S4	A2	0	185	185	17.5	3238	0.005	0.070	199	1.26	259	52.2	41	15
S5	3	0	68	68	12.5	850	0.005	0.070	180	0.94	272	52.2	55	25
S6	A5 - Rot. Tang. Sud	163 (A5)	Rot.	50	8.5	425	0.005	0.025	196	0.62	261	9.7	16	15
N4	Esattori	0	40	40	5.0	200	0.010	0.025	180	0.38	272	4.6	12	10
N5	A4 - Esattori			55	7.5	413	0.020	0.025	191	0.55	264	6.6	12	10

• **Caditoie grigliate in PEAD**

Codifica	Asse	PK inizio	PK fine	Lung.	Larg.	Area rid.	i long	i trasv	ta	qo	i	Q	Passo Teorico	Inter.
Caditoia Grigliata PEAD		[m]	[m]	[m]	[m]	[mq]	[-]	[-]	[sec]	[l/(s*m)]	[mm/ora]	[l/s]	[m]	[m]
CG N1	A1	182	219	37	19	703	0.050	0.040	270	1.17	222	17.5	15	10
CG N2	A1	142	182	40	9	360	0.050	0.025	229	0.60	241	17.5	29	20
CG N3	A4	44	117	73	9	657	0.040	0.070	180	0.68	272	17.5	26	20
CG N4	A4	117	142	25	8	200	0.023	0.025	199	0.57	258	17.5	31	10
CG N5	Esattori	40	76	36	5	180	0.010	0.025	180	0.38	272	4.6	12	10
CG N6	A2	675	839	164	14	2214	0.010	0.025	249	0.87	231	17.5	20	20
CG N7	A4	0	44	44	10	418	0.040	0.070	180	0.72	272	17.5	24	20
CG N8	A1	42	125	83	19	1536	0.004	0.025	288	1.10	215	17.4	16	15
CG S1	A1	390	550	160	8	1280	0.040	0.045	180	0.60	272	17.5	29	20
CG S2	A1	550	645	95	7	665	0.040	0.025	197	0.51	260	17.5	35	20
CG S3	A1	750	800	50	10	500	0.005	0.070	180	0.75	272	17.5	23	20
CG S4	A2	355	460	105	10	1008	0.040	0.045	180	0.72	272	17.5	24	20

• **Drenaggio viadotti**

Codifica	Asse	PK inizio	PK fine	Lung.	Larg.	Area rid.	i long	i trasv	ta	qo	i	Q	Passo Teorico	Inter.
Caditoia		[m]	[m]		[m]	[mq]	[-]	[-]	[sec]	[l/(s*m)]	[mm/ora]	[l/s]	[m]	[m]
CVS1	A2	460	510	50	9.6	480	0.040	0.045	180	0.72	272	10.2	14	10
CVS1	A1	320	370	50	7.6	380	0.040	0.045	180	0.57	272	10.2	18	10

• **Collettori**

Tratto	L	De	i long (tubo)	A	ta+tr	i	Q	h	riempimento	Velocità
	[m]	[mm]	[-]	[mq]	[sec]	[mm/h]	[m³/s]	[m]	[-]	[m/s]
PN2-PN3	18	400	0.020	194	180	271.63	0.01	0.06	0.18	1.28
PN3-PN4 (scarico)	17	400	0.035	330	180	271.63	0.02	0.07	0.20	1.82
PN38-PN39	18	400	0.020	248	180	271.63	0.02	0.07	0.20	1.37
PN39-PN40	17	400	0.035	435	185	268.15	0.03	0.08	0.23	1.96
PN40-PN4	8	400	0.054	435	188	265.65	0.03	0.07	0.21	2.29
PN5-PN6	21	400	0.050	189	180	271.63	0.01	0.05	0.14	1.75
PN6-PN7	31	400	0.050	468	197	259.36	0.03	0.07	0.22	2.25
PN7-PN7bis	8	400	0.020	468	202	256.17	0.03	0.09	0.27	1.62
PN5bis-PN6bis	21	400	0.050	210	185	267.69	0.02	0.05	0.15	1.79
PN6bis-PN7bis	31	400	0.060	520	205	254.39	0.04	0.07	0.21	2.46
PN7bis-PN8	10	400	0.020	1088	241	234.78	0.07	0.14	0.40	2.00
PN8-scarico	4	400	0.020	1088	243	233.81	0.07	0.14	0.40	2.00
PN9-PN10	23	400	0.050	630	314	205.79	0.04	0.08	0.22	2.30
PN10-PN11	13	400	0.020	630	321	203.26	0.04	0.10	0.28	1.65
PN21-PN11	12	400	0.035	217	180	271.63	0.02	0.06	0.16	1.61
PN22-PN11	15	400	0.005	230	194	261.86	0.02	0.09	0.27	0.81
PN11 - Scarico	6	400	0.020	1077	347	195.52	0.07	0.14	0.39	1.98
PN12-PN13	16	400	0.020	209	180	271.63	0.02	0.06	0.19	1.30
PN13-PN14	16	400	0.035	353	180	271.63	0.03	0.07	0.21	1.85
PN14-PN15	19	400	0.020	524	180	271.63	0.04	0.10	0.29	1.70
PN15-PN16	16	400	0.025	668	186	267.23	0.05	0.11	0.31	1.97
PN17-PN16	25	400	0.015	245	180	271.63	0.02	0.07	0.22	1.23
PN16-PN18	13	500	0.002	913	200	257.45	0.07	0.21	0.49	0.90
PN19-PN18	26	400	0.025	130	180	271.63	0.01	0.05	0.14	1.23
PN18- Scarico	7	500	0.005	1043	227	241.68	0.08	0.19	0.44	1.21
PN23-PN24	23	400	0.015	959	513	160.87	0.04	0.11	0.33	1.57
PN25-PN26	20	400	0.045	581	508	161.62	0.03	0.07	0.19	2.01
PN26-PN27	12	400	0.015	743	517	160.32	0.03	0.10	0.29	1.46
PN27-PN24	35	400	0.003	1053	549	155.50	0.05	0.20	0.57	0.82
PN24-Impianto1	4	400	0.010	2012	576	151.81	0.08	0.19	0.54	1.62
PN29-PN30	18	400	0.025	333	300	210.34	0.02	0.07	0.19	1.50
PN30-PN31	14	400	0.020	525	309	207.30	0.03	0.09	0.26	1.58
PN31-PN32	25	400	0.005	988	331	200.20	0.05	0.18	0.51	1.12
PN33-PN32	30	400	0.009	538	313	205.87	0.03	0.11	0.32	1.19
PN35-PN36	15	400	0.005	1612	300	210.35	0.09	0.26	0.74	1.25
PN37-PN36	15	400	0.005	1612	300	210.35	0.09	0.26	0.74	1.25
PN36-PN32	27.5	630	0.003	3225	336	198.81	0.18	0.35	0.65	1.15
PN32 - Impianto 2	5	630	0.005	4750	359	192.42	0.25	0.35	0.65	1.63
PN4bis-PN18bis	8	400	0.084	86	180	271.63	0.01	0.03	0.09	1.66

Tratto	L	De	i long (tubo)	A	ta+tr	i	Q	h	riempimento	Velocità
	[m]	[mm]	[-]	[mq]	[sec]	[mm/h]	[m ³ /s]	[m]	[-]	[m/s]
PS1bis-PS2bis	41	400	0.025	394	203	255.51	0.03	0.08	0.23	1.66
PS2bis-PS2	5	400	0.020	394	207	253.49	0.03	0.09	0.25	1.54
PS1-PS2	39	400	0.012	296	192	263.14	0.02	0.09	0.25	1.19
PS2-PS3	19	400	0.040	1023	277	218.98	0.06	0.11	0.31	2.48
PS3-PS3bis	12	400	0.010	1023	310	206.95	0.06	0.15	0.44	1.48
PS3bis- Scarico	10	400	0.010	1023	316	204.87	0.06	0.15	0.44	1.47
PS4-PS5	20	400	0.040	321	180	271.63	0.02	0.07	0.19	1.89
PS5-PS6	20	400	0.040	471	180	271.63	0.04	0.08	0.23	2.11
PS6-PS7	20	400	0.045	621	187	266.82	0.05	0.09	0.26	2.38
PS17-PS18	25	400	0.040	421	195	261.04	0.03	0.08	0.22	2.02
PS18-PS19	20	400	0.040	621	204	255.28	0.04	0.09	0.26	2.25
PS19-PS20	20	400	0.040	821	212	250.26	0.06	0.10	0.30	2.42
PS20-PS21	22	400	0.040	1041	221	245.36	0.07	0.12	0.33	2.57
PS21-PS7	5	400	0.030	1041	223	244.17	0.07	0.12	0.36	2.32
PS7-PS8	30	400	0.040	1962	261	225.46	0.12	0.16	0.45	2.99
PS8-PS9	50	400	0.040	2337	299	210.88	0.14	0.17	0.48	3.07
PS9-Scarico	7	400	0.010	2337	303	209.51	0.14	0.26	0.76	1.78
PS9bis - PS10	30	400	0.030	353	221	245.00	0.02	0.07	0.21	1.70
PS10-PS11	52	400	0.025	743	248	231.42	0.05	0.11	0.31	1.95
PS11-PS12	16	400	0.020	743	257	227.35	0.05	0.11	0.32	1.79
PS12-scarico	17	400	0.020	743	267	223.24	0.05	0.11	0.32	1.78
PS13-PS14	25	400	0.010	250	180	271.63	0.02	0.08	0.24	1.08
PS15-PS14	25	400	0.010	250	180	271.63	0.02	0.08	0.24	1.08
PS14-PS16	6	400	0.040	500	199	258.03	0.04	0.08	0.23	2.12
PS16-scarico	3	400	0.010	500	202	256.54	0.04	0.12	0.33	1.29

- Mezzi tubi in cls

COD.	Lung	i	S _{eff}	tc	i	Q	D _e	r _i	A	P	R	h	Ks	% riemp	Vel.
	[m]	-	[m ²]	min	mm/h	[l/s]	[mm]	[m]	[m ²]	[m]	[m]	[m]	m ^{1/3} s ⁻¹		m/s
N1	50	0.10	126	5	210	7.4	500	0.217	0.005	0.24	0.021	0.03	60	15%	1.45
N2	28	0.01	326	5	210	19.0	500	0.217	0.022	0.41	0.054	0.09	60	42%	0.86
N3	15	0.01	66	5	210	3.9	500	0.217	0.007	0.27	0.026	0.04	60	19%	0.53
S1	59	0.10	1032	5	210	60.3	500	0.217	0.022	0.41	0.054	0.09	60	42%	2.71
S2	9	0.01	355	5	210	20.8	500	0.217	0.024	0.42	0.056	0.09	60	43%	0.88
S3	12	0.01	435	5	210	25.4	500	0.217	0.027	0.44	0.061	0.10	60	48%	0.93
S4	10	0.01	105	5	210	6.1	500	0.217	0.010	0.31	0.033	0.05	60	24%	0.61

APPENDICE B: VERIFICHE STATICHE DEI COLLETTORI

Di seguito sono riportate le tabelle di calcolo per la verifica alla deformabilità dei collettori in PP (polipropilene) SN 16 kN/m^2 posti sotto la pavimentazione autostradale per gli attraversamenti trasversali. Le verifiche si riferiscono al ricoprimento minimo presente in ogni attraversamento considerato.

- Collettore PS14_PS16 DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m^2
Modulo di elasticità	$E_m =$	150000	kN/m^2
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,97	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfilanco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	$\gamma_t =$	20	kN/m^3
Angolo di attrito interno	$\varphi =$	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	$\mu =$	0,70	
Angolo di supporto	$2\alpha =$	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	$E_t =$	14000	kN/m^2
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	$\gamma \cdot =$	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Trincea stretta		
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	$K_a =$	0,271	
Coeff. di carico statico	$\chi =$	1,208	
Carico idrostatico	$Q_{idr} =$	0,000	kN/m
Carico statico	$Q_{st} =$	5,800	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	$kN/ruota$
Coeff. dinamico	$\omega =$	1,309278351	
Tensione dinamica	$\sigma_z =$	54,520	kN/m^2
Carico dinamico	$Q_d =$	28,553	kN/m
Carico totale	Q =	34,353	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	$\Delta d =$	6,35	mm
Deformazione relativa %	$\delta =$	1,587	%
Tubazione verificata			

- Collettore PS11_PS12 DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	1,25	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfiacco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Trincea stretta		
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,440	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q _{st} =	6,911	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,24	
Tensione dinamica	σ _z =	41,816	kN/m ²
Carico dinamico	Q _d =	20,741	kN/m
Carico totale	Q =	27,652	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	5,11	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,278	%
Tubazione verificata			

- Collettore PS7_PS21 DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,79	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfiacco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ _· =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,036	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q _{st} =	4,974	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
HT60			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,379746835	
Tensione dinamica	σ _z =	67,578	kN/m ²
Carico dinamico	Q _d =	37,296	kN/m
Carico totale	Q =	42,271	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	7,81	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,953	%
Tubazione verificata			

- Collettore PN40_PN4 DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,79	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfiacco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ _· =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,036	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	4,974	kN/m
Determinazione carico dinamico			
HT60			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,379746835	
Tensione dinamica	σ _z =	67,578	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	37,296	kN/m
Carico totale	Q =	42,271	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	7,81	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,953	%
Tubazione verificata			

- Collettore PN4bis_PN18bis DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,80	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfiango	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ _· =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,046	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	5,023	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
HT60			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,375	
Tensione dinamica	σ _z =	66,695	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	36,682	kN/m
Carico totale	Q =	41,705	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	7,71	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,927	%
Tubazione verificata			

- Collettore PS2_PS2bis DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,69	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rifianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ _· =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,932	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q_{st} =	4,473	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
HT60			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,434782609	
Tensione dinamica	σ _z =	77,857	kN/m ²
Carico dinamico	Q_d =	44,683	kN/m
Carico totale	Q =	49,156	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	9,09	mm
Deformazione relativa %	δ =	2,271	%
Tubazione verificata			

n

- Collettore PN7_PN8 DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	1,00	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rifianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ _o =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Trincea stretta		
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,235	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q _{st} =	5,929	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,3	
Tensione dinamica	σ _z =	52,810	kN/m ²
Carico dinamico	Q _d =	27,461	kN/m
Carico totale	Q =	33,390	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	6,17	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,543	%
Tubazione verificata			

- Collettore PN10_PN11 DN400

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	400	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,600	m
Altezza sull'estradosso	H =	1,34	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rifianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ _o =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Trincea stretta		
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	1,506	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q _{st} =	7,229	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,223880597	
Tensione dinamica	σ _z =	38,882	kN/m ²
Carico dinamico	Q _d =	19,035	kN/m
Carico totale	Q =	26,264	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	4,85	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,214	%
Tubazione verificata			

- Collettore PN16_PN18 DN500

Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	500	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,750	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,65	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfiango	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)			
Trincea stretta			
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,739	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q _{st} =	5,539	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)			
HT60			
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,461538462	
Tensione dinamica	σ _z =	82,876	kN/m ²
Carico dinamico	Q _d =	60,563	kN/m
Carico totale	Q =	66,102	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	12,22	mm
Deformazione relativa %	δ =	2,443	%
Tubazione verificata			

- Collettore PN32_PN32 DN630

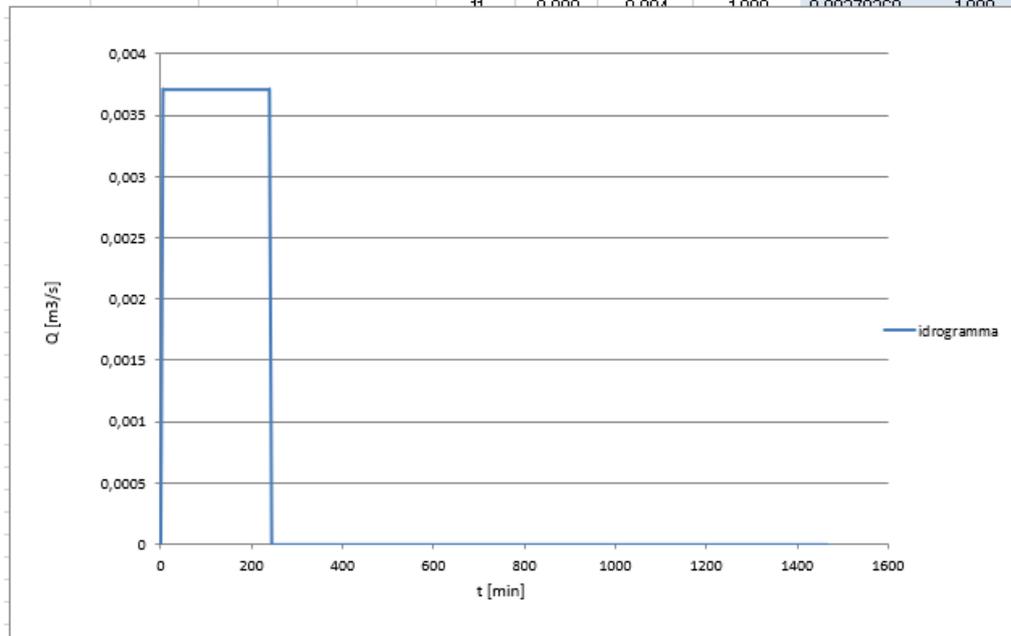
Verifica secondo Marston-Spangler			
Dati dimensionali del Tubo			
Diametro	DN =	630	mm
Rigidezza circonferenziale (EN ISO 9969)	SN =	16	kN/m ²
Modulo di elasticità	E _m =	150000	kN/m ²
Tipo di parete	Corrugato		
Dati dello scavo			
Larghezza	B =	0,945	m
Altezza sull'estradosso	H =	0,86	m
Tipologia del terreno indisturbato	Terreno misto compatto		
Tipologia del terreno di rinfianco	Terreno misto compatto		
Peso specifico rinterro	γ _t =	20	kN/m ³
Angolo di attrito interno	φ =	35	°
Coeff. di attrito rinterro/pareti	μ =	0,70	°
Angolo di supporto	2α =	0	°
Tipo di compattazione	Alta		
Modulo di elasticità terreno	E _t =	14000	kN/m ²
Altezza della falda sulla tubazione	h =	0	m
Peso specifico sommerso del riempimento	γ' =	16,4	
Verifica tipo di trincea (UNI 7517)	Trincea stretta		
Determinazione carico statico			
Coeff. di spinta attiva	K _a =	0,271	
Coeff. di carico statico	χ =	0,770	
Carico idrostatico	Q _{idr} =	0,000	kN/m
Carico statico	Q _{st} =	9,163	kN/m
Determinazione carico dinamico			
Tipologia di traffico (DIN 1072)	HT60		
Carico per ruota	P =	100	kN/ruota
Coeff. dinamico	ω =	1,348837209	
Tensione dinamica	σ _z =	61,835	kN/m ²
Carico dinamico	Q _d =	52,546	kN/m
Carico totale	Q =	61,709	kN/m
Coeff. di sottofondo	K =	0,121	
Coeff. di deformazione differita	F =	1,5	
Deformazione assoluta	Δd =	11,41	mm
Deformazione relativa %	δ =	1,810	%
Tubazione verificata			

APPENDICE C: VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA DISPERDENTI PER TR50

- FI3 - N1

				Metodo della corrivazione					
				$S_{efficace}$ [m ²]	584,8				
				T_p [min]	240,000				
				i [mm/h]	22,794				
				Q_{max} [m ³ /s]	0,004				
				T_c [min]	5,000				
				W_{max} [m ³]	53,096				
				t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
				0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
				1	0,001	0,001	0,022	0,00074054	0,022
				2	0,001	0,001	0,089	0,00148107	0,089
				3	0,002	0,002	0,200	0,00222161	0,200
				4	0,003	0,003	0,355	0,00296214	0,355
				5	0,002	0,004	0,555	0,00370268	0,555
				6	0,001	0,004	0,778	0,00370268	0,778
				7	0,001	0,004	1,000	0,00370268	1,000
				8	0,000	0,004	1,222	0,00370268	1,222
				9	0,000	0,004	1,444	0,00370268	1,444
				10	0,000	0,004	1,666	0,00370268	1,666
				11	0,000	0,004	1,888	0,00370268	1,888

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,5	60,739	0,293

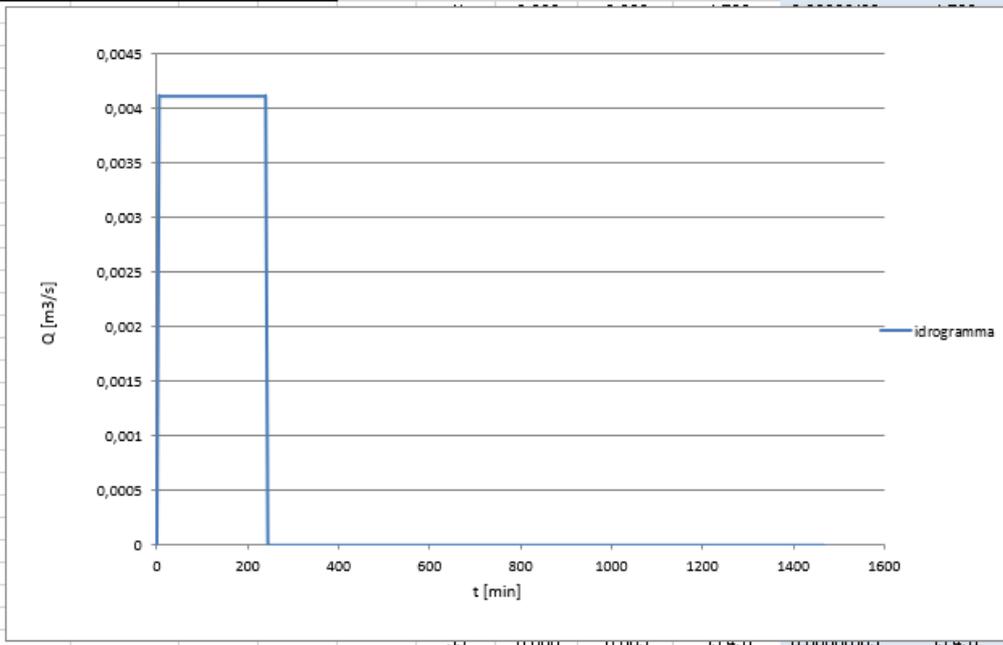


Base minore	b_0 [m]	1			Durata di pioggia	T_p [min]	240			
Altezza	H_0 [m]	1			Quot max	0,001402	m^3/s			
Base maggiore	b [m]	4			Quot med	0,000	m^3/s			
Lunghezza	L [m]	40,00			W_{max}	38,327	m^3			
Permeabilità	k [m/s]	0,00001			Franco	0,401	m			
	a	1,3320			Altezza massima h	0,599	m			
	m	0,38			h/H0	0,60		ok		
			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,001	0,000	0,044	0,044	0,001	1,002	903,248
			2,000	0,001	0,000	0,064	0,109	0,003	1,005	370,739
			3,000	0,002	0,000	0,108	0,217	0,005	1,011	187,227
			4,000	0,003	0,000	0,152	0,369	0,009	1,018	111,296
			5,000	0,004	0,000	0,196	0,565	0,014	1,028	73,746
			6,000	0,004	0,000	0,195	0,761	0,019	1,037	55,578
			7,000	0,004	0,000	0,195	0,955	0,023	1,047	44,861
			8,000	0,004	0,000	0,194	1,149	0,028	1,056	37,789
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0								
90	0,552	0,55								
120	0,572	0,57								
180	0,593	0,59								
240	0,599	0,60								
300	0,598	0,60								
360	0,592	0,59								
420	0,582	0,58								

• FI3 - N2

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	1868,5					
T_p [min]	360,000					
i [mm/h]	17,113					
Q_{max} [m ³ /s]	0,009					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	191,316					
t (min)	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,002	0,002	0,053	0,00177638	0,053	
2	0,004	0,004	0,213	0,00355276	0,213	
3	0,005	0,005	0,480	0,00532913	0,480	
4	0,007	0,007	0,853	0,00710551	0,853	
5	0,005	0,009	1,332	0,00888189	1,332	
6	0,004	0,009	1,865	0,00888189	1,865	
7	0,002	0,009	2,398	0,00888189	2,398	
8	0,000	0,009	2,931	0,00888189	2,931	
9	0,000	0,009	3,464	0,00888189	3,464	
10	0,000	0,009	3,997	0,00888189	3,997	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293

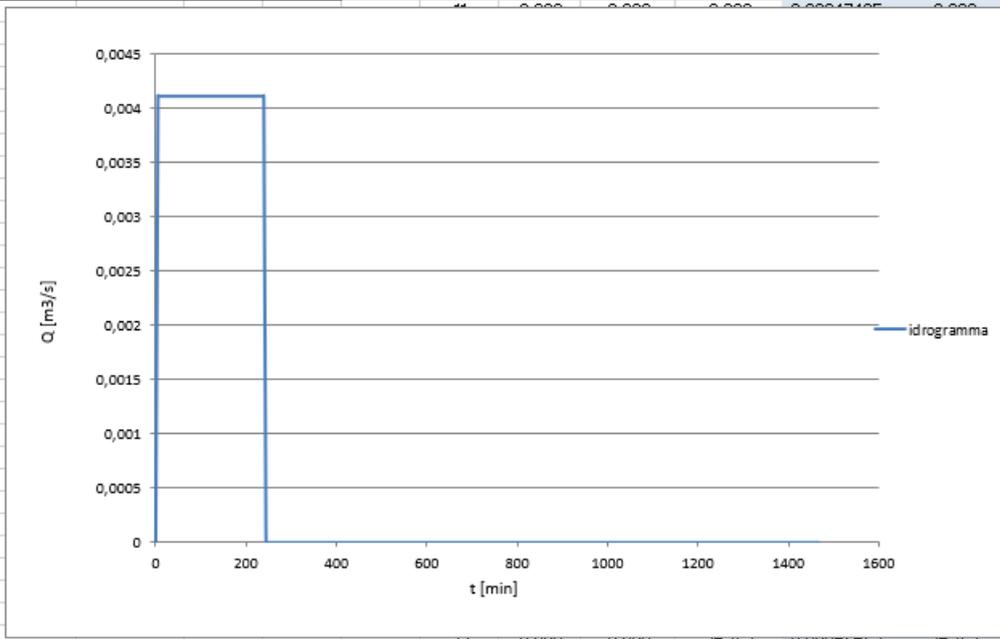


Base minore	b_0 [m]	1			Durata di pioggia		T_p [min]	360		
Altezza	H_0 [m]	1			Quot max		0,003776	m^3/s		
Base maggiore	b [m]	4			Quot med		0,002	m^3/s		
Lunghezza	L [m]	85,00			Wmax		132,788	m^3		
Permeabilità	k [m/s]	0,00001			Franco		0,154	m		
	a	1,3320			Altezza massima h		0,846	m		
	m	0,38			h/H0		0,85	ok		
			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			T_p [min]	Altezza massima h [m]	$h/H0$					
			90	0,756	0,76	2,000	0,004	0,001	0,161	0,268
			120	0,787	0,79	3,000	0,005	0,001	0,267	0,534
			180	0,822	0,82	4,000	0,007	0,001	0,372	0,906
			240	0,839	0,84	5,000	0,009	0,001	0,477	1,383
			300	0,846	0,85	6,000	0,009	0,001	0,475	1,858
			360	0,846	0,85	7,000	0,009	0,001	0,473	2,331
			420	0,842	0,84	8,000	0,009	0,001	0,472	2,803

• FI5 - N3

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	1362					
T_p [min]	360,000					
i [mm/h]	17,113					
Q_{max} [m ³ /s]	0,006					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	139,455					
t (min)	Q (Tp<Tc)	Q (Tp>Tc)	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,001	0,001	0,039	0,00129485	0,039	
2	0,003	0,003	0,155	0,0025897	0,155	
3	0,004	0,004	0,350	0,00388455	0,350	
4	0,005	0,005	0,622	0,0051794	0,622	
5	0,004	0,006	0,971	0,00647425	0,971	
6	0,003	0,006	1,360	0,00647425	1,360	
7	0,001	0,006	1,748	0,00647425	1,748	
8	0,000	0,006	2,137	0,00647425	2,137	
9	0,000	0,006	2,525	0,00647425	2,525	
10	0,000	0,006	2,913	0,00647425	2,913	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,5
Altezza	H_0 [m]	1,5
Base maggiore	b [m]	5
Lunghezza	L [m]	50,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

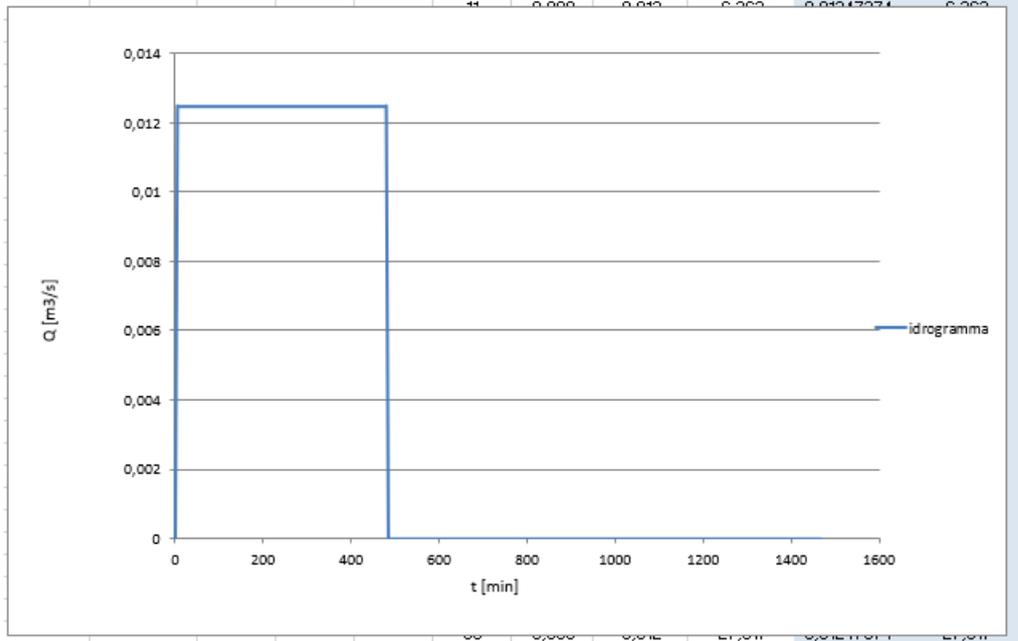
Durata di pioggia	T_p [min]	360
Quot max	0,002556	m ³ /s
Quot med	0,001	m ³ /s
Wmax	101,115	m ³
Franco	0,306	m
Altezza massima h	1,194	m
h/H0	0,80	ok

t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0					
1,000	0,824	0,55	0,078	0,078	0,003	0,506	163,888
30	0,824	0,55	0,139	0,217	0,009	0,517	60,579
45	0,931	0,62	0,216	0,433	0,017	0,534	31,838
90	1,067	0,71	0,292	0,725	0,027	0,555	20,184
120	1,105	0,74	0,368	1,094	0,040	0,581	14,355
180	1,152	0,77	0,367	1,460	0,053	0,606	11,465
240	1,177	0,78	0,365	1,825	0,065	0,629	9,734
300	1,189	0,79	0,363	2,189	0,076	0,652	8,580
360	1,194	0,80	0,362	2,551	0,087	0,674	7,753
420	1,193	0,80	0,361	2,911	0,097	0,695	7,131

• FI6 - N4

				Metodo della corrivazione					
				$S_{efficace}$ [m ²]	3216				
				T_p [min]	480,000				
				i [mm/h]	13,963				
				Q_{max} [m ³ /s]	0,012				
				T_c [min]	5,000				
				W_{max} [m ³]	358,495				
				t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
				0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
				1	0,002	0,002	0,075	0,00249475	0,075
				2	0,005	0,005	0,299	0,00498949	0,299
				3	0,007	0,007	0,674	0,00748424	0,674
				4	0,010	0,010	1,197	0,00997899	1,197
				5	0,007	0,012	1,871	0,01247374	1,871
				6	0,005	0,012	2,619	0,01247374	2,619
				7	0,002	0,012	3,368	0,01247374	3,368
				8	0,000	0,012	4,116	0,01247374	4,116
				9	0,000	0,012	4,865	0,01247374	4,865
				10	0,000	0,012	5,613	0,01247374	5,613
				11	0,000	0,012	6,362	0,01247374	6,362

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	1
Altezza	H_0 [m]	2
Base maggiore	b [m]	7
Lunghezza	L [m]	80,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

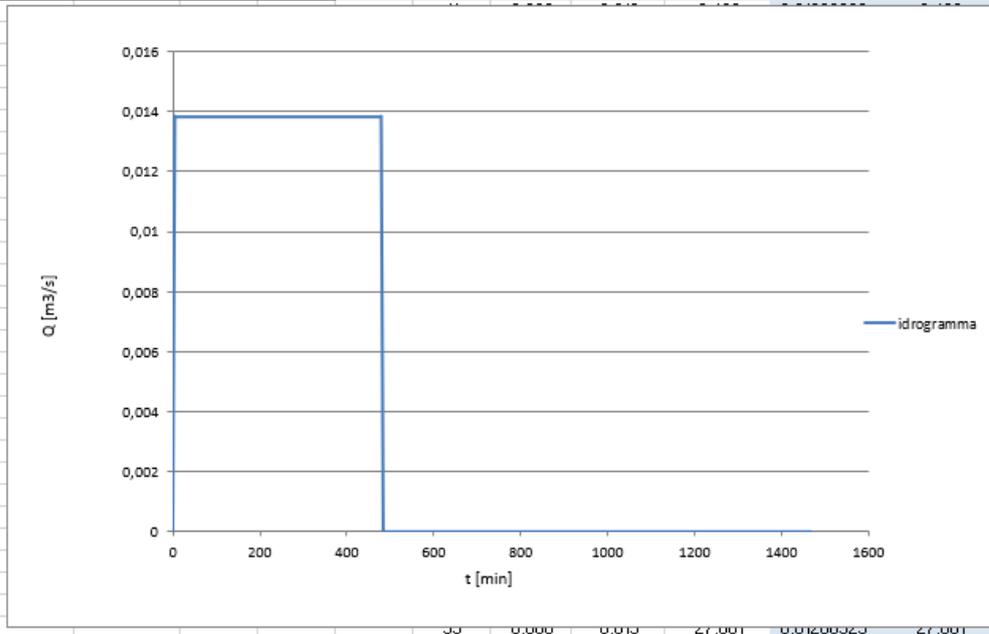
Durata di pioggia	T_p [min]	480
Quot max		0,005088 m ³ /s
Quot med		0,003 m ³ /s
W_{max}		255,586 m ³
Franco		0,644 m
Altezza massima h		1,356 m
h/H0	0,68	ok

			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H0	1,000	0,002	0,000	0,150	0,150	0,002	1,004	537,454
240	1,312	0,66	2,000	0,005	0,001	0,250	0,400	0,005	1,010	203,209
300	1,334	0,67	3,000	0,007	0,001	0,398	0,798	0,010	1,020	103,271
360	1,348	0,67	4,000	0,010	0,001	0,546	1,344	0,017	1,033	62,513
420	1,354	0,68	5,000	0,012	0,001	0,694	2,038	0,025	1,050	42,237
480	1,356	0,68	6,000	0,012	0,001	0,691	2,729	0,033	1,066	32,282
540	1,354	0,68	7,000	0,012	0,001	0,689	3,418	0,041	1,082	26,363
600	1,350	0,68	8,000	0,012	0,001	0,687	4,106	0,049	1,098	22,438

• FI4 - N5

		Metodo della corrivazione				
		$S_{efficace}$ [m ²]	2389			
		T_p [min]	360,000			
		i [mm/h]	18,992			
		Q_{max} [m ³ /s]	0,013			
		T_c [min]	5,000			
		W_{max} [m ³]	271,475			
	t (min)	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
	0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
	1	0,003	0,003	0,076	0,00252066	0,076
	2	0,005	0,005	0,302	0,00504132	0,302
	3	0,008	0,008	0,681	0,00756198	0,681
	4	0,010	0,010	1,210	0,01008263	1,210
	5	0,008	0,013	1,890	0,01260329	1,890
	6	0,005	0,013	2,647	0,01260329	2,647
	7	0,003	0,013	3,403	0,01260329	3,403
	8	0,000	0,013	4,159	0,01260329	4,159
	9	0,000	0,013	4,915	0,01260329	4,915
	10	0,000	0,013	5,671	0,01260329	5,671

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293

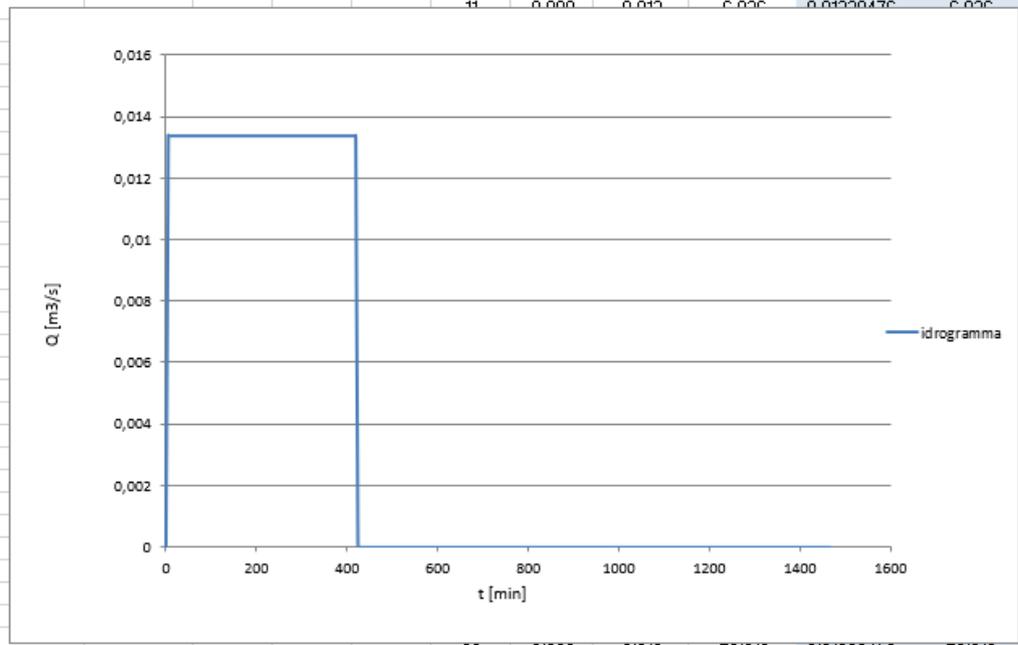


Base minore	b_0 [m]	1,5									
Altezza	H_0 [m]	1			Durata di pioggia	T_p [min]	360				
Base maggiore	b [m]	4,5									
Lunghezza	L [m]	97,00					Quot max	0,004637	m^3/s		
Permeabilità	k [m/s]	0,00001					Quot med	0,002	m^3/s		
	a	1,332					W_{max}	170,481	m^3		
	m	0,38					Franco	0,227	m		
							Altezza massima h	0,773	m		
							h/H0	0,77	ok		
	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h			
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
T_p [min]	Altezza massima h [m]	$h/H0$	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h	
			1,000	0,002	0,000	0,136	0,136	0,001	1,502	1604,565	
120	0,712	0,71	2,000	0,005	0,001	0,184	0,320	0,002	1,504	684,580	
180	0,747	0,75	3,000	0,007	0,001	0,319	0,639	0,004	1,509	344,313	
240	0,765	0,77	4,000	0,009	0,002	0,454	1,094	0,007	1,515	202,567	
300	0,772	0,77	5,000	0,011	0,002	0,589	1,682	0,011	1,523	132,716	
360	0,773	0,77	6,000	0,011	0,002	0,587	2,269	0,015	1,531	99,158	
420	0,770	0,77	7,000	0,011	0,002	0,585	2,855	0,019	1,539	79,436	
			8,000	0,011	0,002	0,584	3,439	0,023	1,547	66,453	

• FI5 - N6

Metodo della corrivazione						
$S_{efficaci}$ [m ²]	3140					
T_p [min]	420,000					
i [mm/h]	15,346					
Q_{max} [m ³ /s]	0,013					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	336,493					
t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,003	0,003	0,080	0,00267695	0,080	
2	0,005	0,005	0,321	0,0053539	0,321	
3	0,008	0,008	0,723	0,00803085	0,723	
4	0,011	0,011	1,285	0,01070781	1,285	
5	0,008	0,013	2,008	0,01338476	2,008	
6	0,005	0,013	2,811	0,01338476	2,811	
7	0,003	0,013	3,614	0,01338476	3,614	
8	0,000	0,013	4,417	0,01338476	4,417	
9	0,000	0,013	5,220	0,01338476	5,220	
10	0,000	0,013	6,023	0,01338476	6,023	
11	0,000	0,013	6,826	0,01338476	6,826	

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,5
Altezza	H_0 [m]	1,5
Base maggiore	b [m]	5
Lunghezza	L [m]	110,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

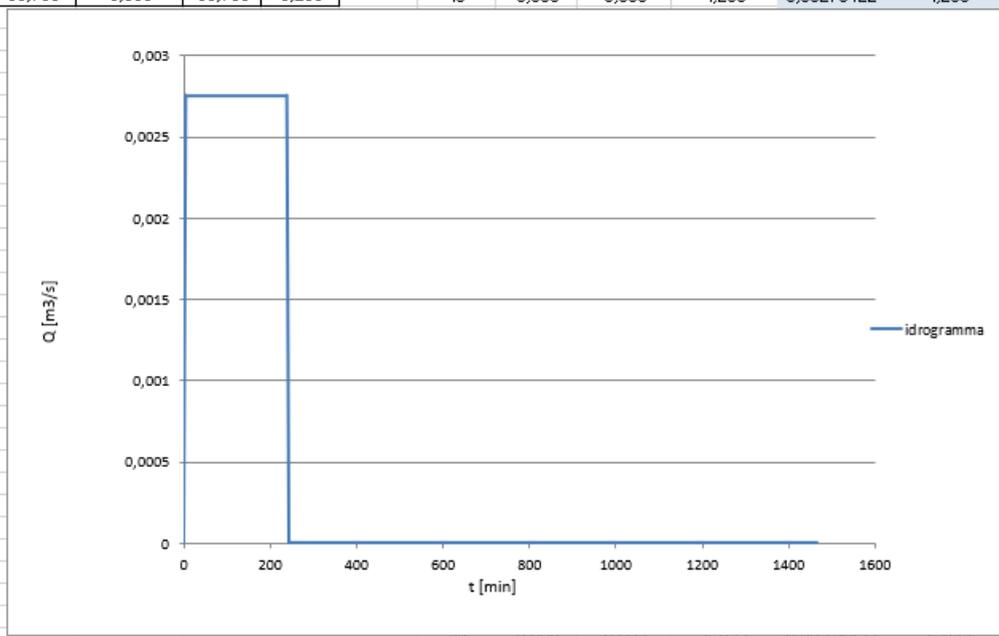
Durata di pioggia	T_p [min]		
	420		
Quot max		0,005783	m ³ /s
Quot med		0,003	m ³ /s
Wmax		234,897	m ³
Franco		0,267	m
Altezza massima h		1,233	m
h/H0		0,82	ok

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,003	0,000	0,161	0,161	0,003	0,506	174,209
120	1,138	0,76	2,000	0,005	0,001	0,286	0,447	0,008	0,516	64,553
180	1,187	0,79	3,000	0,008	0,001	0,444	0,891	0,016	0,531	33,833
240	1,213	0,81	4,000	0,011	0,001	0,602	1,493	0,026	0,552	21,368
300	1,227	0,82	5,000	0,013	0,001	0,759	2,253	0,038	0,576	15,138
360	1,232	0,82	6,000	0,013	0,001	0,756	3,008	0,050	0,599	12,051
420	1,233	0,82	7,000	0,013	0,001	0,752	3,760	0,061	0,622	10,204
480	1,229	0,82	8,000	0,013	0,001	0,749	4,510	0,072	0,643	8,973

• FI2 - N7

				Metodo della corrivazione					
				$S_{\text{efficace}} [m^2]$	435				
				T_p [min]	240,000				
				i [mm/h]	22,794				
				Q_{max} [m ³ /s]	0,003				
				T_c [min]	5,000				
				W_{max} [m ³]	39,495				
				t (min)	Q (Tp<Tc)	Q (Tp>Tc)	W	$Q(t)$ m ³ /s	W cumulato[m ³]
				0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
				1	0,001	0,001	0,017	0,00055084	0,017
				2	0,001	0,001	0,066	0,00110169	0,066
				3	0,002	0,002	0,149	0,00165253	0,149
				4	0,002	0,002	0,264	0,00220337	0,264
				5	0,002	0,003	0,413	0,00275422	0,413
				6	0,001	0,003	0,578	0,00275422	0,578
				7	0,001	0,003	0,744	0,00275422	0,744
				8	0,000	0,003	0,909	0,00275422	0,909
				9	0,000	0,003	1,074	0,00275422	1,074
				10	0,000	0,003	1,239	0,00275422	1,239

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,75
Altezza	H_0 [m]	0,75
Base maggiore	b [m]	3
Lunghezza	L [m]	35
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

Durata di pioggia	T_p [min]	240
-------------------	-------------	-----

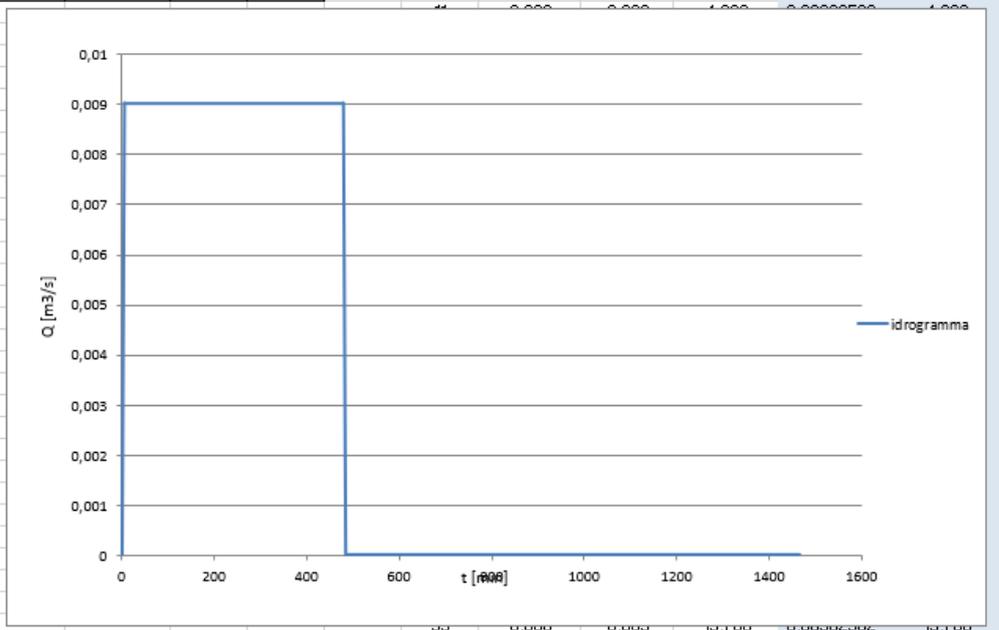
Quot max	0,001113	m ³ /s
Quot med	0,000	m ³ /s
Wmax	27,960	m ³
Franco	0,156	m
Altezza massima h	0,594	m
h/H0	0,79236	ok

	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	1,000	0,001	0,000	0,033	0,033	0,001	0,753	598,676
	2,000	0,001	0,000	0,050	0,083	0,003	0,756	240,339
	3,000	0,002	0,000	0,083	0,166	0,006	0,763	121,941
	4,000	0,002	0,000	0,115	0,281	0,011	0,771	73,144
	5,000	0,003	0,000	0,148	0,428	0,016	0,782	48,960
	6,000	0,003	0,000	0,147	0,575	0,021	0,793	37,209
	7,000	0,003	0,000	0,146	0,721	0,027	0,803	30,260
	8,000	0,003	0,000	0,146	0,867	0,032	0,813	25,668

• FI6 - N8

		Metodo della corrivazione				
		$S_{efficace}$ [m ²]	2327			
		T_p [min]	480,000			
		i [mm/h]	13,963			
		Q_{max} [m ³ /s]	0,009			
		T_c [min]	5,000			
		W_{max} [m ³]	259,396			
	t (min)	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
	0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
	1	0,002	0,002	0,054	0,00180512	0,054
	2	0,004	0,004	0,217	0,00361025	0,217
	3	0,005	0,005	0,487	0,00541537	0,487
	4	0,007	0,007	0,866	0,00722049	0,866
	5	0,005	0,009	1,354	0,00902562	1,354
	6	0,004	0,009	1,895	0,00902562	1,895
	7	0,002	0,009	2,437	0,00902562	2,437
	8	0,000	0,009	2,978	0,00902562	2,978
	9	0,000	0,009	3,520	0,00902562	3,520
	10	0,000	0,009	4,062	0,00902562	4,062

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,5	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	1
Altezza	H_0 [m]	2
Base maggiore	b [m]	7
Lunghezza	L [m]	60,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

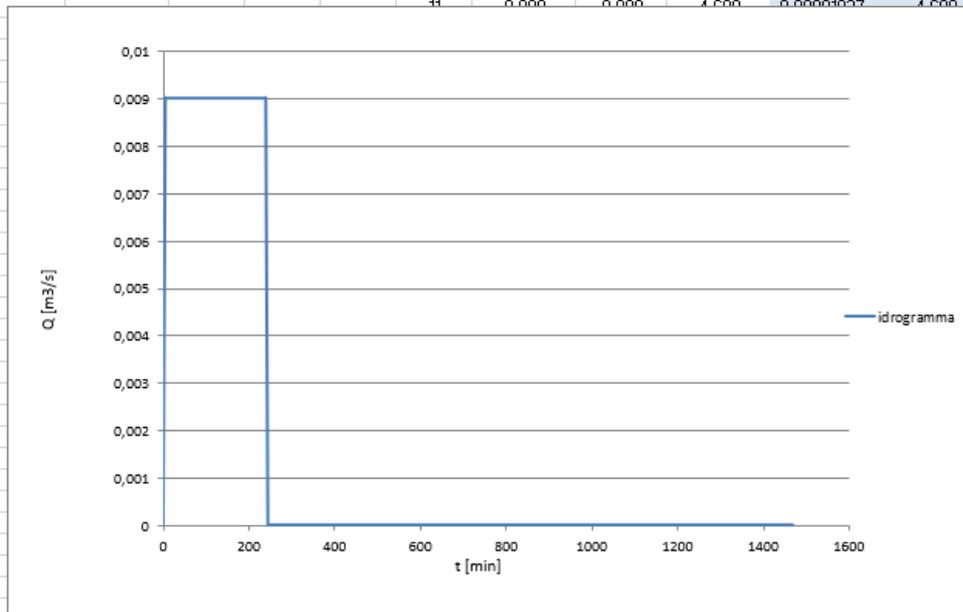
Durata di pioggia	T_p [min]	480	
Quot max		0,003735	m ³ /s
Quot med		0,002	m ³ /s
Wmax		183,744	m ³
Franco		0,680	m
Altezza massima h		1,320	m
h/H0		0,66	ok

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
120	1,181	0,59	1,000	0,002	0,000	0,108	0,108	0,002	1,004	556,977
180	1,243	0,62	2,000	0,004	0,001	0,180	0,288	0,005	1,010	211,446
240	1,279	0,64	3,000	0,005	0,001	0,287	0,575	0,009	1,019	107,399
300	1,301	0,65	4,000	0,007	0,001	0,394	0,969	0,016	1,032	64,934
360	1,313	0,66	5,000	0,009	0,001	0,501	1,469	0,024	1,048	43,815
420	1,319	0,66	6,000	0,009	0,001	0,499	1,968	0,032	1,064	33,454
480	1,320	0,66	7,000	0,009	0,001	0,497	2,466	0,040	1,079	27,296
540	1,318	0,66	8,000	0,009	0,001	0,496	2,962	0,047	1,094	23,214
600	1,312	0,66	9,000	0,009	0,001	0,495	3,456	0,055	1,109	20,308
			10,000	0,009	0,001	0,493	3,950	0,062	1,124	18,133

• FI3 - N9

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	1424,5					
T_p [min]	240,000					
i [mm/h]	22,794					
Q_{max} [m ³ /s]	0,009					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	129,336					
t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,002	0,002	0,054	0,00180385	0,054	
2	0,004	0,004	0,216	0,00360771	0,216	
3	0,005	0,005	0,487	0,00541156	0,487	
4	0,007	0,007	0,866	0,00721541	0,866	
5	0,005	0,009	1,353	0,00901927	1,353	
6	0,004	0,009	1,894	0,00901927	1,894	
7	0,002	0,009	2,435	0,00901927	2,435	
8	0,000	0,009	2,976	0,00901927	2,976	
9	0,000	0,009	3,518	0,00901927	3,518	
10	0,000	0,009	4,059	0,00901927	4,059	
11	0,000	0,009	4,600	0,00901927	4,600	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	1
Altezza	H_0 [m]	1
Base maggiore	b [m]	4
Lunghezza	L [m]	120,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

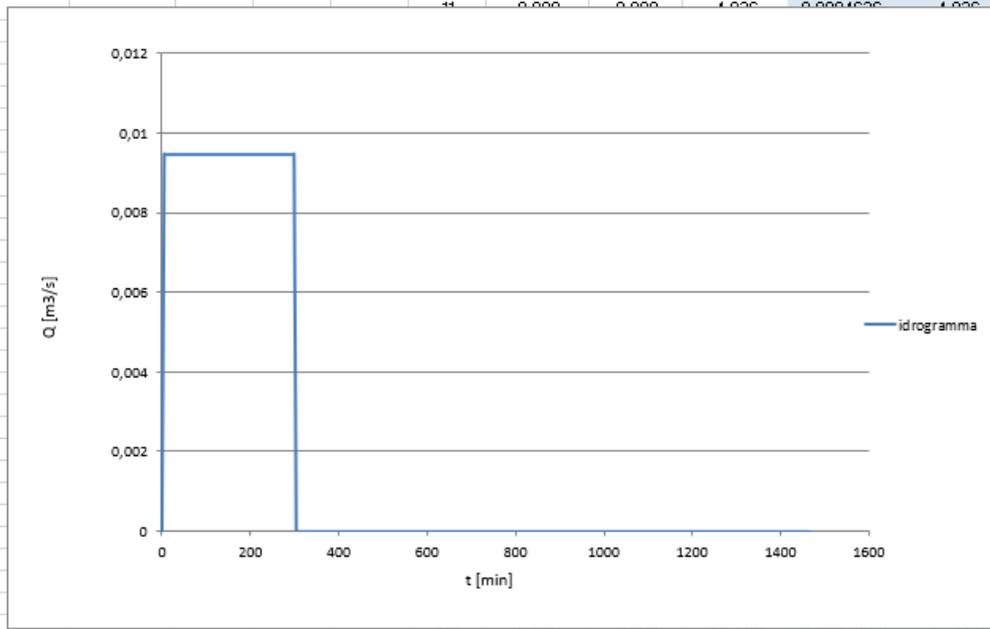
Durata di pioggia	T_p [min]	240
Quot max		0,003740 m ³ /s
Quot med		0,001 m ³ /s
Wmax		89,279 m ³
Franco		0,503 m
Altezza massima h		0,497 m
h/H0	0,50	

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,002	0,000	0,108	0,108	0,001	1,002	1111,737
30	0,341	0,34	2,000	0,004	0,001	0,143	0,251	0,002	1,004	480,473
45	0,396	0,40	3,000	0,005	0,001	0,250	0,502	0,004	1,008	242,221
90	0,465	0,47	4,000	0,007	0,001	0,357	0,859	0,007	1,014	142,734
120	0,481	0,48	5,000	0,009	0,001	0,464	1,322	0,011	1,022	93,735
180	0,495	0,50	6,000	0,009	0,001	0,462	1,784	0,015	1,029	70,247
240	0,503	0,50	7,000	0,009	0,001	0,460	2,244	0,018	1,037	56,456
300	0,492	0,49	8,000	0,009	0,001	0,458	2,702	0,022	1,044	47,383
360	0,483	0,48	9,000	0,009	0,001	0,457	3,159	0,026	1,051	40,959
			10,000	0,009	0,001	0,455	3,615	0,029	1,059	36,170

• FI3 - N10

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	1750,10					
T_p [min]	300,000					
i [mm/h]	19,467					
Q_{max} [m ³ /s]	0,009					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	169,777					
t [min]	$Q (T_p < T_c)$	$Q (T_p > T_c)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,002	0,002	0,057	0,00189272	0,057	
2	0,004	0,004	0,227	0,00378544	0,227	
3	0,006	0,006	0,511	0,00567816	0,511	
4	0,008	0,008	0,909	0,00757088	0,909	
5	0,006	0,009	1,420	0,0094636	1,420	
6	0,004	0,009	1,987	0,0094636	1,987	
7	0,002	0,009	2,555	0,0094636	2,555	
8	0,000	0,009	3,123	0,0094636	3,123	
9	0,000	0,009	3,691	0,0094636	3,691	
10	0,000	0,009	4,259	0,0094636	4,259	
11	0,000	0,009	4,827	0,0094636	4,827	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293

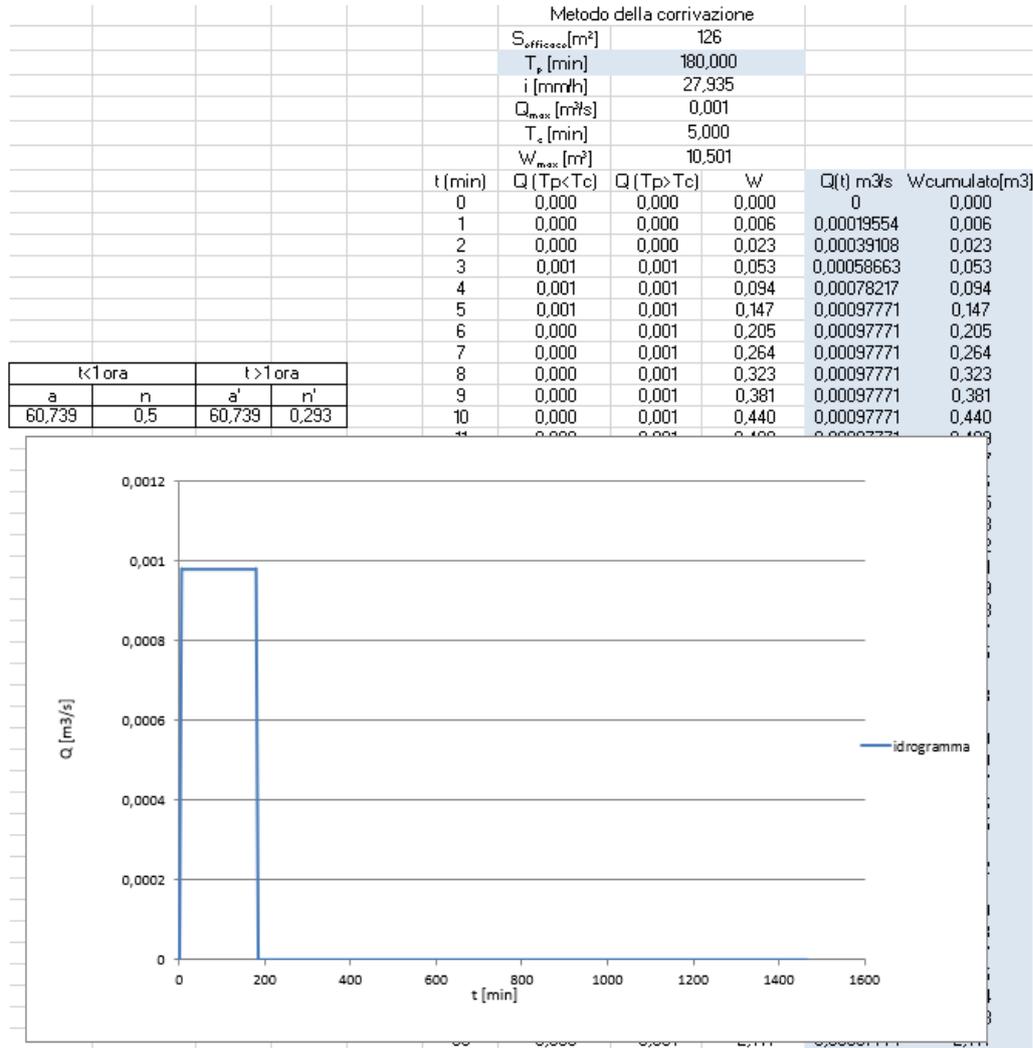


Base minore	b_0 [m]	1
Altezza	H_0 [m]	1
Base maggiore	b [m]	4
Lunghezza	L [m]	108,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

Durata di pioggia	T_p [min]	300
Quot max		0,004016 m ³ /s
Quot med		0,001 m ³ /s
Wmax		117,083 m ³
Franco		0,345 m
Altezza massima h		0,655 m
h/H_0		0,66
		ok

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
1,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30	0,439	0,44	1,000	0,002	0,000	0,114	0,114	0,001	1,002	954,012
45	0,510	0,51	2,000	0,004	0,001	0,161	0,275	0,003	1,005	396,406
90	0,599	0,60	3,000	0,006	0,001	0,273	0,548	0,005	1,010	200,090
120	0,622	0,62	4,000	0,008	0,001	0,386	0,933	0,009	1,017	118,686
180	0,646	0,65	5,000	0,009	0,001	0,497	1,431	0,013	1,026	78,466
240	0,654	0,66	6,000	0,009	0,001	0,495	1,926	0,018	1,035	59,050
300	0,655	0,66	7,000	0,009	0,001	0,494	2,420	0,022	1,044	47,609
360	0,650	0,65	8,000	0,009	0,001	0,492	2,912	0,026	1,053	40,064
420	0,642	0,64	9,000	0,009	0,001	0,490	3,402	0,031	1,061	34,714
			10,000	0,009	0,001	0,489	3,891	0,035	1,070	30,722

F1B - N11



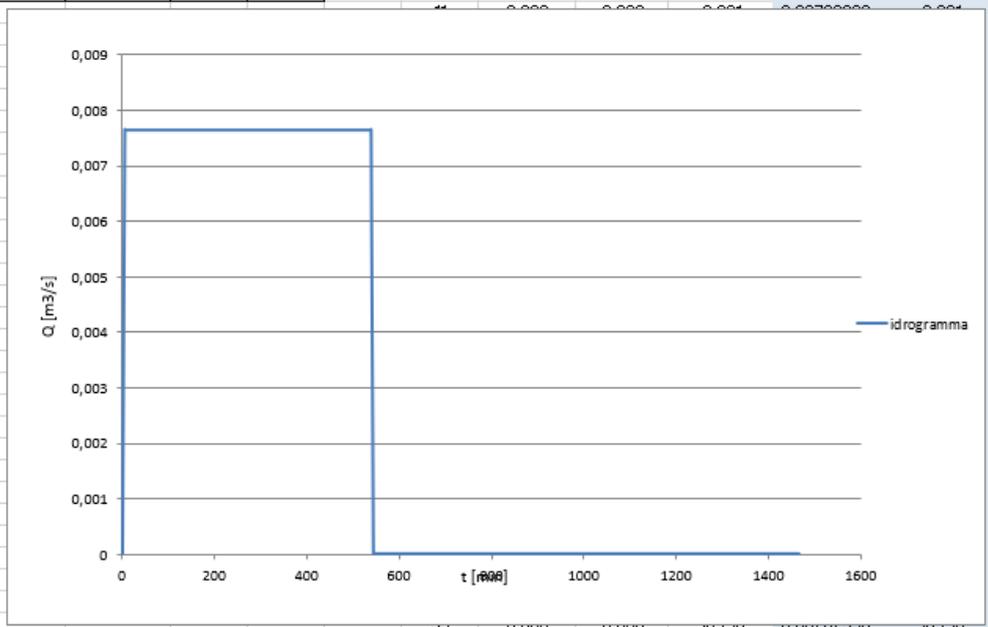
3

Base minore	b_0 [m]	0,75			Durata di pioggia		T_p [min]	180		
Altezza	H_0 [m]	0,5			Quot max		0,000412	m^3/s		
Base maggiore	b [m]	2,25			Quot med		0,000	m^3/s		
Lunghezza	L [m]	18,00			Wmax		7,178	m^3		
Permeabilità	k [m/s]	0,00001			Franco		0,141	m		
	a	1,3320			Altezza massima h		0,359	m		
	m	0,38			h/H0		0,72		ok	
			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	$h/H0$	1,000	0,000	0,000	0,012	0,012	0,001	0,752	865,983
30	0,261	0,52	2,000	0,000	0,000	0,015	0,027	0,002	0,754	379,172
45	0,301	0,60	3,000	0,001	0,000	0,027	0,054	0,004	0,758	191,552
90	0,348	0,70	4,000	0,001	0,000	0,038	0,092	0,007	0,764	113,018
120	0,356	0,71	5,000	0,001	0,000	0,050	0,142	0,010	0,771	74,363
180	0,359	0,72	6,000	0,001	0,000	0,050	0,191	0,014	0,778	55,874
240	0,354	0,71	7,000	0,001	0,000	0,049	0,241	0,017	0,785	45,031
300	0,343	0,69	8,000	0,001	0,000	0,049	0,290	0,021	0,792	37,901
			9,000	0,001	0,000	0,049	0,339	0,024	0,799	31,853

• VASCA DI FILTRAZIONE – N12

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	2138					
T_p [min]	540,000					
i [mm/h]	12,847					
Q_{max} [m ³ /s]	0,008					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	246,754					
t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,002	0,002	0,046	0,001526	0,046	
2	0,003	0,003	0,183	0,00305199	0,183	
3	0,005	0,005	0,412	0,00457799	0,412	
4	0,006	0,006	0,732	0,00610398	0,732	
5	0,005	0,008	1,144	0,00762998	1,144	
6	0,003	0,008	1,602	0,00762998	1,602	
7	0,002	0,008	2,060	0,00762998	2,060	
8	0,000	0,008	2,518	0,00762998	2,518	
9	0,000	0,008	2,976	0,00762998	2,976	
10	0,000	0,008	3,433	0,00762998	3,433	

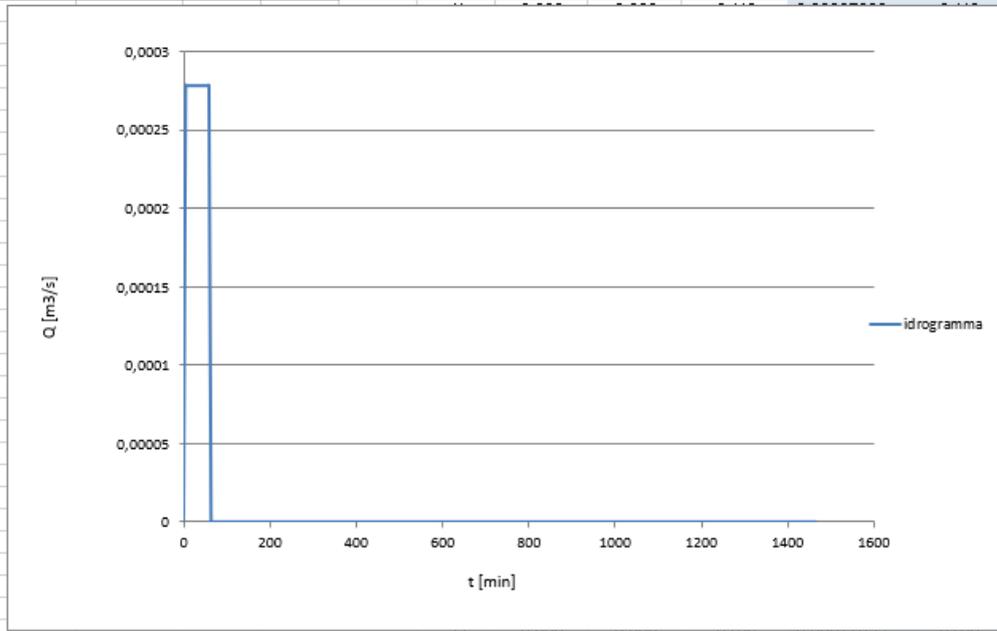
t < 1ora		t > 1ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



F1B - N13

		Metodo della corrivazione			
		$S_{efficace}$ [m ²]	16,5		
		T_p [min]	60,000		
		i [mm/h]	60,739		
		Q_{max} [m ³ /s]	0,000		
		T_c [min]	5,000		
		W_{max} [m ³]	0,985		
		t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W
		0	0,000	0,000	0,000
		1	0,000	0,000	0,002
		2	0,000	0,000	0,007
		3	0,000	0,000	0,015
		4	0,000	0,000	0,027
		5	0,000	0,000	0,042
		6	0,000	0,000	0,058
		7	0,000	0,000	0,075
		8	0,000	0,000	0,092
		9	0,000	0,000	0,109
		10	0,000	0,000	0,125
					$Q(t)$ m ³ /s
					$W_{cumulato}$ [m ³]
					0
					0,002
					0,007
					0,015
					0,027
					0,042
					0,058
					0,075
					0,092
					0,109
					0,125

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293

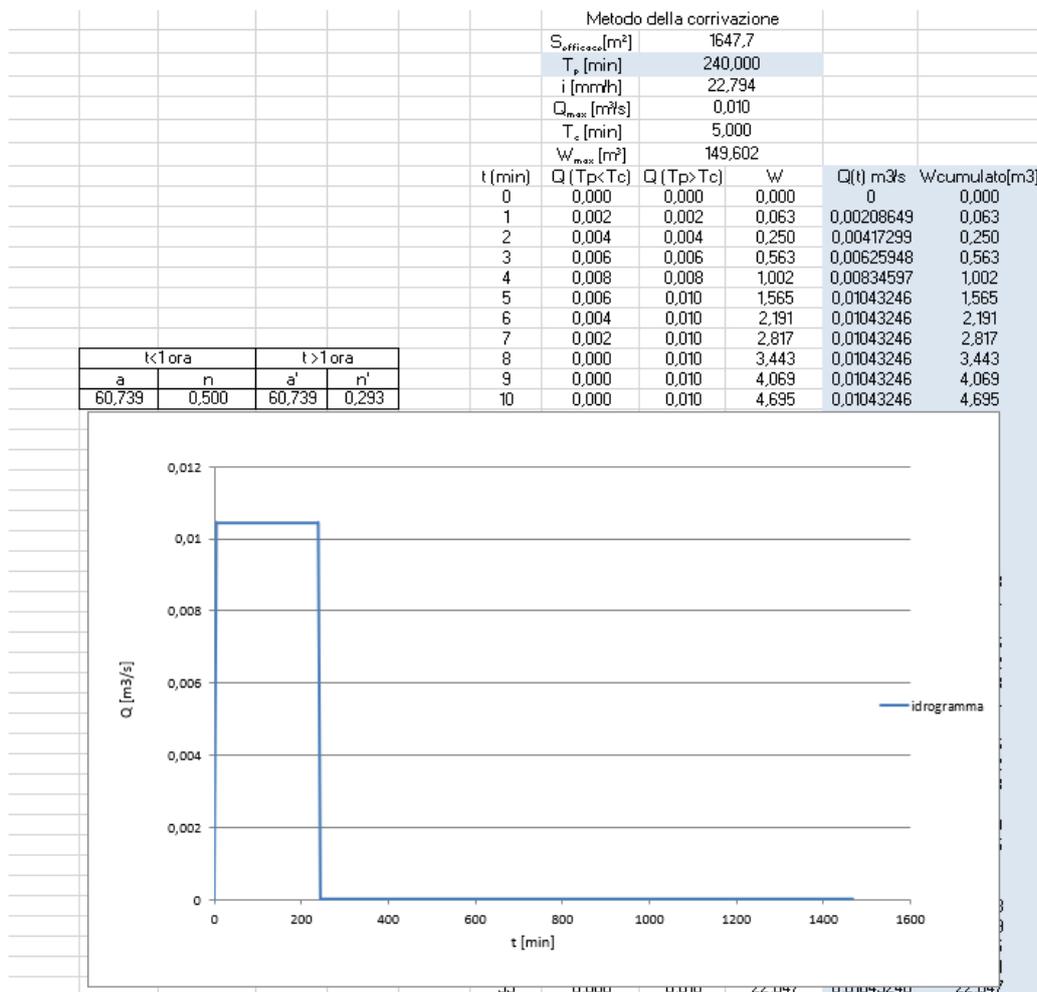


Base minore	b_0 [m]	0,75
Altezza	H_0 [m]	0,5
Base maggiore	b [m]	2,25
Lunghezza	L [m]	7,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

Durata di pioggia	T_p [min]	60
Quot max	0,000093	m ³ /s
Quot med	0,000	m ³ /s
W_{max}	0,703	m ³
Franco	0,384	m
Altezza massima h	0,116	m
h/H_0	0,23	

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,000	0,000	0,003	0,003	0,001	0,751	1181,664
30	0,093	0,19	2,000	0,000	0,000	0,003	0,007	0,001	0,753	580,829
45	0,107	0,21	3,000	0,000	0,000	0,007	0,014	0,003	0,755	292,648
60	0,116	0,23	4,000	0,000	0,000	0,010	0,024	0,004	0,759	169,415
90	0,115	0,23	5,000	0,000	0,000	0,013	0,037	0,007	0,764	109,412
120	0,110	0,22	6,000	0,000	0,000	0,013	0,050	0,009	0,769	81,328
240	0,080	0,16	7,000	0,000	0,000	0,013	0,063	0,012	0,774	65,037
300	0,063	0,13	8,000	0,000	0,000	0,013	0,077	0,014	0,779	54,397

• FI4 - N14



Base minore	b_0 [m]	1,5
Altezza	H_0 [m]	1
Base maggiore	b [m]	4,5
Lunghezza	L [m]	105
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

Durata di pioggia	T_p [min]	240
-------------------	-------------	-----

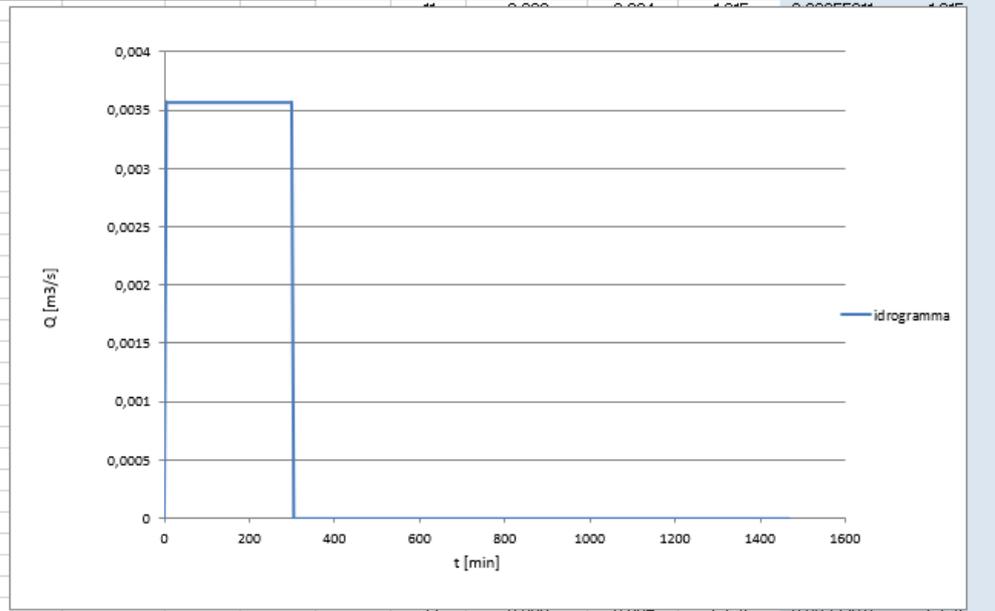
Quot max	0,003932	m ³ /s
Quot med	0,001	m ³ /s
W_{max}	106,133	m ³
Franco	0,496	m
Altezza massima h	0,504	m
h/H_0	0,50	

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,000	0,331	0,33	1,000	0,002	0,000	0,125	0,125	0,001	1,502	1890,138
30	0,389	0,39	2,000	0,004	0,002	0,155	0,280	0,002	1,504	847,363
45	0,464	0,46	3,000	0,006	0,002	0,279	0,559	0,004	1,507	425,846
90	0,482	0,48	4,000	0,008	0,002	0,403	0,962	0,006	1,512	248,690
120	0,500	0,50	5,000	0,010	0,002	0,527	1,488	0,009	1,519	161,754
180	0,504	0,50	6,000	0,010	0,002	0,525	2,013	0,013	1,525	120,359
240	0,504	0,50	7,000	0,010	0,002	0,523	2,536	0,016	1,532	96,141
300	0,502	0,50	8,000	0,010	0,002	0,522	3,058	0,019	1,538	80,242
360	0,495	0,50	9,000	0,010	0,002	0,521	3,579	0,022	1,545	69,003
420	0,485	0,49	10,000	0,010	0,002	0,519	4,098	0,026	1,551	60,636

• FI3 - N15

		Metodo della corrivazione				
		$S_{efficace}$ [m ²]	658			
		T_p [min]	300,000			
		i [mm/h]	19,467			
		Q_{max} [m ³ /s]	0,004			
		T_c [min]	5,000			
		W_{max} [m ³]	63,832			
	t [min]	Q (Tp<Tc)	Q (Tp>Tc)	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
	0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
	1	0,001	0,001	0,021	0,00071162	0,021
	2	0,001	0,001	0,085	0,00142324	0,085
	3	0,002	0,002	0,192	0,00213487	0,192
	4	0,003	0,003	0,342	0,00284649	0,342
	5	0,002	0,004	0,534	0,00355811	0,534
	6	0,001	0,004	0,747	0,00355811	0,747
	7	0,001	0,004	0,961	0,00355811	0,961
	8	0,000	0,004	1,174	0,00355811	1,174
	9	0,000	0,004	1,388	0,00355811	1,388
	10	0,000	0,004	1,601	0,00355811	1,601

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	1
Altezza	H_0 [m]	1
Base maggiore	b [m]	4
Lunghezza	L [m]	35,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

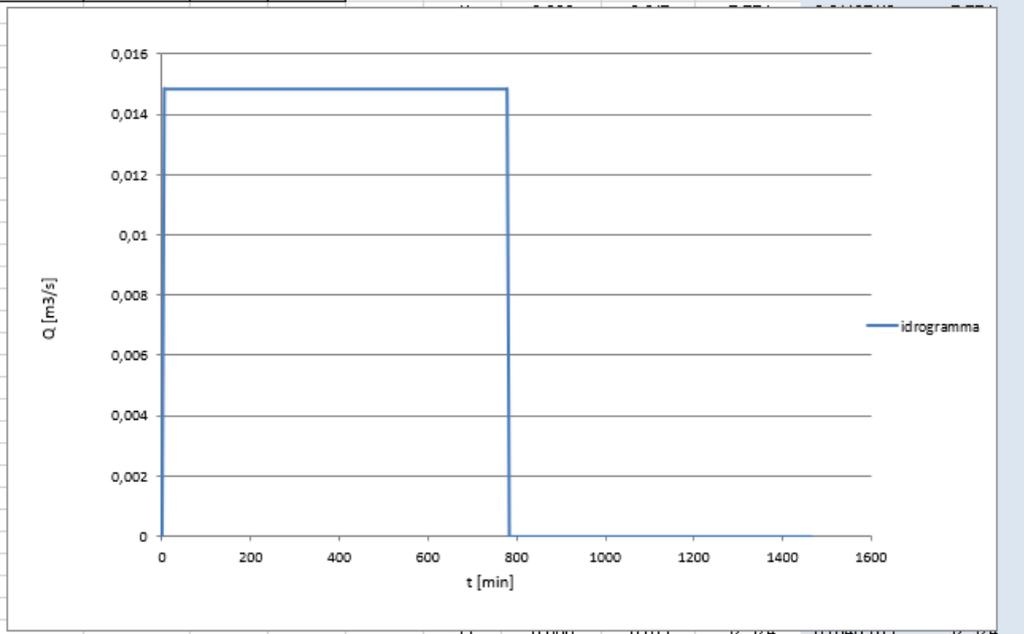
Durata di pioggia	T_p [min]	300
Quot max		0,001419 m ³ /s
Quot med		0,001 m ³ /s
Wmax		45,399 m ³
Franco		0,256 m
Altezza massima h		0,744 m
h/H_0	0,74	ok

t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0					
1,000	0,630	0,63	0,043	0,043	0,001	1,002	822,723
30	0,672	0,67	0,064	0,107	0,003	1,006	331,315
90	0,698	0,70	0,106	0,213	0,006	1,012	167,469
120	0,728	0,73	0,148	0,361	0,010	1,020	99,903
180	0,740	0,74	0,190	0,552	0,016	1,031	66,441
240	0,744	0,74	0,190	0,741	0,021	1,041	50,197
300	0,742	0,74	0,189	0,930	0,026	1,052	40,597
360			0,188	1,119	0,031	1,062	34,255

- FI7 - N16

		Metodo della corrivazione				
		$S_{efficace}$ [m ²]	5397			
		T_p [min]	780,000			
		i [mm/h]	9,906			
		Q_{max} [m ³ /s]	0,015			
		T_c [min]	5,000			
		W_{max} [m ³]	694,142			
	t [min]	$Q (T_p < T_c)$	$Q (T_p > T_c)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
	0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
	1	0,003	0,003	0,089	0,00297023	0,089
	2	0,006	0,006	0,356	0,00594045	0,356
	3	0,009	0,009	0,802	0,00891068	0,802
	4	0,012	0,012	1,426	0,01188091	1,426
	5	0,009	0,015	2,228	0,01485113	2,228
	6	0,006	0,015	3,119	0,01485113	3,119
	7	0,003	0,015	4,010	0,01485113	4,010
	8	0,000	0,015	4,901	0,01485113	4,901
	9	0,000	0,015	5,792	0,01485113	5,792
	10	0,000	0,015	6,683	0,01485113	6,683

<1 ora		>1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,5	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	2
Altezza	H_0 [m]	3
Base maggiore	b [m]	11
Lunghezza	L [m]	61,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

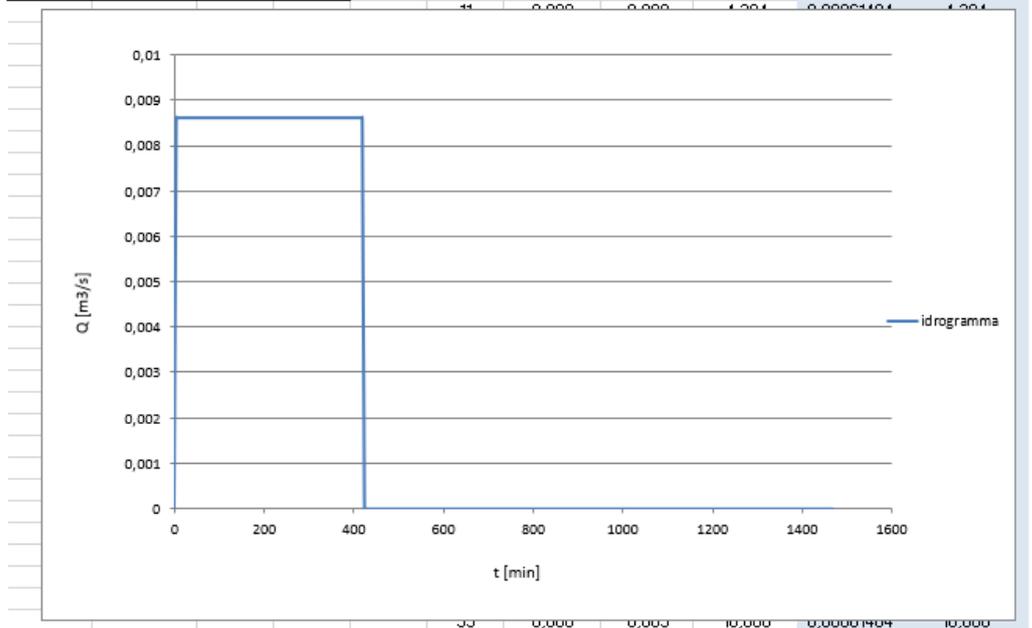
Durata di pioggia	T_p [min]	780	
Quot max		0,006141	m ³ /s
Quot med		0,005	m ³ /s
Wmax		490,181	m ³
Franco		0,994	m
Altezza massima h		2,006	m
h/H0		0,67	ok

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
1,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
420	1,956	0,65	2,000	0,006	0,001	0,282	0,460	0,004	2,008	533,172
480	1,975	0,66	3,000	0,009	0,001	0,459	0,919	0,008	2,015	268,388
540	1,989	0,66	4,000	0,012	0,001	0,636	1,555	0,013	2,025	159,863
600	1,998	0,67	5,000	0,015	0,001	0,813	2,368	0,019	2,038	106,025
660	2,003	0,67	6,000	0,015	0,001	0,811	3,179	0,026	2,051	79,739
720	2,006	0,67	7,000	0,015	0,001	0,809	3,988	0,032	2,064	64,161
780	2,006	0,67	8,000	0,015	0,001	0,808	4,796	0,039	2,077	53,853
840	2,004	0,67	9,000	0,015	0,001	0,806	5,603	0,045	2,090	46,528
			10,000	0,015	0,001	0,805	6,408	0,051	2,102	41,053

F15 - N17

		Metodo della corrivazione					
		$S_{efficace}$ [m ²]	2021				
		T_p [min]	420,000				
		i [mm/h]	15,346				
		Q_{max} [m ³ /s]	0,009				
		T_c [min]	5,000				
		W_{max} [m ³]	216,577				
		t (min)	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
		0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
		1	0,002	0,002	0,052	0,00172297	0,052
		2	0,003	0,003	0,207	0,00344594	0,207
		3	0,005	0,005	0,465	0,0051689	0,465
		4	0,007	0,007	0,827	0,00689187	0,827
		5	0,005	0,009	1,292	0,00861484	1,292
		6	0,003	0,009	1,809	0,00861484	1,809
		7	0,002	0,009	2,326	0,00861484	2,326
		8	0,000	0,009	2,843	0,00861484	2,843
		9	0,000	0,009	3,360	0,00861484	3,360
		10	0,000	0,009	3,877	0,00861484	3,877

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,5
Altezza	H_0 [m]	1,5
Base maggiore	b [m]	5
Lunghezza	L [m]	67
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

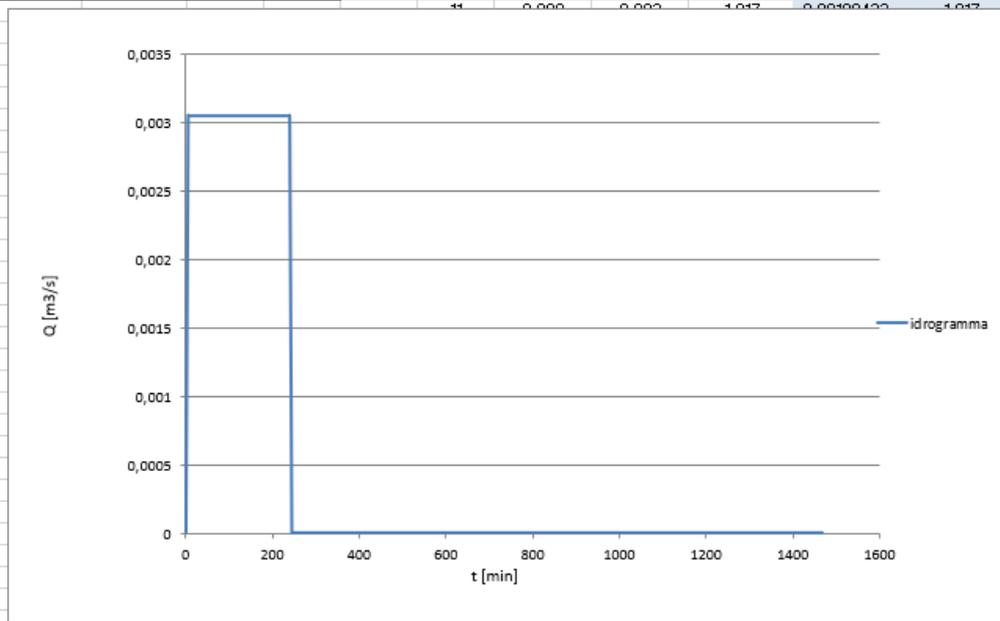
Durata di pioggia	T_p [min]	
	420	
Quot max		0,003642 m ³ /s
Quot med		0,002 m ³ /s
W_{max}		152,695 m ³
Franco		0,220 m
Altezza massima h		1,2802 m
h/H_0		0,85

t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0					
90	1,136	0,76					
120	1,178	0,79					
180	1,229	0,82					
240	1,258	0,84					
300	1,273	0,85					
360	1,279	0,85					
420	1,280	0,85					
480	1,277	0,85					
540	1,270	0,85					

F1B - N18

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	257					
T_p [min]	180,000					
i [mm/h]	27,935					
Q_{max} [m ³ /s]	0,002					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	21,418					
t (min)	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,000	0,000	0,012	0,00039884	0,012	
2	0,001	0,001	0,048	0,00079769	0,048	
3	0,001	0,001	0,108	0,00119653	0,108	
4	0,002	0,002	0,191	0,00159538	0,191	
5	0,001	0,002	0,299	0,00199422	0,299	
6	0,001	0,002	0,419	0,00199422	0,419	
7	0,000	0,002	0,538	0,00199422	0,538	
8	0,000	0,002	0,658	0,00199422	0,658	
9	0,000	0,002	0,778	0,00199422	0,778	
10	0,000	0,002	0,897	0,00199422	0,897	
11	0,000	0,002	1,017	0,00199422	1,017	

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
60,739	0,500	60,739	0,293



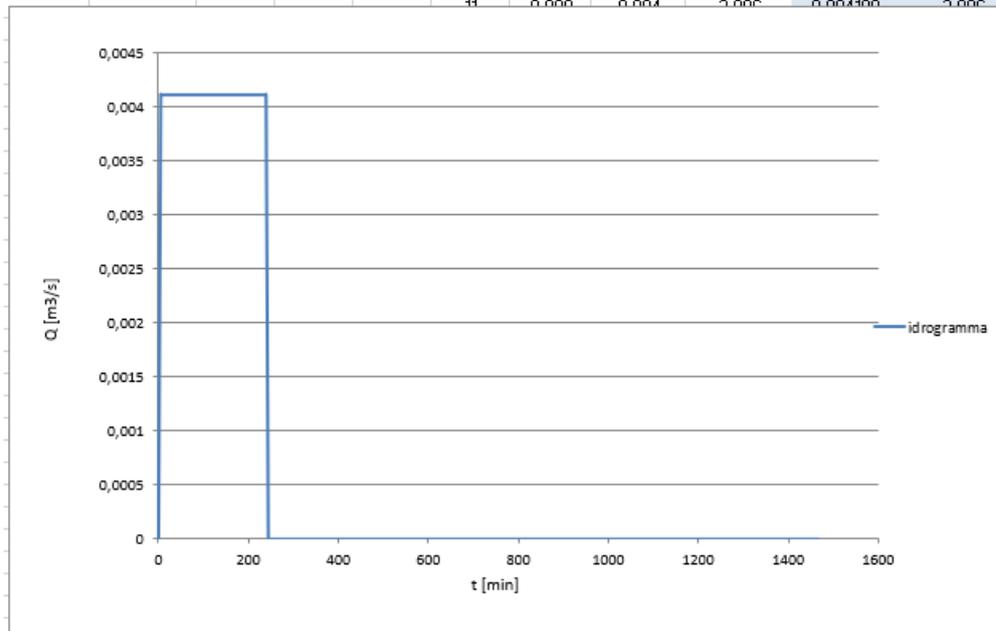
Base minore	b_0 [m]	0,5			Durata di pioggia		T_p [min]	180		
Altezza	H_0 [m]	0,75			Quot max		0,000797	m ³ /s		
Base maggiore	b [m]	2,25			Quot med		0,000	m ³ /s		
Lunghezza	L [m]	33			Wmax		15,269	m ³		
Permeabilità	k [m/s]	0,00001			Franco		0,275	m		
	a	1,332			Altezza massima h		0,475	m		
	m	0,38			h/H0		0,632936		ok	
			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	1,000	0,000	0,000	0,024	0,024	0,001	0,503	347,743
30	0,350	0,47	2,000	0,001	0,000	0,038	0,061	0,004	0,507	137,178
45	0,399	0,53	3,000	0,001	0,000	0,061	0,123	0,007	0,515	70,280
90	0,456	0,61	4,000	0,002	0,000	0,085	0,207	0,012	0,525	42,801
120	0,468	0,62	5,000	0,002	0,000	0,108	0,315	0,018	0,537	29,149
180	0,475	0,63	6,000	0,002	0,000	0,107	0,422	0,024	0,549	22,487
240	0,471	0,63	7,000	0,002	0,000	0,107	0,529	0,030	0,560	18,537
300	0,463	0,62	8,000	0,002	0,000	0,106	0,635	0,036	0,572	15,922

APPENDICE D: VERIFICHE DEI FOSSI DI GUARDIA DISPERDENTI PER TR100

- FI3 - N1

		Metodo della corrivazione					
		$S_{efficax}$ [m ²]	584,8				
		T_p [min]	240,000				
		i [mm/h]	25,295				
		Q_{max} [m ³ /s]	0,004				
		T_c [min]	5,000				
		W_{max} [m ³]	58,923				
		t (min)	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ (m ³)
		0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
		1	0,001	0,001	0,025	0,0008218	0,025
		2	0,002	0,002	0,099	0,0016436	0,099
		3	0,002	0,002	0,222	0,0024654	0,222
		4	0,003	0,003	0,394	0,0032872	0,394
		5	0,002	0,004	0,616	0,004109	0,616
		6	0,002	0,004	0,863	0,004109	0,863
		7	0,001	0,004	1,109	0,004109	1,109
		8	0,000	0,004	1,356	0,004109	1,356
		9	0,000	0,004	1,603	0,004109	1,603
		10	0,000	0,004	1,849	0,004109	1,849
		11	0,000	0,004	2,096	0,004109	2,096

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	b_0 [m]	1
Altezza	H_0 [m]	1
Base maggiore	b [m]	4
Lunghezza	L [m]	40,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

Durata di pioggia	T_p [min]	240
Quot max		0,001488 m ³ /s
Quot med		0,001 m ³ /s
W_{max}		43,377 m ³
Franco		0,345 m
Altezza massima h		0,655 m
h/H_0		0,66 ok

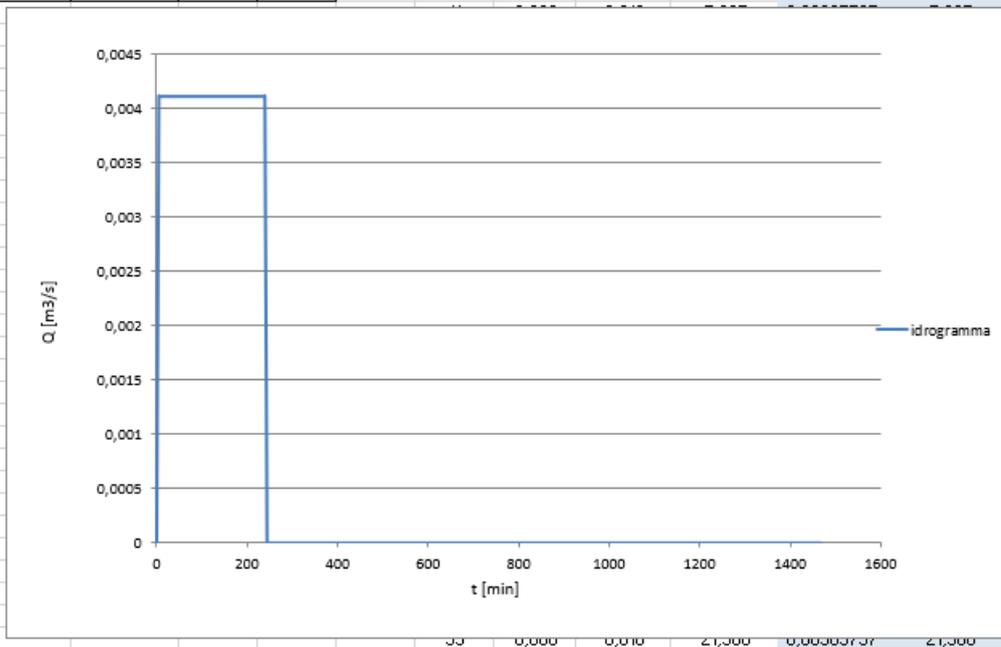
t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,000	0,001	0,000	0,049	0,049	0,001	1,002	814,225
2,000	0,002	0,000	0,074	0,123	0,003	1,006	327,244
3,000	0,002	0,000	0,123	0,246	0,006	1,012	165,429
4,000	0,003	0,000	0,172	0,418	0,010	1,021	98,723
5,000	0,004	0,000	0,220	0,638	0,016	1,031	65,683
6,000	0,004	0,000	0,219	0,857	0,021	1,042	49,637
7,000	0,004	0,000	0,219	1,076	0,026	1,052	40,153
8,000	0,004	0,000	0,218	1,294	0,031	1,063	33,887

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0
90	0,552	0,55
120	0,572	0,57
180	0,593	0,59
240	0,599	0,60
300	0,598	0,60
360	0,592	0,59
420	0,582	0,58

• FI3 - N2

				Metodo della corrivazione					
				$S_{\text{efficace}} [m^2]$	1868,5				
				$T_p [\text{min}]$	360,000				
				$i [\text{mm/h}]$	18,992				
				$Q_{\text{max}} [m^3/s]$	0,010				
				$T_c [\text{min}]$	5,000				
				$W_{\text{max}} [m^3]$	212,328				
				$t [\text{min}]$	$Q (T_p < T_c)$	$Q (T_p > T_c)$	W	$Q(t) [m^3/s]$	$W_{\text{cumulato}} [m^3]$
				0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
				1	0,002	0,002	0,059	0,00197147	0,059
				2	0,004	0,004	0,237	0,00394295	0,237
				3	0,006	0,006	0,532	0,00591442	0,532
				4	0,008	0,008	0,946	0,00788589	0,946
				5	0,006	0,010	1,479	0,00985737	1,479
				6	0,004	0,010	2,070	0,00985737	2,070
				7	0,002	0,010	2,661	0,00985737	2,661
				8	0,000	0,010	3,253	0,00985737	3,253
				9	0,000	0,010	3,844	0,00985737	3,844
				10	0,000	0,010	4,436	0,00985737	4,436

$t < 1 \text{ ora}$		$t > 1 \text{ ora}$	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	$b_0 [m]$	1
Altezza	$H_0 [m]$	1
Base maggiore	$b [m]$	4
Lunghezza	$L [m]$	85,00
Permeabilità	$k [m/s]$	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

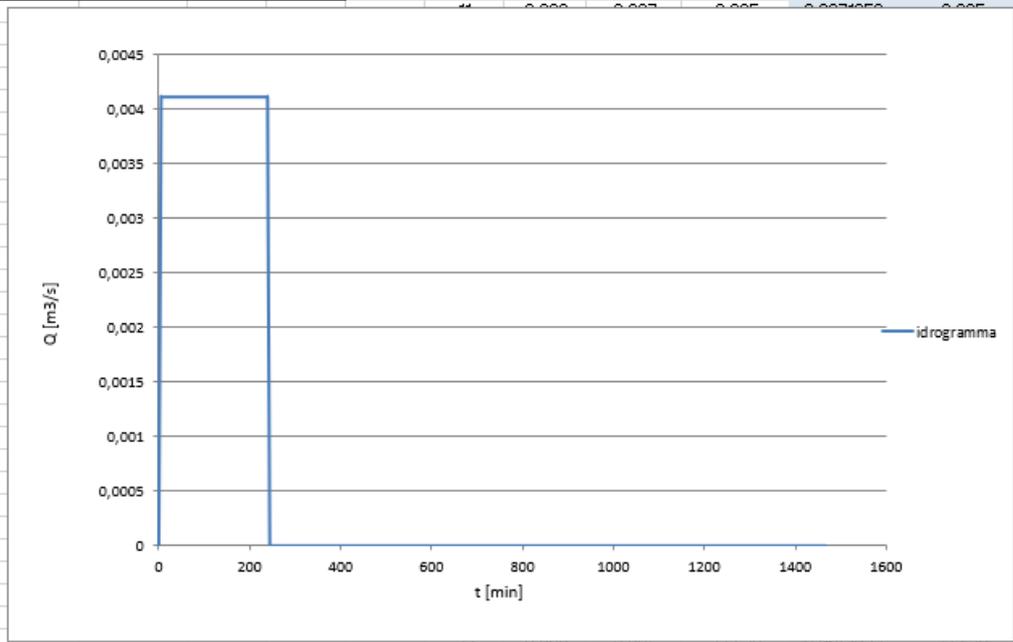
Durata di pioggia	$T_p [\text{min}]$	360
Quot max		0,004017 m^3/s
Quot med		0,002 m^3/s
Wmax		150,444 m^3
Franco		0,079 m
Altezza massima h		0,921 m
h/H0		0,92

$T_p [\text{min}]$	Altezza massima h [m]	h/H0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,002	0,000	0,118	0,118	0,001	1,003	721,581
90	0,756	0,76	2,000	0,004	0,001	0,184	0,303	0,004	1,007	283,921
120	0,787	0,79	3,000	0,006	0,001	0,301	0,604	0,007	1,014	143,718
180	0,822	0,82	4,000	0,008	0,001	0,418	1,022	0,012	1,024	86,136
240	0,839	0,84	5,000	0,010	0,001	0,535	1,557	0,018	1,036	57,570
300	0,846	0,85	6,000	0,010	0,001	0,533	2,090	0,024	1,048	43,646
360	0,846	0,85	7,000	0,010	0,001	0,531	2,621	0,030	1,060	35,399
420	0,842	0,84	8,000	0,010	0,001	0,530	3,151	0,036	1,072	29,944

• FI5 - N3

		Metodo della corrivazione					
		$S_{efficace}$ [m ²]	1362				
		T_p [min]	360,000				
		i [mm/h]	18,992				
		Q_{max} [m ³ /s]	0,007				
		T_s [min]	5,000				
		W_{max} [m ³]	154,771				
		t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
		0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
		1	0,001	0,001	0,043	0,00143706	0,043
		2	0,003	0,003	0,172	0,00287412	0,172
		3	0,004	0,004	0,388	0,00431118	0,388
		4	0,006	0,006	0,690	0,00574824	0,690
		5	0,004	0,007	1,078	0,0071853	1,078
		6	0,003	0,007	1,509	0,0071853	1,509
		7	0,001	0,007	1,940	0,0071853	1,940
		8	0,000	0,007	2,371	0,0071853	2,371
		9	0,000	0,007	2,802	0,0071853	2,802
		10	0,000	0,007	3,233	0,0071853	3,233

k < 1 ora		k > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,5
Altezza	H_0 [m]	1,5
Base maggiore	b [m]	5
Lunghezza	L [m]	50,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

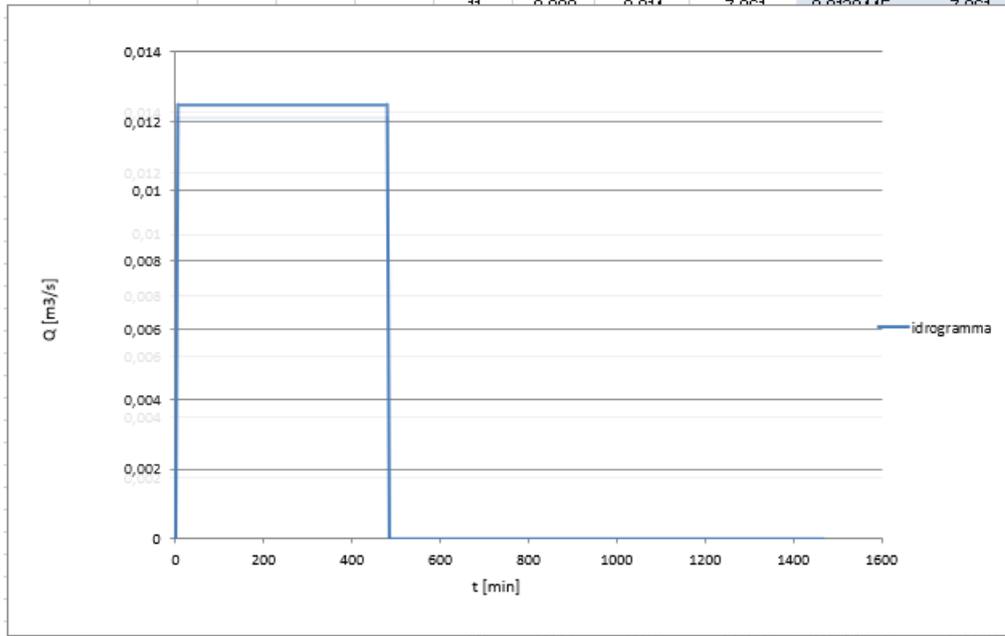
Durata di pioggia	T_p [min]	360
Quot max		0,002719 m ³ /s
Quot med		0,001 m ³ /s
Wmax		114,095 m ³
Franco		0,219 m
Altezza massima h		1,281 m
h/H0		0,85

			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	1,000	0,001	0,000	0,086	0,086	0,003	0,507	147,965
30	0,824	0,55	2,000	0,003	0,000	0,156	0,243	0,010	0,519	54,517
45	0,931	0,62	3,000	0,004	0,000	0,241	0,484	0,019	0,537	28,795
90	1,067	0,71	4,000	0,006	0,000	0,326	0,810	0,031	0,561	18,374
120	1,105	0,74	5,000	0,007	0,000	0,411	1,221	0,045	0,590	13,159
180	1,152	0,77	6,000	0,007	0,000	0,409	1,629	0,058	0,617	10,568
240	1,177	0,78	7,000	0,007	0,000	0,407	2,036	0,071	0,643	9,014
300	1,189	0,79	8,000	0,007	0,000	0,405	2,441	0,084	0,667	7,977
360	1,194	0,80	9,000	0,007	0,000	0,404	2,845	0,096	0,691	7,233
420	1,193	0,80	10,000	0,007	0,000	0,402	3,247	0,107	0,714	6,673

• FI6 - N4

Metodo della corrivazione						
$S_{\text{efficace}} [m^2]$	3216					
$T_p [min]$	480,000					
$i [mm/h]$	15,498					
$Q_{\text{max}} [m^3/s]$	0,014					
$T_c [min]$	5,000					
$W_{\text{max}} [m^3]$	397,891					
$t [min]$	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t) [m^3/s]$	$W_{\text{cumulato}} [m^3]$	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,003	0,003	0,083	0,0027689	0,083	
2	0,006	0,006	0,332	0,0055378	0,332	
3	0,008	0,008	0,748	0,0083067	0,748	
4	0,011	0,011	1,329	0,0110756	1,329	
5	0,008	0,014	2,077	0,0138445	2,077	
6	0,006	0,014	2,907	0,0138445	2,907	
7	0,003	0,014	3,738	0,0138445	3,738	
8	0,000	0,014	4,569	0,0138445	4,569	
9	0,000	0,014	5,399	0,0138445	5,399	
10	0,000	0,014	6,230	0,0138445	6,230	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	$b_0 [m]$	1
Altezza	$H_0 [m]$	2
Base maggiore	$b [m]$	7
Lunghezza	$L [m]$	80,00
Permeabilità	$k [m/s]$	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

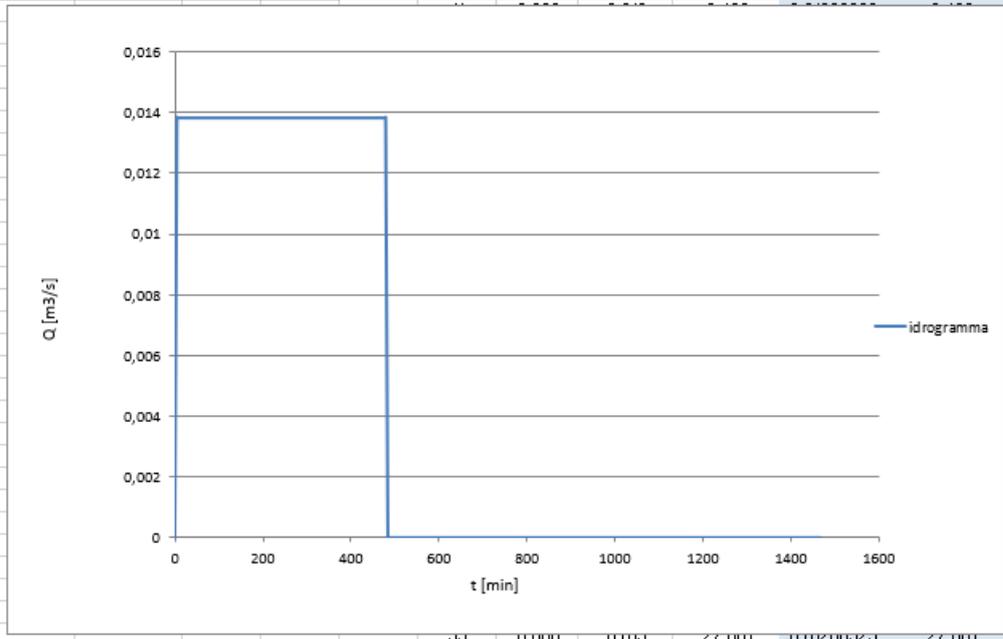
Durata di pioggia	$T_p [min]$	480
Quot max	0,005415	m^3/s
Quot med	0,003	m^3/s
W_{max}	288,831	m^3
Franco	0,535	m
Altezza massima h	1,465	m
h/H_0	0,73	

			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
$T_p [min]$	Altezza massima h [m]	h/H_0	1,000	0,003	0,000	0,166	0,166	0,002	1,004	484,537
240	1,312	0,66	2,000	0,006	0,001	0,283	0,449	0,006	1,011	181,242
300	1,334	0,67	3,000	0,008	0,001	0,447	0,896	0,011	1,022	92,264
360	1,348	0,67	4,000	0,011	0,001	0,612	1,508	0,019	1,037	56,045
420	1,354	0,68	5,000	0,014	0,001	0,775	2,283	0,028	1,056	38,014
480	1,356	0,68	6,000	0,014	0,001	0,773	3,056	0,037	1,074	29,143
540	1,354	0,68	7,000	0,014	0,001	0,771	3,827	0,046	1,091	23,862
600	1,350	0,68	8,000	0,014	0,001	0,769	4,595	0,054	1,109	20,358

• FI4 - N5

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	2389					
T_p [min]	360,000					
i [mm/h]	18,992					
Q_{max} [m ³ /s]	0,013					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	271,475					
t [min]	$Q(T_p < T_c)$	$Q(T_p > T_c)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,003	0,003	0,076	0,00252066	0,076	
2	0,005	0,005	0,302	0,00504132	0,302	
3	0,008	0,008	0,681	0,00756198	0,681	
4	0,010	0,010	1,210	0,01008263	1,210	
5	0,008	0,013	1,890	0,01260329	1,890	
6	0,005	0,013	2,647	0,01260329	2,647	
7	0,003	0,013	3,403	0,01260329	3,403	
8	0,000	0,013	4,159	0,01260329	4,159	
9	0,000	0,013	4,915	0,01260329	4,915	
10	0,000	0,013	5,671	0,01260329	5,671	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293

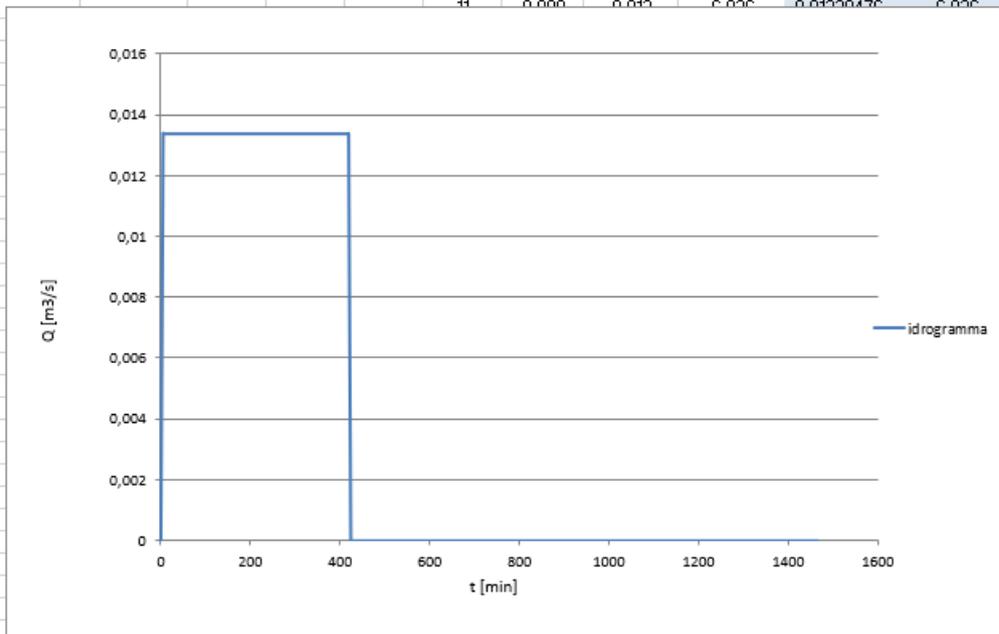


Base minore	b_0 [m]	1,5			Durata di pioggia		T_p [min]	360		
Altezza	H_0 [m]	1			Quot max		0,004919	m ³ /s		
Base maggiore	b [m]	4,5			Quot med		0,002	m ³ /s		
Lunghezza	L [m]	97,00			Wmax		193,518	m ³		
Permeabilità	k [m/s]	0,00001			Franco		0,151	m		
	a	1,332			Altezza massima h		0,849	m		
	m	0,38			h/H0		0,85	ok		
			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,003	0,000	0,151	0,151	0,001	1,502	1446,075
			2,000	0,005	0,001	0,214	0,365	0,003	1,505	600,913
			3,000	0,008	0,001	0,364	0,729	0,005	1,510	302,405
			4,000	0,010	0,002	0,514	1,243	0,008	1,517	178,631
			5,000	0,013	0,002	0,663	1,906	0,013	1,526	117,510
			6,000	0,013	0,002	0,661	2,567	0,017	1,535	88,009
			7,000	0,013	0,002	0,659	3,226	0,022	1,544	70,629
			8,000	0,013	0,002	0,658	3,884	0,026	1,552	59,171
			T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0					
			120	0,712	0,71					
			180	0,747	0,75					
			240	0,765	0,77					
			300	0,772	0,77					
			360	0,773	0,77					
			420	0,770	0,77					

• FI5 - N6

				Metodo della corrivazione					
				$S_{efficace}$ [m ²]	3140				
				T_p [min]	420,000				
				i [mm/h]	15,346				
				Q_{max} [m ³ /s]	0,013				
				T_c [min]	5,000				
				W_{max} [m ³]	336,493				
				t [min]	Q (Tp<Tc)	Q (Tp>Tc)	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
				0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
				1	0,003	0,003	0,080	0,00267695	0,080
				2	0,005	0,005	0,321	0,0053539	0,321
				3	0,008	0,008	0,723	0,00803085	0,723
				4	0,011	0,011	1,285	0,01070781	1,285
				5	0,008	0,013	2,008	0,01338476	2,008
				6	0,005	0,013	2,811	0,01338476	2,811
				7	0,003	0,013	3,614	0,01338476	3,614
				8	0,000	0,013	4,417	0,01338476	4,417
				9	0,000	0,013	5,220	0,01338476	5,220
				10	0,000	0,013	6,023	0,01338476	6,023
				11	0,000	0,013	6,826	0,01338476	6,826

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,5
Altezza	H_0 [m]	1,5
Base maggiore	b [m]	5
Lunghezza	L [m]	110,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

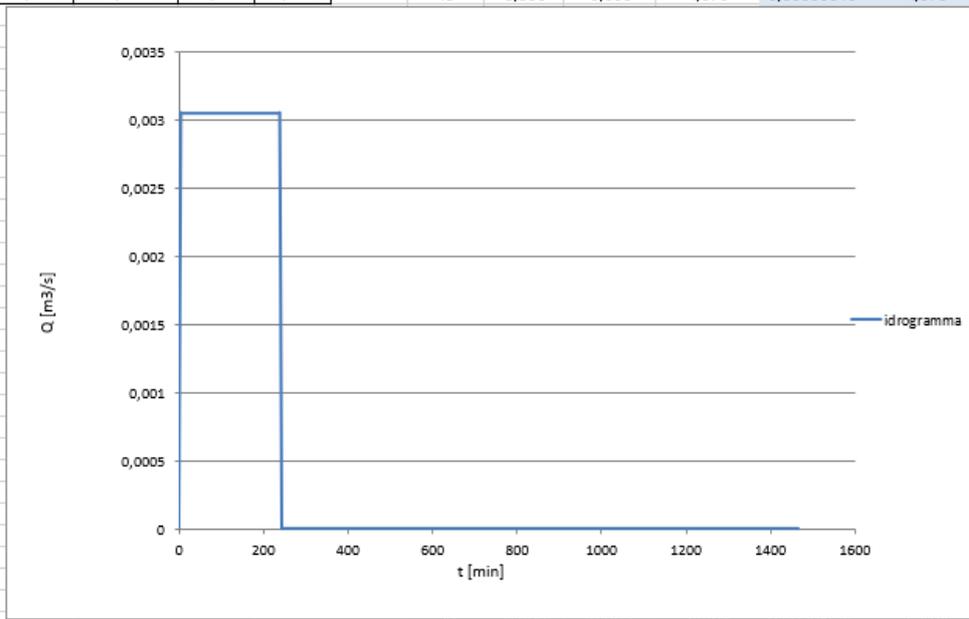
Durata di pioggia	T_p [min]	420
Quot max		0,006158 m ³ /s
Quot med		0,003 m ³ /s
W_{max}		265,573 m ³
Franco		0,176 m
Altezza massima h		1,324 m
h/H_0		0,88

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,003	0,000	0,178	0,178	0,003	0,506	157,260
120	1,138	0,76	2,000	0,006	0,001	0,321	0,499	0,009	0,518	58,045
180	1,187	0,79	3,000	0,009	0,001	0,497	0,996	0,018	0,535	30,566
240	1,213	0,81	4,000	0,012	0,001	0,672	1,668	0,029	0,557	19,428
300	1,227	0,82	5,000	0,015	0,001	0,847	2,515	0,042	0,584	13,856
360	1,232	0,82	6,000	0,015	0,001	0,843	3,358	0,055	0,610	11,091
420	1,233	0,82	7,000	0,015	0,001	0,839	4,197	0,067	0,635	9,434
480	1,229	0,82	8,000	0,015	0,001	0,836	5,032	0,079	0,658	8,328

• FI2 - N7

Metodo della corrivazione						
$S_{\text{efficace}} [m^2]$	435					
$T_p [\text{min}]$	240,000					
$i [\text{mm/h}]$	25,295					
$Q_{\text{max}} [m^3/s]$	0,003					
$T_s [\text{min}]$	5,000					
$W_{\text{max}} [m^3]$	43,830					
$t [\text{min}]$	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t) [m^3/s]$	$W_{\text{cumulato}} [m^3]$	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,001	0,001	0,018	0,00061129	0,018	
2	0,001	0,001	0,073	0,00122258	0,073	
3	0,002	0,002	0,165	0,00183387	0,165	
4	0,002	0,002	0,293	0,00244517	0,293	
5	0,002	0,003	0,458	0,00305646	0,458	
6	0,001	0,003	0,642	0,00305646	0,642	
7	0,001	0,003	0,825	0,00305646	0,825	
8	0,000	0,003	1,009	0,00305646	1,009	
9	0,000	0,003	1,192	0,00305646	1,192	
10	0,000	0,003	1,375	0,00305646	1,375	

$t < 1 \text{ ora}$		$t > 1 \text{ ora}$	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	$b_0 [m]$	0,75
Altezza	$H_0 [m]$	0,75
Base maggiore	$b [m]$	3
Lunghezza	$L [m]$	35
Permeabilità	$k [m/s]$	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

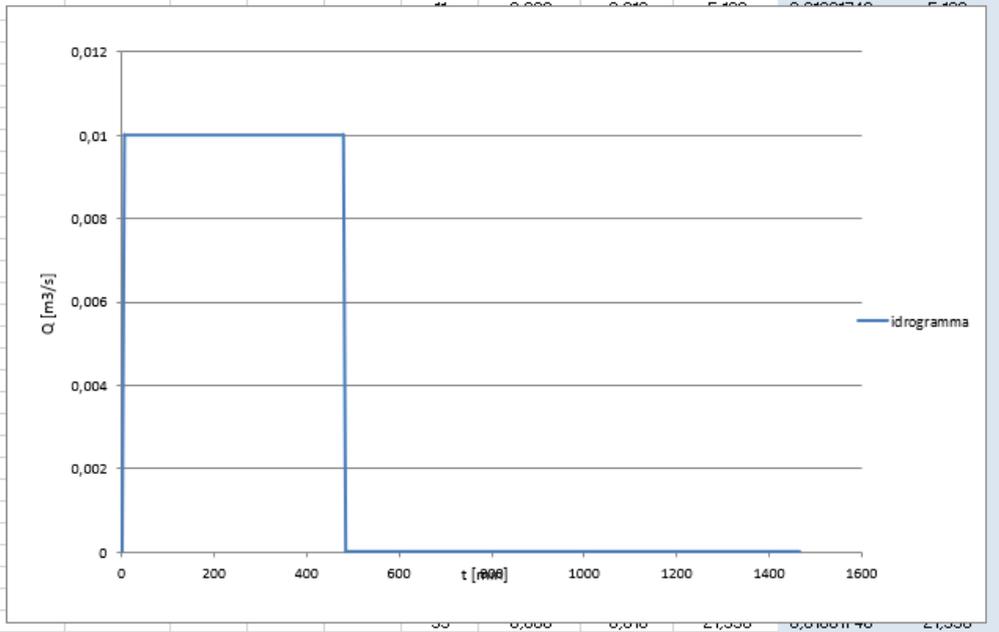
Durata di pioggia	$T_p [\text{min}]$	
	240	
Quot max	0,001183	m^3/s
Quot med	0,000	m^3/s
Wmax	31,647	m^3
Franco	0,103	m
Altezza massima h	0,647	m
h/HO	0,862885	

$T_p [\text{min}]$	Altezza massima h [m]	h/HO	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,001	0,000	0,037	0,037	0,001	0,753	539,771
30	0,414	0,55	2,000	0,001	0,000	0,057	0,094	0,004	0,757	212,888
45	0,477	0,64	3,000	0,002	0,000	0,093	0,187	0,007	0,764	108,177
90	0,554	0,74	4,000	0,002	0,000	0,129	0,317	0,012	0,774	65,157
120	0,573	0,76	5,000	0,003	0,000	0,166	0,482	0,018	0,786	43,807
180	0,590	0,79	6,000	0,003	0,000	0,165	0,647	0,024	0,798	33,400
240	0,594	0,79	7,000	0,003	0,000	0,164	0,811	0,030	0,809	27,236
300	0,591	0,79	8,000	0,003	0,000	0,163	0,975	0,035	0,821	23,157

• FI6 - N8

Metodo della corrivazione						
$S_{\text{efficace}} [m^2]$	2327					
$T_p [min]$	480,000					
$i [mm/h]$	15,498					
$Q_{\text{max}} [m^3/s]$	0,010					
$T_c [min]$	5,000					
$W_{\text{max}} [m^3]$	287,902					
$t [min]$	$Q (T_p < T_c)$	$Q (T_p > T_c)$	W	$Q(t) [m^3/s]$	$W_{\text{cumulato}} [m^3]$	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,002	0,002	0,060	0,00200349	0,060	
2	0,004	0,004	0,240	0,00400698	0,240	
3	0,006	0,006	0,541	0,00601048	0,541	
4	0,008	0,008	0,962	0,00801397	0,962	
5	0,006	0,010	1,503	0,01001746	1,503	
6	0,004	0,010	2,104	0,01001746	2,104	
7	0,002	0,010	2,705	0,01001746	2,705	
8	0,000	0,010	3,306	0,01001746	3,306	
9	0,000	0,010	3,907	0,01001746	3,907	
10	0,000	0,010	4,508	0,01001746	4,508	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	$b_0 [m]$	1
Altezza	$H_0 [m]$	2
Base maggiore	$b [m]$	7
Lunghezza	$L [m]$	60,00
Permeabilità	$k [m/s]$	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

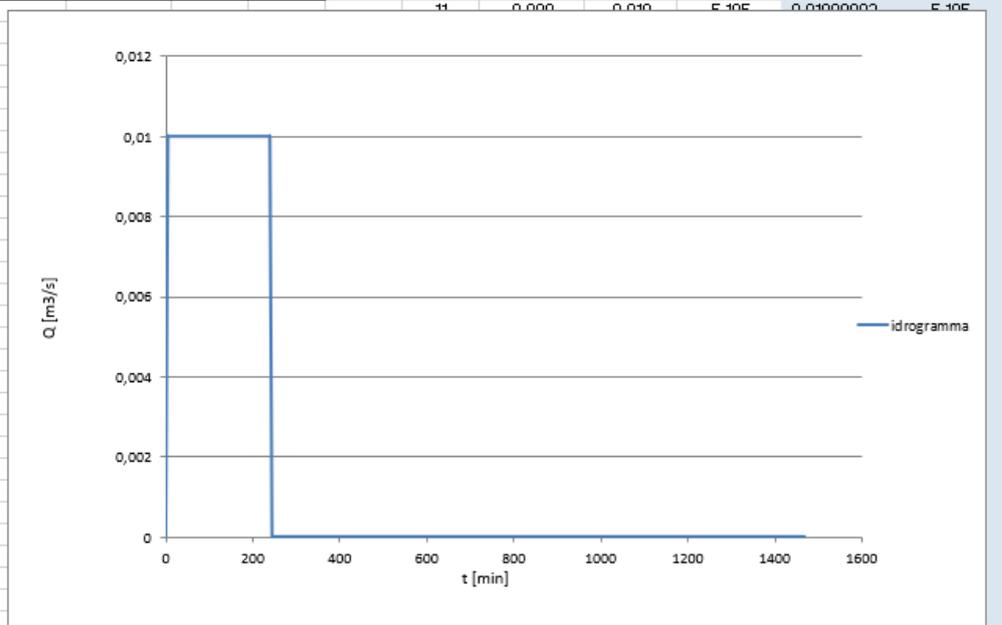
Durata di pioggia	$T_p [min]$	480
Quot max	0,003975	m^3/s
Quot med	0,002	m^3/s
Wmax	207,722	m^3
Franco	0,573	m
Altezza massima h	1,427	m
h/H0	0,71	ok

$T_p [min]$	Altezza massima h [m]	h/H0	t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
120	1,181	0,59	1,000	0,002	0,000	0,120	0,120	0,002	1,004	502,127
180	1,243	0,62	2,000	0,004	0,001	0,203	0,323	0,005	1,011	188,486
240	1,279	0,64	3,000	0,006	0,001	0,322	0,646	0,011	1,021	95,894
300	1,301	0,65	4,000	0,008	0,001	0,441	1,087	0,018	1,036	58,180
360	1,313	0,66	5,000	0,010	0,001	0,560	1,647	0,027	1,053	39,409
420	1,319	0,66	6,000	0,010	0,001	0,558	2,205	0,035	1,071	30,180
480	1,320	0,66	7,000	0,010	0,001	0,556	2,761	0,044	1,088	24,689
540	1,318	0,66	8,000	0,010	0,001	0,555	3,316	0,053	1,105	21,046
600	1,312	0,66	9,000	0,010	0,001	0,553	3,869	0,061	1,122	18,451
			10,000	0,010	0,001	0,552	4,421	0,069	1,138	16,508

• FI3 - N9

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	1424,5					
T_p [min]	240,000					
i [mm/h]	25,295					
Q_{max} [m ³ /s]	0,010					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	143,529					
t [min]	$Q (T_p < T_c)$	$Q (T_p > T_c)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,002	0,002	0,060	0,0020018	0,060	
2	0,004	0,004	0,240	0,00400361	0,240	
3	0,006	0,006	0,540	0,00600541	0,540	
4	0,008	0,008	0,961	0,00800722	0,961	
5	0,006	0,010	1,501	0,01000902	1,501	
6	0,004	0,010	2,102	0,01000902	2,102	
7	0,002	0,010	2,702	0,01000902	2,702	
8	0,000	0,010	3,303	0,01000902	3,303	
9	0,000	0,010	3,904	0,01000902	3,904	
10	0,000	0,010	4,504	0,01000902	4,504	
11	0,000	0,010	5,105	0,01000902	5,105	

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293

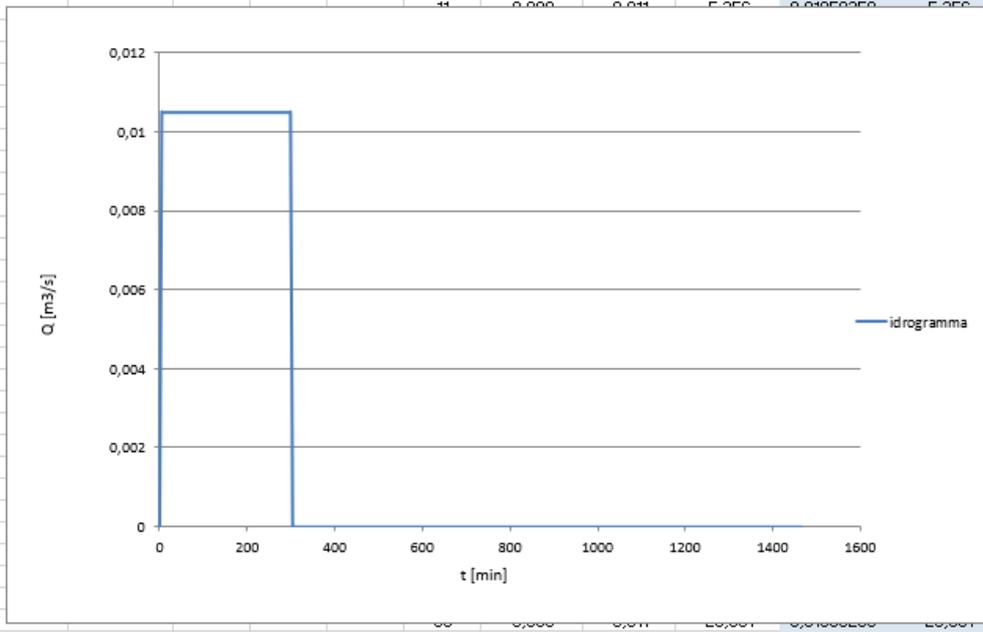


Base minore	b_0 [m]	1	Durata di pioggia		T_p [min]	240				
Altezza	H_0 [m]	1	Quot max		0,003966	m ³ /s				
Base maggiore	b [m]	4	Quot med		0,001	m ³ /s				
Lunghezza	L [m]	120,00	Wmax		101,409	m ³				
Permeabilità	k [m/s]	0,00001	Franco		0,454	m				
	a	1,3320	Altezza massima h		0,546	m				
	m	0,38	h/H0		0,55					
			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	$h/H0$	1,000	0,002	0,000	0,120	0,120	0,001	1,002	1002,098
30	0,341	0,34	2,000	0,004	0,001	0,167	0,287	0,002	1,005	421,326
45	0,396	0,40	3,000	0,006	0,001	0,286	0,573	0,005	1,009	212,579
90	0,465	0,47	4,000	0,008	0,001	0,404	0,977	0,008	1,016	125,839
120	0,481	0,48	5,000	0,010	0,001	0,523	1,499	0,012	1,025	83,023
180	0,495	0,50	6,000	0,010	0,001	0,520	2,020	0,017	1,033	62,397
240	0,503	0,50	7,000	0,010	0,001	0,519	2,538	0,021	1,041	50,256
300	0,492	0,49	8,000	0,010	0,001	0,517	3,055	0,025	1,050	42,255
360	0,483	0,48	9,000	0,010	0,001	0,515	3,570	0,029	1,058	36,584

• FI3 - N10

		Metodo della corrivazione					
		$S_{efficace}$ [m ²]	1750,10				
		T_p [min]	300,000				
		i [mm/h]	21,604				
		Q_{max} [m ³ /s]	0,011				
		T_c [min]	5,000				
		W_{max} [m ³]	188,416				
		t [min]	Q (Tp < Tc)	Q (Tp > Tc)	W	Q(t) m ³ /s	Wcumulato[m ³]
		0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
		1	0,002	0,002	0,063	0,00210052	0,063
		2	0,004	0,004	0,252	0,00420103	0,252
		3	0,006	0,006	0,567	0,00630155	0,567
		4	0,008	0,008	1,008	0,00840207	1,008
		5	0,006	0,011	1,575	0,01050258	1,575
		6	0,004	0,011	2,206	0,01050258	2,206
		7	0,002	0,011	2,836	0,01050258	2,836
		8	0,000	0,011	3,466	0,01050258	3,466
		9	0,000	0,011	4,096	0,01050258	4,096
		10	0,000	0,011	4,726	0,01050258	4,726
		11	0,000	0,011	5,356	0,01050258	5,356

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	b_0 [m]	1
Altezza	H_0 [m]	1
Base maggiore	b [m]	4
Lunghezza	L [m]	108,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

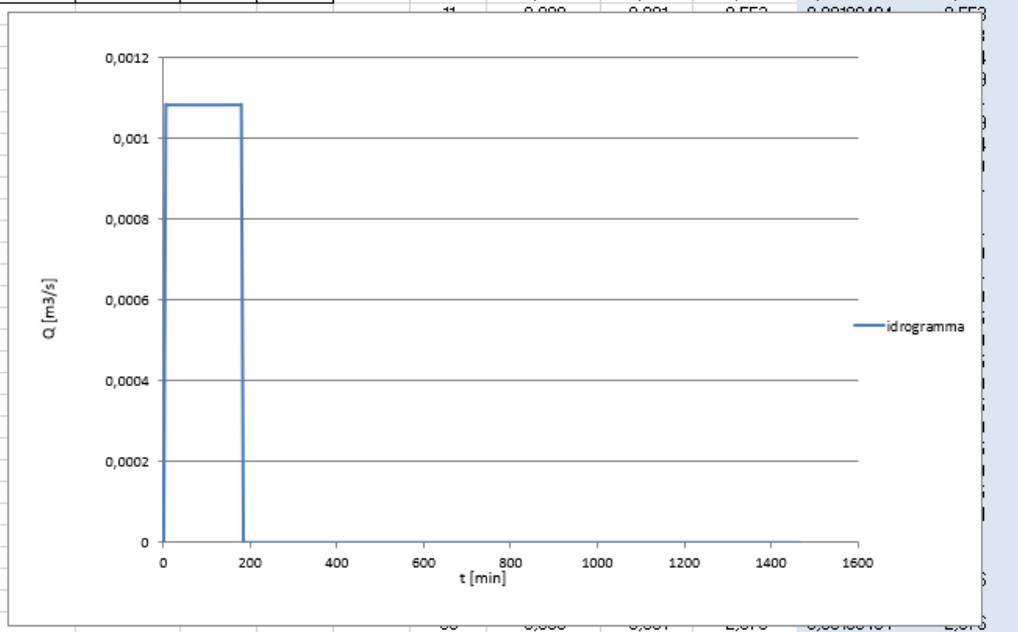
Durata di pioggia	T_p [min]	300
Quot max	0,004268	m ³ /s
Quot med	0,002	m ³ /s
Wmax	132,826	m ³
Franco	0,284	m
Altezza massima h	0,716	m
h/H0	0,72	

	t	Qin	Qout	ΔW	W	h	b	b/h		
	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H0	1,000	0,002	0,000	0,126	0,126	0,001	1,002	859,931
30	0,439	0,44	2,000	0,004	0,001	0,186	0,312	0,003	1,006	349,339
45	0,510	0,51	3,000	0,006	0,001	0,311	0,622	0,006	1,011	176,502
90	0,599	0,60	4,000	0,008	0,001	0,435	1,057	0,010	1,019	105,118
120	0,622	0,62	5,000	0,011	0,001	0,559	1,617	0,015	1,030	69,789
180	0,646	0,65	6,000	0,011	0,001	0,557	2,174	0,020	1,039	52,665
240	0,654	0,65	7,000	0,011	0,001	0,555	2,729	0,025	1,049	42,553
300	0,655	0,66	8,000	0,011	0,001	0,553	3,282	0,030	1,059	35,876
360	0,650	0,65	9,000	0,011	0,001	0,552	3,834	0,034	1,069	31,138
420	0,642	0,64	10,000	0,011	0,001	0,550	4,384	0,039	1,078	27,599

F1B - N11

		Metodo della corrivazione				
		$S_{efficace}$ [m ²]	126			
		T_p [min]	180,000			
		i [mm/h]	30,998			
		Q_{max} [m ³ /s]	0,001			
		T_c [min]	5,000			
		W_{max} [m ³]	11,652			
	t (min)	$Q (T_p < T_c)$	$Q (T_p > T_c)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]
	0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
	1	0,000	0,000	0,007	0,00021699	0,007
	2	0,000	0,000	0,026	0,00043398	0,026
	3	0,001	0,001	0,059	0,00065097	0,059
	4	0,001	0,001	0,104	0,00086795	0,104
	5	0,001	0,001	0,163	0,00108494	0,163
	6	0,000	0,001	0,228	0,00108494	0,228
	7	0,000	0,001	0,293	0,00108494	0,293
	8	0,000	0,001	0,358	0,00108494	0,358
	9	0,000	0,001	0,423	0,00108494	0,423
	10	0,000	0,001	0,488	0,00108494	0,488

k < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,75
Altezza	H_0 [m]	0,5
Base maggiore	b [m]	2,25
Lunghezza	L [m]	18,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

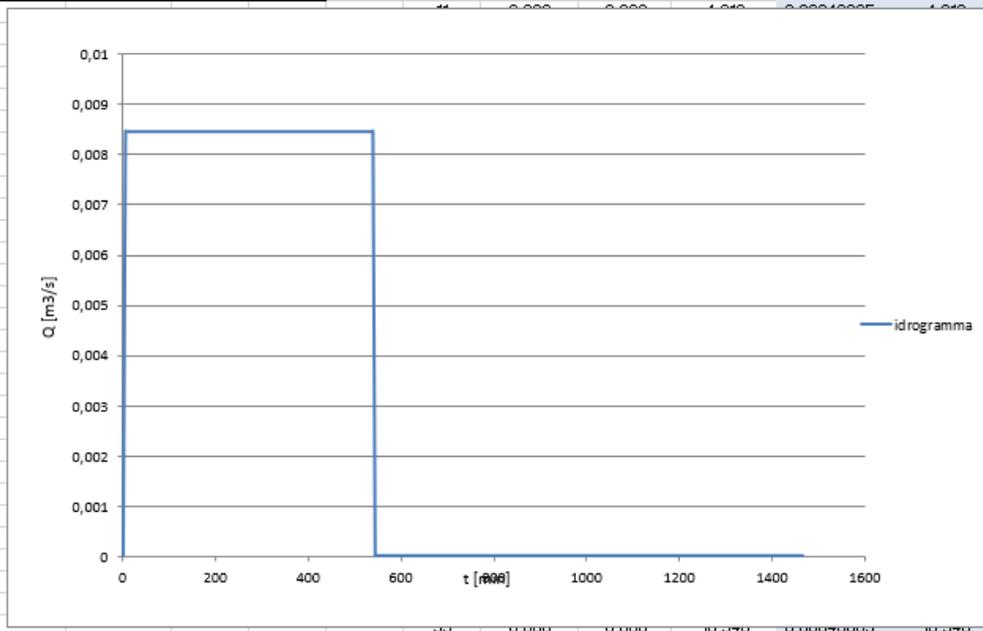
Durata di pioggia	T_p [min]	180
Quot max		0,000436 m ³ /s
Quot med		0,000 m ³ /s
Wmax		8,159 m ³
Franco		0,104 m
Altezza massima h		0,396 m
h/H₀	0,79	ok

T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H ₀	t	Q _{in}	Q _{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			1,000	0,000	0,000	0,013	0,013	0,001	0,752	780,690
30	0,261	0,52	2,000	0,000	0,000	0,018	0,031	0,002	0,755	332,126
45	0,301	0,60	3,000	0,001	0,000	0,031	0,061	0,005	0,759	167,963
90	0,348	0,70	4,000	0,001	0,000	0,043	0,105	0,008	0,765	99,603
120	0,356	0,71	5,000	0,001	0,000	0,056	0,161	0,012	0,773	65,875
180	0,359	0,72	6,000	0,001	0,000	0,056	0,217	0,016	0,781	49,658
240	0,354	0,71	7,000	0,001	0,000	0,056	0,273	0,020	0,789	40,121
300	0,343	0,69	8,000	0,001	0,000	0,055	0,328	0,024	0,797	33,840

• VASCA DI FILTRAZIONE N12

		Metodo della corrivazione				
		$S_{\text{efficace}} [m^2]$	2138			
		$T_p [min]$	540,000			
		$i [mm/h]$	14,260			
		$Q_{\text{max}} [m^3/s]$	0,008			
		$T_c [min]$	5,000			
		$W_{\text{max}} [m^3]$	273,876			
	$t [min]$	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t) m^3/s$	$W_{\text{cumulato}} [m^3]$
	0	0,000	0,000	0,000	0	0,000
	1	0,002	0,002	0,051	0,00169373	0,051
	2	0,003	0,003	0,203	0,00338746	0,203
	3	0,005	0,005	0,457	0,00508119	0,457
	4	0,007	0,007	0,813	0,00677492	0,813
	5	0,005	0,008	1,270	0,00846865	1,270
	6	0,003	0,008	1,778	0,00846865	1,778
	7	0,002	0,008	2,287	0,00846865	2,287
	8	0,000	0,008	2,795	0,00846865	2,795
	9	0,000	0,008	3,303	0,00846865	3,303
	10	0,000	0,008	3,811	0,00846865	3,811

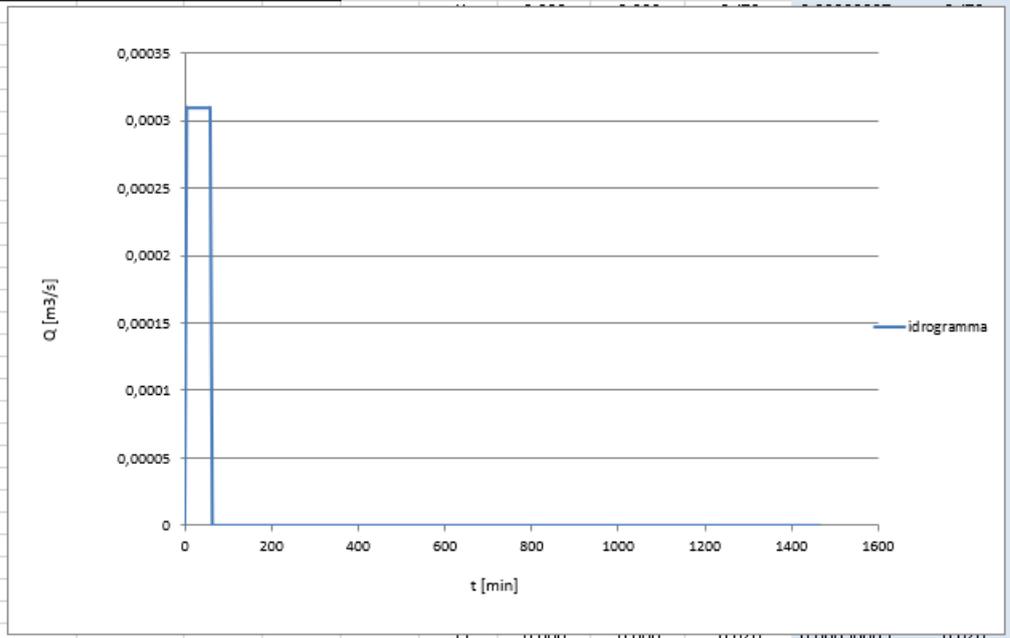
$t < 1 \text{ ora}$		$t > 1 \text{ ora}$	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



F11B - N13

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	16,5					
T_p [min]	60,000					
i [mm/h]	67,386					
Q_{max} [m ³ /s]	0,000					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	1,093					
t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,000	0,000	0,002	6,177E-05	0,002	
2	0,000	0,000	0,007	0,00012354	0,007	
3	0,000	0,000	0,017	0,00018531	0,017	
4	0,000	0,000	0,030	0,00024708	0,030	
5	0,000	0,000	0,046	0,00030885	0,046	
6	0,000	0,000	0,065	0,00030885	0,065	
7	0,000	0,000	0,083	0,00030885	0,083	
8	0,000	0,000	0,102	0,00030885	0,102	
9	0,000	0,000	0,120	0,00030885	0,120	
10	0,000	0,000	0,139	0,00030885	0,139	

$t < 1 \text{ ora}$		$t > 1 \text{ ora}$	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293

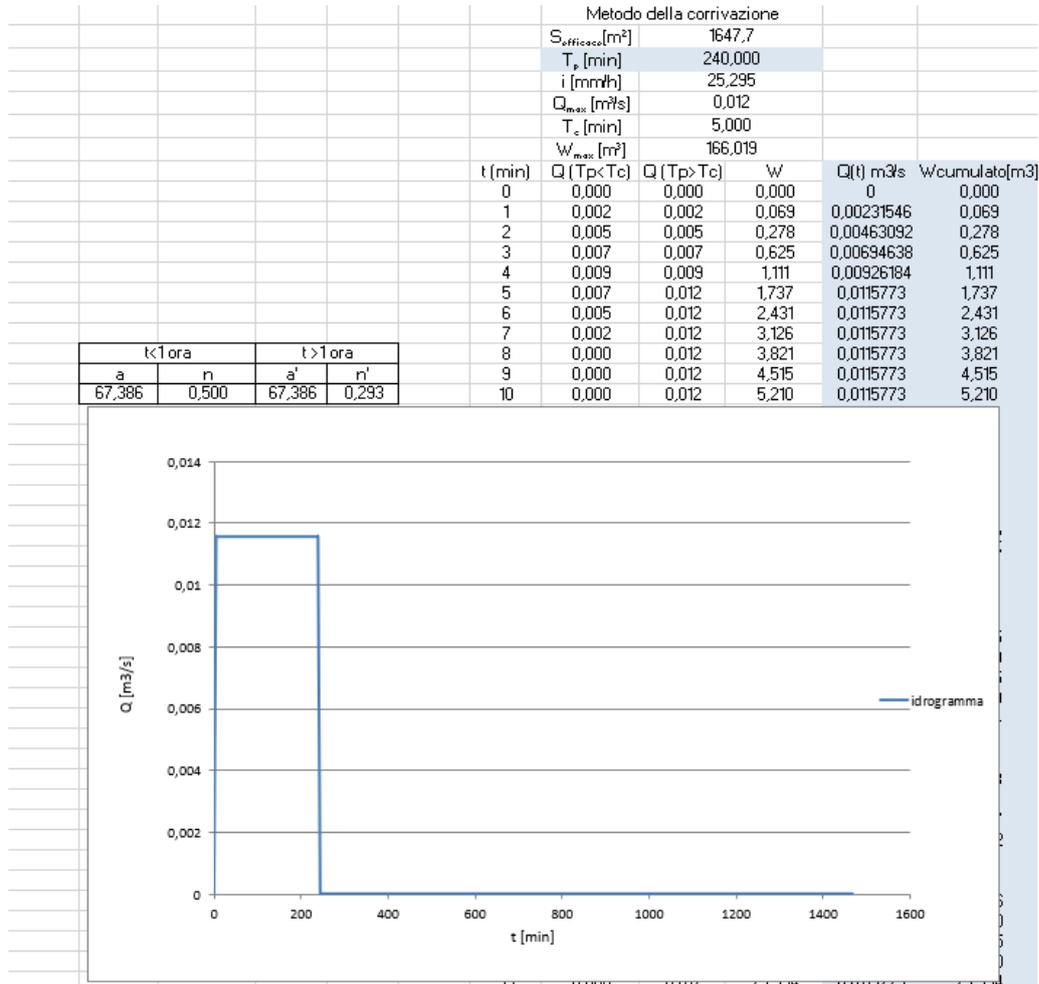


Base minore	b_0 [m]	0,75
Altezza	H_0 [m]	0,5
Base maggiore	b [m]	2,25
Lunghezza	L [m]	7,00
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

Durata di pioggia	T_p [min]	60
Quot max		0,000097 m ³ /s
Quot med		0,000 m ³ /s
Wmax		0,802 m ³
Franco		0,370 m
Altezza massima h		0,130 m
h/H_0		0,26

t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0					
30	0,093	0,19	0,004	0,004	0,001	0,751	1065,404
45	0,107	0,21	0,004	0,008	0,002	0,753	500,979
60	0,116	0,23	0,008	0,016	0,003	0,756	252,621
90	0,115	0,23	0,012	0,027	0,005	0,760	147,296
120	0,110	0,22	0,015	0,042	0,008	0,766	95,786
240	0,080	0,16	0,015	0,057	0,011	0,772	71,473
300	0,063	0,13	0,015	0,072	0,014	0,777	57,310
			0,015	0,087	0,016	0,783	48,035

• FI4 - N14



Base minore	b_0 [m]	1,5
Altezza	H_0 [m]	1
Base maggiore	b [m]	4,5
Lunghezza	L [m]	105
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,3320
	m	0,38

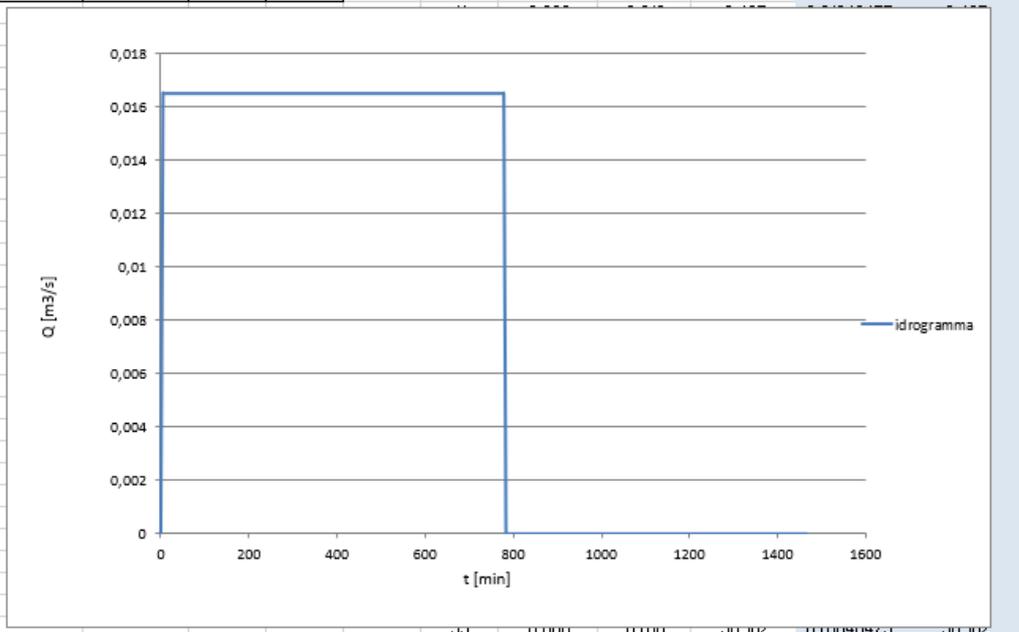
Durata di pioggia	T_p [min]	240
Quot max		0,004151 m ³ /s
Qout med		0,001 m ³ /s
Wmax		120,606 m ³
Franco		0,442 m
Altezza massima h		0,558 m
h/HO		0,56

t	Qin	Qout	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,000	0,002	0,000	0,139	0,139	0,001	1,502	1703,525
30	0,331	0,33	0,182	0,321	0,002	1,504	739,160
45	0,389	0,39	0,320	0,641	0,004	1,508	371,650
90	0,464	0,46	0,457	1,098	0,007	1,514	218,097
120	0,482	0,48	0,595	1,693	0,011	1,521	142,532
180	0,500	0,50	0,593	2,286	0,014	1,529	106,338
240	0,504	0,50	0,591	2,877	0,018	1,536	85,099
300	0,502	0,50	0,590	3,467	0,022	1,543	71,131
360	0,495	0,50	0,588	4,055	0,025	1,551	61,244
420	0,485	0,49	0,587	4,642	0,029	1,558	53,877

• FI7 - N16

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	5397					
T_p [min]	780,000					
i [mm/h]	10,996					
Q_{max} [m ³ /s]	0,016					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	770,497					
t [min]	$Q (T_p < T_c)$	$Q (T_p > T_c)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,003	0,003	0,099	0,00329695	0,099	
2	0,007	0,007	0,396	0,0065939	0,396	
3	0,010	0,010	0,890	0,00989085	0,890	
4	0,013	0,013	1,583	0,0131878	1,583	
5	0,016	0,016	2,473	0,01648475	2,473	
6	0,007	0,016	3,462	0,01648475	3,462	
7	0,003	0,016	4,451	0,01648475	4,451	
8	0,000	0,016	5,440	0,01648475	5,440	
9	0,000	0,016	6,429	0,01648475	6,429	
10	0,000	0,016	7,418	0,01648475	7,418	

t < 1 ora		t > 1 ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293

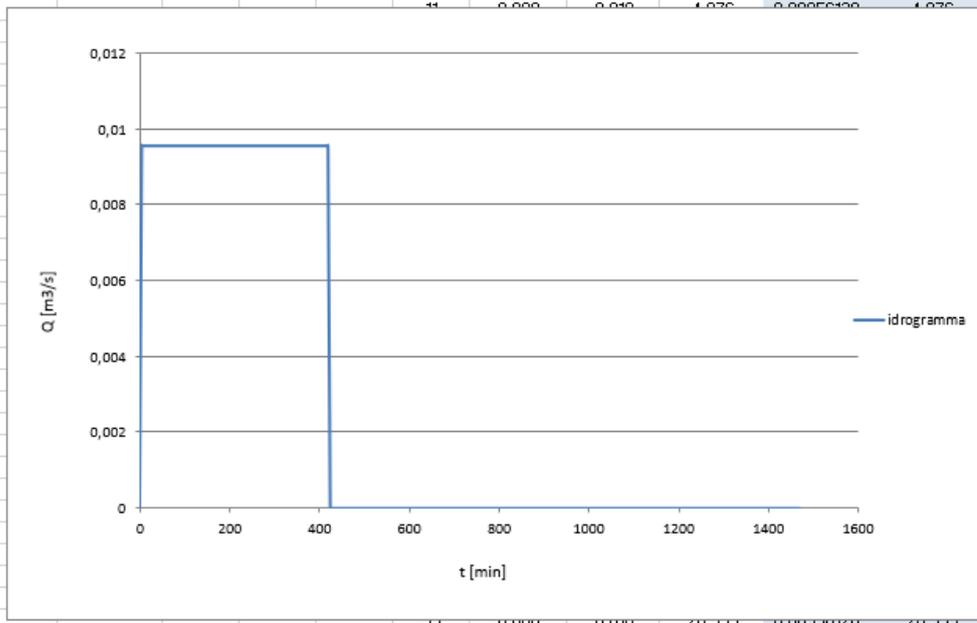


Base minore	b_0 [m]	2			Durata di pioggia		T_p [min]	780		
Altezza	H_0 [m]	3			Quot max		0,006533	m^3/s		
Base maggiore	b [m]	11			Quot med		0,005	m^3/s		
Lunghezza	L [m]	61,00			W_{max}		554,653	m^3		
Permeabilità	k [m/s]	0,00001			Franco		0,823	m		
	a	1,332			Altezza massima h		2,177	m		
	m	0,38			h/H_0		0,73			
			t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
			0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
			T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0					
			1,000	1,956	0,65	0,198	0,198	0,002	2,003	1236,462
			420	1,975	0,66	0,321	0,519	0,004	2,008	473,177
			480	1,989	0,66	0,518	1,037	0,008	2,017	238,349
			540	1,998	0,67	0,714	1,751	0,014	2,029	142,351
			600	2,006	0,67	0,910	2,661	0,022	2,043	94,679
			660	2,006	0,67	0,908	3,570	0,029	2,058	71,342
			720	2,006	0,67	0,907	4,476	0,036	2,072	57,493
			780	2,006	0,67	0,905	5,381	0,043	2,086	48,322
			840	2,004	0,67	0,904	6,285	0,050	2,101	41,799

• FI5 - N17

Metodo della corrivazione						
$S_{efficosa}$ [m ²]	2021					
T_p [min]	420,000					
i [mm/h]	17,031					
Q_{max} [m ³ /s]	0,010					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	240,371					
t [min]	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,002	0,002	0,057	0,00191226	0,057	
2	0,004	0,004	0,229	0,00382451	0,229	
3	0,006	0,006	0,516	0,00573677	0,516	
4	0,008	0,008	0,918	0,00764903	0,918	
5	0,006	0,010	1,434	0,00956128	1,434	
6	0,004	0,010	2,008	0,00956128	2,008	
7	0,002	0,010	2,582	0,00956128	2,582	
8	0,000	0,010	3,155	0,00956128	3,155	
9	0,000	0,010	3,729	0,00956128	3,729	
10	0,000	0,010	4,303	0,00956128	4,303	
11	0,000	0,010	4,876	0,00956128	4,876	

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,5
Altezza	H_0 [m]	1,5
Base maggiore	b [m]	5
Lunghezza	L [m]	67
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

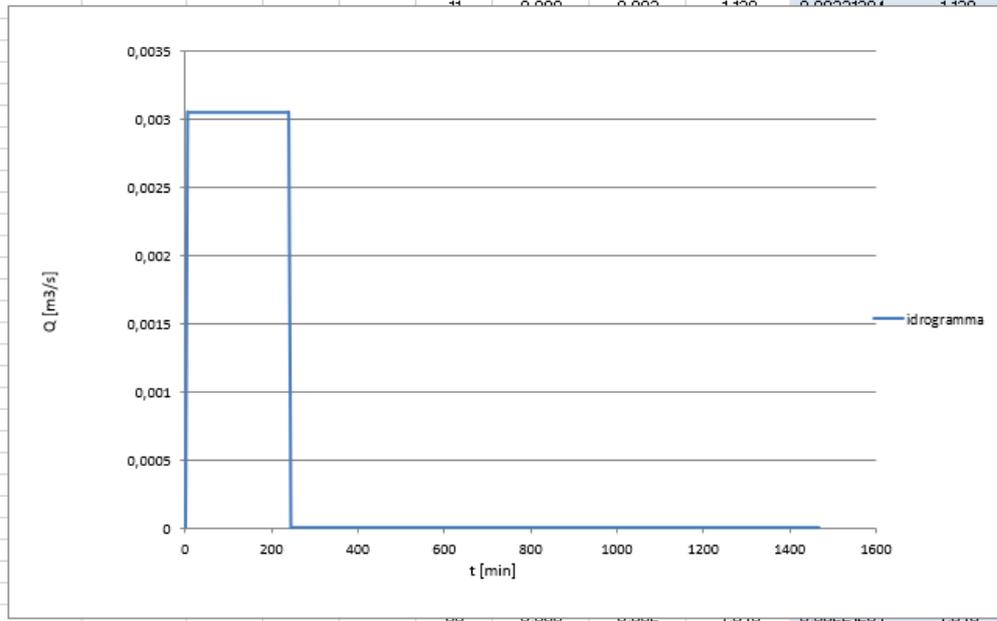
Durata di pioggia	T_p [min]	420
Quot max	0,003877	m ³ /s
Quot med	0,002	m ³ /s
W_{max}	172,542	m ³
Franco	0,126	m
Altezza massima h	1,3741	m
h/H_0	0,92	

t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
1,000	0,002	0,000	0,115	0,115	0,003	0,507	148,981
90	1,136	0,76	0,208	0,323	0,009	0,519	54,901
120	1,178	0,79	0,321	0,644	0,019	0,537	28,988
180	1,229	0,82	0,434	1,077	0,030	0,561	18,489
240	1,258	0,84	0,546	1,624	0,045	0,589	13,235
300	1,273	0,85	0,544	2,167	0,058	0,616	10,625
360	1,279	0,85	0,541	2,709	0,071	0,642	9,060
420	1,280	0,85	0,539	3,248	0,083	0,666	8,015
480	1,28	0,85	0,537	3,785	0,095	0,690	7,266
540	1,270	0,85	0,535	4,320	0,106	0,713	6,702

F11B - N18

Metodo della corrivazione						
$S_{efficace}$ [m ²]	257					
T_p [min]	180,000					
i [mm/h]	30,998					
Q_{max} [m ³ /s]	0,002					
T_c [min]	5,000					
W_{max} [m ³]	23,767					
t (min)	$Q (Tp < Tc)$	$Q (Tp > Tc)$	W	$Q(t)$ m ³ /s	$W_{cumulato}$ [m ³]	
0	0,000	0,000	0,000	0	0,000	
1	0,000	0,000	0,013	0,00044259	0,013	
2	0,001	0,001	0,053	0,00088517	0,053	
3	0,001	0,001	0,119	0,00132776	0,119	
4	0,002	0,002	0,212	0,00177035	0,212	
5	0,001	0,002	0,332	0,00221294	0,332	
6	0,001	0,002	0,465	0,00221294	0,465	
7	0,000	0,002	0,597	0,00221294	0,597	
8	0,000	0,002	0,730	0,00221294	0,730	
9	0,000	0,002	0,863	0,00221294	0,863	
10	0,000	0,002	0,996	0,00221294	0,996	
11	0,000	0,002	1,128	0,00221294	1,128	

$t < 1$ ora		$t > 1$ ora	
a	n	a'	n'
67,386	0,500	67,386	0,293



Base minore	b_0 [m]	0,5
Altezza	H_0 [m]	0,75
Base maggiore	b [m]	2,25
Lunghezza	L [m]	33
Permeabilità	k [m/s]	0,00001
	a	1,332
	m	0,38

Durata di pioggia	T_p [min]	180
Quot max		0,000848 m ³ /s
Quot med		0,000 m ³ /s
W_{max}		17,265 m ³
Franco		0,235 m
Altezza massima h		0,515 m
h/H_0		0,687056
		ok

t	Q_{in}	Q_{out}	ΔW	W	h	b	b/h
0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
T_p [min]	Altezza massima h [m]	h/H_0					
1,000	0,000	0,000	0,027	0,027	0,002	0,503	313,670
30	0,350	0,47	0,043	0,069	0,004	0,508	121,994
45	0,399	0,53	0,069	0,138	0,008	0,516	62,660
90	0,456	0,61	0,095	0,233	0,014	0,528	38,352
120	0,468	0,62	0,121	0,354	0,021	0,541	26,261
180	0,475	0,63	0,120	0,474	0,027	0,555	20,344
240	0,471	0,63	0,120	0,594	0,034	0,567	16,831
300	0,463	0,62	0,119	0,713	0,040	0,580	14,501