

COMMITTENTE:



ALTA SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:

INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE OBIETTIVO N. 443/01

TRATTA A.V. /A.C. TERZO VALICO DEI GIOVI PROGETTO ESECUTIVO

Adeguamento Via Chiaravagna

Relazione idraulica smaltimento acque

GENERAL CONTRACTOR	DIRETTORE DEI LAVORI
Consorzio Cociv Ing. E. Pagani	

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.
I G 5 1	0 2	E	C V	R I	N V 0 3 0 0	0 0 1	A

Progettazione :

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Progettista Integratore	Data	IL PROGETTISTA
A00	Prima Emissione	ALPINA <i>Adriano Fara</i>	13/05/2016	COCIV <i>[Signature]</i>	13/05/2016	A. Mancarella <i>[Signature]</i>	29/04/2016	 Consorzio Collegamenti Integrati Veloci Dott. Ing. ANNO Mancarella Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271 R

n. Elab.:

File: IG51-02-E-CV-RI-NV03-00-001-A00

CUP: F81H92000000008

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RI-NV03-00-001-A00 Relazione idraulica smaltimento acque
	Foglio 3 di 11

INDICE

INDICE.....		3
1. PREMESSA.....		4
2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE		4
3. PLUVIOMETRIA		4
3.1. Piogge di massima intensità e breve durata.....		4
3.2. Portate di smaltimento.....		5
4. VERIFICHE DELLE OPERE PREVISTE PER IL DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE		6
4.1. Cunetta alla francese e tubazione di raccolta.....		6
4.2. Canaletta rettangolare grigliata.....		8
4.3. Canalette grigliate e tubazione di raccolta.....		9
4.4. Fosso drenante.....		10

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE
	IG51-02-E-CV-RI-NV03-00-001-A00 Relazione idraulica smaltimento acque
	Foglio 4 di 11

1. PREMESSA

Oggetto della presente relazione è l'analisi del sistema di drenaggio delle acque di piattaforma della viabilità che si sviluppa lungo l'asta del torrente Chiaravagna e del rio Bianchetta, relativa alla Tratta A.V./A.C. Milano-Genova Terzo valico dei Giovi, Viabilità Chiaravagna.

Il tratto di intervento è suddiviso in lotti, oggetto della presente progettazione, sono i lotti 1 e 3, il primo (lotto 1) si sviluppa per circa 280 metri, l'altro (lotto 3) si sviluppa per circa 250 metri, unitamente al drenaggio di piattaforma è stato previsto quello delle acque provenienti dai costoni a tergo strada.

2. OTTEMPERANZA ALLE PRESCRIZIONI CIPE

In accordo alle prescrizioni e raccomandazioni indicate nella delibera CIPE 80/2006; nel progetto esecutivo è stato eseguito un approfondimento sulle opere di raccolta e smaltimento delle acque, come verrà illustrato nei prossimi capitoli.

3. PLUVIOMETRIA

Al fine di valutare le portate afferenti ai sistemi di drenaggio delle acque di piattaforma si fa riferimento all'analisi pluviometrica sviluppata con riferimento ai dati di precipitazione contenuti nel Piano di Bacino ed alle elaborazioni statistiche degli stessi, nel caso specifico, i dati sono stati elaborati mediante un'analisi di regressione e sono stati individuati i valori caratteristici della curva di probabilità pluviometrica valida per un periodo di ritorno T di 25 anni (valore di riferimento nel caso di progettazione del drenaggio di piattaforma per le deviazioni stradali, come da indicazioni contenute nelle "Prescrizioni tecniche per la progettazione preliminare definitiva ed esecutiva" a cura di ITF).

3.1. Piogge di massima intensità e breve durata

Nei Piani di Bacino del torrente Chiaravagna è riportata l'elaborazione statistica dei dati storici di precipitazione di massima intensità e breve durata e le relative curve di probabilità pluviometrica per diversi periodi di ritorno nella forma:

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

Dove:

h [mm] = altezza di pioggia per la durata t dell'evento che può essere espresso in ore o minuti

"a" - "n" = parametri rappresentativi della stazione di riferimento

I valori di "a" e "n" sono riportati per diversi tempi di ritorno e in particolare sono indicati due diversi valori n1 e n2 validi per durate rispettivamente inferiori e superiori ad 1 ora.

Nel caso in esame, per i valori superiori all'ora, sono stati considerati i dati relativi alla stazione "Madonna della Guardia", per i valori inferiori all'ora, sono stati considerati i valori di massima precipitazione per diverse durate (da 10 minuti a 24 ore), sempre per la stazione "Madonna della Guardia", per i periodi di ritorno di 50 e 200 anni, da tali dati, mediante una regressione, sono stati ricavati i valori riferiti al periodo di ritorno di riferimento.

Per un tempo di ritorno dell'evento (TR) pari a 25 anni, per la stazione di "Madonna della Guardia", si possono assumere i seguenti parametri:

Durata	TR	a	n
d>1ora	25 anni	127.80	0.37
d<1ora	25 anni	91.87	0.68

3.2. Portate di smaltimento

Data la semplicità del sistema e l'esiguità delle superfici scolanti la portata affluente è valutabile attraverso l'applicazione della cosiddetta formula razionale, che, applicata ad una striscia di strada di larghezza unitaria, restituisce la portata specifica da drenare sul tratto di strada in esame:

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

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 cosiddetto 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.

Nel caso in esame, trattandosi di sistemi semplici con superfici di scolo modeste, si adotta un tempo di corrivazione (t_c) pari a 5 minuti. Per il coefficiente di deflusso (φ) si considera $\varphi = 0.9$ (superfici impermeabili). Il valore della portata afferente è importante (si veda paragrafo successivo) in quanto, confrontato con il valore della portata che si desume applicando una formula di resistenza, ad esempio quella di Gauckler- Strickler, fornisce l'interasse massimo a cui collocare gli eventuali scarichi, diretti o in tubazione, per evitare che si abbiano fenomeni di acquaplaning.

Sulla base delle assunzioni di cui sopra, e considerando i tratti a diversa pendenza, si ottengono diversi valori di portata da drenare, (larghezza trasversale della strada da drenare variabile da $L=7.4$ m a $L=4.3$ m).

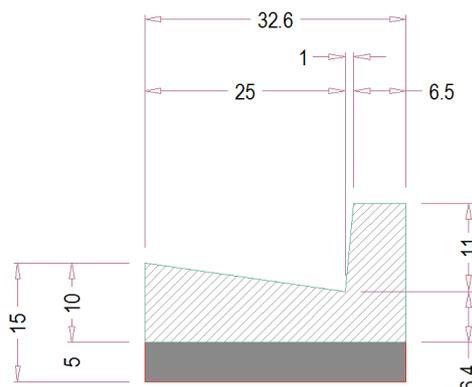
LOTTO 1				
Pendenza	Larghezza strada da drenare	i_{trasv}	i_c	$Q_{cunetta-dren}$
%	m	%	mm/h	m ³ /s
0.2	4.3	2.5	203.5	0.00049
0.2	7.4	2.5	203.5	0.00049
0.6	7.4	2.5	203.5	0.00085
1	6.2	2.5	203.5	0.00110
1.3	7.4	2.5	203.5	0.00126
3	6.2	2.5	203.5	0.00191
7	7.4	2.5	203.5	0.00292

LOTTO 3				
Pendenza	Larghezza strada da drenare	i_{trasv}	i_c	$Q_{cunetta-dren}$
%	m	%	mm/h	m ³ /s
4.5	6.5	2.5	203.5	0.00504

4. VERIFICHE DELLE OPERE PREVISTE PER IL DRENAGGIO DELLA PIATTAFORMA STRADALE

4.1. Cunetta alla francese e tubazione di raccolta

Per la definizione dell'interasse dei recapiti si riporta di seguito la verifica idraulica in moto uniforme della cunetta triangolare (alla francese) che presenta le dimensioni geometriche di cui alla figura seguente.



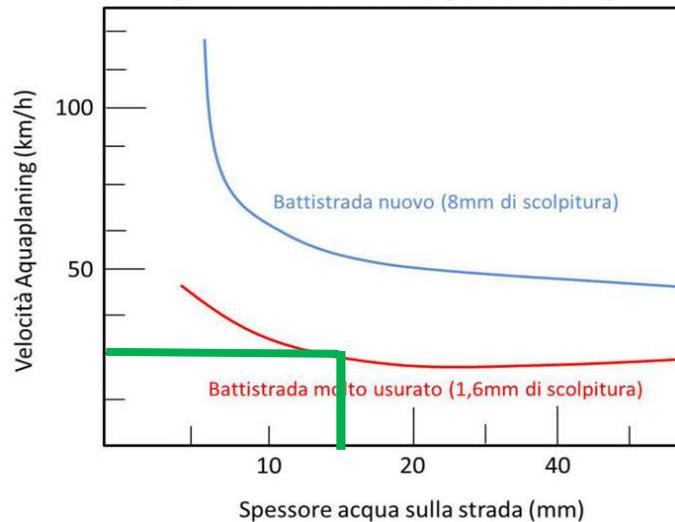
La verifica della funzionalità idraulica della cunetta è condotta in condizioni di moto uniforme, considerando le portate definite già al paragrafo precedente.

Le portate definite sono quelle specifiche, in quanto calcolate per unità di lunghezza, esse sono confrontate con le portate che fisicamente può contenere la cunetta (definite in funzione della pendenza trasversale e longitudinale della strada e della geometria della cunetta, mediante una formula di resistenza come quella di Gauckler-Strickler).

$$Q_{cunetta-dren} = K_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Rapportando tali valori di portata si individua l'interasse massimo a cui prevedere lo scarico della cunetta al fine di evitare che l'acqua invada la carreggiata per un valore eccedente 0.015 m sul ciglio strada (che considerando la pendenza trasversale della strada $i_t = 2.5\%$, equivalgono a 0.60 m di carreggiata stradale), tale assunzione è stata fatta tenendo in considerazione gli abachi che in relazione al tipo di battistrada (usurato o nuovo) e in relazione alla velocità che si può assumere in relazione al tipo di strada (nel caso in esame circa 30 Km/h), indicano il valore dello spessore d'acqua ammissibile per evitare i fenomeni di acquaplaning.

Impatto Battistrada- Spessore acqua



Nel caso in esame, per il tratto di strada appartenente al Lotto 1, in considerazione della geometria stradale (per quasi tutti i tratti, pendenza unica verso il torrente Chiaravagna), viste le pendenze e gli interassi molto ravvicinati degli scarichi, si è deciso di consentire lo scarico in continuo dell'acqua mediante il ribassamento del cordolo stradale; solo nel tratto compreso tra le sezioni stradali 16 e 17, si prevede l'utilizzo di una canaletta grigliata rettangolare (15x15.5), che raccoglie l'acqua della strada e la scarica nel Torrente Chiaravagna.

LOTTO 1											
Pendenza	Larghezza strada da drenare	i_{trasv}	i_c	Q_{spec}	K_s	h_{max}	A	P	$Q_{cunetta-dren}$	interasse max	interasse previsto
%	m	%	mm/h	m ³ /s	m ^{1/3} /s	m	m ³	m	m ³ /s	m	m
0.2	4.3	2.5	203.5	0.00022	65	0.015	0.0045	0.6152	0.00049	2.25	-
0.2	7.4	2.5	203.5	0.00038	65	0.015	0.0045	0.6152	0.00049	1.31	-
0.6	7.4	2.5	203.5	0.00038	65	0.015	0.0045	0.6152	0.00085	2.27	-
1	6.2	2.5	203.5	0.00032	65	0.015	0.0045	0.6152	0.00110	3.49	-
1.3	7.4	2.5	203.5	0.00038	65	0.015	0.0045	0.6152	0.00126	3.34	-
3	6.2	2.5	203.5	0.00032	65	0.015	0.0045	0.6152	0.00191	6.05	-
7	7.4	2.5	203.5	0.00038	65	0.015	0.0045	0.6152	0.00292	7.75	-

In cui:

i_c : intensità di pioggia

i_{trasv} : pendenza trasversale strada

i_{long} : pendenza longitudinale strada

K_s : coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

$Q_{specific}$: portata specifica da drenare per unità di lunghezza di strada

h_{max} : valore massimo del tirante idrico ammesso, in questo caso il valore tiene conto di una parziale presenza di acqua in strada senza che si verifichi il fenomeno di acquaplaning.

A: area bagnata della sezione

P: perimetro bagnato della sezione

$Q_{cunetta}$: portata che la cunetta riesce a convogliare per unità di lunghezza

Interasse max: rapporto tra $Q_{specifica}/Q_{cunetta}$, dà il massimo interasse a cui porre gli scarichi.

Nel tratto di strada compreso tra la sezione 2 la sezione 16, si prevede la presenza della cunetta alla francese in destra stradale, che consentirà la raccolta delle acque provenienti dal costone a tergo strada. Al fine di consentire un opportuno funzionamento della canaletta ed evitare che l'allagamento stradale, per un'altezza della lama d'acqua superiore ai 0.015 m (vedi paragrafo precedente per il diagramma di riferimento) con possibili fenomeni di acquaplaning, si prevede lo scarico delle cunette mediante una tubazione ($\varnothing 315$ in PVC), posta al disotto della canaletta stessa che corre parallela alla strada, con interasse degli scarichi da cunetta di circa 30 metri, che convogliano l'acqua a valle nel Torrente Chiaravagna, la verifica della tubazione è stata condotta in moto uniforme, di seguito i dati di riferimento.

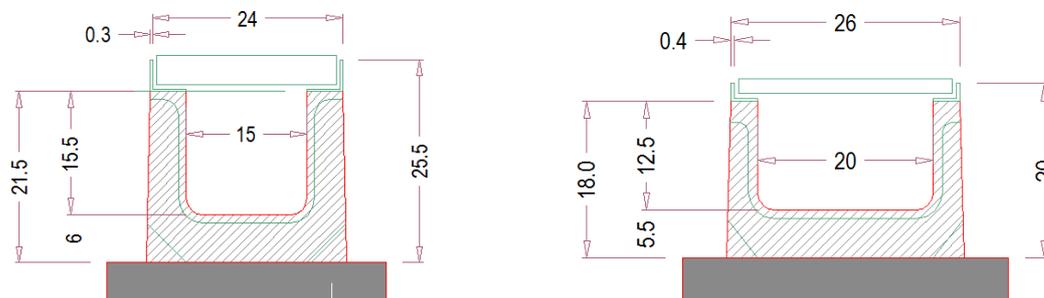
Tubazione $\varnothing 315$ mm								
Pendenza minima	Area da drenare	i_c	φ	Q_{dren}	K_s	v	h_{max}	h_{max}/h
%	m^2	mm/h	-	m^3/s	$m^{1/3}/s$	m/s	m	%
0.6	280=2x140	203.5	0.7	0.011	80	0.78	0.077	26

Nota: si considera un coefficiente di deflusso (φ) pari a 0.7 in considerazione della pendenza del costone da drenare e della sua natura rocciosa.

4.2. Canaletta rettangolare grigliata

Nel tratto compreso tra la sezione 16 e 17 e tra la sezione 20 e 21, del lotto 1, si prevede l'utilizzo di una canaletta grigliata rettangolare (15x15.5), posta in sinistra idraulica (tra le sezioni 16 e 17), che raccoglie l'acqua della strada e la scarica nel Torrente Chiaravagna, invece tra le sezioni 20 e 21, la canaletta sarà messa trasversalmente all'accesso esistente; inoltre, tra la sezione 22 e 29, si prevede l'utilizzo di una canaletta grigliata rettangolare (20x12.5), posta in sinistra idraulica, che raccoglie le acque della strada pedonale posta in testa al muro di delimitazione della strada prevista in progetto.

La verifica è stata condotta in moto uniforme, valutando la portata da drenare e ricavando, attraverso una formula di resistenza (ad esempio Gauckler-Strickler) il tirante idrico ad essa associata, affinché la verifica sia soddisfatta, il valore del tirante idrico deve essere inferiore all'altezza della canaletta, inoltre, è stata ricavata la percentuale di riempimento della canaletta, come rapporto, tra h_{max} e H della canaletta



GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-02-E-CV-RI-NV03-00-001-A00 Relazione idraulica smaltimento acque		Foglio 9 di 11

La canaletta grigliata da inserire ha le seguenti caratteristiche:

Sezioni	pendenza	Area strada da drenare	i_c	φ	Q_{dren}	K_s	B	H	h_{max}	h_{max}/H
	%	m ²	mm/h	-	m ³ /s		m	m	m	%
16-17	0.27	111=15x7.4	203.5	0.9	0.00565	70	0.15	0.155	0.088	57%
20-21	0.80	100	203.5	0.9	0.00510	70	0.20	0.125	0.043	34%
22-29	9.26	605=110x5.5	203.5	0.9	0.03078	70	0.20	0.125	0.064	51%

In cui:

Q_{dren} : portata da drenare

B: base della canaletta

H=altezza canaletta

h_{max} : massimo tirante raggiunto in funzione della portata da drenare

h_{max}/H : percentuale di riempimento

Unitamente allo scarico delle acque del costone e della strada pedonale nel Torrente Chiaravagna, si prevede la presenza di una tubazione Ø160 mm, per un tratto di circa 16 metri, destinato a raccogliere e drenare le acque di infiltrazione tra la paratia di pali e il muro, che, insieme alla canaletta grigliata, scaricherà nel Torrente Chiaravagna.

4.3. Canalette grigliate e tubazione di raccolta

Nel tratto di strada appartenente al lotto 3, nell'ambito del drenaggio di piattaforma, si prevede la raccolta e lo smaltimento acque, mediante un sistema di canalette rettangolari grigliate che scaricano ad interasse regolare in una tubazione Ø315 mm, posta sotto strada, che ha come recapito finale il Torrente Chiaravagna, per un tratto, che va dalla sezione stradale 16 alla sezione 24, si prevede lo smaltimento mediante un sistema a "bocca di lupo", ad interasse regolare.

Il tratto in esame, considerando una larghezza strada di circa 6.5 m, ammettendo il raggiungimento di una lama d'acqua di circa 0.02 m (con pendenza trasversale del 2.5%) e dunque una larghezza della banchina di circa 0.80 m, ed avendo una pendenza minima longitudinale del 4.5%, prevede la presenza di canalette rettangolari grigliate che assumono la funzione di caditoie di dimensioni 0.15x1.55 m, collocate ad interasse regolare di 15 metri. Al fine di consentire un opportuno funzionamento delle caditoie ed evitare che l'allagamento stradale abbia un'altezza della lama d'acqua superiore ai 0.02 m (vedi paragrafo precedente per il diagramma di riferimento) con possibili fenomeni di acquaplaning, si prevede lo scarico delle caditoie mediante una tubazione (Ø315 in PVC), posta al disotto della strada, con interasse degli scarichi da caditoia di 15 metri, e pozzetti di ispezione a circa 30 metri, che convogliano l'acqua a valle nel Torrente Chiaravagna, seguendo, per quanto possibile la pendenza stradale. La verifica della tubazione è stata condotta in moto uniforme, per l'intero tratto da drenare (circa 250 metri).

LOTTO 3 – Canaletta rettangolare interasse											
Pendenza	Larghezza strada da drenare	i_{trasv}	i_c	Q_{spec}	K_s	h_{max}	A	P	$Q_{cunetta-dren}$	interasse max	interasse previsto
%	m	%	mm/h	m ³ /s	m ^{1/3} /s	m	m ³	m	m ³ /s	m	m
4.5	6.5	2.5	203.5	0.00033	65	0.02	0.008	0.82	0.00504	15.22	15.00

GENERAL CONTRACTOR  Consorzio Collegamenti Integrati Veloci	ALTA SORVEGLIANZA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	
IG51-02-E-CV-RI-NV03-00-001-A00 Relazione idraulica smaltimento acque		Foglio 10 di 11

Canaletta rettangolare 0.15x0.155x1.50m									
pendenza	Area strada da drenare	i_c	φ	$Q_{cunetta-dren}$	K_s	B	H	L	efficienza
%	m ²	mm/h	-	m ³ /s		m	m	m	%
4.5	1365=210x6.5	203.5	0.9	0.00504	65	0.15	0.155	1.5	82.4

Oltre a tale sistema si prevede, nel tratto di strada in cui c'è il cordolo, lo smaltimento delle acque di piattaforma mediante taglio e ribasso del cordolo in corrispondenza dello scarico, tale sistema è previsto con un interasse di circa 15 metri, per la determinazione dell'interasse massimo tra sue tagli successivi si è fatto riferimento alla formula di McGhee, che fornisce la dimensione da assegnare allo sfioro per drenare la portata di riferimento, in relazione all'eventuale depressione (ribasso) che si vuole assegnare.

La relazione di riferimento è la seguente:

$$\frac{Q}{L} = \frac{0.39}{h} \cdot \left[(a+h)^{5/2} - a^{5/2} \right]$$

In cui:

a = eventuale depressione da assegnare al di sotto della linea di fondo strada/cunetta (m)

h = tirante (m) (per corrente veloce è il valore del tirante a monte, per corrente lenta è l'altezza critica).

Tubazione Ø315 mm								
Pendenza minima	Area da drenare	i_c	φ	Q_{dren}	K_s	v	h_{max}	h_{max}/h
%	m ²	mm/h	-	m ³ /s	m ^{1/3} /s	m/s	m	%
4.5	1625=250x6.5	203.5	0.9	0.0083	80	2.83	0.131	44

Sfioro cordolo tipo "bocca di lupo"									
Pendenza minima	Area da drenare	i_c	φ	Q_{dren}	K_s	v	B	H	interasse previsto
%	m ²	mm/h	-	m ³ /s	m ^{1/3} /s	m/s	m	m	m
4.5	390=60x6.5	203.5	0.9	0.00504	65	0.63	0.50	0.04	15.00

In testa al muro di delimitazione della strada è prevista la presenza di un percorso pedonale, a pendenza variabile, di larghezza pari a 1.20 m, per la raccolta delle acque meteoriche è prevista la presenza di canalette grigliate rettangolari (20x12.5), poste trasversalmente alla strada, in corrispondenza dei pianerottoli che prevedono lo scarico direttamente su strada vista la modesta entità delle portate (per l'intero tratto da drenare - circa 175 m - si stima una portata complessiva pari a circa 12 l/s).

4.4. Fosso drenante

In corrispondenza del passaggio pedonale del lotto 3, dove non è possibile convogliare le acque in un canale di scolo, si prevede la presenza di un fosso drenante posto in testa alla struttura del passaggio pedonale, esso ha lo scopo di raccogliere e drenare le acque provenienti dal costone retrostante.

Per il dimensionamento del fosso, che ha forma rettangolare, si è fatto riferimento alla teoria del bilanciamento dell'equazione di continuità tra portata in ingresso e quella in uscita, che tra le altre cose tiene conto della permeabilità del terreno, nel caso in esame la permeabilità considerata è pari a $K = 10^{-5}$ m/s.

$$P(t) - Q(t) = \frac{dW(t)}{dt} = K \frac{dQ(t)}{dt}$$

$P(t) = i_n(t) \cdot A$ è la portata di afflusso meteorico netto (pioggia netta $i_n(t)$ x area bacino A).

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 
	IG51-02-E-CV-RI-NV03-00-001-A00 Relazione idraulica smaltimento acque
	Foglio 11 di 11

Se $P(t)$ è costante (ietogramma costante) si può integrare analiticamente l'equazione di continuità per ricavare l'idrogramma $Q(t)$.

Dall'applicazione dell'equazione sopra citata e dal bilancio tra portata in ingresso ed uscita, risulta che le dimensioni da assegnare al fosso drenante sono le seguenti:

Fosso drenante							
Q_{dren}	k	i_c	L	B	H	h_{max}	h_{max}/H
m ³ /s	m/s	mm/h	m	m	m	m	%
290	10^{-5}	203.5	135	0.25	0.50	0.23	46