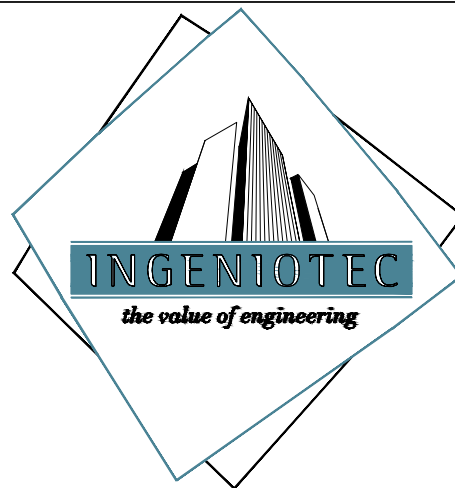


www.ingeniotec.com  
e-mail: info@ingeniotec.com



via Calibri, n°63/A - 36022 CASSOLA (VI)  
tel.0424-514117-fax: 0424-382615

**TITOLO PROGETTO:**

**INTERVENTO DI RIPRISTINO DI UN TRATTO STRADA DI COLLEGAMENTO  
AD UN NUCLEO ABITATO IN LOCALITA' PELE' NEL COMUNE DI VALLI DEL  
PASUBIO - OPERE INTEGRATIVE COMUNE DI VALLI DEL PASUBIO**

**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

**COMMITTENTE:**

Comune di Valli del Pasubio



via Bruno Brandellero, 46  
36030 Valli del Pasubio (VI)  
tel. 0445/630406  
tecnico@comune.vallidelpasubio.vi.it

**PROGETTISTA:**

Ing. Paolo Zilio



via Calibri, 63/A  
36022 Cassola (VI)  
tel. 0424/514117  
fax 0424/382615  
paolo.zilio@ingeniotec.com

**DIRETTORE LAVORI E COORDINATORE PER LA SICUREZZA:**

Ing. Paolo Zilio



via Calibri, 63/A  
36022 Cassola (VI)  
tel. 0424/514117  
fax 0424/382615  
paolo.zilio@ingeniotec.com

**OGGETTO ELABORATO:**

**RELAZIONE TECNICA**

CODICE  
ELABORATO **IC233 - PERL003 - R00**

**CTB STAMPA:**

standard\_strutture\_rev 08

**SCALA:**

REV:	DATA:	MOTIVO:	ESEGUITO:	CONTROLLATO:	APPROVATO:
r00	Aprile 2012	Emissione	F.Mocellin	P.Zilio	P.Zilio

INGENIOTEC si riserva a termini di legge la proprieta' di questo documento, con divieto di riprodurlo,  
di consegnarlo o di renderlo comunque noto a Terzi senza preventiva autorizzazione.





1	PREMESSE.....	3
1.1	Nota introduttiva.....	3
1.2	Inquadramento geografico .....	3
1.3	Caratteristiche meteo climatiche.....	5
1.4	Criticità idraulica del territorio .....	5
2	DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PIOVOSITÀ ATTESA .....	5
2.1	Curve di possibilità climatica .....	6
2.2	Coefficiente di deflusso .....	7
2.3	Tempo di corrivazione, coefficiente udometrico e portata al colmo .....	9
3	DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA RETE SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE .....	10
3.1	Dimensionamento cunette C1A .....	11
3.2	Dimensionamento cunetta C2A .....	13
3.3	Dimensionamento cunetta C2B .....	15
3.4	Dimensionamento canaletta tipo pircher P1.....	17
3.5	Dimensionamento canaletta tipo pircher P2.....	19
3.6	Dimensionamento canaletta tipo pircher P3.....	21
3.7	Dimensionamento condotta T1A .....	22
3.8	Dimensionamento condotta T1B .....	23
3.9	Dimensionamento condotta T2A .....	24
3.10	Dimensionamento condotta T2B .....	26
3.11	Dimensionamento condotta T3A.....	27
4	CONCLUSIONI .....	32



## 1 PREMESSE

### 1.1 Nota introduttiva

A seguito delle intense precipitazioni verificatesi dal 31 ottobre al 2 novembre 2010, nel comune di Valli del Pasubio si sono riscontrate situazioni di rischio idrogeologico più o meno importanti legate a fenomeni di smottamenti e frane.

Tali fenomeni oltre a modificare l'aspetto geomorfologico del paesaggio hanno coinvolto opere civili e infrastrutturali, mettendo a rischio l'incolumità e la sicurezza della popolazione. In questo scenario di emergenza nasce l'attività progettuale dell'intervento in oggetto alla presente relazione tecnica. In particolare il sito ricade nel comune di Valli del Pasubio presso la contrà Pelè e l'oggetto di tale intervento riguarda il completamento della sistemazione dei dissesti che hanno coinvolto la suddetta contrada.

A seguito dell'Ordinanza n. 9 in data 17.12.2010, con la quale il Commissario Delegato ha assegnato fondi alle Province e ai Comuni coinvolti nell'evento alluvionale che ha colpito il Veneto dal 31 ottobre al 2 novembre 2010, la Provincia di Vicenza sta provvedendo al ripristino del tratto di strada che conduce alla contrada, tuttavia lo stato attuale dei luoghi porta a completare questi lavori di sistemazione con delle opere aggiuntive atte a prevenire e limitare di fatto il ripetersi degli episodi già avvenuti.

### 1.2 Inquadramento geografico

Il sito di intervento come detto ricade nel comune di Valli del Pasubio presso contrà Pelè, si riportano la localizzazione geografica e l'inquadramento sulla ctr:



Figura 1 - Immagine satellitare della zona di intervento

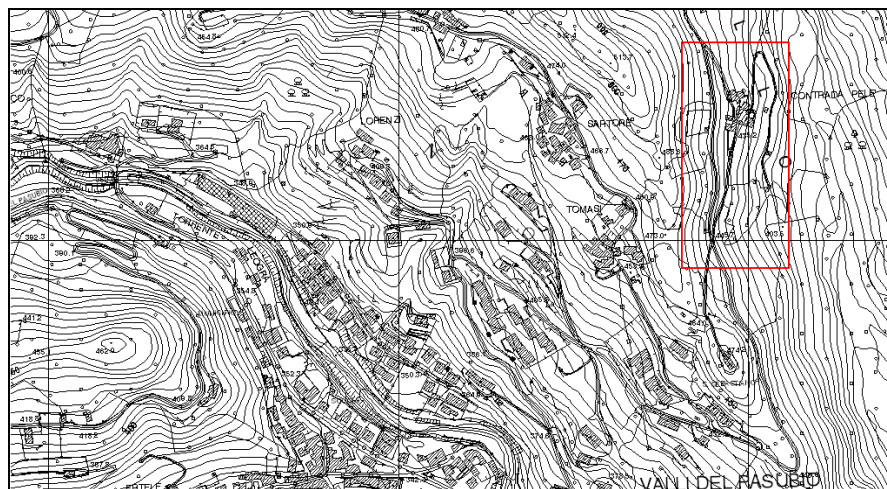


Figura 2 - CTR elemento n°102084 Valli del Pasubio

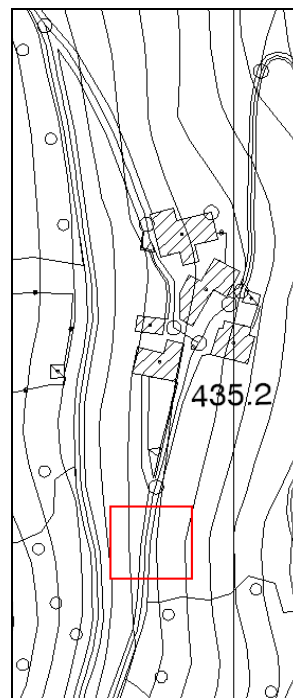


Figura 3 - Coordinate: fuso ovest Gauss-Boaga N 1676469-E 5068098

Come si evince dalle immagini il dissesto ha interessato la strada che da via Pelè porta al conglomerato di case a valle della strada comunale. Il movimento franoso ha comportato il distacco di una parte consistente del rilevato stradale con conseguente scivolamento verso valle. Il fenomeno è stato causato dalle intense precipitazioni che hanno modificato lo stato tensionale del terreno sotto la strada e dalla geomorfologia del sottosuolo.

In queste zone troviamo infatti consistenti letti di roccia (nella fattispecie a una profondità di circa 3m) che favoriscono una propensione allo scivolamento nel momento in cui le tensioni efficaci nel terreno vengano meno durante precipitazioni intense e di lunga durata o comunque in condizioni di saturazione del terreno.

L'intervento che si prevede di attuare consisterà nel completare le lavorazioni in corso con opere di presa e regimentazione delle acque che sciolano dalla strada posta a monte del sito in oggetto e la loro restituzione al torrente a valle.



**Figura 4** - Vista dal torrente della zona soggetta a frana e dei lavori di ripristino del tratto stradale di accesso al nucleo abitato visibile sulla destra

### 1.3 Caratteristiche meteo climatiche

Il clima di queste zone è di tipo continentale, caratterizzato da inverni rigidi ed estati relativamente fresche, con temperature strettamente dipendenti dal grado di insolazione che varia in maniera notevole tra vallate e rilievi.

Nel corso dell'anno si alternano due periodi piovosi: quello tardo-primaverile (aprile-giugno) e quello autunnale (ottobre-novembre). Precipitazioni secondarie si verificano nel periodo estivo tra luglio e agosto ed assumono carattere nevoso tra dicembre e febbraio.

I valori medi delle precipitazioni annuali si aggirano sui 1600mm fino a superare i 2000mm in prossimità dei rilievi.

### 1.4 Criticità idraulica del territorio

Il territorio del Comune di Valli del Pasubio è segnato da una fitta rete di corsi d'acqua che confluiscono in maniera diretta o indiretta nel torrente Lèogra. La ricchezza d'acqua superficiale influisce notevolmente sulla stabilità dei versanti, specialmente laddove siano presenti strade di collegamento o piccoli borghi rurali che concentrano in modo puntuale le portate meteoriche conseguenti a precipitazioni rapide e intense.

Risultando difficile una bonifica del sottosuolo (generalmente molto eterogeneo) si riscontrano facilmente erosioni e cedimenti diffusi su tutto il territorio che incidono, come nel caso in esame, prevalentemente sulla viabilità.

Complessivamente si tratta di un'area molto fragile, che ha risentito del disboscamento e della sempre minor manutenzione del territorio seguita poi da nuovi percorsi preferenziali di deflusso delle acque (superficiali e sotterranee).

## 2 DETERMINAZIONE DELLA MASSIMA PIOVOSITÀ ATTESA

Il Comune di Valli del Pasubio è interessato da stazioni pluviometriche localizzate rispettivamente a Staro e Pian delle Fugazze.

Con riferimento a quanto riportato nel PAT e nelle pubblicazioni del C.N.R. – REGIONE VENETO "Distribuzione spazio-temporale delle piogge intense nel Triveneto" è stato possibile reperire per tali sezioni le serie storiche delle precipitazioni massime per una durata pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. Per la stazione di Staro la serie storica ci



estende dal 1943 al 1975 mentre per la stazione di Pian delle Fugazze la serie copre un periodo di osservazione minore (dal 1955 al 1975).

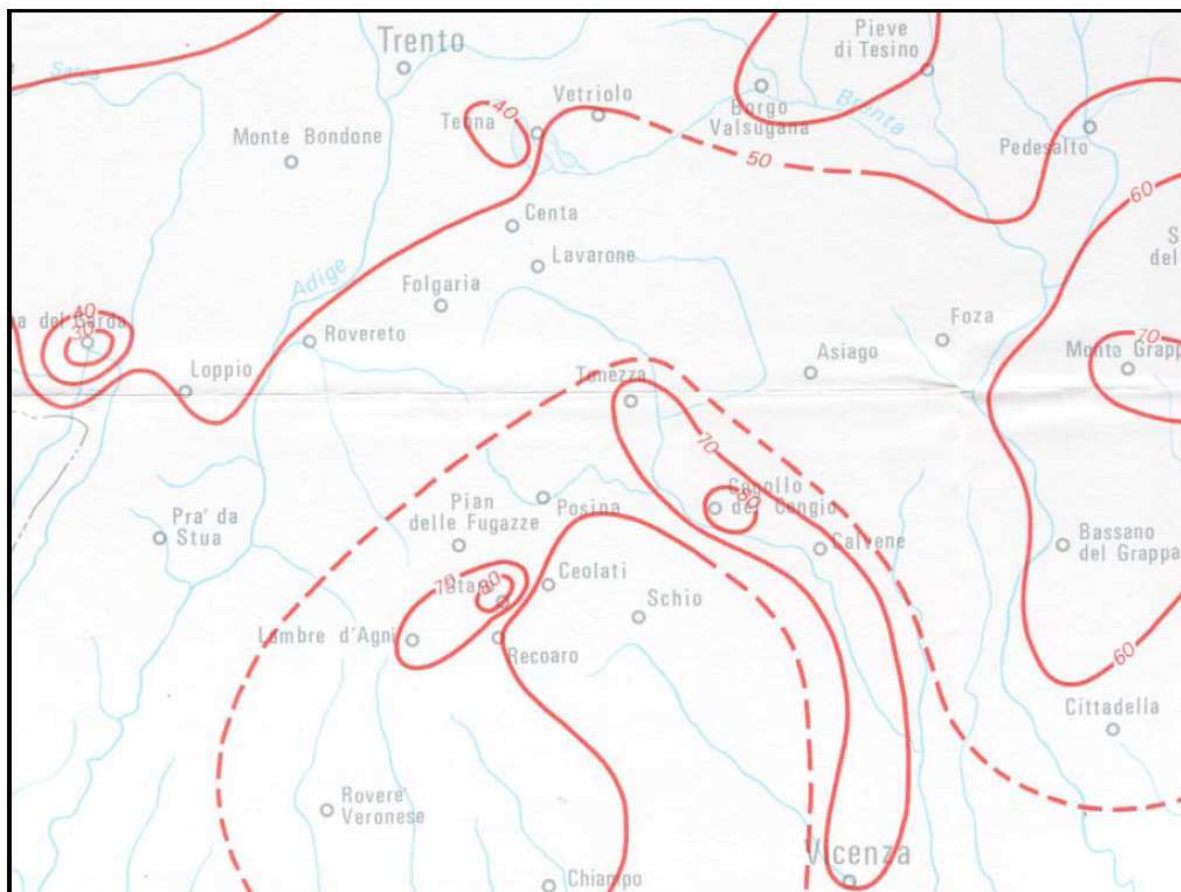


Figura 5 – Isoiete della durata oraria con  $T_r=50$ anni (C.N.R. “Distribuzione spazio-temporale delle piogge intense nel Triveneto”)

Per il presente lavoro, data la localizzazione planimetrica della Contrada Pelè rispetto alle due stazioni pluviometriche, si è fatto riferimento alle osservazioni della stazione di Staro piuttosto che a quella di Pian delle Fugazze, con particolare attenzione alle precipitazioni massime attese per durate inferiori all’ora (scrosci).

## 2.1 Curve di possibilità climatica

L’elaborazione statistica di Gumbel, rivolta alla determinazione delle altezze di precipitazione  $h$  (mm) in funzione della durata, ha permesso di ricavare le curve di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno considerati:

$$h=a\tau^n$$

il parametro  $a$  (mm/ora) è funzione del tempo di ritorno,  $n$  (adimensionale) è indipendente dal tempo di ritorno considerato e  $\tau$  (ore) rappresenta la durata dell’evento meteorico.

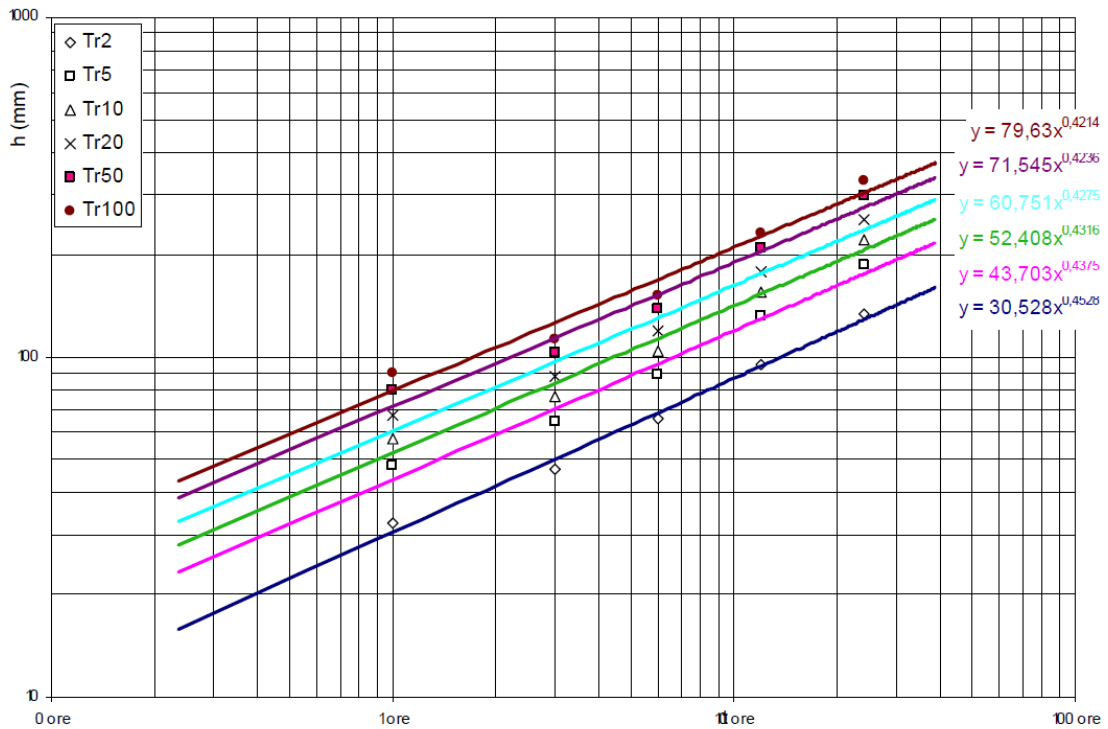
Il valore massimo della portata al colmo si ha per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino  $\tau_c$  pertanto il dimensionamento del sistema di raccolta e deflusso viene effettuato considerando una durata di precipitazione pari al tempo di corrivazione del bacino sotteso della sezione interessata:

$$\tau = \tau_c$$



Di seguito vengono riportate le curve di possibilità pluviometrica elaborate a partire dalle osservazioni della stazione di Staro per tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 50 e 100 anni:

**equazioni di possibilità pluviometrica nella forma  $y = a x^n$  ( $h = a t^n$ )**



Per il dimensionamento della rete di raccolta e deflusso delle acque meteoriche si fa riferimento ad un evento con tempo di ritorno pari a 5 anni da adottarsi per canalette e condotte di strade secondarie, pertanto la curva di possibilità pluviometrica adottata sarà caratterizzata dalla seguente equazione:

Curva di possibilità pluviometrica:  $h = a t^n \rightarrow$   **$h = 43.703 \tau^{0.4375}$**  **Tr=5 anni**  
mm mm/ore^n ore (per canalette strade secondarie)

## 2.2 Coefficiente di deflusso

Individuata l'equazione di possibilità pluviometrica  $h = a t^n$ , è da stimarsi quale frazione di essa viene raccolta dalla rete di collettori: frazione individuata da un coefficiente di deflusso  $\phi$ , inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nello stesso intervallo di tempo.

La seguente tabella fornisce i valori del coefficiente di deflusso relativi ad una pioggia di durata pari ad un'ora o superiore:





Tipi di superficie	$\varphi$
<i>Elementi analitici</i>	
tetti metallici	0,95
tetti a tegole	0,90
tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,7÷0,8
tetti piani ricoperti di terra	0,3÷0,4
pavimentazioni asfaltate	0,85÷0,90
pavimentazioni in pietra	0,80÷0,85
massicciata in strade ordinarie	0,40÷0,80
strade in terra	0,4÷0,6
zone con ghiaia non compressa	0,15÷0,25
giardini	0÷0,25
boschi	0,1÷0,3
<i>Elementi globali</i>	
parti centrali di città completamente edificate	0,70÷0,90
quartieri con pochi spazi liberi	0,50÷0,70
quartieri con fabbricati radi	0,25÷0,50
tratti scoperti	0,10÷0,30
giardini e cimiteri	0,05÷0,25
terreni coltivati	0,2÷0,6

Detto  $\varphi_i$  il coefficiente di deflusso relativo alla superficie  $S_i$ , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori di  $\varphi$  si ottiene con una media pesata:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

Il coefficiente di deflusso, a rigore, varia con la durata della precipitazione. Per le fognature si assume, a fondamento sperimentale, la relazione:

$$\varphi = \mu h^{1/3} = \mu a^{1/3} \tau^{n/3}$$

se  $\varphi_1$  è il valore che esso assume per una precipitazione oraria, dalla precedente relazione si ha:

$$\varphi_1 = \mu a^{1/3} \quad \text{cioè} \quad \varphi = \varphi_1 \tau^{n/3}$$

poiché l'afflusso alla rete è  $\varphi h$ , si può scrivere:

$$\varphi h = \varphi a \tau^n = \varphi_1 a \tau^{(4/3)n}$$

Si può quindi trattare il coefficiente di deflusso come costante e pari a quello relativo alla precipitazione della durata di un'ora, a patto di usare, per durate inferiori all'ora, in luogo dell'esponente  $n$  il valore  $4/3n$ . Per durate superiori all'ora, invece, si mantiene  $\varphi$  costante e quindi l'esponente  $n$ .

Nel caso specifico di questo lavoro si farà riferimento ai seguenti coefficienti di deflusso:

Zona	$\varphi_i$
boschiva	0.3
pavimentazioni asfaltate	0.9
giardini	0.3



### 2.3 Tempo di corrivazione, coefficiente udometrico e portata al colmo

Per calcolare le portate di piena partendo dalle precipitazioni efficaci ci si avvarrà del metodo cinematico o razionale generalmente applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

Al fine di determinare la portata al colmo di una determinata sezione di progetto si farà riferimento ad un evento meteorico di durata pari al tempo di corrivazione del bacino sotteso a quella sezione. Il tempo di corrivazione  $\tau_c$  rappresenta infatti l'intervallo di tempo necessario affinché, alla sezione considerata, giungano insieme i contributi di tutte le parti che formano il bacino ad essa sotteso.

Nel caso in esame, la determinazione del tempo di corrivazione viene eseguita utilizzando la formula suggerita dal *Civil Engineering Department dell'Università del Maryland (1971)*:

$$\tau_c = \left[ 26,3 \frac{(L/K_s)^{0.6}}{3600^{0.4(1-n)} a^{0.4} i^{0.3}} \right]^{\frac{1}{0.6+0.4n}}$$

$\tau_c$  = tempo di corrivazione del bacino (sec)

L = lunghezza superficie scolante (m)

$K_s$  = coefficiente Gauckler-Strickler ( $m^{1/3}/s$ )

i = pendenza media superficie scolante

a = coefficiente equazione possibilità pluviometrica ( $m/ora^n$ )

n = coefficiente equazione possibilità pluviometrica

Una volta noto il tempo di corrivazione, il coefficiente di deflusso e l'altezza di precipitazione è possibile determinare il contributo specifico di piena u detto coefficiente udometrico secondo la relazione:

$$u = 2,78 \varphi \frac{h}{\tau_c}$$

u = coefficiente udometrico ( $l/(s*ha)$ )

$\varphi$  = coefficiente di deflusso

h = altezza di precipitazione (mm)

$\tau_c$  = tempo di corrivazione del bacino (ore)

La portata al colmo si determina facilmente associando il coefficiente udometrico alla superficie del bacino:

$$Q_{max} = S * u$$

u = coefficiente udometrico ( $l/(s*ha)$ )

S = superficie bacino (ha)

A favore di sicurezza non viene qui considerato l'effetto benefico dovuto alle capacità di invaso delle opere e del manto stradale.

Nelle pagine seguenti si riportano i calcoli relativi al dimensionamento di ciascun tratto della rete di smaltimento delle acque meteoriche (canalette, picher, condotte di forgnatura bianca).

### 3 DIMENSIONAMENTO IDRAULICO DELLA RETE SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

In questo capitolo si riportano i criteri, i calcoli ed i relativi risultati, utilizzati per il dimensionamento dei manufatti che compongono la rete di smaltimento delle acque meteoriche.

La seguente immagine riporta i bacini sottesi al sistema di smaltimento acque analizzato:

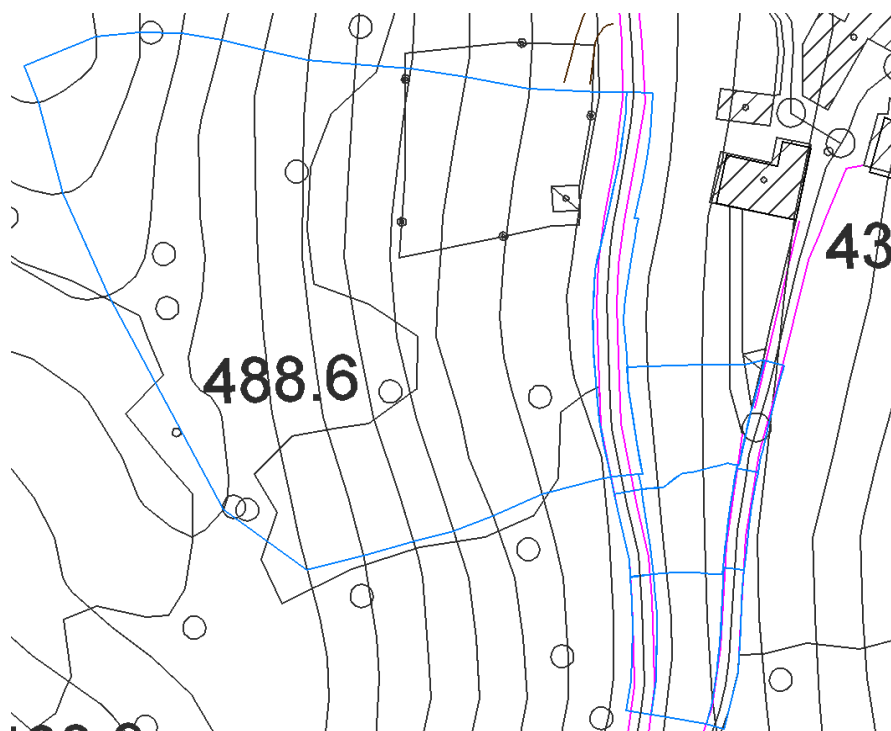


Figura 6 - bacini sottesi al sistema di smaltimento acque

La seguente figura mostra invece il sistema di smaltimento acque oggetto di dimensionamento:

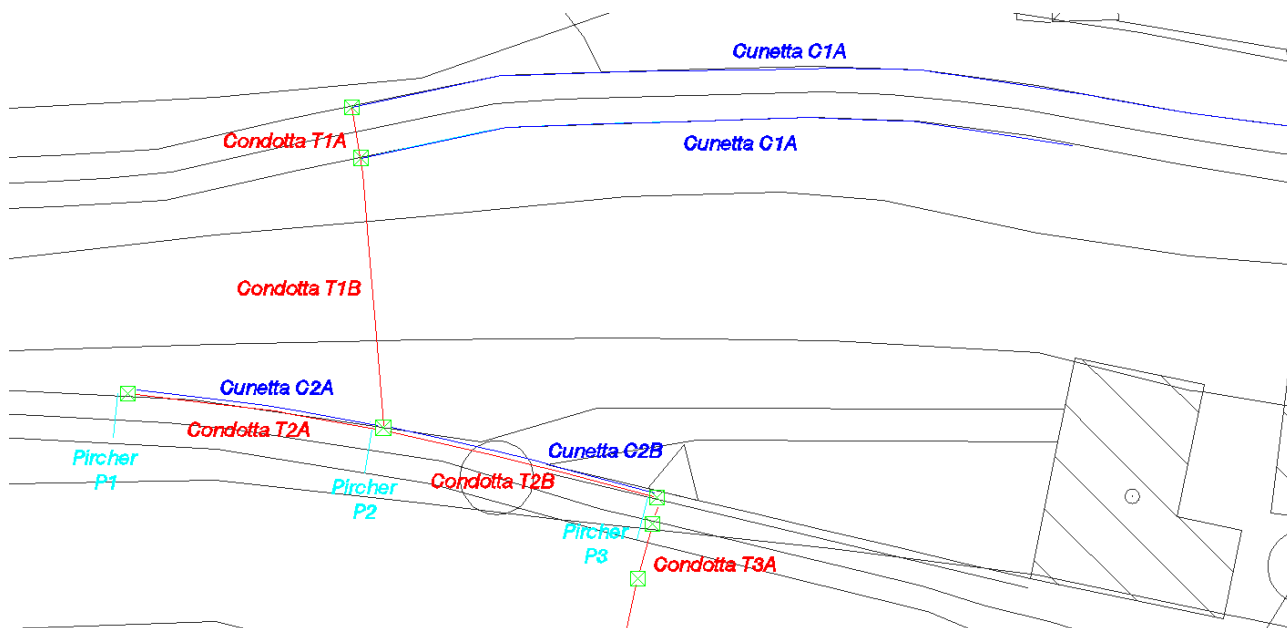


Figura 7 – sistema di smaltimento, denominazione singoli tratti

### 3.1 Dimensionamento cunette C1A

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento delle cunette C1A poste sul bordo della strada a monte rispetto a quella oggetto di intervento:

Coefficiente di deflusso ( $\phi$ ):

Zona	$\phi_i$	Si [ha]
boschiva	0.3	0.703
pavimentazioni asfaltate	0.9	0.0365
giardini	0.3	0
<b>Coefficiente di deflusso</b>	$\phi, \text{medio}$	<b>0.330</b>

Tempo di corrivazione ( $\tau_c$ ) *Maryland University (1971)*

lunghezza superficie scolante	L	121.20	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	5	$\text{m}^{1/3}/\text{s}$
pendenza media sup. scolante	i	0.509	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	$\text{m}/\text{ora}^n$
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	$\tau_c$	<b>559</b>	<b>sec</b>
		<b>9.32</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	68.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	40	$\text{m}^{1/3}/\text{s}$
pendenza media sup. scolante	i	0.008	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	$\text{m}/\text{ora}^n$
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	$\tau_c$	<b>368</b>	<b>sec</b>

**6.14 min**

lunghezza superficie scolante	L	0.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	1	m <sup>1/3</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	1.000	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b>τc</b>	<b>0</b>	<b>sec</b>
		<b>0.00</b>	<b>min</b>

<b>Tempo di corrivazione</b>	<b>τc</b>	<b>927</b>	<b>sec</b>
	<b>τc</b>	<b>15.46</b>	<b>min</b>
	<b>τc</b>	<b>0.26</b>	<b>ore</b>

Altezza di precipitazione (h):

coefficienti Gumbel	a	43.703	mm/ore <sup>n</sup>
	n	0.4375	
tempo di corrivazione	τ	0.258	ore
<b>Altezza di precipitazione</b>	<b>h</b>	<b>19.8</b>	<b>mm</b>

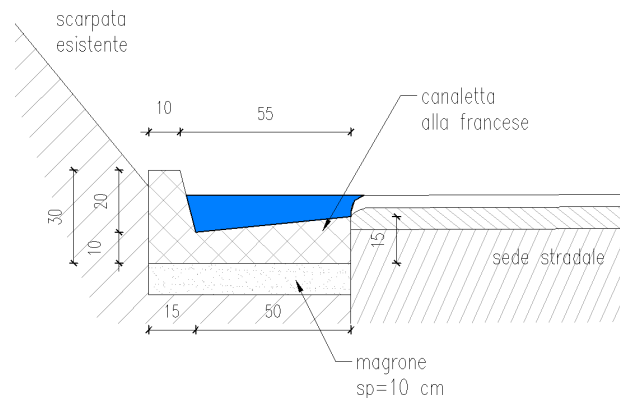
Coefficiente idrometrico (u):

coefficiente di deflusso	φ	0.330	
altezza di precipitazione	h	19.8	mm
tempo di corrivazione	τc	0.258	ore
<b>Coefficiente idrometrico</b>	<b>u</b>	<b>70.5</b>	<b>l/s * ha</b>

Portata di progetto (Qmax)

coefficiente idrometrico	u	70	l/s*ha
superficie	S	0.7395	ha
<b>Portata di progetto</b>	<b>Qmax</b>	<b>52.1</b>	<b>l/s</b>

Tale portata viene derivata tramite due cunette alla francese poste a bordo strada dalle dimensioni riassunte nell'immagine a lato:



contorno bagnato	P	0.715	m
area bagnata	A	0.049	m <sup>2</sup>
pendenza longitudinale	i	0.008	



scabrezza cunetta Gauckler-Strickler	Ks	40	m <sup>1/3</sup> /s
raggio idraulico sezione	RH=A/P	0.069	m
velocità acqua nella canaletta	v	0.599	m/s
Portata convogliata per singola cunetta	Qi	29.358	l/s
numero cunette	n,c	2	
<b>Portata convogliata dalle cunette</b>	<b>Qi</b>	<b>58.7</b>	<b>l/s</b>

NB: si deve considerare uno scavo superiore al tirante y

NB: da prevedersi manutenzione canalette (Ks=40 m<sup>1/3</sup>/s)

pendenza trasversale cunetta j= 10.0 %

### 3.2 Dimensionamento cunetta C2A

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della cunetta C2A posta sul bordo della strada oggetto di intervento:

Coefficiente di deflusso ( $\phi$ ):

Zona	$\phi_i$	Si [ha]
boschiva	0.3	0
pavimentazioni asfaltate	0.9	0.0131
giardini	0.3	0.0245
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b><math>\phi</math>, medio</b>	<b>0.509</b>

Tempo di corrivazione ( $\tau_c$ ) Maryland University (1971)

lunghezza superficie scolante	L	4.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	70	m <sup>1/3</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.010	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>30</b>	<b>sec</b>
		<b>0.49</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	15.40	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	5	m <sup>1/3</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.720	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>112</b>	<b>sec</b>
		<b>1.86</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	18.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	35	m <sup>1/3</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.020	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>112</b>	<b>sec</b>
		<b>1.87</b>	<b>min</b>





<b>Tempo di corrivazione</b>	$\tau_c$	<b>253</b>	<b>sec</b>
	$\tau_c$	<b>4.22</b>	<b>min</b>
	$\tau_c$	<b>0.07</b>	<b>ore</b>

Altezza di precipitazione (h):

coefficienti Gumbel	a	43.703	mm/ore <sup>n</sup>
	n	0.4375	
tempo di corrivazione	$\tau$	0.070	ore
<b>Altezza di precipitazione</b>	<b>h</b>	<b>9.3</b>	<b>mm</b>

Coefficiente udometrico (u):

coefficiente di deflusso	$\varphi$	0.509	
altezza di precipitazione	h	9.3	mm
tempo di corrivazione	$\tau_c$	0.070	ore
<b>Coefficiente udometrico</b>	<b>u</b>	<b>186.9</b>	<b>l/s * ha</b>

Portata di progetto (Qmax)

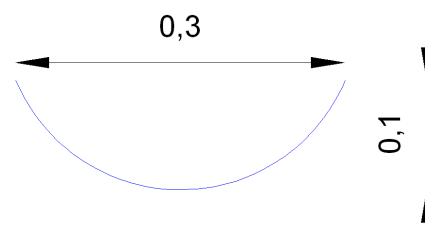
coefficiente udometrico	u	187	l/s*ha
superficie	S	0.0376	ha
<b>Portata di progetto</b>	<b>Qmax</b>	<b>7.0</b>	<b>l/s</b>

Nonostante la presenza del muro di contenimento, mantenendosi a favore di sicurezza, per il dimensionamento dell'opera di raccolta e deflusso esaminata si considerano anche le portate derivanti dal bacino a monte del muro, ipotizzando che possano partecipare alla formazione della portata di progetto nel caso particolare di terreno completamente saturo.

Tale portata viene derivata tramite una cunetta posta a bordo strada dalle dimensioni riassunte nell'immagine a lato:

contorno bagnato	P	0.3821	m
area bagnata	A	0.022	m <sup>2</sup>
pendenza longitudinale	i	0.02	
scabrezza cunetta Gauckler-Strickler	Ks	35	m <sup>1/3</sup> /s
raggio idraulico sezione	RH=A/P	0.058	m
velocità acqua nella canaletta	v	0.738	m/s
<b>Portata convogliata dalla cunetta</b>	<b>Q</b>	<b>16.24</b>	<b>l/s</b>

NB: si deve considerare uno scavo superiore al tirante y





### 3.3 Dimensionamento cunetta C2B

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della cunetta C2B posta sul bordo della strada oggetto di intervento:

Coefficiente di deflusso ( $\phi$ ):

Zona	$\phi_i$	Si [ha]
boschiva	0.1	0
pavimentazioni asfaltate	0.9	0.0085
giardini	0.3	0.0395
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b><math>\phi_{,medio}</math></b>	<b>0.406</b>

Tempo di corrivazione ( $\tau_c$ ) *Maryland University (1971)*

lunghezza superficie scolante	L	5.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	70	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.010	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>35</b>	<b>sec</b>
		<b>0.58</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	20.59	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	5	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.556	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>151</b>	<b>sec</b>
		<b>2.52</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	19.50	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	35	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.020	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>119</b>	<b>sec</b>
		<b>1.98</b>	<b>min</b>

<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>305</b>	<b>sec</b>
	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>5.08</b>	<b>min</b>
	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>0.08</b>	<b>ore</b>

Altezza di precipitazione (h):

coefficienti Gumbel	a	43.703	mm/ore <sup>n</sup>
	n	0.4375	
tempo di corrivazione	$\tau$	0.085	ore



<b>Altezza di precipitazione</b>	<b>h</b>	<b>10.3</b>	<b>mm</b>
----------------------------------	----------	-------------	-----------

Coefficiente udometrico (u):

coefficiente di deflusso	$\varphi$	0.406	
altezza di precipitazione	h	10.3	mm
tempo di corrivazione	$\tau_c$	0.085	ore
<b>Coefficiente udometrico</b>	<b>u</b>	<b>138.1</b>	<b>l/s * ha</b>

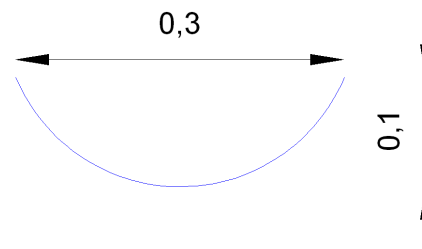
Portata di progetto (Qmax)

coefficiente udometrico	u	138	l/s*ha
superficie	S	0.048	ha
<b>Portata di progetto</b>	<b>Qmax</b>	<b>6.6</b>	<b>l/s</b>

Tale portata viene derivata tramite una cunetta posta a bordo strada dalle dimensioni riassunte nell'immagine a lato:

contorno bagnato	P	0.3821	m
area bagnata	A	0.022	m <sup>2</sup>
pendenza longitudinale	i	0.02	
scabrezza cunetta Gauckler-Strickler	Ks	35	m <sup>1/3</sup> /s
raggio idraulico sezione	RH=A/P	0.058	m
velocità acqua nella canaletta	v	0.738	m/s
<b>Portata convogliata dalla cunetta</b>	<b>Q</b>	<b>16.24</b>	<b>l/s</b>

NB: si deve considerare uno scavo superiore al tirante y





### 3.4 Dimensionamento canaletta tipo pircher P1

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della canaletta P1:

Coefficiente di deflusso ( $\phi$ ):

Zona	$\phi_i$	Si [ha]
boschiva	0.1	0
pavimentazioni asfaltate	0.9	0.0205
giardini	0.3	0.0285
<b>Coefficiente di deflusso</b>	$\phi, \text{medio}$	<b>0.551</b>

Tempo di corrivazione ( $\tau_c$ ) *Maryland University (1971)*

lunghezza superficie scolante	L	4.50	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	70	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.030	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	$\tau_c$	<b>22</b>	<b>sec</b>
		<b>0.36</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	12.21	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	5	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.700	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	$\tau_c$	<b>96</b>	<b>sec</b>
		<b>1.59</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	28.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	35	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.100	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	$\tau_c$	<b>86</b>	<b>sec</b>
		<b>1.44</b>	<b>min</b>

<b>Tempo di corrivazione</b>	$\tau_c$	<b>203</b>	<b>sec</b>
	$\tau_c$	<b>3.39</b>	<b>min</b>
	$\tau_c$	<b>0.06</b>	<b>ore</b>

Altezza di precipitazione (h):

coefficienti Gumbel	a	43.703	mm/ora <sup>n</sup>
	n	0.4375	
tempo di corrivazione	$\tau$	0.056	ore
<b>Altezza di precipitazione</b>	<b>h</b>	<b>8.2</b>	<b>mm</b>



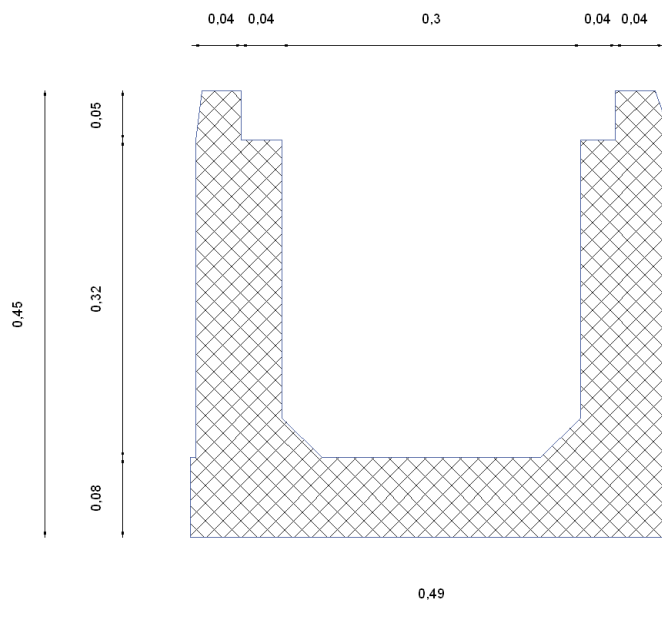
Coefficiente udometrico (u):

coefficiente di deflusso	$\phi$	0.551	
altezza di precipitazione	h	8.2	mm
tempo di corrivazione	$\tau_c$	0.056	ore
<b>Coefficiente udometrico</b>	<b>u</b>	<b>221.7</b>	<b>l/s * ha</b>

Portata di progetto (Qmax)

coefficiente udometrico	u	222	l/s*ha
superficie	S	0.049	ha
<b>Portata di progetto</b>	<b>Qmax</b>	<b>10.9</b>	<b>l/s</b>

Tale portata viene derivata tramite una canaletta dalle dimensioni riassunte nell'immagine di seguito:



y/D=0.8	contorno bagnato	P	0.7651	m
	area bagnata	A	0.0752	m <sup>2</sup>
	pendenza longitudinale	i	0.03	
	scabrezza cunetta Gauckler-Strickler	Ks	50	m <sup>(1/3)/s</sup>
	raggio idraulico sezione	RH=A/P	0.098	m
	velocità acqua nella canaletta	v	1.844	m/s
	<b>Portata convogliata dalla canaletta</b>	<b>Q</b>	<b>138.70</b>	<b>l/s</b>

NB: si deve considerare uno scavo superiore al tirante y



### 3.5 Dimensionamento canaletta tipo pircher P2

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della canaletta P2:

Coefficiente di deflusso ( $\phi$ ):

Zona	$\phi_i$	Si [ha]
boschiva	0.1	0
pavimentazioni asfaltate	0.9	0.0066
giardini	0.3	0
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b><math>\phi, \text{medio}</math></b>	<b>0.900</b>

Tempo di corrivazione ( $\tau_c$ ) *Maryland University (1971)*

lunghezza superficie scolante	L	18.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	70	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.030	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>59</b>	<b>sec</b>
		<b>0.98</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	0.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	1	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	1.000	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>0</b>	<b>sec</b>
		<b>0.00</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	0.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	1	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	1.000	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>0</b>	<b>sec</b>
		<b>0.00</b>	<b>min</b>

<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>59</b>	<b>sec</b>
	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>0.98</b>	<b>min</b>
	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>0.02</b>	<b>ore</b>

Altezza di precipitazione (h):

coefficienti Gumbel	a	43.703	mm/ore <sup>n</sup>
	n	0.4375	
tempo di corrivazione	$\tau$	0.016	ore
<b>Altezza di precipitazione</b>	<b>h</b>	<b>4.0</b>	<b>mm</b>





Coefficiente udometrico (u):

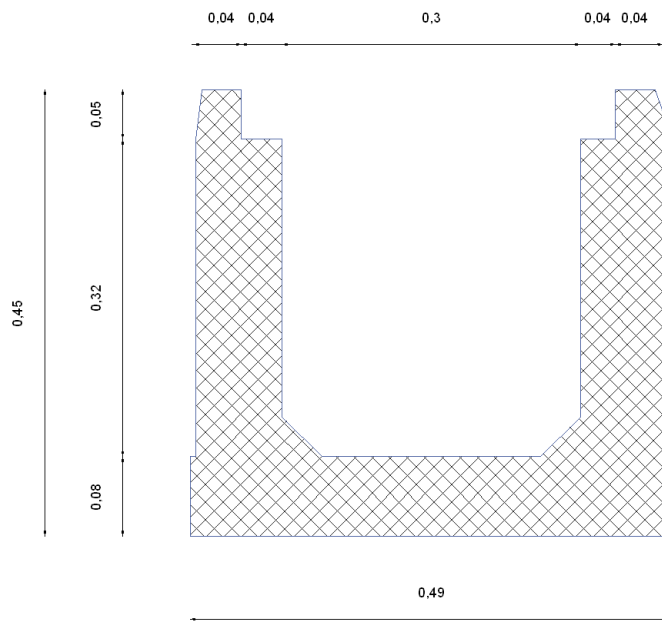
coefficiente di deflusso	$\varphi$	0.900	
altezza di precipitazione	h	4.0	mm
tempo di corrivazione	$\tau_c$	0.016	ore
<b>Coefficiente udometrico</b>	<b>u</b>	<b>607.6</b>	<b>l/s * ha</b>

Portata di progetto (Qmax)

coefficiente udometrico	u	608	l/s*ha
superficie	S	0.0066	ha
<b>Portata di progetto</b>	<b>Qmax</b>	<b>4.0</b>	<b>l/s</b>

Si considera un bacino pari alla superficie del manto stradale data la presenza del muro di contenimento a bordo strada.

Tale portata viene derivata tramite una canaletta dalle dimensioni riassunte nell'immagine di seguito:



y/D=0.8	contorno bagnato	P	0.7651	m
	area bagnata	A	0.0752	m <sup>2</sup>
	pendenza longitudinale	i	0.03	
	scabrezza cunetta Gauckler-Strickler	Ks	50	m <sup>(1/3)/s</sup>
	raggio idraulico sezione	RH=A/P	0.098	m
	velocità acqua nella canaletta	v	1.844	m/s
	<b>Portata convogliata dalla canaletta</b>	<b>Q</b>	<b>138.70</b>	<b>l/s</b>

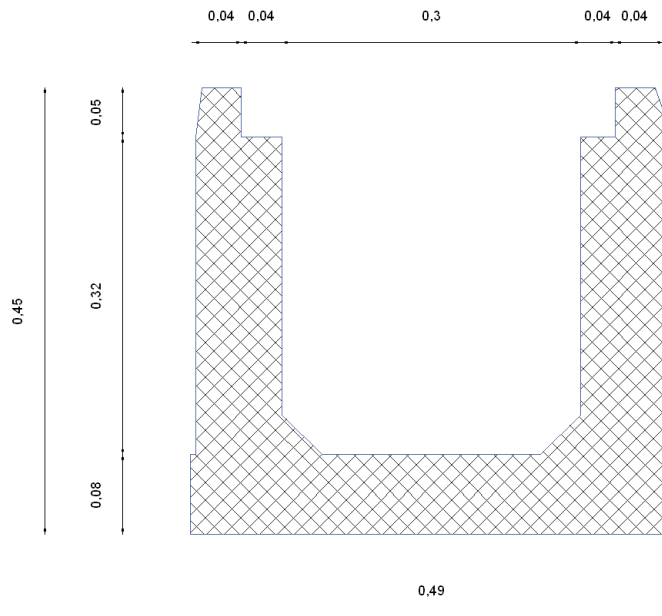
NB: si deve considerare uno scavo superiore al tirante y

### 3.6 Dimensionamento canaletta tipo pircher P3

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della canaletta P3. Poiché la canaletta a bordo strada riversa la propria portata interamente nel pircher, si considera una portata di progetto pari alla massima convogliabile dalla canaletta e pari a circa 16.5 l/s

<b>Portata di progetto</b>	<b>Qmax</b>	<b>16.5</b>	<b>l/s</b>
----------------------------	-------------	-------------	------------

Tale portata viene derivata tramite una canaletta dalle dimensioni riassunte nell'immagine di seguito:



y/D=0.8	contorno bagnato	P	0.7651	m
	area bagnata	A	0.0752	m <sup>2</sup>
	pendenza longitudinale	i	0.03	
	scabrezza cunetta Gauckler-Strickler	Ks	50	m <sup>1/3</sup> /s
	raggio idraulico sezione	RH=A/P	0.098	m
	velocità acqua nella canaletta	v	1.844	m/s
	<b>Portata convogliata dalla canaletta</b>	<b>Q</b>	<b>138.70</b>	<b>l/s</b>

NB: si deve considerare uno scavo superiore al tirante y



### 3.7 Dimensionamento condotta T1A

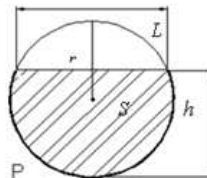
Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della condotta che attraversa la strada a monte T1A. Poiché la canaletta a bordo strada riversa la propria portata interamente nel pozzetto a monte della condotta, si considera una portata di progetto pari alla massima convogliabile dalla cunetta e pari a circa 30 l/s:

<b>Portata di progetto</b>	<b>Q<sub>max</sub></b>	<b>30.0 l/s</b>
----------------------------	------------------------	-----------------

Tale portata viene derivata tramite una condotta in PEAD DN315 avente diametro interno pari a 275mm e pendenza del 3%, in grado di convogliare, per le condizioni di progetto, una portata pari a circa 135 l/s a circa 2.6m/s con un grado di riempimento dell'80%:

#### Calcolo delle portate a tirante idraulico

Diametro esterno (mm)	<b>315</b>
Diametro interno (mm)	<b>275</b>
Pendenza i ‰	<b>30</b>
Scabrezza (m <sup>1/3</sup> /s)	<b>80</b>



CALCOLI EFFETTUATI CON IL METODO DI GAUCKLER-STRICKLER

$$V = K \sqrt{R_h \cdot i}$$

Per effettuare i calcoli inserire il Diametro esterno della condotta e la pendenza

Percentuale di riempimento (h/D)	Altezza di riempimento (h) "mm"	Superficie della sezione bagnata (S) "cm <sup>2</sup> "	Raggio idraulico pari al rapporto S/P (R <sub>h</sub> ) "cm"	Coefficiente di Conduttanza K	Quantità (Q <sub>GS</sub> ) "l/s"	Velocità (V <sub>GS</sub> ) "m/s"
5%	13.75	11.1	0.9	36.45	0.66	0.60
10%	27.50	30.9	1.7	40.75	2.88	0.93
15%	41.25	55.9	2.6	43.41	6.71	1.20
20%	55.00	84.6	3.3	45.35	12.10	1.43
25%	68.75	116.1	4.0	46.85	18.92	1.63
30%	82.50	149.9	4.7	48.06	27.05	1.80
35%	96.25	185.3	5.3	49.06	36.32	1.96
40%	110.00	221.9	5.9	49.90	46.54	2.10
45%	123.75	259.2	6.4	50.61	57.53	2.22
50%	137.50	297.0	6.9	51.20	69.06	2.33
55%	151.25	334.7	7.3	51.70	80.90	2.42
60%	165.00	372.1	7.6	52.11	92.79	2.49
65%	178.75	408.7	7.9	52.43	104.47	2.56
70%	192.50	444.1	8.1	52.67	115.64	2.60
75%	206.25	477.8	8.3	52.83	125.95	2.64
80%	220.00	509.4	8.4	52.91	135.01	2.65
85%	233.75	538.1	8.3	52.88	142.32	2.64
90%	247.50	563.0	8.2	52.73	147.21	2.61
95%	261.25	582.9	7.9	52.38	148.41	2.55
100%	275.00	594.0	6.9	51.20	138.12	2.33

<b>Q=</b>	<b>135</b>	<b>l/s</b>
<b>v=</b>	<b>2.65</b>	<b>m/s</b>

### 3.8 Dimensionamento condotta T1B

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della condotta T1B che convoglia le portate captate dalle canalette della strada a monte al sistema di deflusso realizzato in corrispondenza della strada più a valle. Poiché le due canalette a bordo strada riversano le proprie portate interamente nel pozzetto a monte della condotta, si considera una portata di progetto pari alla massima convogliabile dalle due cunette e pari a circa 60 l/s:

<b>Portata di progetto</b>	<b>Q<sub>max</sub></b>	<b>60.0</b>	<b>l/s</b>
----------------------------	------------------------	-------------	------------

Tale portata viene convogliata mediante condotta a doppia parete di tipo “slow-flow” (o similare) DN315 corrugata internamente ed esternamente con diametro interno pari a 272mm disposta con pendenza pari al 40%. Per le condizioni di progetto, assumendo un grado di riempimento dell’80%, la condotta è in grado di far confluire una portata di circa 130 l/s ad una velocità di 2.7m/s.

Dati		Di [mm]	272	
Pendenza [%]	40	ds [mm]	30.0	
Pendenza [rad]	0.381	hs [mm]	7.0	
DN [mm]	315	ds/hs	4.29	
% Riempimento	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Area Bagnata [m <sup>2</sup> ]	Raggio Idraulico [m]
5	0.497	0.458	0.0011	0.009
10	2.343	0.775	0.0030	0.017
15	5.710	1.045	0.0055	0.025
20	10.614	1.283	0.0083	0.033
25	16.997	1.496	0.0114	0.040
30	24.750	1.688	0.0147	0.046
35	33.730	1.861	0.0181	0.053
40	43.760	2.016	0.0217	0.058
45	54.639	2.154	0.0254	0.063
50	66.142	2.277	0.0291	0.068
55	78.020	2.383	0.0327	0.072
60	89.999	2.472	0.0364	0.076
65	101.781	2.546	0.0400	0.078
70	113.032	2.602	0.0434	0.081
75	123.378	2.639	0.0467	0.082
80	132.384	2.657	0.0498	0.083
85	139.507	2.650	0.0526	0.082
90	143.993	2.614	0.0551	0.081

Q=	130	l/s
v=	2.7	m/s



### 3.9 Dimensionamento condotta T2A

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della condotta T2A:

Coefficiente di deflusso ( $\phi$ ):

Zona	$\phi_i$	Si [ha]
boschiva	0.1	0
pavimentazioni asfaltate	0.9	0.0205
giardini	0.3	0.0285
<b>Coefficiente di deflusso</b>	<b><math>\phi, \text{medio}</math></b>	<b>0.551</b>

Tempo di corrivazione ( $\tau_c$ ) *Maryland University (1971)*

lunghezza superficie scolante	L	4.50	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	70	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.030	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>22</b>	<b>sec</b>
		<b>0.36</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	12.21	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	5	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.700	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>96</b>	<b>sec</b>
		<b>1.59</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	28.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	35	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.100	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>86</b>	<b>sec</b>
		<b>1.44</b>	<b>min</b>

lunghezza superficie scolante	L	18.00	m
coefficiente Gauckler-Strickler	Ks	120	m <sup>(1/3)</sup> /s
pendenza media sup. scolante	i	0.020	
coefficienti Gumbel	a	0.043703	m/ora <sup>n</sup>
	n	0.5833	
<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>46</b>	<b>sec</b>
		<b>0.77</b>	<b>min</b>

<b>Tempo di corrivazione</b>	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>249</b>	<b>sec</b>
	<b><math>\tau_c</math></b>	<b>4.16</b>	<b>min</b>



	$\tau c$	0.07	ore
--	----------	------	-----

Altezza di precipitazione (h):

coefficienti Gumbel	a	43.703	mm/ore <sup>n</sup>
	n	0.4375	
tempo di corrivazione	$\tau$	0.069	ore
<b>Altezza di precipitazione</b>	<b>h</b>	<b>9.2</b>	<b>mm</b>

Coefficiente udometrico (u):

coefficiente di deflusso	$\varphi$	0.551	
altezza di precipitazione	h	9.2	mm
tempo di corrivazione	$\tau c$	0.069	ore
<b>Coefficiente udometrico</b>	<b>u</b>	<b>203.6</b>	<b>l/s * ha</b>

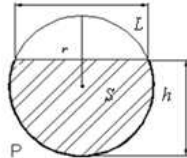
Portata di progetto (Qmax)

coefficiente udometrico	u	204	l/s*ha
superficie	S	0.049	ha
<b>Portata di progetto</b>	<b>Qmax</b>	<b>10.0</b>	<b>l/s</b>

Tale portata viene derivata tramite una condotta DN315 in PEAD avente diametro interno pari a 275mm, in grado di convogliare, per le condizioni di progetto, una portata pari a circa 220 l/s con un grado di riempimento dell'80% ad una velocità di 4.3m/s:

## Calcolo delle portate a tirante idraulico

Diametro esterno (mm)	315
Diametro interno (mm)	275
Pendenza i ‰	80
Scabrezza (m <sup>1/3</sup> /s)	80



CALCOLI EFFETTUATI CON IL METODO DI GAUCKLER-STRICKLER

$$V = K \sqrt{R_h \cdot i}$$

Per effettuare i calcoli inserire il Diametro esterno della condotta e la pendenza

Percentuale di riempimento (h/D)	Altezza di riempimento (h) "mm"	Superficie della sezione bagnata (S) "cm <sup>2</sup> "	Raggio idraulico pari al rapporto S/P (R <sub>h</sub> ) "cm"	Coefficiente di Conduttanza K	Quantità (Q <sub>GS</sub> ) "l/s"	Velocità (V <sub>GS</sub> ) "m/s"
5%	13.75	11.1	0.9	36.45	1.08	0.98
10%	27.50	30.9	1.7	40.75	4.71	1.62
15%	41.25	55.9	2.6	43.41	10.96	1.96
20%	55.00	84.6	3.3	45.35	19.75	2.34
25%	68.75	116.1	4.0	46.85	30.90	2.66
30%	82.50	149.9	4.7	48.06	44.17	2.95
35%	96.25	185.3	5.3	49.06	59.31	3.20
40%	110.00	221.9	5.9	49.90	76.01	3.43
45%	123.75	259.2	6.4	50.61	93.95	3.62
50%	137.50	297.0	6.9	51.20	112.77	3.80
55%	151.25	334.7	7.3	51.70	132.11	3.95
60%	165.00	372.1	7.6	52.11	151.53	4.07
65%	178.75	408.7	7.9	52.43	170.61	4.17
70%	192.50	444.1	8.1	52.67	188.84	4.25
75%	206.25	477.8	8.3	52.83	205.67	4.30
80%	220.00	509.4	8.4	52.91	220.47	4.33
85%	233.75	538.1	8.3	52.88	232.41	4.32
90%	247.50	563.0	8.2	52.73	240.39	4.27
95%	261.25	582.9	7.9	52.38	242.35	4.16
100%	275.00	594.0	6.9	51.20	225.55	3.80

Q=	220	l/s
v=	4.3	m/s





### 3.10 Dimensionamento condotta T2B

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della condotta T2B. Si ipotizza a favore di sicurezza che il dreno (DN200mm, pendenza 5%) a tergo del muro di protezione convogli una portata pari alla massima convogliabile dalla condotta (80l/s):

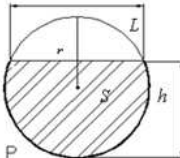
#### SOMMA PORTATE NODO A MONTE CONDOTTA

portata canaletta C2A	Q,c2a	7.0	l/s
portata condotta T2A	Q,t2a	10.0	l/s
portata condotta T1B	Q,t1b	52.1	l/s
portata dreno a tergo muro di contenimento	Q,dm	80	l/s
<b>portata condotta T2B</b>	<b>Q,t2b</b>	<b>149.1</b>	<b>l/s</b>

Tale portata viene derivata tramite una condotta in PEAD DN315 avente diametro interno pari a 275mm, in grado di convogliare, per le condizioni di progetto, una portata pari a circa 155 l/s con un grado di riempimento dell'80%, ad una velocità di 3m/s:

#### Calcolo delle portate a tirante idraulico

Diametro esterno (mm)	<b>315</b>
Diametro interno (mm)	<b>275</b>
Pendenza i ‰	<b>40</b>
Scabrezza (m <sup>1/3</sup> /s)	<b>80</b>



CALCOLI EFFETTUATI CON IL METODO DI GAUCKLER-STICKLER

$$V = K \sqrt{R_h \cdot i}$$

Per effettuare i calcoli inserire il Diametro esterno della condotta e la pendenza

Percentuale di riempimento (h/D)	Altezza di riempimento (h) "mm"	Superficie della sezione bagnata (S) "cm <sup>2</sup> "	Raggio idraulico pari al rapporto S/P (R <sub>h</sub> ) "cm"	Coefficiente di Conduttanza K	Quantità (Q <sub>GS</sub> ) "l/s"	Velocità (V <sub>GS</sub> ) "m/s"
5%	13.75	11.1	0.9	36.45	0.77	0.69
10%	27.50	30.9	1.7	40.75	3.33	1.08
15%	41.25	55.9	2.6	43.41	7.75	1.39
20%	55.00	84.6	3.3	45.35	13.97	1.65
25%	68.75	116.1	4.0	46.85	21.85	1.88
30%	82.50	149.9	4.7	48.06	31.23	2.08
35%	96.25	185.3	5.3	49.06	41.94	2.26
40%	110.00	221.9	5.9	49.90	53.74	2.42
45%	123.75	259.2	6.4	50.61	66.43	2.56
50%	137.50	297.0	6.9	51.20	79.74	2.69
55%	151.25	334.7	7.3	51.70	93.41	2.79
60%	165.00	372.1	7.6	52.11	107.15	2.88
65%	178.75	408.7	7.9	52.43	120.64	2.95
70%	192.50	444.1	8.1	52.67	133.53	3.01
75%	206.25	477.8	8.3	52.83	145.43	3.04
80%	220.00	509.4	8.4	52.91	155.89	3.06
85%	233.75	538.1	8.3	52.88	164.34	3.05
90%	247.50	563.0	8.2	52.73	169.98	3.02
95%	261.25	582.9	7.9	52.38	171.37	2.94
100%	275.00	594.0	6.9	51.20	159.49	2.69

Q= 155 l/s  
v= 3 m/s

### 3.11 Dimensionamento condotta T3A

Si riporta di seguito la determinazione della portata al colmo per il dimensionamento della condotta T3A. Si ipotizza a favore di sicurezza che i due dreni (DN200mm, pendenza 5%) a tergo del muro di sostegno apportino una portata pari alla massima convogliabile (80 l/s):

<b>Q<sub>max</sub></b>			
Cunetta	C2B	6.63 l/s	
Condotta	T2B	149.11 l/s	
Dreno	D1	80 l/s	Dreno DN200mm, pendenza 5%, massimo riempimento possibile
Dreno	D2	80 l/s	Dreno DN200mm, pendenza 5%, massimo riempimento possibile
Cunetta estradosso muro sostegno	C3	10 l/s	
<b>Portata a monte condotta</b>	<b>Q</b>	<b>325.75 l/s</b>	

La velocità della corrente nelle canalizzazioni fognarie deve essere tale da evitare la formazione di depositi di materiali sedimentabili, da un lato, e dall'altro non deve assumere valori tali da indurre l'abrasione delle superfici interne delle condotte. A tal fine la Circolare del Ministero dei LL.PP. n.11633 del 07/01/1974 indica una velocità di progetto delle portate pluviali compresa tra i 0.5m/s e i 5m/s.

La portata di progetto di 325 l/s viene raccolta al piede del muro di sostegno tramite apposito pozzetto (di dimensioni in pianta 100x100cm e profondità di circa 300cm) e viene convogliata verso il torrente di fondo valle per un dislivello di circa 47m. Date le elevate pendenze in gioco, al fine di mantenere le velocità del liquido entro valori accettabili, risulta di fondamentale importanza l'adozione di tubazioni a doppia parete in PEAD corrugate internamente con macro scabrezze artificiali tipo "slow-flow" o similari e idonei pozzetti di salto in polietilene che consentano di ottenere un'adeguata dissipazione di energia del fluido. Il tratto terminale, caratterizzato invece da una pendenza del 5%, decisamente più contenuta rispetto al resto del tracciato, viene realizzato mediante condotte a doppia parete in PEAD corrugata esternamente e liscia internamente. La seguente immagine riassume chiaramente il profilo di scolo delle acque e le diverse pendenze adottate, con l'accortezza di mantenere l'estradosso delle condotte ad una profondità minima di 1m dal piano campagna.

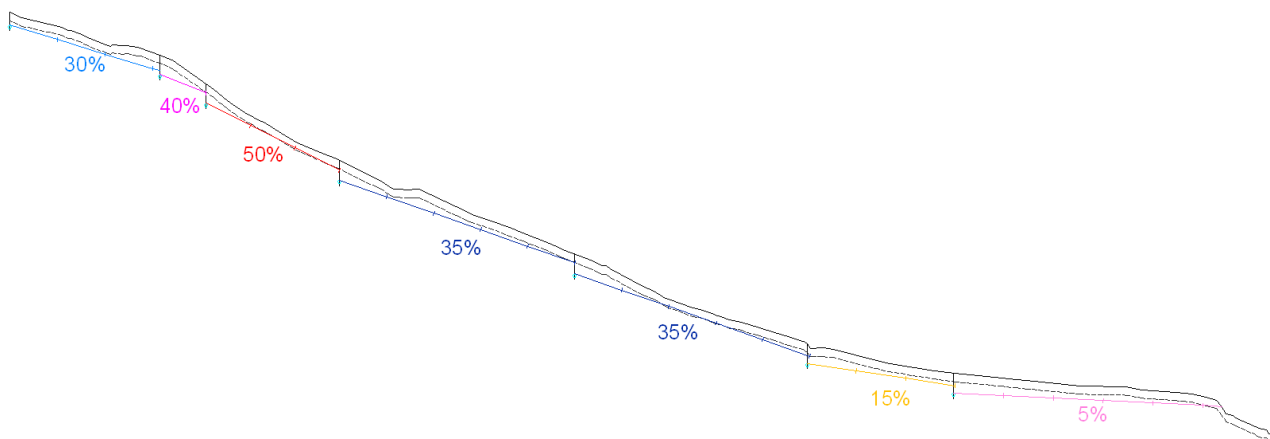
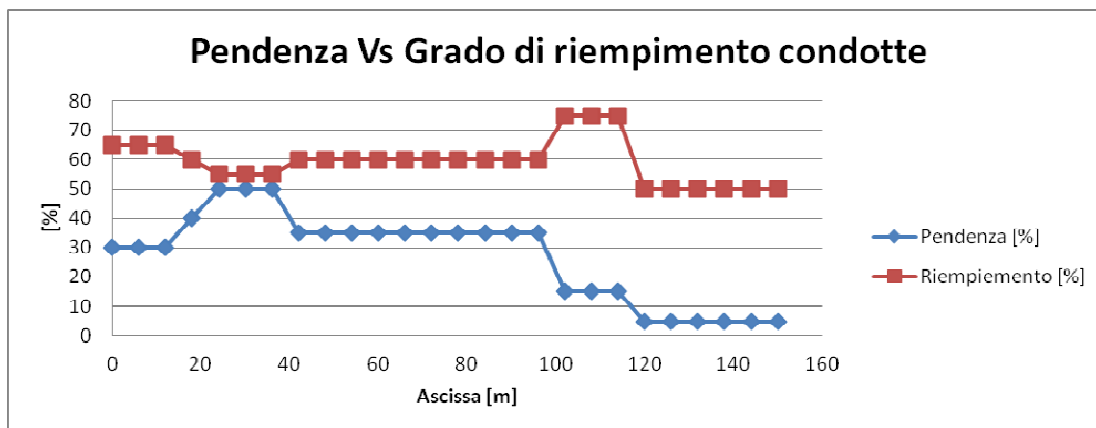


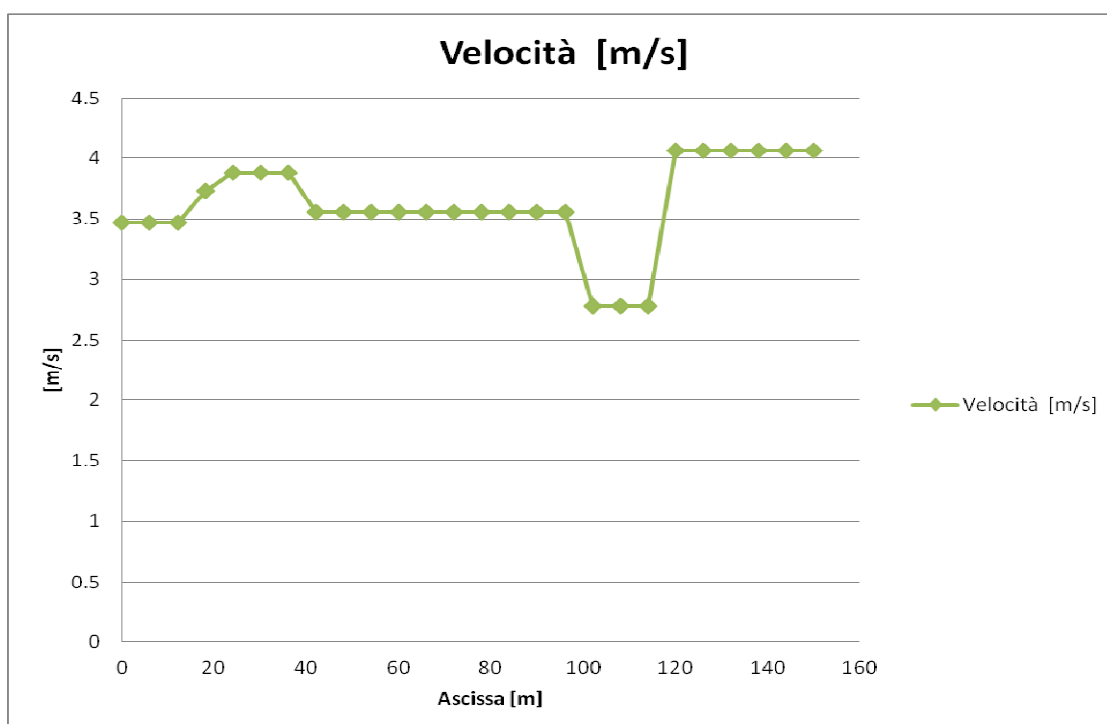
Figura 8 – Profilo longitudinale condotte lungo il pendio

Nella fattispecie le condotte, che si sviluppano per una lunghezza complessiva di circa 155m, son di tipo DN500 serie SN8 e i pozzetti sono di tipo circolare DN1000 e profondità di 300cm.

Si riportano in grafico i diversi gradi di riempimento delle condotte e le diverse pendenze lungo lo sviluppo planimetrico del tracciato relativamente al deflusso della portata di progetto di 325 l/s:

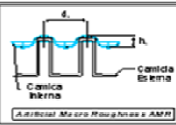


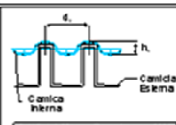
Il grafico seguente riporta, invece, l'andamento delle velocità di deflusso dell'acqua di scolo all'interno delle condotte lungo lo sviluppo delle stesse. Si evince chiaramente come la velocità mantenga ovunque valori inferiori ai 5m/s, questo al fine di evitare fenomeni di erosione delle pareti interne delle tubazioni:



Si riportano le tabelle relative alle condotte DN500 tipo "slow-flow" che indicano l'andamento delle portate in funzione della pendenza del tracciato e del grado di riempimento della tubazione. Si verifica come, per un riempimento dell'80% delle condotte, la portata di progetto di 325 l/s sia comunque convogliabile.



Dati		Di [mm]	424		
Pendenza [%]	15	ds [mm]	50.0		
Pendenza [rad]	0.149	hs [mm]	12.0		
DN [mm]	500	ds/hs	4.17		
% Riempimento	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Area Bagnata [m <sup>2</sup> ]	Raggio Idraulico [m]	
5	1.273	0.482	0.0026	0.014	
10	5.997	0.816	0.0073	0.027	
15	14.613	1.100	0.0133	0.039	
20	27.164	1.351	0.0201	0.051	
25	43.500	1.576	0.0276	0.062	
30	63.344	1.778	0.0356	0.072	
35	86.325	1.960	0.0440	0.082	
40	111.995	2.124	0.0527	0.091	
45	139.839	2.269	0.0616	0.099	
50	169.279	2.398	0.0706	0.106	
55	199.679	2.509	0.0796	0.112	
60	230.338	2.604	0.0885	0.118	
65	260.490	2.681	0.0972	0.122	
70	289.285	2.740	0.1056	0.126	
75	315.765	2.780	0.1136	0.128	
80	338.814	2.798	0.1211	0.129	
85	357.045	2.791	0.1279	0.129	
90	368.526	2.753	0.1338	0.126	

Dati		Di [mm]	424		
Pendenza [%]	30	ds [mm]	50.0		
Pendenza [rad]	0.291	hs [mm]	12.0		
DN [mm]	500	ds/hs	4.17		
% Riempimento	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Area Bagnata [m <sup>2</sup> ]	Raggio Idraulico [m]	
5	1.648	0.624	0.0026	0.014	
10	7.761	1.056	0.0073	0.027	
15	18.913	1.424	0.0133	0.039	
20	35.157	1.749	0.0201	0.051	
25	56.300	2.040	0.0276	0.062	
30	81.982	2.301	0.0356	0.072	
35	111.726	2.537	0.0440	0.082	
40	144.949	2.748	0.0527	0.091	
45	180.986	2.937	0.0616	0.099	
50	219.089	3.103	0.0706	0.106	
55	258.433	3.248	0.0796	0.112	
60	298.114	3.370	0.0885	0.118	
65	337.138	3.470	0.0972	0.122	
70	374.406	3.547	0.1056	0.126	
75	408.678	3.598	0.1136	0.128	
80	438.508	3.621	0.1211	0.129	
85	462.104	3.613	0.1279	0.129	
90	476.963	3.563	0.1338	0.126	



Dati		Di [mm]	424	
Pendenza [%]	35	ds [mm]	50.0	
Pendenza [rad]	0.337	hs [mm]	12.0	
DN [mm]	500	ds/hs	4.17	
% Riempimento	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Area Bagnata [m <sup>2</sup> ]	Raggio Idraulico [m]
5	1.741	0.660	0.0026	0.014
10	8.203	1.116	0.0073	0.027
15	19.990	1.505	0.0133	0.039
20	37.159	1.848	0.0201	0.051
25	59.506	2.156	0.0276	0.062
30	86.651	2.432	0.0356	0.072
35	118.088	2.681	0.0440	0.082
40	153.204	2.905	0.0527	0.091
45	191.292	3.104	0.0616	0.099
50	231.565	3.280	0.0706	0.106
55	273.149	3.433	0.0796	0.112
60	315.090	3.562	0.0885	0.118
65	356.336	3.668	0.0972	0.122
70	395.726	3.748	0.1056	0.126
75	431.950	3.803	0.1136	0.128
80	463.479	3.827	0.1211	0.129
85	488.418	3.818	0.1279	0.129
90	504.123	3.766	0.1338	0.126

Dati		Di [mm]	424	
Pendenza [%]	40	ds [mm]	50.0	
Pendenza [rad]	0.381	hs [mm]	12.0	
DN [mm]	500	ds/hs	4.17	
% Riempimento	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Area Bagnata [m <sup>2</sup> ]	Raggio Idraulico [m]
5	1.825	0.692	0.0026	0.014
10	8.598	1.170	0.0073	0.027
15	20.952	1.578	0.0133	0.039
20	38.948	1.937	0.0201	0.051
25	62.369	2.259	0.0276	0.062
30	90.820	2.549	0.0356	0.072
35	123.770	2.810	0.0440	0.082
40	160.575	3.045	0.0527	0.091
45	200.497	3.254	0.0616	0.099
50	242.707	3.438	0.0706	0.106
55	286.293	3.598	0.0796	0.112
60	330.251	3.734	0.0885	0.118
65	373.482	3.844	0.0972	0.122
70	414.768	3.929	0.1056	0.126
75	452.734	3.986	0.1136	0.128
80	485.780	4.012	0.1211	0.129
85	511.920	4.002	0.1279	0.129
90	528.381	3.948	0.1338	0.126



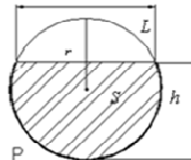
Dati		Di [mm]	424	
Pendenza [%]	50	ds [mm]	50.0	
Pendenza [rad]	0.464	hs [mm]	12.0	
DN [mm]	500	ds/hs	4.17	
% Riempimento	Portata [l/s]	Velocità [m/s]	Area Bagnata [m <sup>2</sup> ]	Raggio Idraulico [m]
5	1.969	0.746	0.0026	0.014
10	9.276	1.262	0.0073	0.027
15	22.604	1.702	0.0133	0.039
20	42.018	2.090	0.0201	0.051
25	67.286	2.438	0.0276	0.062
30	97.981	2.750	0.0356	0.072
35	133.528	3.032	0.0440	0.082
40	173.235	3.285	0.0527	0.091
45	216.304	3.510	0.0616	0.099
50	261.842	3.709	0.0706	0.106
55	308.864	3.882	0.0796	0.112
60	356.288	4.028	0.0885	0.118
65	402.928	4.147	0.0972	0.122
70	447.468	4.239	0.1056	0.126
75	488.428	4.300	0.1136	0.128
80	524.079	4.328	0.1211	0.129
85	552.280	4.318	0.1279	0.129
90	570.038	4.259	0.1338	0.126

Si sottolinea come, per pendenze di molto superiori al 20%, i dati debbano essere interpretati con una certa cautela data l'impossibilità di stabilire la tipologia di moto che si viene ad instaurare nelle condotte.

Di seguito si riporta l'andamento delle portate in funzione del grado di riempimento della tubazione relativamente all'ultimo tratto con pendenza del 5% per condotte DN500 serie SN8:

### Calcolo delle portate a tirante idraulico

Diametro esterno (mm)	500
Diametro interno (mm)	433
Pendenza i ‰	50
Scabrezza (m <sup>1/2</sup> /s)	80



CALCOLI EFFETTUATI CON IL METODO DI GAUCKLER-STRICKLER

$$V = K \sqrt{R_h \cdot i}$$

Per effettuare i calcoli inserire il Diametro esterno della condotta e la pendenza

Percentuale di riempimento (h/D)	Altezza di riempimento (h) "mm"	Superficie della sezione bagnata (S) "cm <sup>2</sup> "	Raggio idraulico pari al rapporto S/P (Rh) "cm"	Coefficiente di Conduttanza K	Quantità (Q <sub>GS</sub> ) "l/s"	Velocità (V <sub>GS</sub> ) "m/s"
5%	21.65	27.5	1.4	39.32	2.87	1.04
10%	43.30	76.6	2.8	43.95	12.49	1.63
15%	64.95	138.5	4.0	46.83	29.08	2.10
20%	86.60	209.7	5.2	48.91	52.39	2.50
25%	108.25	287.9	6.3	50.53	81.96	2.85
30%	129.90	371.5	7.4	51.84	117.17	3.15
35%	151.55	459.3	8.4	52.92	157.32	3.43
40%	173.20	550.0	9.3	53.82	201.62	3.67
45%	194.85	642.7	10.1	54.59	249.21	3.88
50%	216.50	736.3	10.8	55.23	299.15	4.06
55%	238.15	829.9	11.5	55.76	350.44	4.22
60%	259.80	922.5	12.0	56.20	401.97	4.36
65%	281.45	1013.2	12.5	56.55	452.57	4.47
70%	303.10	1101.0	12.8	56.81	500.93	4.55
75%	324.75	1184.7	13.1	56.99	545.59	4.61
80%	346.40	1262.9	13.2	57.06	584.83	4.63
85%	368.05	1334.0	13.1	57.04	616.52	4.62
90%	389.70	1395.9	12.9	56.87	637.68	4.57
95%	411.35	1445.0	12.4	56.50	642.89	4.45
100%	433.00	1472.5	10.8	55.23	598.31	4.06

Anche in questo caso la portata di progetto risulta convogliabile con grado di riempimento inferiore all'80%.



## 4 CONCLUSIONI

Le opere di completamento dell'intervento di consolidamento e ripristino del tratto stradale in contrà Pelè, dimensionate in questa istanza, risultano soddisfare i requisiti indicati dalle normative vigenti.

Aprile 2012

Il tecnico  
Ing. Paolo Zilio