

PROVINCIA DI PARMA  
SERVIZIO VIABILITA' E INFRASTRUTTURE

RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P. 11  
LOTTO 1 - TRATTO DA VIA FARNESE A VIA FILAGNI



- PROGETTO PRELIMINARE  
 PROGETTO DEFINITIVO  
 PROGETTO ESECUTIVO

TITOLO

Relazione  
idrologica-idraulica

ELABORATO

28

DATA

MARZO 2018

SCALA

—

Nome file

PD.TR1.02.11.02

Nome Layout

REVISIONE

MODIFICA RICHIESTA DAL COMUNE DI FONTEVIVO  
LETTERA PROT. N°217 DEL 08.01.2018

RESPONSABILE DEL SERVIZIO  
VIABILITA' E INFRASTRUTTURE

Dott. **GABRIELE ANNONI**

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Ing. **ELISA BOTTA**

PROGETTISTA

Ing. **MAURIZIO GHIZZONI**

Ordine degli Ingegneri della  
Provincia di Parma n° 631

COORDINATORE SICUREZZA  
IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. **MAURIZIO GHIZZONI**

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DEL  
PROCEDIMENTO ESPROPRIATIVO

Dott.ssa **GIORDANA PINARDI**

APPROVAZIONE

con atto \_\_\_\_\_

del \_\_\_\_\_

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>3</b>
1.1	PREMESSA .....	3
1.2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IDRAULICO.....	3
<b>2</b>	<b>IDROLOGIA .....</b>	<b>6</b>
2.1	PLUVIOMETRIA E CLIMA.....	6
2.2	METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE.....	9
<b>3</b>	<b>CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO E VERIFICA DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA.....</b>	<b>10</b>
3.1	ASSE A .....	10
3.2	ASSE B .....	10
3.2.1	Cunetta alla francese .....	11
3.2.2	Tubazione sottocunetta .....	12
3.2.3	Tubazione sotto pista ciclopedonale.....	13
3.2.4	Tombino di attraversamento piattaforma stradale in corrispondenza sez. B7.....	14
3.2.5	Tombino di attraversamento accesso carraio a progr. 0+157 .....	15
3.3	ASSE C .....	16
3.3.1	Tombino in progetto di attraversamento sede stradale sez. C2.....	16
3.3.2	Fosso di guardia dim. 50x50 in corrispondenza sez. C2.....	17
3.3.3	Tombino esistente su accesso agricolo in corrispondenza sez. C2 .....	18
3.4	ASSE D .....	20
3.4.1	Tombino in progetto di attraversamento sede stradale sez. D2.....	20
3.5	ASSE E.....	21

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 PREMESSA

La presente relazione descrive gli aspetti idrologici e idraulici principali del progetto stradale di "Raccordo tra Cispadana e S.P.11 di Busseto nei comuni di Fontevivo e Fontanellato, Tratto via Farnese e Via Filagni".

Si riportano di seguito gli obiettivi prefissati di progetto:

- messa in sicurezza degli utenti deboli della strada, ovvero ciclisti e pedoni, mediante la realizzazione di una pista ciclopedonale in ambito urbano;
- messa in sicurezza delle intersezioni stradali, mediante la riorganizzazione della circolazione a rotatoria;
- adeguamento del tratto stradale extraurbano, mediante il risezionamento del corpo stradale esistente.

A seguito della richiesta del Comune di Fontevivo, con lettera del 08/01/2018 protocollo n. 217, è stato stralciato dal progetto il risezionamento stradale extraurbano lungo l'asse D.

### 1.2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IDRAULICO

L'intervento in oggetto, dal punto di vista idraulico, si propone l'obiettivo di adeguare il sistema di smaltimento acque di piattaforma alla nuova configurazione stradale.

Per agevolare lo smaltimento delle acque meteoriche la pavimentazione stradale in rettilineo sarà sagomata a doppia falda, con pendenza trasversale del 2.5%, mentre in curva, per esigenze cinematiche, sarà sagomata ad unica falda con pendenza verso l'interno della curva.

Ai margini della carreggiata i cigli stradali saranno realizzati in terreno vegetale, sagomati senza arginello, ovvero non supereranno la quota della pavimentazione asfaltata. Inoltre, per favorire l'allontanamento delle acque di piattaforma, i cigli in terra saranno modellati con pendenza del 4 % verso

l'esterno.

L'acqua meteorica, scorrendo in modo trasversale sulla pavimentazione stradale, supererà i cigli e scenderà lungo le brevi scarpate per essere convogliata nei fossi di guardia laterali previsti lungo il tracciato. Considerata l'esigua altezza del rilevato stradale non sussiste il rischio di erosione da parte delle acque del rivestimento vegetale delle scarpate stradali.

Attraverso i fossi di guardia ed alcuni tombini di attraversamento stradale, verranno raggiunti i recapiti idraulici presenti nell'area d'intervento.

La costruzione dell'infrastruttura non va quindi ad alterare il reticolo idraulico esistente.

Di seguito una breve descrizione della modalità di smaltimento acque di piattaforma nei diversi tratti stradali:

- ASSE A: per quanto riguarda l'intervento di riqualificazione del tratto urbano della S.P.11, è previsto il posizionamento di pozzetti tipo bocca di lupo o caditoie grigliate a passo costante lungo l'intero sviluppo della pista ciclopedonale. Nel tratto in oggetto non vi è un aumento di superficie drenante, pertanto si è razionalizzato il posizionamento delle caditoie a bocca di lupo, posizionandole a passo circa costante per presenza dei vari accessi laterali e pari a mediamente 20 m.
  
- ASSE B: il tratto compreso tra le due rotatorie in progetto, parzialmente a doppia falda e parzialmente a falda unica, verrà drenato mediante l'utilizzo di caditoie tipo bocca di lupo in corsia nord e con un drenaggio diretto nei fossi di guardia a piede del rilevato in corsia sud. In corrispondenza della pista ciclopedonale, le caditoie sono state posizionate con interasse pari a 20 nei tratti in rettilineo e pari a 15 m nelle due rotatorie in progetto. In corrispondenza dell'edificio esistente, è presente un attraversamento esistente che recapita le acque raccolte nel fosso di guardia posto al piede del rilevato in corsia sud.  
In corsia sud, in corrispondenza degli edifici esistenti, onde evitare l'occupazione di proprietà privata, è stata utilizzata una canaletta alla francese delle generose dimensioni di 100x35 cm, la quale scarica, tramite un tombino Dn600, nel fosso di guardia al piede del rilevato in progetto.  
Nel rimanente tratto la piattaforma stradale drena direttamente nel fosso di guardia al piede del rilevato.

- ASSE C: nel tratto di riqualifica compreso tra la rotatoria R2 e Via Rosi-Bellena si applica lo stesso concetto utilizzato nel tratto B, ossia si è previsto l'utilizzo di caditoie tipo bocca di lupo nel lato dove risulta presente la pista ciclopedonale, mentre in corsia sud il drenaggio avviene direttamente nel fosso di guardia al piede del rilevato di progetto. Infine, tutte le acque raccolte verranno convogliate nel fosso di guardia posto in corsia sud.
  
- ASSE D: il breve tratto di raccordo per il ramo della rotatoria R2 verrà drenato direttamente nei fossi di guardia al piede del rilevato stradale.
  
- ASSE E: il tratto corrispondente all'asse E, facente parte del tratto urbano, verrà drenato utilizzando il sistema di smaltimento attualmente esistente e provvedendo all'adeguamento, ove necessario, a seguito dei lavori. E' previsto l'inserimento di tre caditoie tipo bocca di lupo nel tratto di accesso al parcheggio.

## 2 IDROLOGIA

### 2.1 PLUVIOMETRIA E CLIMA

Il territorio interessato ricade in un'area caratterizzata da un clima mediterraneo tipico della fascia appenninica tosco-emiliana. Le precipitazioni, come sui bacini limitrofi che si affacciano a nord sulla pianura padana ed a sud sul crinale appenninico, sono di tipo sublitoraneo appenninico, contraddistinto da due massimi di piovosità (primaverile ed autunnale) e da due minimi (invernale ed estivo), con massimo autunnale e minimo estivo più accentuati.

Le precipitazioni aumentano con l'altitudine, da 600÷900 mm/anno in pianura a 900÷1500 mm/anno nella fascia collinare e pedemontana; anche i giorni piovosi aumentano con la quota, passando da 50 ad 80, salendo dalla pianura alla media montagna. I giorni di neve passano da soli 8÷10 in pianura, a valori superiori in montagna, ma comunemente concentrati nel mese di gennaio. I giorni di permanenza della neve sul suolo variano da circa 30 in pianura a 40÷50 nella media montagna.

L'alimentazione dei bacini interessati è prevalentemente di tipo pluviale; lo scioglimento delle nevi primaverili influisce poco sui deflussi a causa della ridotta altitudine del bacino. Ridotti sono anche i contributi provenienti da scarichi civili ed industriali. Un'analisi pluviometrica dettagliata prevede la ricostruzione, attraverso dati storici, delle curve di possibilità pluviometrica che esprimono il legame tra l'altezza di pioggia  $h$ , la sua durata  $t$ , ed il tempo di ritorno  $TR$  dell'evento piovoso. Correlando diverse stazioni pluviometriche insistenti sul bacino o nelle vicinanze è possibile tracciare le linee isoiete, curve che uniscono i punti ad uguale precipitazione, ed attraverso esse provvedere al ragguaglio all'area al fine di individuare e/o ricostruire modelli per l'istogramma di precipitazione.

Nel territorio attraversato dall'opera in progetto non sono presenti stazioni di rilevamento pluviometrico, per tale motivo le analisi idrologiche dovranno fare riferimento alle stazioni pluviometriche di Fidenza e di Parma Università di cui si dispone di una serie storica sufficientemente completa per un'analisi statistica degli eventi pluviometrici:

- Stazione pluviometrica di Fidenza (periodo d'osservazione dal 1961 fino al 2005);
- Stazione pluviometrica di Parma Università (periodo d'osservazione dal 1951 fino al 2005);

La determinazione delle portata di riferimento progettuale dovrà far riferimento alle rispettive curve di possibilità pluviometrica delle due stazioni opportunamente aggiornate. Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR) si può ricercare la legge probabilistica, fra quelle di Gumbel e log-normale, che meglio si adattano al campione di dati utilizzato. L'elaborazione statistica può portare alla definizione delle curve di possibilità climatica, dove l'altezza di pioggia espressa in millimetri è rappresentata dall'espressione:

$$h = n - \frac{\ln \left( - \ln \left( 1 - \frac{1}{T_R} \right) \right)}{a}$$

dove:

TR = tempo di ritorno

$N = Y - Y_n$ ,  $S_y$ ,  $a = S_N / S_y$

$Y_N$  = media ridotta

$S_N$  = deviazione standard ridotta

$S_y$  = scarto quadratico medio delle massime altezze di pioggia osservate.

Y = media aritmetica delle altezze di pioggia osservate

Si riportano di seguito, a titolo di esempio, le tabelle riassuntive dei valori di h in millimetri, dei parametri a e n,

durata (ore)	ALTEZZA PIOGGIA (mm)						
	Tr=1000	Tr=500	Tr=200	Tr=100	Tr=50	Tr=25	Tr=20
1	100.00	91.91	81.21	73.10	64.96	56.75	54.09
3	132.20	121.63	107.64	97.04	86.39	75.67	72.18
6	157.67	145.15	128.58	116.03	103.42	90.72	86.60
12	188.04	173.21	153.60	138.73	123.80	108.77	103.89
24	224.26	206.71	183.48	165.87	148.21	130.41	124.63

**Figura 1: altezze di pioggia della curva di possibilità pluviometrica per la stazione di parma serie storica dal 1947 al 2005**

Per la determinazione della relazione fra altezza (h) e durata (t) dell'evento di pioggia in funzione del tempo di ritorno (TR) si deve utilizzare la legge di Gumbel, stimandone i parametri  $a(T)$  e  $n(T)$ . I dati misurati sono stati elaborati attraverso la tradizionale procedura statistica con metodo di Gumbell; si sono considerate le precipitazioni intense registrate ai pluviografi per durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore e da esse si sono ricavate le curve di possibilità pluviometrica espresse nella relazione:

$$h = a(T)t^{n(T)}$$

Le curve di possibilità climatica sono state assunte come riferimento per rappresentare gli eventi pluviometrici della zona considerata. Le curve sono determinate in funzione del tempo di ritorno per gli eventi di riferimento; nel caso in studio si sono adottati tempi pari a 20, 100 e 200 anni.

Di seguito si riportano le curve di possibilità pluviometrica elaborate:

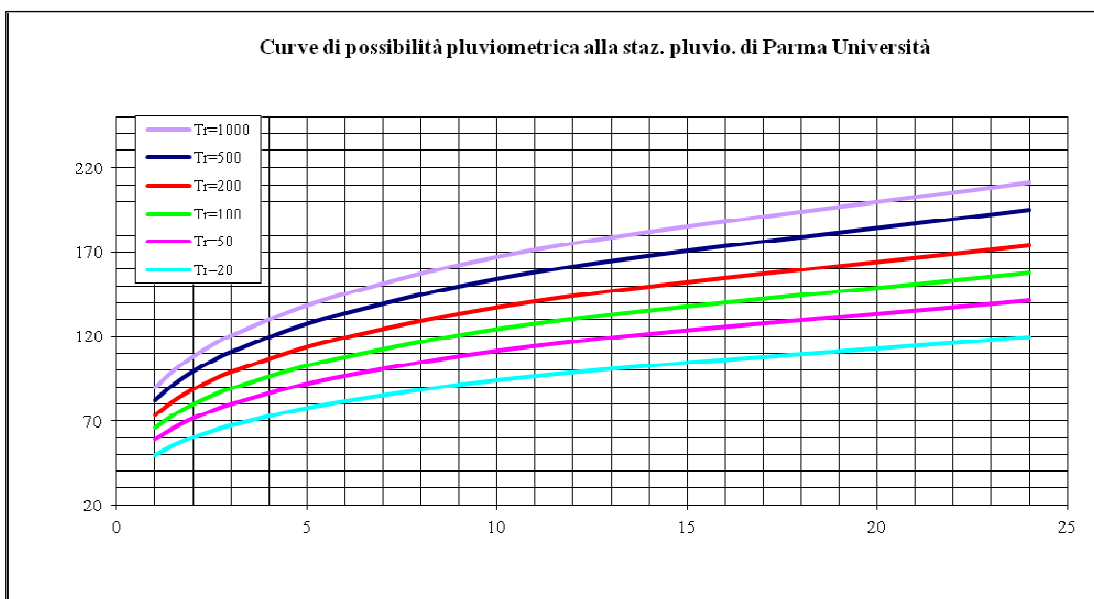


Figura 2: curve di possibilità pluviometrica per la stazione di Parma serie storica dal 1947 al 2005

La curva di possibilità pluviometrica considerata ha durata inferiore all'ora, in quanto vengono considerati, per il dimensionamento del sistema di smaltimento acque di piattaforma, gli scrosci di breve durata e alta intensità.



$T_r = 20$  anni;  $a = 45.88$  (mm),  $n = 0.3381$  → legge di pioggia:  $h = 45.88t^{0.3381}$

In particolare, dai calcoli effettuati, utilizzando un tempo di corrivazione pari a 3 min e un coefficiente di deflusso pari a 0.95, si ottiene una intensità di pioggia pari a:

$$i = 333,52 \text{ mm/h}$$

dalla quale si ottiene un contributo specifico pari a:

$$q = 0.088 \text{ l/s} \cdot \text{mq}$$

## 2.2 METODO DI CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata affluente al sistema di smaltimento delle acque di piattaforma si ricorre al metodo razionale.

La portata di afflusso  $Q$  risulta espressa da:

$$Q = q A = C i A$$

dove i simboli assumono il seguente significato:

- $q$ : portata unitaria (o contributo specifico)
- $A$ : area del bacino
- $C$ : coefficiente di deflusso
- $i$ : intensità di pioggia

e quest'ultima grandezza risulta:

$$i = h/t = a t^{n-1}$$

dove  $a$ ,  $n$  sono i parametri della curva di probabilità pluviometrica e la durata di pioggia  $t$  viene assunta pari al tempo di concentrazione  $t_c$  posto pari a 5 min.

*Parametri della curva di probabilità pluviometrica*

Si assumono i parametri delle curve di probabilità pluviometrica per il tempo di ritorno stabilito pari a 20 anni.

*Coefficienti di deflusso*

Si assumono:

$C = 0.95$  coefficiente di deflusso per la piattaforma stradale asfaltata, utilizzato per il calcolo della portata nei tratti di interesse.

### **3 CALCOLO DELLE PORTATE DI PROGETTO E VERIFICA DEL SISTEMA DI SMALTIMENTO ACQUE DI PIATTAFORMA**

#### **3.1 ASSE A**

Per quanto riguarda l'intervento di riqualificazione del tratto urbano della S.P.11, è previsto il posizionamento di pozzetti tipo bocca di lupo a passo costante lungo l'intero sviluppo della pista ciclopedonale. Nel tratto in oggetto non vi è un aumento di superficie drenante, pertanto si è razionalizzato il posizionamento delle caditoie a bocca di lupo, posizionandole a passo costante e pari a 20 m, con un'area sottesa per singola caditoia compresa tra 120 mq e 150 mq.

#### **3.2 ASSE B**

Il tratto in oggetto è compreso tra la rotatoria in prossimità dell'abitato di Ponte Recchio e la rotatoria tra la S.P.11 e la strada comunale Rosi-Bellena. Il tratto ha uno sviluppo di circa 610 m: nella prima parte del tracciato (per circa 250 m) la piattaforma stradale si presenta a doppia falda, mentre la seconda parte si presenta a falda unica. Per tutto il tracciato, lungo la corsia nord, la piattaforma stradale è affiancata da una pista ciclopedonale di larghezza 2.50 m che presenta pendenza trasversale verso la piattaforma stradale.

Nella prima parte del tracciato il drenaggio delle acque di piattaforma avviene mediante l'utilizzo di caditoie stradali a bocca di lupo lungo la corsia direzione Fontevivo/Fontanellato collegate da una tubazione di raccolta. Le caditoie sottendono un'area drenata di circa 120-150 mq, con un interasse di 20 m. Le acque meteoriche provenienti dalla corsia direzione Ponte Recchio saranno raccolte direttamente nel fosso di guardia al piede del rilevato di progetto. Unicamente nel tratto compreso tra i due accessi carrai, le acque verranno raccolte da una cunetta alla francese delle generose dimensioni di 100x35 cm con tubazione sottostante per il convogliamento delle acque nel fosso di guardia, al fine di salvaguardare la proprietà privata.

Nella seconda parte del tracciato, essendo la piattaforma a unica falda, l'acqua verrà direttamente raccolta nel fosso di guardia al piede del rilevato di progetto.

Di seguito si riportano le verifiche idrauliche sulle opere di drenaggio presenti nel tratto in oggetto.

### 3.2.1 Cunetta alla francese

La cunetta alla francese prevista in progetto ha una larghezza complessiva pari ad 1 m, altezza del cordolo pari a 0.35 m, dimensioni della sezione idraulica utile pari a 0.8x0.08 mq.

La massima portata convogliabile dalla cunetta è definita dalle formule del moto uniforme con riferimento alla portata Q che compete alla sezione terminale del tratto interessato.

Indicati con:

- A: area della sezione idraulica della cunetta
- $R_h$ : raggio idraulico della sezione
- i: pendenza longitudinale della cunetta
- $K_s$ : coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler

si ha la portata convogliata dalla cunetta

$$Q = AK_s (R_h)^{1/3} i^{1/2} \quad (\text{m}^3/\text{s})$$

che, ponendo,

- A: 0.032 mq
- $R_h$ : 0.04 m
- i: 0.01 m/m
- $K_s$ : 75  $\text{m}^{1/3}/\text{s}$

si ha la portata massima convogliata dalla cunetta nel tratto in oggetto

$$Q = 0.028 \text{ m}^3/\text{s}$$

Pertanto, la cunetta in oggetto riesce a drenare circa 50 m di piattaforma stradale. Vengono pertanto posizionate tre caditoie grigliate a passo di circa 25m, collegate da una tubazione sottocunetta in cls Dn300, al fine di agevolare lo smaltimento delle acque di piattaforma.

### 3.2.2 Tubazione sottocunetta

Le tubazione in oggetto presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Diametro della tubazione = 0.3 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*mq
- Area sottesa: 320 mq
- Portata di progetto = 0.028 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale del manufatto = 0.01 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Percentuale di riempimento del manufatto,  $h/D = 0.37$

Si riporta, di seguito, la schermata di verifica della tubazione in oggetto, la quale, ipotizzando un riempimento massimo del 75%, risulta verificata.

The screenshot shows a software window titled "Tubo L=34 m cunetta asse B". The window is divided into several sections:

- Input Parameters:**
  - Type: Circular (dropdown menu)
  - Side Slope 1 (Z1): 1.0 (H: 1V)
  - Side Slope 2 (Z2): 1.0 (H: 1V)
  - Channel Width (B): 0.500000 (m)
  - Pipe Diameter (D): 0.3 (m)
  - Longitudinal Slope: 0.01 (m/m)
  - Override Default
  - Manning's Roughness: 0.0130
  - Use Lining
  - Lining Type: Woven Paper Net (dropdown menu)
- Flow/Depth Selection:**
  - Enter Flow: 0.028 (cms)
  - Enter Depth: 0.111 (m)
- Buttons:** Calculate, Plot..., Compute Curves..., OK, Cancel
- Results Table:**

Parameter	Value	Unit
Flow	0.028	cms
Depth	0.111	m
Area of Flow	0.024	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	0.391	m
Hydraulic Radius	0.060	m
Average Velocity	1.184	m/s
Top Width (T)	0.289	m
Froude Number	1.323	
Critical Depth	0.128	m
Critical Velocity	0.975	m/s
Critical Slope	0.00586	m/m
Critical Top Width	0.297	m
Calculated Max Shear Stress	10.835	N/m <sup>2</sup>
Calculated Avg Shear Stress	5.921	N/m <sup>2</sup>

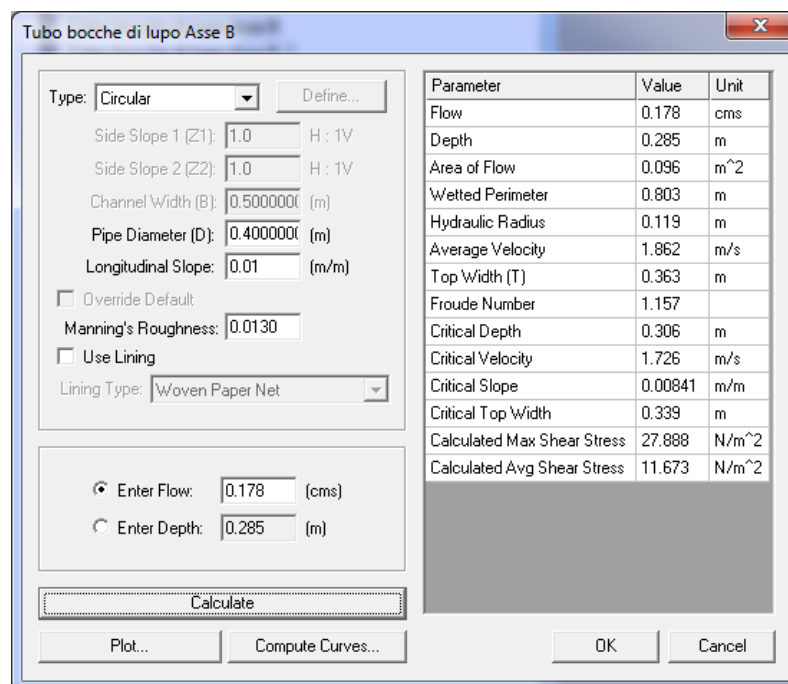
Figura 3: asse B, tubazione sottocunetta D300, verifica idraulica

### 3.2.3 Tubazione sotto pista ciclopedonale

Nella sezione di chiusura identificata in prossimità dell'accesso carraio in corsia direzione Ponte Recchio nella zona di transizione da doppia a singola falda, la tubazione di raccolta acque provenienti dalla caditoie a bocca di lupo presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Diametro della tubazione = 0.4 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*m<sup>q</sup>
- Area sottesa: 2030 m<sup>q</sup>
- Portata di progetto = 0.178 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale del manufatto = 0.01 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Percentuale di riempimento del manufatto,  $h/D = 0.71$

Di seguito si riporta la schermata di verifica della tubazione in oggetto, la quale, ipotizzando un riempimento massimo del 75%, risulta verificata.



**Figura 4: asse B, tubazione sotto pista ciclopedonale D400, sezione terminale, verifica idraulica**

### 3.2.4 Tombino di attraversamento piattaforma stradale in corrispondenza sez. B7

Sempre in corrispondenza della sezione di passaggio della sede stradale da doppia a singola falda, è presente un tombino esistente in cls del diametro nominale 600 mm per l'attraversamento del sedime stradale e successivo scarico delle acque nel fosso di guardia al piede del rilevato in corsia direzione Ponte Recchio. Il tombino in oggetto presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Diametro della tubazione = 0.6 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*m<sup>2</sup>
- Area sottesa: 2030 m<sup>2</sup>
- Portata di progetto = 0.178 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale del manufatto = 0.003 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Percentuale di riempimento del manufatto,  $h/D = 0.72$

Di seguito si riporta la schermata di verifica della tubazione in oggetto, la quale, ipotizzando un riempimento massimo del 75%, risulta verificata.

The screenshot shows a software window titled 'Tombino sez. B7'. On the left, there are input fields for: Type (Circular), Side Slope 1 (Z1) (1.0), Side Slope 2 (Z2) (1.0), Channel Width (B) (0.500000), Pipe Diameter (D) (0.5), Longitudinal Slope (0.003), Manning's Roughness (0.0130), and Lining Type (Woven Paper Net). There are also radio buttons for 'Enter Flow' (0.178 cms) and 'Enter Depth' (0.358 m). A 'Calculate' button is at the bottom. On the right, a table displays calculated parameters:

Parameter	Value	Unit
Flow	0.178	cms
Depth	0.358	m
Area of Flow	0.150	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.008	m
Hydraulic Radius	0.149	m
Average Velocity	1.185	m/s
Top Width (T)	0.451	m
Froude Number	0.655	
Critical Depth	0.288	m
Critical Velocity	1.523	m/s
Critical Slope	0.00561	m/m
Critical Top Width	0.494	m
Calculated Max Shear Stress	10.515	N/m <sup>2</sup>
Calculated Avg Shear Stress	4.384	N/m <sup>2</sup>

Figura 5: asse B, tombino D600 mm attraversamento sedime stradale, verifica idraulica

### 3.2.5 Tombino di attraversamento accesso carraio a progr. 0+157

In corrispondenza della sezione in oggetto è previsto il posizionamento di un tombino in cls del diametro nominale 600 mm per lo scarico delle acque raccolte dalla cunetta alla francese nel fosso di guardia al piede del rilevato in corsia direzione Ponte Recchio. Il tombino in oggetto presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Diametro della tubazione = 0.6 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*mq
- Area sottesa: 510 mq
- Portata di progetto = 0.045 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale del manufatto = 0.0001 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Percentuale di riempimento del manufatto,  $h/D = 0.64$

Di seguito si riporta la schermata di verifica della tubazione in oggetto, la quale, ipotizzando un riempimento massimo del 75%, risulta verificata.

The screenshot shows a software window titled "Tombino sez. ACC.3" with a close button (X) in the top right corner. The window is divided into several sections:

- Type:** A dropdown menu set to "Circular" with a "Define..." button next to it.
- Slope and Width:** "Side Slope 1 (Z1): 1.0 H: 1V", "Side Slope 2 (Z2): 1.0 H: 1V", and "Channel Width (B): 0.5000000 (m)".
- Pipe Diameter (D):** 0.6 (m)
- Longitudinal Slope:** 0.0001 (m/m)
- Options:** "Override Default" (unchecked), "Manning's Roughness: 0.0130", "Use Lining" (unchecked), and "Lining Type: Woven Paper Net".
- Flow/Depth Input:** "Enter Flow: 0.045 (cms)" (selected) and "Enter Depth: 0.382 (m)".
- Buttons:** "Calculate", "Plot...", "Compute Curves...", "OK", and "Cancel".
- Results Table:** A table with columns "Parameter", "Value", and "Unit".

Parameter	Value	Unit
Flow	0.045	cms
Depth	0.382	m
Area of Flow	0.190	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.108	m
Hydraulic Radius	0.171	m
Average Velocity	0.237	m/s
Top Width (T)	0.577	m
Froude Number	0.132	
Critical Depth	0.133	m
Critical Velocity	0.961	m/s
Critical Slope	0.00456	m/m
Critical Top Width	0.499	m
Calculated Max Shear Stress	0.374	N/m <sup>2</sup>
Calculated Avg Shear Stress	0.168	N/m <sup>2</sup>

Figura 6: asse B, tombino D600 mm attraversamento accesso carraio, verifica idraulica

La verifica del fosso di guardia verrà eseguita nella sezione idraulicamente più sollecitata e cioè quella in corrispondenza del tombino esistente nella sezione C2.

### 3.3 ASSE C

Nel tratto in oggetto gli unici manufatti sui quali verrà eseguita la verifica idraulica sono il tombino in progetto in corrispondenza della sezione C2, necessario per convogliare le acque provenienti dalle caditoie a bocca di lupo della rotatoria nel fosso di guardia, e il tombino esistente, posizionato in prossimità della sezione C2, individuato come recapito finale della sistemazione idraulica in oggetto.

Verrà eseguita la verifica idraulica del fosso di guardia 50x50, in quanto la sezione idraulicamente più sollecitata risulta quella immediatamente a monte del tombino esistente D500 in corrispondenza della sezione di progetto C2.

#### 3.3.1 Tombino in progetto di attraversamento sede stradale sez. C2

In corrispondenza della sezione in oggetto è previsto il posizionamento di un tombino in cls del diametro nominale di 500 mm per lo scarico delle acque raccolte dalle caditoie a bocca di lupo prevista lungo la rotatoria in progetto. Il tombino in oggetto presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Diametro della tubazione = 0.6 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*mq
- Area sottesa: 1000 mq
- Portata di progetto = 0.088 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale del manufatto = 0.001 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Percentuale di riempimento del manufatto,  $h/D = 0.64$

Di seguito si riporta la schermata di verifica della tubazione in oggetto, la quale, ipotizzando un riempimento massimo del 75%, risulta verificata.



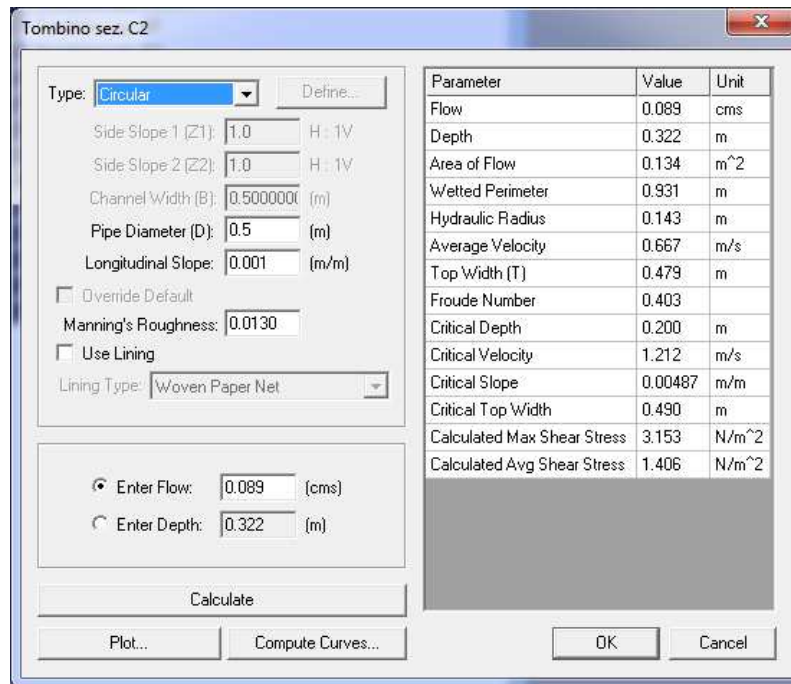


Figura 7: asse C, tombino in progetto D600 mm attraversamento sedime stradale, verifica idraulica

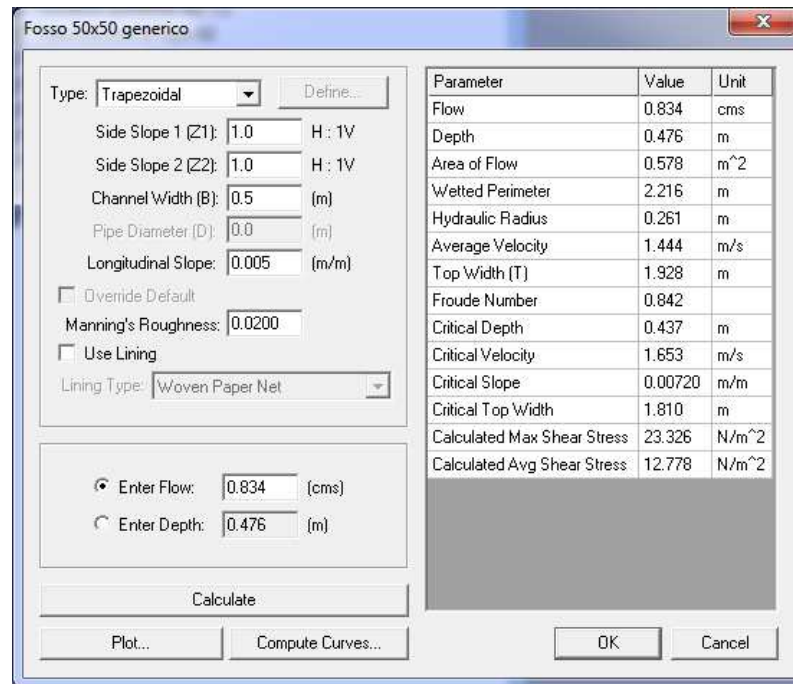
### 3.3.2 Fosso di guardia dim. 50x50 in corrispondenza sez. C2

La verifica della sezione idraulica del fosso di guardia verrà eseguita unicamente in corrispondenza della sezione di progetto C2, in quanto risulta essere la sezione terminale di chiusura per lo smaltimento delle acque di raccolta della nuova sistemazione stradale.

Il fosso di guardia presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Base = 0.5 m
- Altezza = 0.5 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*mq
- Area sottesa: 9480 mq
- Portata di progetto = 0.834 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale media = 0.005 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 50 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Tirante idrico = 0.47 m

Di seguito si riporta la schermata di verifica del fosso in oggetto il quale risulta comunque verificato anche con un riempimento maggiore del 75%.



**Figura 8: asse C, fosso di guardia 50x50 cm, verifica idraulica**

### 3.3.3 Tombino esistente su accesso agricolo in corrispondenza sez. C2

Di seguito verrà effettuata la verifica del tombino, del diametro 500 mm, esistente in corrispondenza dell'accesso agricolo lungo l'asse C. Il tombino in oggetto presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Diametro della tubazione = 0.5 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*mq
- Area sottesa: 9480 mq
- Portata di progetto = 0.834 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale del manufatto = 0.05 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Percentuale di riempimento del manufatto,  $h/D = 0.75$

Di seguito si riporta la schermata di verifica della tubazione in oggetto, la quale, ipotizzando un riempimento massimo del 75%, risulta verificata.

**RACCORDO TRA LA CISPADANA E LA S.P.11**  
**LOTTO 1 - TRATTO DA VIA FARNESE A VIA FILAGNI**  
**Progetto Definitivo - Relazione idrologica e idraulica**

---

Tombino esistente sez. C2

Type: **Circular** Define...

Side Slope 1 (Z1): 1.0 H: 1V  
Side Slope 2 (Z2): 1.0 H: 1V  
Channel Width (B): 0.500000 (m)  
Pipe Diameter (D): 0.500000 (m)  
Longitudinal Slope: 0.05 (m/m)

Override Default  
Manning's Roughness: 0.0120  
 Use Lining  
Lining Type: Woven Paper Net

Enter Flow: 0.834 (cms)  
 Enter Depth: 0.375 (m)

Calculate

Plot... Compute Curves... OK Cancel

Parameter	Value	Unit
Flow	0.834	cms
Depth	0.375	m
Area of Flow	0.158	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.047	m
Hydraulic Radius	0.151	m
Average Velocity	5.280	m/s
Top Width (T)	0.433	m
Froude Number	2.791	
Critical Depth	0.494	m
Critical Velocity	4.256	m/s
Critical Slope	0.03809	m/m
Critical Top Width	0.106	m
Calculated Max Shear Stress	183.770	N/m <sup>2</sup>
Calculated Avg Shear Stress	73.928	N/m <sup>2</sup>

**Figura 9: asse C, tombino esistente D500 mm su accesso agricolo, verifica idraulica**

### 3.4 ASSE D

Il breve asse D rimanente in progetto è costituito dal ramo in direzione Fontevivo della rotatoria in progetto tra la S.P.11 e strada Rosi-Bellena. Lo smaltimento delle acque meteoriche avviene in maniera diretta nei fossi di guardia stradali posti al piede del rilevato in progetto.

La verifica idraulica attinente a questo tratto riguarda il tombino di attraversamento nella sezione D2.

Il fosso di guardia è stato verificato nel capitolo riguardante l'asse C, nella sezione idraulicamente più sollecitata.

#### 3.4.1 Tombino in progetto di attraversamento sede stradale sez. D2

In corrispondenza della sezione in oggetto è previsto il posizionamento di un tombino in cls del diametro nominale di 800 mm per lo scarico delle acque raccolte lungo l'asse B e D. Il tombino in oggetto presenta le seguenti caratteristiche geometrico-idrauliche:

- Diametro della tubazione = 0.8 m
- Contributo specifico: 0.088 l/s\*mq
- Area sottesa: 4490 mq
- Portata di progetto = 0.395 m<sup>3</sup>/s
- Pendenza longitudinale del manufatto = 0.002 m/m
- Coefficiente di scabrezza di Strickler,  $K_s = 75 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
- Percentuale di riempimento del manufatto,  $h/D = 0.60$

Di seguito si riporta la schermata di verifica della tubazione in oggetto, la quale, ipotizzando un riempimento massimo del 75%, risulta verificata.

The screenshot shows a software window titled "Tombino sez. D2" with a close button in the top right corner. The window is divided into several sections:

- Input Parameters:**
  - Type: Circular (dropdown menu)
  - Side Slope 1 (Z1): 1.0 (H: 1V)
  - Side Slope 2 (Z2): 1.0 (H: 1V)
  - Channel Width (B): 0.500000 (m)
  - Pipe Diameter (D): 0.8 (m)
  - Longitudinal Slope: 0.002 (m/m)
  - Override Default:
  - Manning's Roughness: 0.0130
  - Use Lining:
  - Lining Type: Woven Paper Net (dropdown menu)
- Flow/Depth Selection:**
  - Enter Flow:  0.395 (cms)
  - Enter Depth:  0.478 (m)
- Buttons:** Calculate, Plot..., Compute Curves..., OK, Cancel
- Results Table:**

Parameter	Value	Unit
Flow	0.395	cms
Depth	0.478	m
Area of Flow	0.313	m <sup>2</sup>
Wetted Perimeter	1.414	m
Hydraulic Radius	0.222	m
Average Velocity	1.260	m/s
Top Width (T)	0.785	m
Froude Number	0.636	
Critical Depth	0.377	m
Critical Velocity	1.694	m/s
Critical Slope	0.00436	m/m
Critical Top Width	0.799	m
Calculated Max Shear Stress	9.374	N/m <sup>2</sup>
Calculated Avg Shear Stress	4.346	N/m <sup>2</sup>

Figura 10: asse D, tombino cls D400 mm attraversamento sede stradale, verifica idraulica

### 3.5 ASSE E

Il tratto corrispondente all'asse E, facente parte del tratto urbano, verrà drenato utilizzando il sistema di smaltimento attualmente esistente e provvedendo all'adeguamento, ove necessario, a seguito dei lavori. E' previsto l'inserimento di tre caditoie tipo bocca di lupo nel tratto di accesso al parcheggio.