

**too**  
studio

progettista incaricato

arch. **Marco Denti**  
E [marco.denti@too-too.it](mailto:marco.denti@too-too.it)  
P.IVA 02560720357

gruppo di lavoro

arch. **Monica Gambini**  
E [monica.gambini@too-too.it](mailto:monica.gambini@too-too.it)  
P.IVA 02307510350

arch. **Cristina Toni**  
E [cristina.toni@too-too.it](mailto:cristina.toni@too-too.it)  
P.IVA 02668410356

via O. Tenni 128/B  
42123 Reggio Emilia  
T +39 0522 569338  
E [info@too-too.it](mailto:info@too-too.it)  
[www.too-too.it](http://www.too-too.it)

committente **COMUNE DI SANT'ILARIO D'ENZA (capofila)**

**COMUNE DI GATTATICO**

responsabile unico  
del procedimento arch. **Marco Votta**

progetto **PROGETTAZIONE DELLA VIA CICLO-PEDONALE TRA  
LE LOCALITA' DI SANT'ILARIO D'ENZA - TANETO E  
PONTE ENZA**

fase **PROGETTO DEFINITIVO**

titolo elaborato **RELAZIONE IDRAULICA**

emissione **19 luglio 2019**

aggiornamento **-**

DOCUMENTO

**R.06**

scala

-

1915

sommario

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTI ED INTERVENTI DI PROGETTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3. VERIFICA DEI LIVELLI NEI CORPI IDRICI .....</b>	<b>8</b>
<b>4. VERIFICA DELLA NUOVA TUBAZIONE .....</b>	<b>10</b>

## **1. PREMESSA**

Il presente Progetto Definitivo ha come scopo l'affinamento tecnico degli interventi atti al potenziamento ed alla messa in sicurezza dei percorsi ciclopedonali di collegamento tra i Comuni di Sant'Ilario d'Enza e Gattatico, con l'obiettivo di ridurre il rischio di incidentalità nei percorsi di collegamento, incentivando l'utilizzo della bicicletta e dei mezzi pubblici. Tale fase progettuale sviluppa le scelte e le soluzioni precedentemente individuate nello studio di fattibilità approvato con Delibera di Giunta Comunale n°70 del 30/08/2018 e che è stato ammesso al finanziamento con Delibera di Giunta Regionale n°1873 del 12/11/2018.

L'intervento in oggetto interessa quindi i Comuni di Gattatico e Sant'Ilario d'Enza con eventuali connessioni con la Provincia di Parma e, in particolare il Comune di Parma, relativamente al percorso Sant'Ilario – Ponte Enza attestato sulla SS n°9.

Sostanzialmente la viabilità interessata dalle due ciclopedonali in progetto è il tratto di Via Emilia SS.9 - via XXV Aprile Ovest (ricompreso tra l'abitato di Sant'Ilario d'Enza e la località Ponte Enza - Comune di Gattatico) ed il tratto che ricomprende via Montegrappa (Comune di Sant'Ilario d'Enza) e via D. Manfredi (Comune di Gattatico).

Gli obiettivi primari attesi come esito di tali interventi sono: 1) l'incentivazione degli spostamenti con mezzi alternativi all'automobile; 2) la facilitazione dei collegamenti delle frazioni (Taneto e Ponte Enza) con il centro urbano attrattore (Sant'Ilario d'Enza): utenza pendolare (lavoratori, studenti), utenza generica (residenti, visitatori); 3) la riduzione del rischio incidentalità per effetto della presenza di percorsi dedicati e non in sede promiscua (in particolare per quanto concerne il tratto extraurbano lungo la SS n.9, via Emilia); 4) la facilitazione dell'accesso ai mezzi pubblici (autobus, treni) utilizzando in sicurezza la rete delle ciclopedonali.

Nella presente relazione saranno trattati gli aspetti idraulici relativamente alle opere previste in progetto.

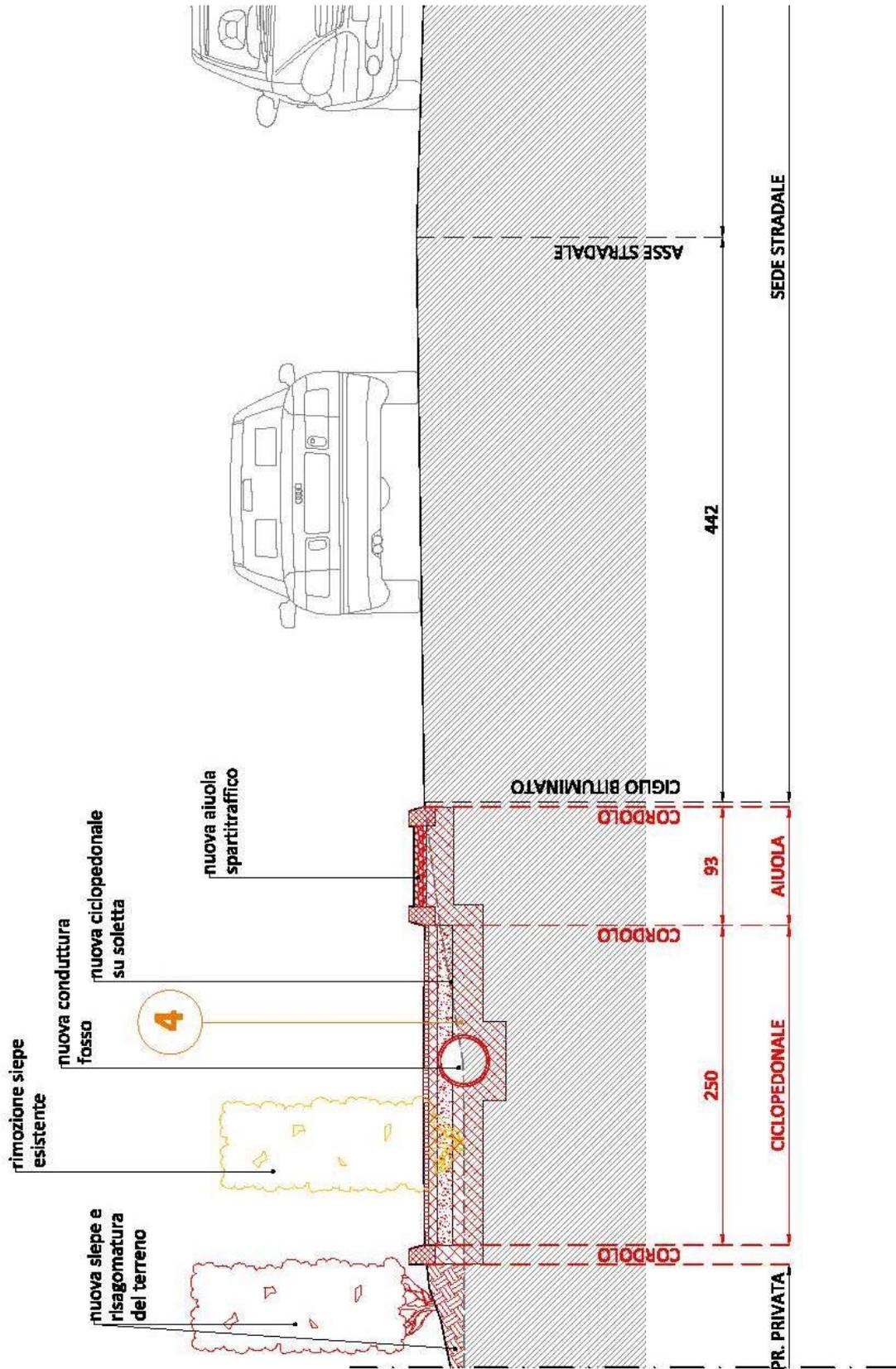
## **2. INQUADRAMENTI ED INTERVENTI DI PROGETTO**

Allo stato attuale, nel tratto di SS9 oggetto di intervento, le acque meteoriche sono drenate da fossi di scolo posti accanto alla viabilità.

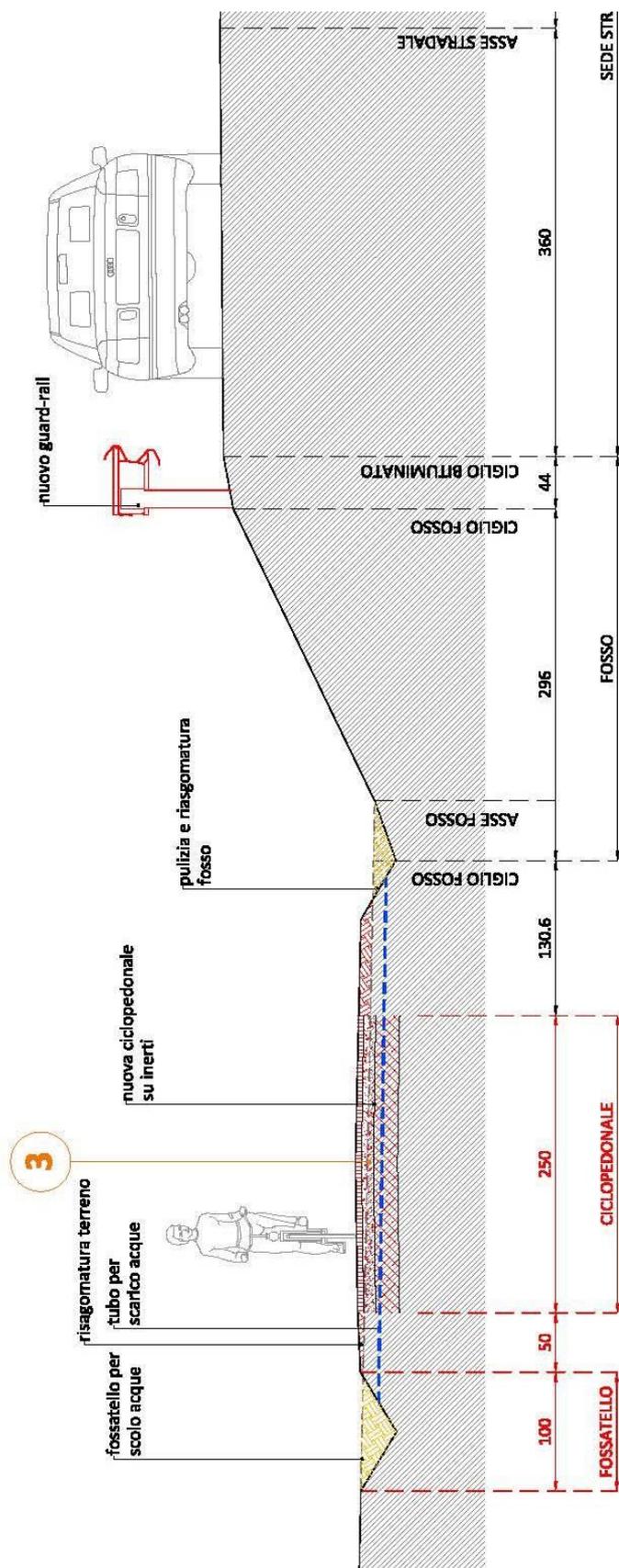
Il completamento della pista ciclopedonale nel tratto ricompreso tra il centro abitato di S. Ilario d'Enza e la località Ponte Enza, comporta la modifica dell'assetto attuale della rete di drenaggio delle acque senza modificarne i corpi idrici ricettori finali. Il progetto, infatti, in alcuni casi, prevede il tombamento del canale esistente al di sotto della pista ciclopedonale, presso il centro abitato (vedere Tav. 08 e 10) oppure la realizzazione di un secondo fosso sul lato campagna della pista ma comunque collegato al fosso principale tramite condotte passanti al di sotto della pista ad un interasse di circa 30-35 metri (vedere Tav. 07 e 09).

Di seguito di riportano in estratto (per documentazione completa vedere Tav. 11 e 12) i tipologici delle sezioni relative alla pista presso il centro abitato con tombamento dell'esistente fosso di scolo e alla pista alla base del rilevato stradale all'esterno del centro abitato.

TIPOLOGICO TRATTO URBANO



TIPOLOGICO TRATTO EXTRAURBANO



Gli interventi previsti pertanto non trasformano significativamente l'attuale assetto della raccolta delle acque del piano stradale: anche nella zona del centro abitato, laddove si prevede il

tombamento, l'incremento delle superfici impermeabili è minimo e non cambia in modo sostanziale le caratteristiche degli scoli esistenti. Per quanto riguarda il tratto in campagna, la nuova ciclabile viene posta oltre l'esistente fosso di guardia del rilevato stradale. In questo caso, laddove il tracciato deve accostarsi alla strada presso gli innesti delle proprietà private è prevista l'estensione, strettamente necessaria, degli esistenti passaggi tombati utilizzando analoghe sezioni di scarico.

Nel paragrafo seguente si riporta pertanto il calcolo della portata massima attesa in corrispondenza del fosso ricettore, considerando gli incrementi di superficie impermeabile indotti in particolare dagli interventi previsti nel tratto urbano.

Il fosso di scolo posto accanto alla viabilità, in seguito agli interventi di progetto, comporta il drenaggio delle seguenti aree stradali:

TIPOLOGIA [DESCRIZIONE]	SUPERFICIE [M2]	COEFF. IMP. [%]
STRADA ASFALTATA	1152.00	0.90
PEDONALE E ACCESSI CARRAI	747.00	0.80
AIUOLE	150.00	0.80
<b>TOTALE</b>	<b>2049.00</b>	<b>0.86</b>

Il grado di impermeabilizzazione ( $I$ ) del bacino definito dal rapporto tra la superficie impermeabile totale e la superficie totale del lotto calcolata:

$$I = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{S_{tot}}$$

Dove  $S_i$  sono le superfici scolanti dei lotti ed  $\varphi_i$  sono i coefficienti di impermeabilizzazione corrispondenti a ciascuna tipologia di superficie. Il grado di impermeabilizzazione del lotto nello stato di fatto risulta quindi il seguente:

<b>GRADO DI IMPERMEABILIZZAZIONE I</b>	<b>0,86</b>
--	-------------

Conoscendo il grado di impermeabilizzazione del bacino si determina il coefficiente di afflusso del bacino mediante la formulazione proposta dal Centro Studi Deflussi Urbani:

$$\psi = \psi_{perm} \cdot (1 - I) + \psi_{imp} \cdot I$$

Dove i coefficienti di contributo al deflusso delle aree permeabili  $\psi_{perm}$  e delle aree impermeabili  $\psi_{imp}$  sono assunti in funzione del tempo di ritorno T di progetto secondo la seguente tabella:

T (ANNI)	$\psi_{perm}$	$\psi_{imp}$
<2	0,00÷0,15	0,60÷0,75
2÷10	0,10÷0,25	0,65÷0,80
>10	0,15÷0,30	0,70÷0,90

Per il calcolo della portata critica di pioggia, nel caso presente, sono stati considerati scenari di calcolo con tempi di ritorno sempre superiori ai 10 anni. Di conseguenza per la stima dei coefficienti di afflusso delle superfici scolanti si considerano i valori dei contributi al deflusso per la formula del CSDU per tempi di ritorno maggiori di 10 anni. Nel caso presente, a favore di sicurezza, si è ipotizzato che il contributo delle superfici impermeabili  $\psi_{imp}$  sia pari a 0,8 mentre quello delle superfici permeabili  $\psi_{perm}$  sia uguale a 0,2.

Il coefficiente di afflusso che ne deriva per lo stato di progetto è il seguente:

<b>COEFFICIENTE DI AFLUSSO</b>	<b>0,71</b>
--------------------------------	-------------

Noto il coefficiente di afflusso si determina la portata massima attesa allo scarico mediante la formula della portata derivante dal metodo cinematico:

$$Q = 2,78 \cdot S_{TOT} \cdot \psi \cdot a \cdot (T_0)^{n-1}$$

Dove 2,78 è un coefficiente correttivo per le unità di misura,  $S_{TOT}$  è la superficie totale del lotto in ettari,  $\psi$  è il coefficiente di afflusso,  $T_0$  è il tempo di corrivazione (in ore) ed a ed n sono i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno.

Il valore del tempo di corrivazione è stato determinato mediante la formula URBIS:

$$T_0 = t_e + \frac{t_r}{1,5}$$

Dove  $t_e$  è il tempo di ingresso in fognatura (variabile tra 5 e 20 minuti) e  $t_r$  è il tempo di rete ovvero il tempo di percorrenza con cui la portata può raggiungere la sezione di chiusura seguendo il tragitto più lungo. Nel caso presente si impone il tempo di ingresso pari a 10 minuti mentre il tempo di rete è calcolato come il rapporto tra la lunghezza massima del percorso (circa 150 metri) e la velocità con cui transita il flusso (imposto 0,5 m/s).

Con i valori sopra descritti si ottiene quindi un tempo di corrivazione pari a:

<b>TEMPO DI CORRIVAZIONE T<sub>0</sub> [ORE]</b>	<b>0,22</b>
--	-------------

Prima di procedere al calcolo della portata occorre infine definire i parametri "a" ed "n" della curva di possibilità pluviometrica. Per tempi di ritorno di 20 anni sono stati considerati i parametri delle curve di possibilità pluviometrici per il Comune di Sant'Ilario d'Enza dedotti dalle pubblicazioni di IRETI S.p.a. per durate inferiori all'ora.

T (ANNI)	DURATA	A	N
10	< 1 ORA	48.75	0.575
20	< 1 ORA	57.15	0.556
50	< 1 ORA	68.03	0.538

Dato che il tempo di corrivazione T<sub>0</sub> risulta inferiore all'ora, per la definizione della portata critica di pioggia si farà riferimento alla curva pluviometrica ventennale per durate inferiori all'ora, ottenendo, per i tre valori del tempo di ritorno (10,20,50 anni) i seguenti valori:

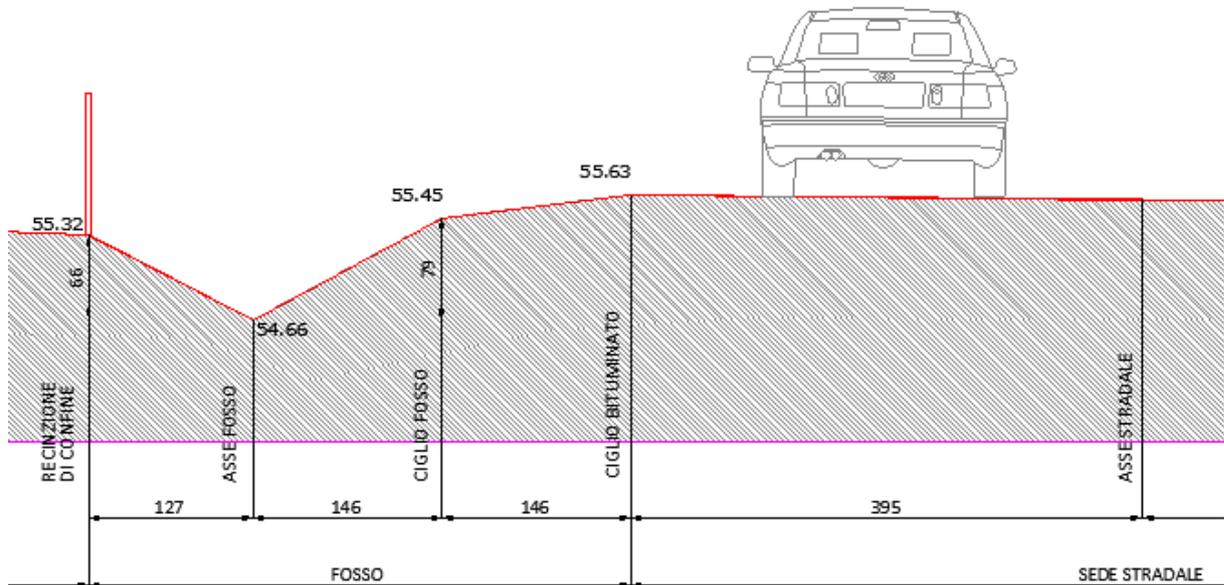
$$Q_{max,Tr10,D<1\ ora} = 2,78 \cdot 0,2049 \cdot 0,71 \cdot 48,75 \cdot (0,22)^{0,575-1} = 37,56 \text{ l/s}$$

$$Q_{max,Tr20,D<1\ ora} = 2,78 \cdot 0,2049 \cdot 0,71 \cdot 57,15 \cdot (0,22)^{0,556-1} = 45,31 \text{ l/s}$$

$$Q_{max,Tr50,D<1\ ora} = 2,78 \cdot 0,2049 \cdot 0,71 \cdot 68,03 \cdot (0,22)^{0,538-1} = 55,41 \text{ l/s}$$

### 3. VERIFICA DEI LIVELLI NEI CORPI IDRICI

Il fosso ricettore esistente, ai piedi del rilevato stradale, presenta una pendenza media dell'ordine del 3,4 ‰. La sezione del fosso, nella porzione terminale del tratto di intervento, presenta una sezione triangolare con larghezza di 2,73 metri e inclinazione delle sponde prossime ad 1:2 come visibile dalla seguente sezione tipo di rilievo (Sezione I).



Note le caratteristiche geometriche medie del fosso esistente ed i valori di portata di progetto, è possibile verificare se le dimensioni del corpo idrico esistente risultano sufficienti per lo smaltimento delle acque drenate.

Si procede quindi al calcolo della portata secondo l'equazione di Chezy:

$$Q = \chi A \sqrt{R_H i} = k_s R_H^{1/3} A \sqrt{R_H i}$$

Dove:

$k_s$  è la scabrezza del fosso nella forma di Gaukler Strickler, posto pari a  $35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ;

$A$  è l'area idrica nel fosso;

$R_H$  è il raggio idraulico, dato dal rapporto tra l'area idrica ed il perimetro bagnato;

$i$  è la pendenza media del corpo idrico.

Dalla geometria del fosso esistente si determinano le variabili dell'equazione procedendo per tentativi al variare del tirante idrico nel corpo idrico fino a quando il valore di portata ottenuto non coincide con il valore di progetto. Da tale calcolo si ottiene quindi il valore del tirante idrico nel fosso verificando se la portata di progetto rimane contenuta entro le sponde di esso.

Tale metodo è stato automatizzato mediante l'utilizzo di un foglio di calcolo di Microsoft Excel ottenendo i seguenti valori dei tiranti idrici:

TR [ANNI]	PENDENZA [-]	SCABREZZA [m <sup>1/3</sup> /s]	PORTATA PROGETTO [l/s]	COEFF. ANG. SPONDA SX [-]	COEFF. ANG. SPONDA DX [-]	LARGHEZZA PELO LIBERO [m]
10	0.0034	35	37.56	0.5197	0.5411	0.81
20	0.0034	35	45.31	0.5197	0.5411	0.87
50	0.0034	35	55.41	0.5197	0.5411	0.94

TIRANTE IDRICO [m]	AREA BAGNATA [m <sup>2</sup> ]	PERIMETRO BAGNATO [m]	RAGGIO IDRAULICO [m]	PORTATA [l/s]	VELOCITA' [m/s]
0.214	0.087	0.89	0.098	37.560	0.433
0.230	0.100	0.95	0.105	45.310	0.454
0.248	0.116	1.03	0.113	55.410	0.477

Come visibile dai risultati sopra mostrati, le portate idriche nei tre scenari di progetto (tempo di ritorno pari a 10, 20 e 50 anni) risultano sempre contenute entro le sponde del canale con franchi sempre superiori a 40 cm rispetto alla sponda più bassa.

#### 4. VERIFICA DELLA NUOVA TUBAZIONE

Il dimensionamento del tratto di fosso che si prevede di tombare parte dal vincolo di diametro presente a livello della recente rotonda, eseguita proprio all'inizio del centro abitato di S. Ilario d'Enza. In questa il tombamento del precedente fosso di raccolta risulta eseguito con tubo di diametro 400mm.

Per l'intervento di progetto, che verrà eseguito per i duecentocinquanta metri a monte di tale rotonda, è stata valutata l'estensione di tale soluzione e pertanto di seguito si riportano gli esiti delle verifiche di calcolo del grado di riempimento della condotta per le portate Tr 20 e Tr 50.

Di seguito si riportano le tabelle di calcolo delle principali grandezze idrauliche derivate da un foglio automatizzato di calcolo basato sulle grandezze adimensionali che determinano il funzionamento idraulico per condotte circolari.

Nel presente caso si è verificato quindi il grado di riempimento, il tirante idrico e le ulteriori grandezze idrauliche, per una condotta di caratteristiche identiche a quella già utilizzata per i tombamenti esistenti ovvero PVC SN4 DN400 con scabrezza pari a 90 m<sup>1/3</sup>/s e pendenza 3,4 ‰. Le portate di progetto considerate sono quelle corrispondenti alla Tr20 e Tr50.

Come visibile dalle tabelle riportate, le portate di progetto risultano sempre contenute all'interno della condotta con gradi di riempimento sempre inferiori al 50%.

**COLLETTORE TERMINALE - PORTATA TR20**

Strickler

PVC S14 SDR41 400

MATERIALE: PVC S14 SDR41 400

COEFF. SCABREZZA: 90 m<sup>1/3</sup>/s Valore da norma UNI12056-2

DIAMETRO INT.: 380.4 mm

PENDENZA: 0.34 %

Area bagnata: 0.114 m<sup>2</sup>

Perimetro bagnato: 1.195 m

Rh: 0.0951 m

PORTATA MAX [Q<sub>p</sub>]: 0.124 m<sup>3</sup>/s

VELOCITA' MAX [V<sub>r</sub>]: 1.093 m/s

Portata obiettivo: 45.31 l/s

TABELLE ADIMENSIONALIZZATE DELLE PRINCIPALI GRANDEZZE GEOMETRICHE PER TUBI CIRCOLARI

h/D	P/D	A/D <sup>2</sup>	R/D	V/V <sub>r</sub>	Q/Q <sub>p</sub>	h	P	A	R	V	Q	INT.	h	P	A	R	V	GrD %
0.05	0.45	0.015	0.033	0.257	0.005	0.01902	0.171	0.00217	0.013	0.281	0.621							
0.10	0.64	0.041	0.064	0.401	0.021	0.03804	0.243	0.00593	0.024	0.438	2.610							
0.15	0.8	0.074	0.093	0.517	0.049	0.05706	0.304	0.01071	0.035	0.565	6.089							
0.20	0.93	0.112	0.121	0.615	0.088	0.07608	0.354	0.01621	0.046	0.672	10.935							
0.25	1.05	0.153	0.147	0.701	0.137	0.0951	0.399	0.02214	0.056	0.766	17.024							
0.30	1.16	0.198	0.171	0.776	0.196	0.11412	0.441	0.02865	0.065	0.848	24.355							
0.35	1.27	0.245	0.193	0.843	0.263	0.13314	0.483	0.03545	0.073	0.922	32.681							
0.40	1.37	0.293	0.214	0.902	0.337	0.15216	0.521	0.04240	0.081	0.986	41.876	X	0.159	0.534	0.04493	0.08393	1.00609	41.75%
0.45	1.47	0.343	0.233	0.954	0.416	0.17118	0.559	0.04963	0.089	1.043	51.693							
0.50	1.57	0.393	0.250	1.000	0.500	0.19002	0.597	0.05687	0.095	1.093	62.131							
0.55	1.67	0.443	0.265	1.039	0.586	0.20922	0.635	0.06410	0.101	1.136	72.818							
0.60	1.77	0.492	0.278	1.072	0.672	0.22824	0.673	0.07119	0.106	1.172	83.504							
0.65	1.88	0.54	0.288	1.099	0.756	0.24726	0.715	0.07814	0.110	1.202	93.942							
0.70	1.98	0.587	0.296	1.120	0.837	0.26628	0.753	0.08494	0.113	1.225	104.008							
0.75	2.09	0.632	0.302	1.133	0.912	0.2853	0.795	0.09145	0.115	1.239	113.327							
0.80	2.21	0.674	0.304	1.140	0.977	0.30432	0.841	0.09753	0.116	1.246	121.404							
0.85	2.35	0.711	0.303	1.137	1.030	0.32334	0.894	0.10288	0.115	1.243	127.990							
0.90	2.5	0.744	0.298	1.124	1.066	0.34236	0.951	0.10766	0.113	1.229	132.464							
0.95	2.69	0.771	0.286	1.095	1.074	0.36138	1.023	0.11157	0.109	1.197	133.458							
1.00	3.14	0.785	0.250	1.000	1.000	0.3804	1.194	0.11359	0.095	1.093	124.262							

**COLLETTORE TERMINALE - PORTATA TR50**

Strickler

PVC SN4 SDR41 400

MATERIALE: PVC SN4 SDR41 400

COEFF. SCABREZZA: 90 m<sup>1/2</sup>/s Valore da norma UNI12056-2

DIAMETRO INT.: 380,4 mm

PENDENZA: 0,34 %

Area bagnata: 0,114 m<sup>2</sup>

Perimetro bagnato: 1,195 m

Rh: 0,0951 m

PORTATA MAX [Qr]: 0,124 m<sup>3</sup>/s

VELOCITA' MAX [Vr]: 1,093 m/s

Portata obiettivo: 55.41 l/s

TABELLE ADIMENSIONALIZZATE DELLE PRINCIPALI GRANDEZZE GEOMETRICHE PER TUBI CIRCOLARI

h/D	P/D	A/D <sup>2</sup>	R/D	V/Vr	Q/Qr	h	P	A	R	V	Q	INT.	h	P	A	R	V	GfD %
0.05	0.45	0.015	0.033	0.257	0.005	0.01902	0.171	0.00217	0.013	0.281	0.621							
0.10	0.64	0.041	0.064	0.401	0.021	0.03804	0.243	0.00593	0.024	0.438	2.610							
0.15	0.8	0.074	0.093	0.517	0.049	0.05706	0.304	0.01071	0.035	0.565	6.089							
0.20	0.93	0.112	0.121	0.615	0.088	0.07608	0.354	0.01621	0.046	0.672	10.935							
0.25	1.05	0.153	0.147	0.701	0.137	0.0951	0.399	0.02214	0.056	0.766	17.024							
0.30	1.16	0.198	0.171	0.776	0.196	0.11412	0.441	0.02865	0.065	0.848	24.355							
0.35	1.27	0.245	0.193	0.843	0.263	0.13314	0.483	0.03545	0.073	0.922	32.681							
0.40	1.37	0.293	0.214	0.902	0.337	0.15216	0.521	0.04240	0.081	0.986	41.876							
0.45	1.47	0.343	0.233	0.954	0.416	0.17118	0.559	0.04963	0.089	1.043	51.693	X	0.178	0.573	0.05221	0.09094	1.06100	46.78%
0.50	1.57	0.393	0.250	1.000	0.500	0.1902	0.597	0.05687	0.095	1.093	62.131							
0.55	1.67	0.443	0.265	1.039	0.586	0.20922	0.635	0.06410	0.101	1.136	72.818							
0.60	1.77	0.492	0.278	1.072	0.672	0.22824	0.673	0.07119	0.106	1.172	83.504							
0.65	1.88	0.54	0.288	1.099	0.756	0.24726	0.715	0.07814	0.110	1.202	93.942							
0.70	1.98	0.587	0.296	1.120	0.837	0.26628	0.753	0.08494	0.113	1.225	104.008							
0.75	2.09	0.632	0.302	1.133	0.912	0.2853	0.795	0.09145	0.115	1.239	113.327							
0.80	2.21	0.674	0.304	1.140	0.977	0.30432	0.841	0.09753	0.116	1.246	121.404							
0.85	2.35	0.711	0.303	1.137	1.030	0.32334	0.894	0.10288	0.115	1.243	127.990							
0.90	2.5	0.744	0.298	1.124	1.066	0.34236	0.951	0.10766	0.113	1.229	132.464							
0.95	2.69	0.771	0.286	1.095	1.074	0.36138	1.023	0.11157	0.109	1.197	133.458							
1.00	3.14	0.785	0.250	1.000	1.000	0.3804	1.194	0.11359	0.095	1.093	124.262							