



# COMUNE DI PADOVA

Settore Lavori Pubblici

## PROGETTO ESECUTIVO

### ADEGUAMENTO DELLE CONDOTTE FOGNARIE IN VIALE DELL'INDUSTRIA

N° Progetto  
2018 / 059 - 2018 / 060

Nome file  
APPR\_02\_PE\_B\_RELAZIONE\_IDRAULICA.doc

Data  
Ottobre 2018

CUP  
H99E18000030004  
H99E18000040004

LL.PP.  
OPI 2018 / 059  
OPI 2018 / 060

Elaborato

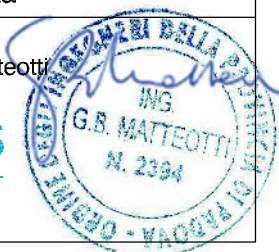
**B**

RELAZIONE IDRAULICA

Progettista

Ing. Giovanni Battista Matteotti

**mass**  
INGEGNERIA E ARCHITETTURA SRL  
Via Sorio 33/a, 35141 PADOVA  
TEL.049-8755005 - FAX 049-8755009



RUP

Ing. Massimo Benvenuti

Capo Settore LL.PP.

Ing. Massimo Benvenuti

# RELAZIONE IDRAULICA

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE .....</b>	<b>2</b>
<b>3. ACQUISIZIONE DATI FOGNATURA ESISTENTE.....</b>	<b>4</b>
<b>4. DESCRIZIONE DELLE OPERE.....</b>	<b>5</b>
4.1. POSA NUOVO SCATOLARE .....	5
4.2. CONNESSIONI ALLA RETE ESISTENTE .....	7
4.3. PULIZIA DELLE CANALIZZAZIONI ESISTENTI .....	7
<b>5. VERIFICHE IDRAULICHE.....</b>	<b>8</b>
5.1. METODOLOGIA DELLA MODELLAZIONE.....	8
5.2. IL MODELLO GEOMETRICO DELLA RETE FOGNARIA .....	8
5.3. ANALISI IDROLOGICA.....	10
5.4. VERIFICA DEI COLLETTORI .....	10
5.4.1. <i>Stato di fatto</i> .....	10
1.1.1. <i>Stato Di Progetto</i> .....	13

## 1. PREMESSA

Da alcuni anni ormai sono note le criticità del sistema fognario di Viale delle Industrie nella zona industriale di Padova. In passato, infatti, alcune delle attività ubicate sul lato nord della carreggiata hanno subito allagamenti a seguito di eventi pluviometrici particolarmente intensi.

All'evidenza dei fenomeni occorsi è stato inoltre dato riscontro oggettivo con il modello matematico della rete fognaria implementato da AcegasAPSAmgg, gestore dei servizi di fognatura e depurazione nel Comune di Padova, in fase di redazione dello Studio di Fattibilità preliminare delle opere.

La modellazione dei fenomeni idraulici e idrologici con tempo di ritorno statistico di 5 e di 10 anni, è stata eseguita dopo un'accurata ricerca cartografica e un rilievo dell'esistente, e ha coinvolto circa 92 Ha idrograficamente compresi nel bacino del Canale Fossetta e ha tenuto conto sia del funzionamento degli impianti idrovori di scarico che delle caratteristiche geometriche delle condotte.

Le opere in oggetto costituiscono dunque il potenziamento necessario alla soluzione definitiva delle insufficienze della rete esistente conseguenza sia del sottodimensionamento originario delle condotte che dall'aumento dell'intensità delle piogge che dalla vetustà delle infrastrutture presenti.

Le somme messe a disposizione dall'Amministrazione comunale andranno quindi sia a potenziare il sistema fognario con la posa di nuovi collettori che a ripristinare l'efficienza delle sezioni esistenti con una operazione di pulizia e sgrigliatura dei pozzetti e delle tubazioni.

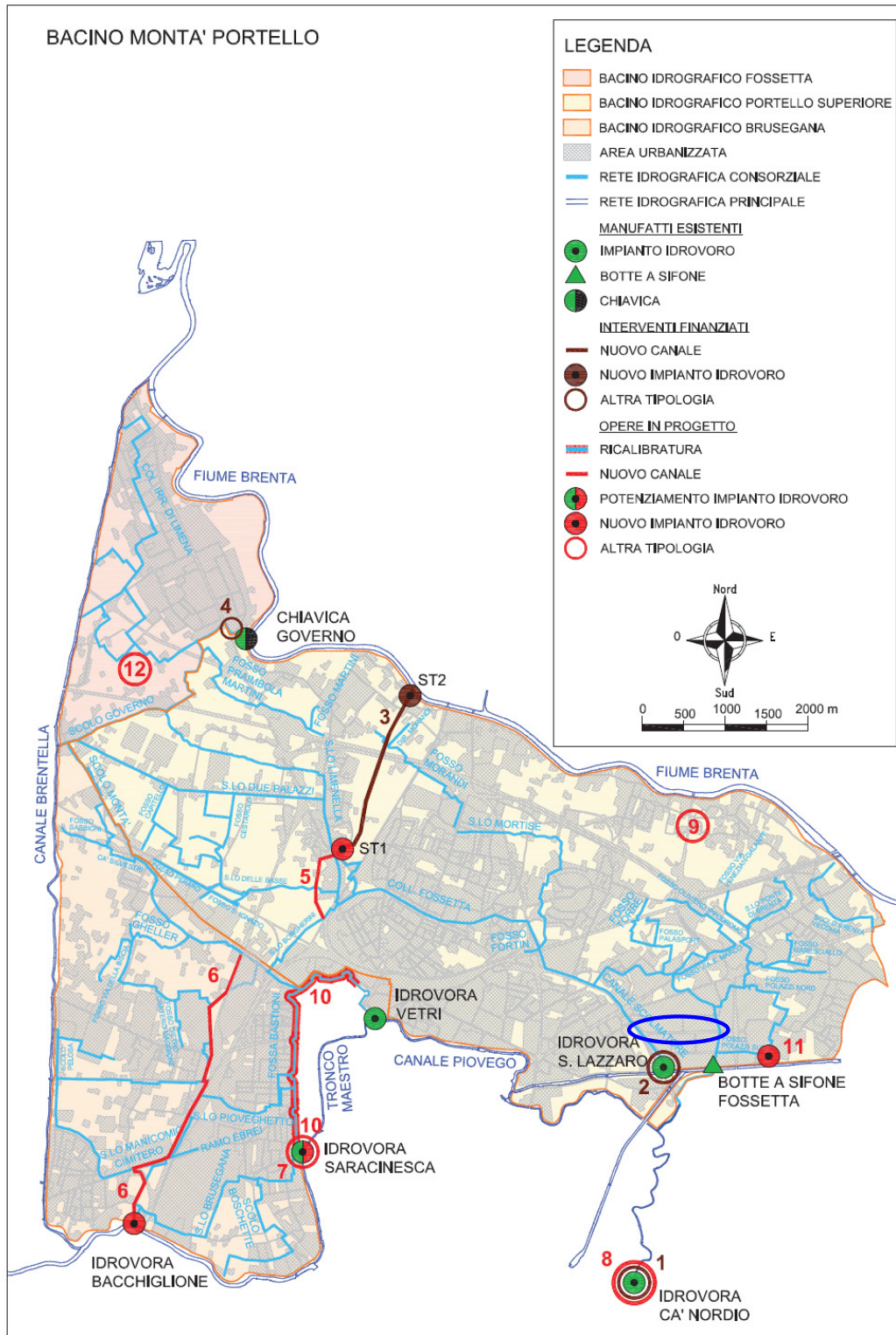
Con il presente progetto si prevede la posa di una condotta di forma scatolare (dimensioni 1600 x 1000 mm) lungo la carreggiata nord di Via delle industrie e alla sua connessione con la rete esistente. La nuova linea avrà il compito di scolare le portate in eccesso dalle condotte esistenti e recapitarle in due direzioni:

- Verso Ovest nel canale consortile Scolmatore (intubato) che scorre a lato della linea ferroviaria esistente e recapita le acque verso il canale Piovego sfruttando, quando necessario, l'impianto idrovoro di San Lazzaro.
- Verso Est nel canale consortile Fossetta (anch'esso intubato in questo tratto) che sottopassa il canale Piovego e recapita le acque direttamente in Bacchiglione sfruttando, quando necessario, il sollevamento meccanico all'idrovora di Ca' Nordio.

La nuova tubazione si sviluppa per una lunghezza complessiva di circa 900m, dei quali circa un terzo con pendenza verso ovest e due terzi con pendenza verso est; la tubazione è comunque interamente collegata in modo che possa essere sfruttato un recapito o l'altro in funzione del livello di riempimento dei ricettori, ed in sostanza distribuendo sulle due linee consortili le portate generate dal bacino.

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area della Zona Industriale di Padova fa parte del bacino idraulico "Fossetta", che occupa la zona est della città, ha estensione di circa 3'220 Ha, ed è delimitata dal fiume Brenta a nord e dal canale Piovego a sud. L'area comprende gli insediamenti urbani di Pontevigodarzere, Arcella, Mortise, Ponte di Brenta e Noventa Padovana; il Bacino "Fossetta" è attraversato, da Ovest verso Est, dal canale omonimo, che scola le proprie acque in parte a gravità nel Roncayette, in parte a seguito di sollevamento meccanico (idrovora S.Lazzaro – 15 m<sup>3</sup> /sec) con scarico nel canale Piovego.

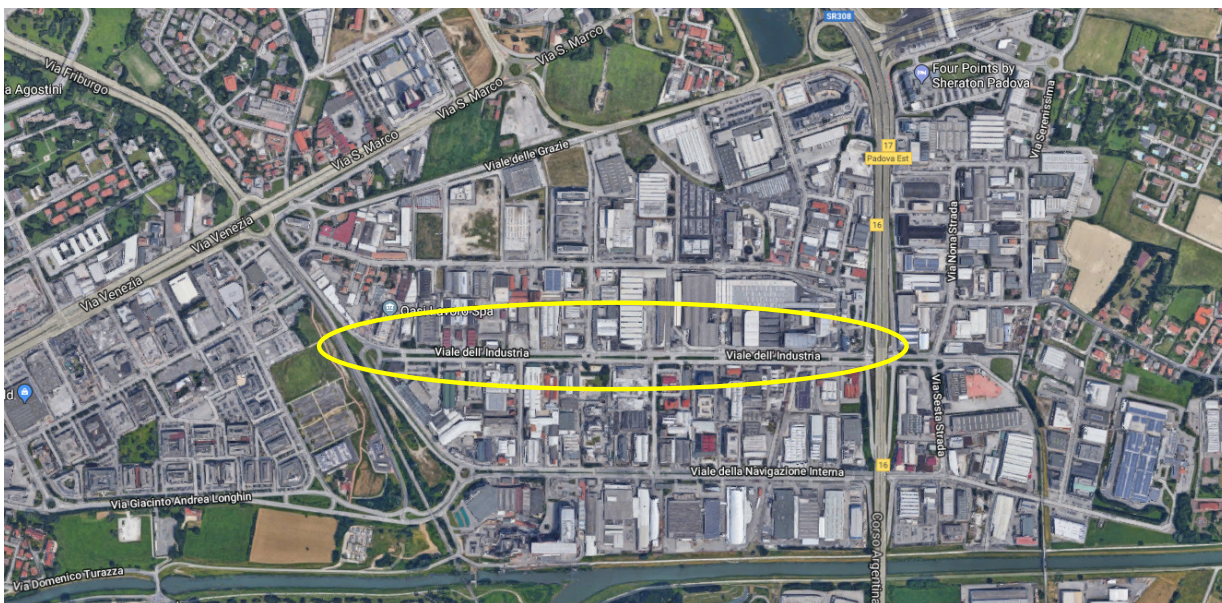


**Cartografia del Bacino Montà Portello (da PGBTTR) ed indicazione della zona di intervento (in blu)**



L'area oggetto di studio è ubicata nella parte centrale della prima zona industriale ed è compresa a ovest da un rilevato ferroviario di proprietà del consorzio Z.I.P. e a est dal viadotto della tangenziale.

Dal punto di vista idraulico l'area recapita le sue portate meteoriche in due distinti recettori. Ad ovest conferisce all'impianto idrovoro di San Lazzaro, che solleva le acque nel fiume Piovego. Ad est le condotte esistenti si innestano nel collettore Fossetta che, attraverso una botte a sifone, sottopassa il Piovego prosegue verso sud e raggiunge l'impianto idrovoro di Cà Nordio che solleva le acque al Canale Roncayette.



**Foto aerea della Zona industriale di Padova delimitata a sud del Canale Piovego**

Dal punto di vista altimetrico Via delle industrie è quasi del tutto pianeggiante. E' possibile apprezzare un dislivello dell'ordine di 1 metro tra l'estremo ovest (+11 m s.l.m. circa) e quello est (+10 m s.l.m. circa).

### 3. ACQUISIZIONE DATI FOGNATURA ESISTENTE

Il tracciato plano-altimetrico delle condotte fognarie esistenti (bianche / miste / nere) nonché delle condotte consortili è stato fornito da AcegasApsAmga, che negli ultimi anni ha provveduto ad informatizzare integralmente la rete di propria competenza, a seguito di una approfondita campagna di rilievo.

Va segnalato che per quanto riguarda la condotta consortile Scolmatore (lato ovest) non è stato possibile rinvenire in superficie i pozzetti di ispezione, pertanto è stata effettuata una ulteriore ricerca cartografica con i tecnici di AcegasApsAmga, che ha permesso di individuare con più precisione il tracciato della stessa, in particolare con l'obiettivo di individuare il punto di recapito adatto laddove la condotta esistente si allontana dal rilevato ferroviario esistente.

## 4. DESCRIZIONE DELLE OPERE

### 4.1. Posa nuovo scatolare

Osservando il tracciato da ovest verso est, le opere in progetto prevedono in prima battuta la posa di un telaio in acciaio zincato sulla parete est dello scolmatore in ingresso all'idrovora San Lazzaro e la creazione di foro rettangolare nel quale innestare lo scatolare armato carrabile di dimensioni esterne 192 x 132 cm con un angolo di 90°. Dopo la creazione del foro sarà possibile posare il fondo del nuovo manufatto alla quota dello scorrimento dell'esistente in modo da evitarne lo scasso del pavimento. Al fine di garantire la tenuta idraulica sarà infine posata una finitura di malta cementizia per prevenire gli assestamenti e le leggere disconnessioni.

La nuova condotta proseguirà quindi verso est per circa 6.5 m fino a un pozzettone di cambio di direzione e quindi verso nord parallelamente al tracciato del cavidotto TERNA per circa 65 m. Al fine quindi di raggiungere il centro della rotonda sarà posato un tratto di scatolare prefabbricato con una curva di circa 40° sotto all'elettrodotta esistente. In considerazione della tensione presente sulla linea (135'000 Volt), la lavorazione avrà luogo solo dopo un saggio di verifica dell'esatta profondità. Una volta definita con esattezza la quota reale del cavo l'interferenza con le opere di progetto sarà eseguita in base alle indicazioni di TERNA che, nelle sezioni di posa dell'esistente riporta le tipologie **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Risolta la prima importante interferenza, il tracciato prosegue verso nord fino ad un secondo pozzettone e un cambio di direzione a 90°. Da lì lo scatolare prosegue al margine nord della aiuola spartitraffico per circa 200 m fino al pozzetto numero 4 che costituisce il limite tra il lotto Est e il lotto Ovest dell'intervento in progetto. Come accennato in precedenza la condotta interferirà, oltre che con il cavo TERNA, due volte con la rete del gas metano e una con quella di acquedotto. Dalle informazioni reperite da Acegas APS, nel punto di interferenza la condotta del gas ha profondità di 1-1.20 m e il cielo del nuovo scatolare sarà a circa 1.8 m dalla quota strada.

Come si evidenzia nel profilo di progetto la pendenza del fondo della nuova condotta è costante pari allo 0.4 % dal pozzetto 4 fino allo scolmatore. Dal pozzetto 4 verso est, invece, la pendenza è pari allo 0.2 % nel verso opposto. Tale accorgimento crea quindi uno spartiacque utile a ripartire le portate sia nel Collettore Fossetta che nel Canale scolmatore rendendo, in tal modo, la rete più flessibile e adattabile alle condizioni di valle. Per eventi meteorici di morbida e in caso di ostruzione di uno dei due rami le quote di fondo dello scatolare consentono infatti sversare l'intera portata nel solo ramo funzionante.

Oltre a quanto descritto in precedenza, nel lotto Ovest, al fine di scolmare le portate dalla rete esistente, saranno realizzate quattro connessioni (due nella carreggiata lato nord e due nella carreggiata lato sud) alla condotta esistente attraverso la sostituzione dei pozzetti esistenti e la posa di due condotta DN 800 mm in CLS.



### **Posizione del nuovo scatolare sul margine nord della carreggiata**

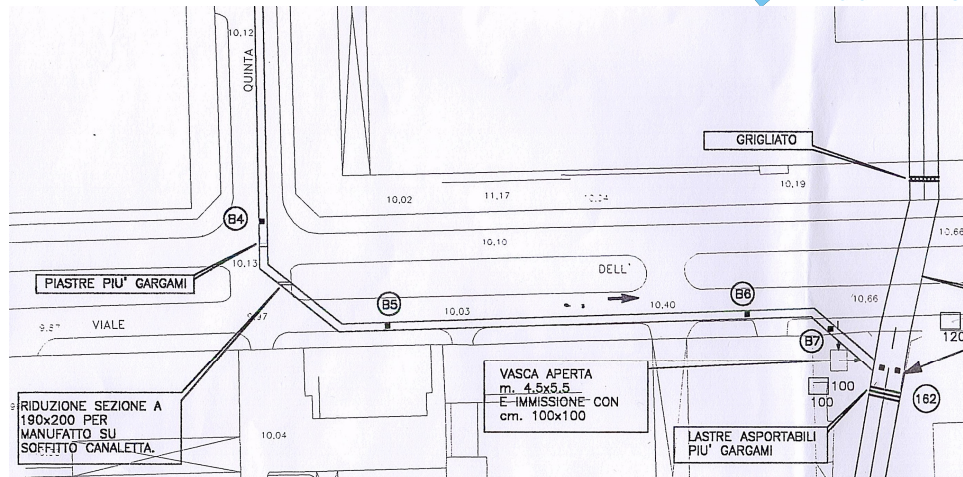
Dal pozzetto 4 quindi il tracciato del nuovo scatolare proseguirà verso est a ridosso del cordolo nord dell'aiuola spartitraffico come evidenziato in figura e avrà pendenza del 0.2 %. A valle del punto di massimo altimetrico il tracciato incrocerà due volte la rete di gas metano, il cavidotto di e-distribuzione e alla rete dati di fibra ottica. Nella cartografia APS, la profondità della condotta di gas in corrispondenza di via Terza strada viene quantificata in -0.90 m mentre l'estradosso dello scatolare è a - 1.7 m.

A limite est del tracciato, il punto di immissione nel recettore finale è stato progettato tenendo conto di almeno tre aspetti rilevanti.

- in prima battuta, al fine di ridurre gli effetti sulla stabilità del manufatto esistente, è necessario che l'innesto avvenga con un angolo di 90°;
- dalla cartografia in possesso di Acegas Aps Amga è stato evidenziato la presenza di un restringimento di sezione del manufatto esistente dovuto, probabilmente, ad una condotta di gas che, in quel punto, ha un ricoprimento di circa 1.35 m dal piano strada;
- dagli archivi cartografici, è emersa la presenza di una gargamatura per piastre poco a nord della aiuola spartitraffico.

A fronte di quanto più sopra l'innesto è stato progettato con un angolo di 90° a valle del restringimento di sezione e della gargamatura e con un ricoprimento di circa 2 m dal piano stradale.





**Planimetria delle opere di fognatura esistenti in prossimità della fabbrica Peroni**

Come per la parte ovest dell'opera anche nel lotto est verranno realizzate cinque connessioni allo scatolare di tipo misto dal lato nord della carreggiata e altre quattro da quello esistente sul lato sud. Le lavorazioni saranno eseguite con la sostituzione dei due pozzetti di linea in corrispondenza a via terza Strada e la posa di altrettante condotte DN 800.

Il raccordo infine al collettore di magra sarà eseguito in modo del tutto simile a quanto descritto per l'immissione nello scolmatore in Piovego attraverso la posa di un telaio in acciaio, la creazione di una finestra 1.92 x 1.32 e posa della base del nuovo scatolare sul fondo del manufatto esistente.

#### **4.2. Connessioni alla rete esistente**

La posa del nuovo canale scatolare ha lo scopo di prendere in carico parte dei volumi che attualmente transitano per le condotte al margine nord e al margine sud di Via delle Industrie. Per la posa delle connessioni saranno sostituiti i vecchi pozzetto e, previo il bypass delle portate nere o di magra, ne saranno posati di nuovi. Saranno quindi posate 7 condotte di collegamento sul lato nord della carreggiata e altre 5 sul lato sud. Le tubazioni avranno diametro DN 80 cm saranno posate trasversalmente al senso di marcia incrociando talvolta le condotte del gas metano..

#### **4.3. Pulizia delle canalizzazioni esistenti**

Parte delle somme a disposizione sono state accantonate per il ripristino delle sezioni di deflusso che, al termine dei lavori raccoglieranno le portate dagli edifici prospicienti a Viale delle Industrie e dalla stessa piattaforma stradale. Per ripristinare quindi la sezione di deflusso degli scolarari esistenti sarà eseguita una pulizia con canaljet in pressione e autobotte in cui verranno stoccati temporaneamente i fanghi che verranno conferiti successivamente a depurazione.



## 5. VERIFICHE IDRAULICHE

### 5.1. Metodologia della modellazione

Al fine di simulare il comportamento del bacino sia nello stato di fatto che nello stato di progetto, si è deciso di assumere il modello idraulico realizzato da AcegasApsAmga rappresentativo della rete di drenaggio. Il sottobacino interessato dagli interventi, di superficie pari a circa 92 ha, fa parte del bacino idraulico Fossetta.

La modellazione idraulica del sottobacino è stata portata a termine attraverso il software InfoWorks ICM (Integrated Catchment Modeling) che simula il comportamento del sistema formato dalle reti di smaltimento delle acque urbane e dai corpi idrici ricettori. Il software consente di creare e risolvere, in regime di moto vario, reti intubate, descritte con elementi puntuali (pozzetti) e lineari (condotte), modelli idraulici bidimensionali (2D) per lo studio della propagazione dell'esonazione in aree su cui è definita una griglia a elementi triangolari sulla base di un modello digitale del terreno (DTM) e modelli idraulici misti (1D-2D) con la modellazione ibrida monodimensionale nel canale e bidimensionale nel territorio inondabile (floodplain).

Questo processo è risultato utile come strumento di supporto alla progettazione, in particolare per la verifica del dimensionamento delle condotte.

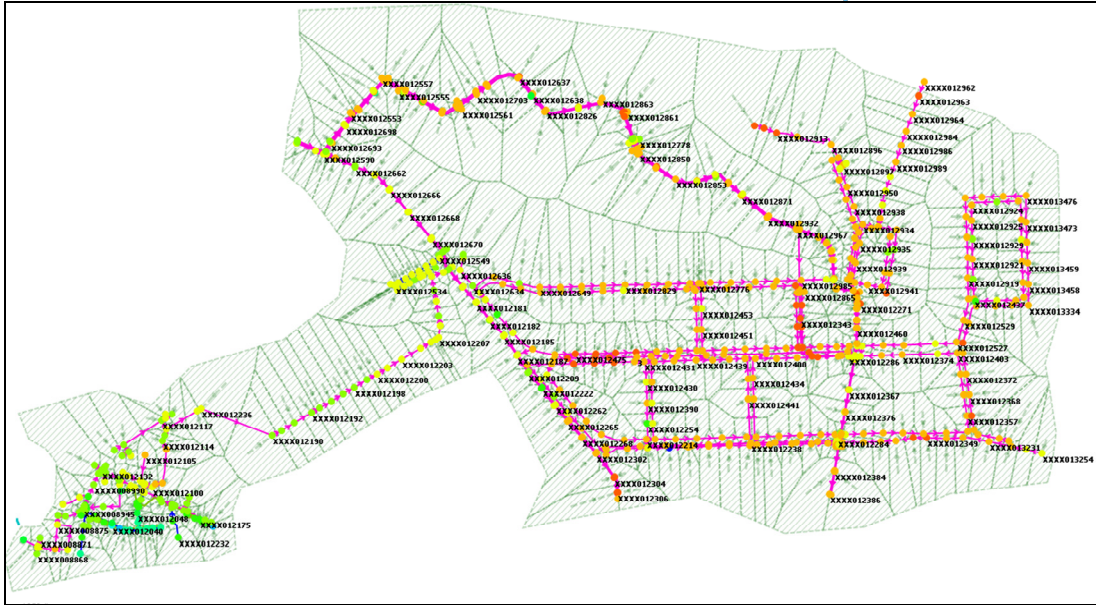
### 5.2. Il modello geometrico della rete fognaria

In prima battuta, sono stati analizzati i dati dell'archivio cartografico AcegasApsAmga, che andranno a costituire lo scheletro portante del modello.

Sono stati quindi confrontati gli attributi assegnati a ciascun elemento della rete, presenti nella cartografia AcegasApsAmga, con i dati della rete fognaria modellata dal software.

Ogni condotta è stata caratterizzata dagli attributi necessari alla simulazione:

- Diametro
- Forma della sezione
- Livelli di scorrimento di monte e di valle
- Regime (bianca/nera/mista)
- I nodi, rappresentativi dei pozzetti, sono caratterizzati da:
- Tipologia (pozzetto, outfall, storage)
- Coordinate X,Y
- Livello del terreno (m s.l.m.)



**Rete fognaria del sottobacino**

Le quote dei nodi sono state assegnate dapprima attraverso l'importazione del rilievo LIDAR, fornito dal comune di Padova, e poi con la funzione "Interpolazione" di InfoWorks.

Nello step successivo sono stati creati i sottobacini, che rappresentano le porzioni del bacino complessivo di studio attribuite come scolanti ad un nodo specifico. Ad ogni sottobacino è stato quindi attribuito un "land use" (uso del suolo) che richiama quali sono le tipologie di superfici presenti nel singolo sottobacino. Si riporta nella tabella 1 le superfici tipo considerate nel modello.

**Tabella 1**

Descrizione	Tipo Modello Ruscaldamento	Coefficiente di ruscaldamento	Tipo di Superficie	Pendenza Terreno (m/m)	Tipologia Perdite Iniziali	Valore Perdite Iniziali (m)	Coeff. Afflusso / Deflusso
strade	Rel	1	Impervious	0	Slope	0.000071	0.9
tetti	Rel	1	Impervious	0	Abs	0	0.9
permeabile	Rel	4	Pervious	0	Abs	0.002	0.1

Nella tabella 2 sono illustrati i diversi usi del suolo, che andranno a caratterizzare in modo univoco i sottobacini.

**Tabella 2**

ID dell'uso Suolo	Densità Abitativa (persone/ha)	Indice Superficie 1	Default Area Tipo 1 (%)	Indice Superficie 2	Default Area Tipo 2 (%)	Indice Superficie 3	Default Area Tipo 3 (%)
zona industriale	10	10	47	20	48	30	5
zona residenziale	22.5	10	35	20	55	30	10
zona verde	2	10	10	20	10	30	80
misto	7.9	10	25	20	30	30	45

### 5.3. Analisi idrologica

Negli ultimi anni, si è assistito ad un crescente intensificarsi degli scrosci, che hanno causato numerose criticità in molte zone dell'area di Padova. A tal proposito, si è deciso di utilizzare, al posto dei dati di letteratura (relativi alle piogge rilevate dalla stazione pluviografica di Padova nel periodo 1938-1994), i dati ARPAV, che vanno a considerare i parametri delle curve di possibilità pluviometrica nel periodo dal 2000 al 2014, relativi alla stazione di Padova - Orto Botanico (Tab.3).

**Tabella 3 Parametri delle curve di possibilità pluviometrica (dati ARPAV)**

Tr	a	n
2 anni	41.281991	0.5644909
5 anni	52.652892	0.5825433
10 anni	60.148089	0.590759
20 anni	67.321842	0.5969268
50 anni	-	-
100 anni	-	-

L'elaborazione dei dati per l'importazione nel software InfoWorks è avvenuta attraverso la costruzione di ietogrammi di tipo Chicago. Tali ietogrammi di progetto sono caratterizzati:

- Dalla durata totale  $t_p$  dell'evento
- Dall'altezza di pioggia totale  $h_p$
- Dalla distribuzione nel tempo dell'altezza di pioggia totale  $h_p$

Convenzionalmente, si assegna allo ietogramma di progetto e alla corrispondente portata al colmo nella rete di drenaggio il tempo di ritorno  $T_r$  della curva di possibilità climatica utilizzata per la costruzione dello ietogramma.

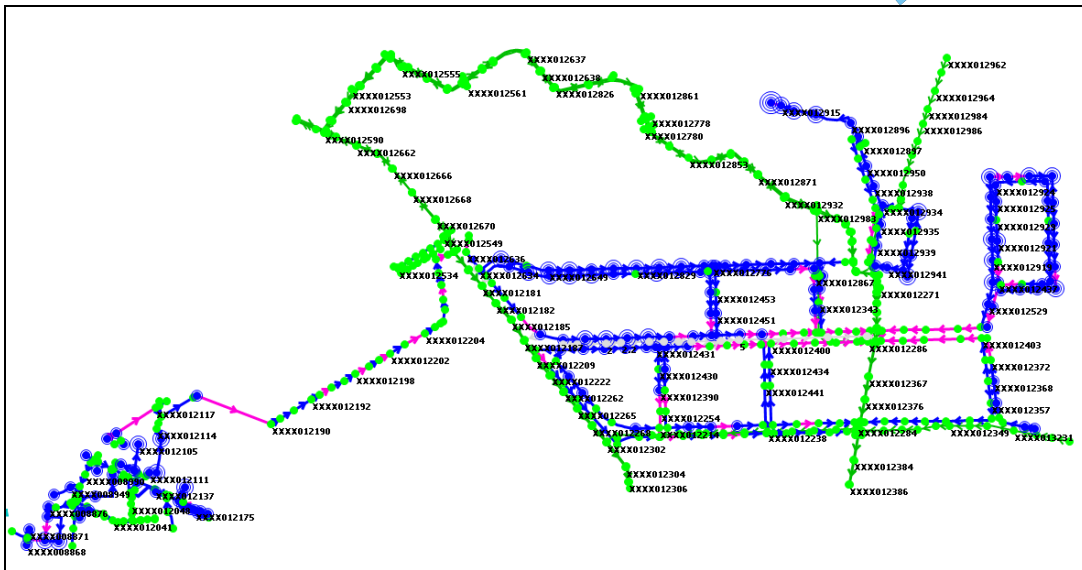
### 5.4. Verifica dei collettori

#### 5.4.1. Stato di fatto

Al fine di verificare la congruità del modello, in prima istanza, è stata effettuata una simulazione della rete nello stato di fatto. Si è scelto di utilizzare un tempo di ritorno pari a  $T_r = 5$  anni, che, per quanto riguarda i parametri ARPAV  $a$  ed  $n$ , è praticamente corrispondente al  $T_r = 10$  anni relativo ai parametri di letteratura.

I cerchi concentrici blu rappresentano gli allagamenti in corrispondenza dei pozzetti. I tematismi riferiti alle condotte hanno il seguente significato:

- Condotte verdi: il loro livello di riempimento è inferiore all'80%;
- Condotte arancioni: il loro livello di riempimento è maggiore o uguale all'80%;
- Condotte blu: sono completamente piene perché rigurgitate da valle;
- Condotte rosa: sono completamente piene perché risultano insufficienti dal punto di vista del dimensionamento.



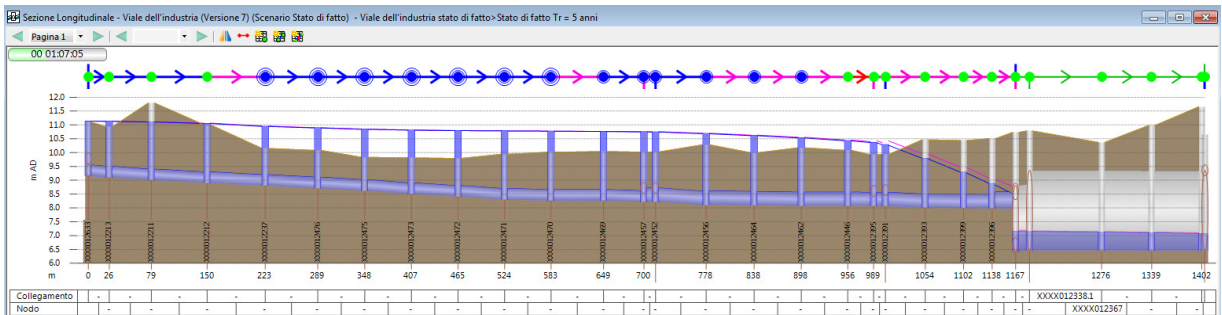
**Rete al tempo t = 58:59 per Tr = 5 anni**

**Nodo**

- allagamento 1D : sim.floodvolume (m3)
- Colore/Simbolo/Cerchi
- < 0
- >= 0
- >= 10
- >= 100
- >= 1000
- >= 10000

**Condotta**

- sovraccarico : sim.Surcharge
- Linea Visibilità/Colore Linea/Linea Spessore
- < 0.80000001
- >= 0.80000001
- >= 1
- >= 2



**Profilo di Viale delle Industrie per Tr=5 anni**

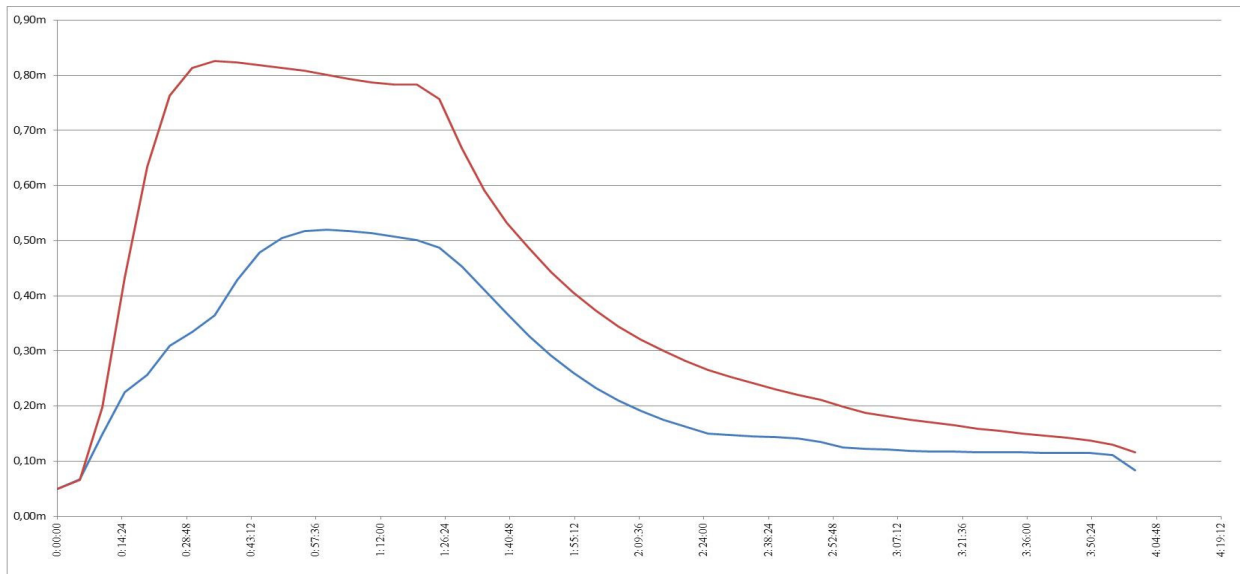




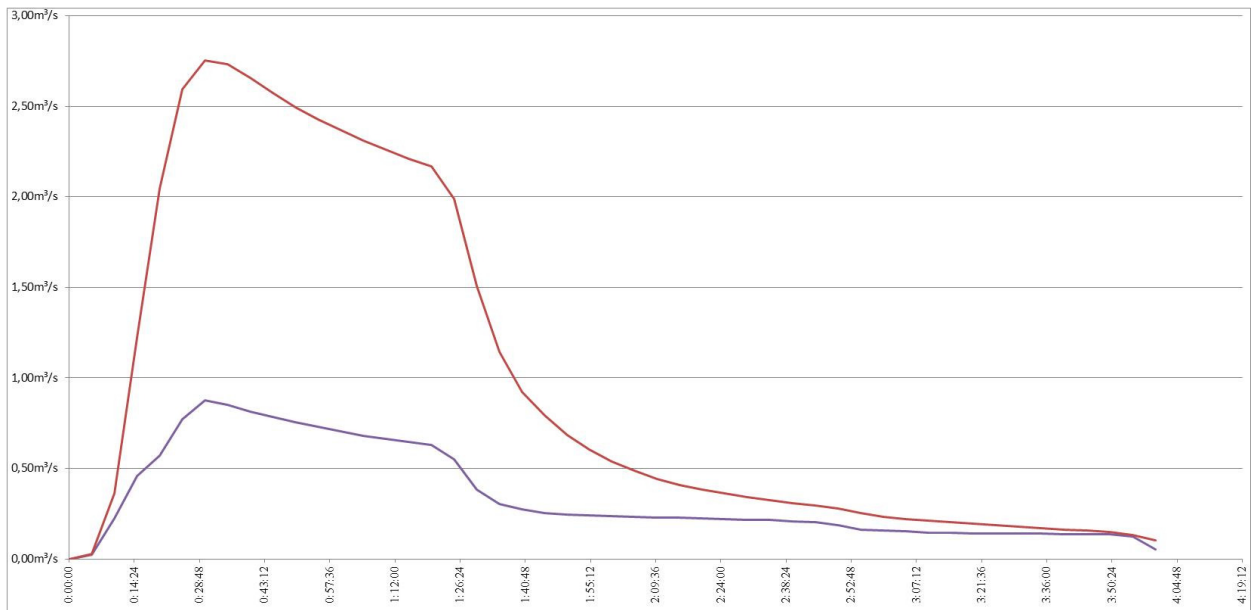
### 1.1.1. Stato Di Progetto

Con la metodologia e le assunzioni descritte più sopra sono stati quindi simulati gli interventi in progetto. E' stato in particolare verificato l'effetto del nuovo scolmatore sul funzionamento complessivo della rete scolante.

Considerate quindi le quote di posa delle condotte, è stato quindi simulato lo sfioro naturale delle portate sia dalla fognatura esistente nord che dalla sud nel nuovo scatolare.



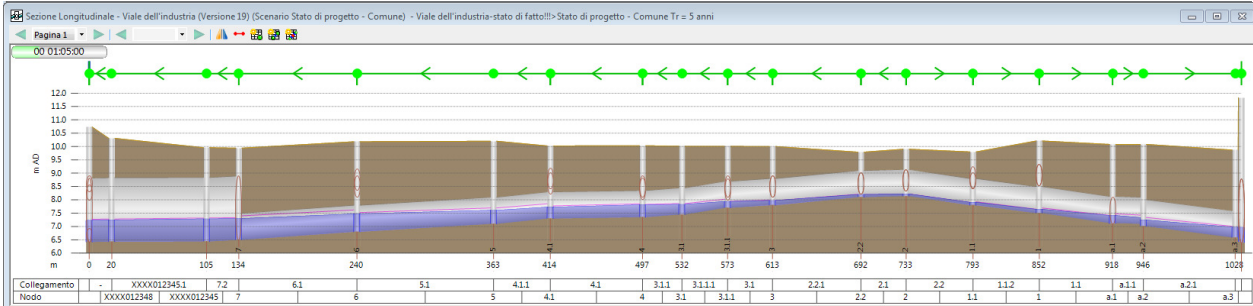
Andamento del tirante idrico nello scatolare. In rosso il ramo est e in blu il ramo ovest Tr 10 anni



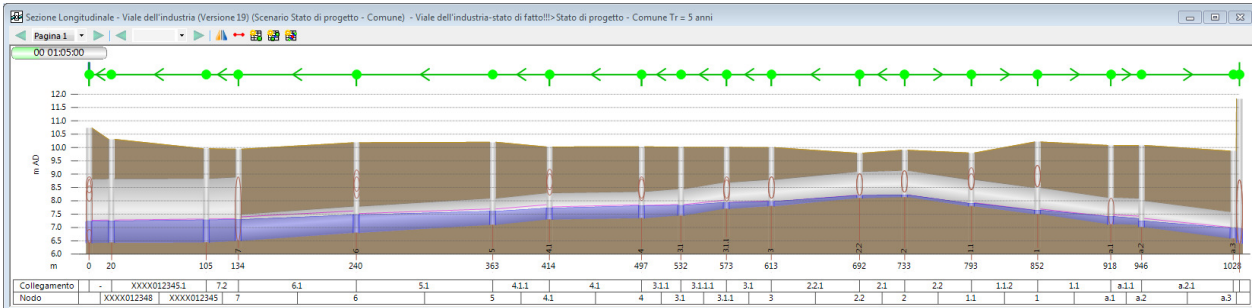
Andamento della portata nello scatolare. In rosso il ramo est e in blu il ramo ovest Tr 10 anni

Dalla simulazione con tempo di ritorno statistico pari a 10 anni, la portata massima recapitata nel Fossetta è di circa 2,75 m<sup>3</sup>/s, mentre quella recapitata nel canale scolmatore è pari a 887 l/s. Interessante verificare che il tirante massimo non supera 0.83 m nel ramo est della condotta a circa 35 minuti dall'inizio dell'evento meteorico consentendo uno scarico a pelo libero senza situazioni di allagamento del piano strada. Dal profilo sottostante si evidenzia che la quota idrica anche sul ramo ovest è sempre inferiore a quella del piano campagna esistente.

Inoltre nessuno dei nodi dello scolare risulta essere in pressione a causa di rigurgito da valle o di insufficienza della condotta.



**Profilo di progetto nuova condotta Tr 5 anni**



**Profilo di progetto nuova condotta Tr 10 anni**