

COMUNE DI DELLO

PROVINCIA DI BRESCIA

COLLETTAMENTO DELLE ACQUE REFLUE DELLA PIANURA OCCIDENTALE

COLLEGAMENTO DEGLI AGGLOMERATI DEL COMUNE DI DELLO

Progetto Definitivo

IL PROGETTISTA



RESPONSABILE AREA TECNICA



NUMERO	DESCRIZIONE	DATA
rev. 0	Prima emissione	maggio 2022
OGGETTO :		ELABORATO
RELAZIONE TECNICA		C.2
		DATA maggio 2022
		SCALA
DISEGNATORE:	CONTROLLATO:	COMMESSA:

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

I N D I C E

1.1	Carico del nuovo collettamento: Abitanti Equivalenti (AE)	2
1.2	Calcolo delle portate di progetto	6
1.3	Considerazioni sulla necessità di realizzare le vasche di accumulo in corrispondenza degli scolmatori	9
1.4	Volume vasche di accumulo degli scolmatori.....	11
1.4.1	Legge di pioggia di progetto	12
1.4.2	Altimetria del percorso e scelta delle tipologie di fognatura	14
1.5	Dimensionamento scolmatori	16
1.6	Procedura per il dimensionamento dei collettori a gravità	19
1.7	Caratteristiche di suolo e sottosuolo lungo i tracciati di progetto	20
1.8	La scelta del materiale per i nuovi collettori	24
1.8.1	Tubazioni in presenza di falda	28
1.8.2	Considerazioni finali	28
1.9	Definizione dei tracciati	31
1.10	Analisi costi/durata delle tubazioni	33
1.11	Dimensionamento del collettore a gravità DECOMPR-DI	35
1.12	Dimensionamento del collettore in pressione CORT-QUINZ	40
1.13	Dimensionamento del collettore in pressione QUINZ-DELLO	42
1.14	Dimensionamento del collettore in pressione DELLO-DECOMPR	44
1.15	Dimensionamento delle stazioni di sollevamento	46
1.15.1	Condizioni di lavoro al depuratore di Pieve-Corticelle	46
1.15.2	Condizioni di lavoro al depuratore di Boldeniga-Quinzanello	47
1.15.3	Condizioni di lavoro al depuratore di Dello	47
1.15.4	Dimensionamento volume utile	47
1.15.5	Verifica al galleggiamento	48
1.16	Configurazione finale di progetto.....	49

1.1 Carico del nuovo collettamento: Abitanti Equivalenti (AE)

Per poter dimensionare correttamente tubazioni, impianti di sollevamento e pozzetti scolmatori devono essere raccolti ed analizzati i dati relativi agli scarichi allacciati alle reti fognarie delle zone urbane che si intende raccogliere con il nuovo collettamento.

Gli scarichi possono essere di natura civile o industriale. Genera scarichi di natura civile la popolazione residente, la popolazione stabile non residente, la popolazione fluttuante, la popolazione senza pernottamento compresi gli addetti di attività lavorative.

Gli scarichi di natura industriale invece sono quelli derivanti da attività industriali e zootecniche.

Ogni tipologia di scarico ha una diversa rilevanza idraulica direttamente correlata alla dotazione idrica ad essa attribuita tramite l'acquedotto; la popolazione residente potrebbe per esempio avere una dotazione idrica garantita dall'acquedotto di 280 litri per abitante al giorno mentre gli addetti per attività lavorative solamente 80 litri per addetto al giorno.

Per poter avere quindi un'unica unità di misura di scarico a cui riferire un'unica dotazione idrica si fa generalmente riferimento agli Abitanti Equivalenti.

Per il presente progetto si sono raccolti i numeri degli abitanti equivalenti sia dalle autorizzazioni provinciali allo scarico degli scolmatori delle reti miste che affluiranno al nuovo collettore, sia dall'individuazione degli agglomerati realizzato dall'Ufficio d'Ambito di Brescia.

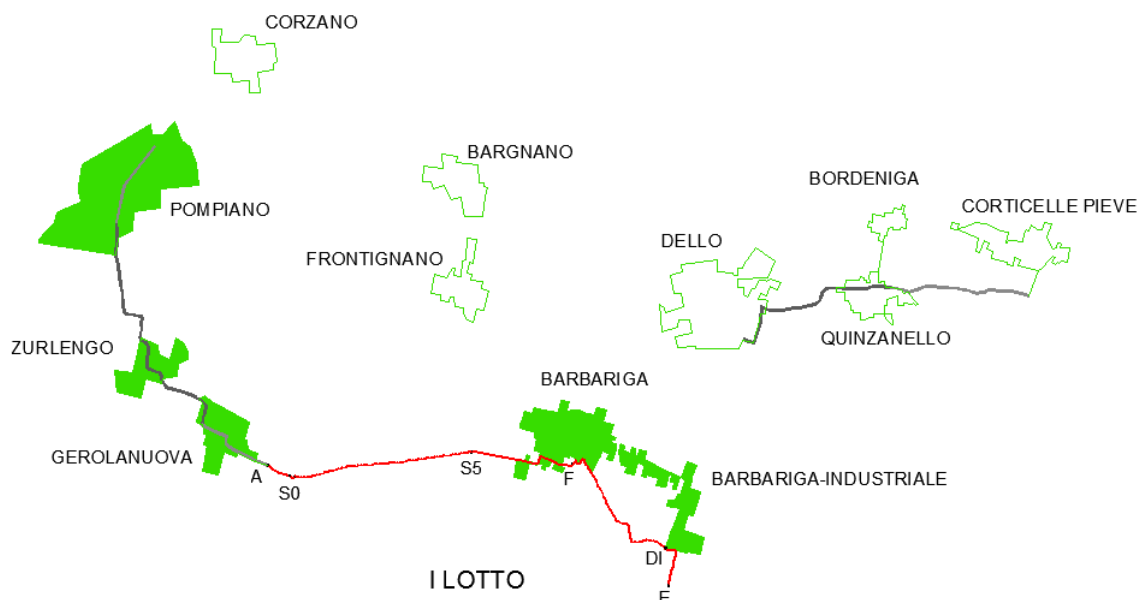
Le opere del presente progetto fanno parte del più ampio sistema di collettamento della Pianura Occidentale che hanno come unico recapito il nuovo depuratore consortile di Barbariga.

Nelle fasi progettuali precedenti, ed in particolare nelle opere di I Lotto – Pompiano – Barbariga, sono già stati calcolati gli abitanti equivalenti delle frazioni di Pieve-Corticelle, Boldeniga-Quinzanello e Dello. Si riporta un estratto del progetto del I Lotto.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

I Lotto

Con la realizzazione del collettamento principale si prevede subito l'allacciamento degli agglomerati di Pompiano, Zurlengo, Gerolanuova e Barbariga.



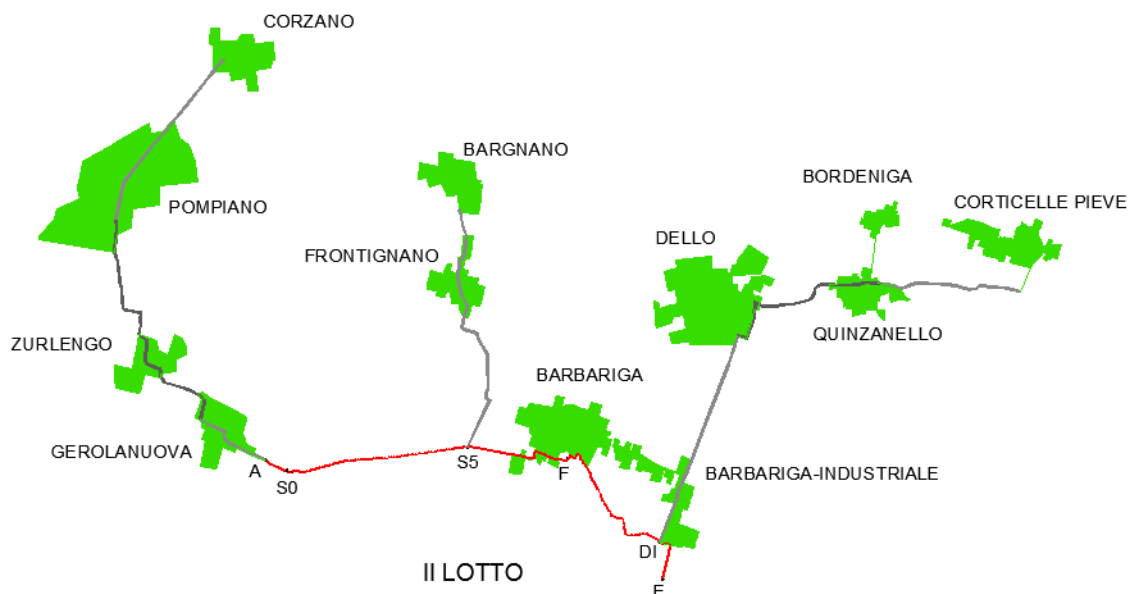
Schema del collettamento con indicati gli agglomerati allacciati nel I lotto

Tratto	Agglomerati allacciati	AE I LOTTO
A-S0	Pompiano	4038
S0-S5		4038
S5-F		4038
F-DI	Barbariga	6303
DI-E		6303

II Lotto

In questa seconda fase realizzativa si prevede l'allacciamento di tutti i rimanenti agglomerati, cioè Corzano, Bargnano, Frontignano e Dello.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello



Schema del collettamento con indicati gli agglomerati allacciati nel II lotto

Tratto	Agglomerati allacciati	AE II LOTTO
A-S0	Pompiano + Corzano	4328
S0-S5		4328
S5-F	Bargnano+Frontignano	6461
F-DI	Barbariga	8726
DI-E	Dello	14631

III Lotto

In questa terza fase non vi sono ulteriori allacciamenti di agglomerati ma si ipotizza un aumento degli AE gravanti sul collettore e sul nuovo depuratore tramite una crescita demografica lineare proiettata all'anno 2045. Si ottengono i seguenti valori.

Tratto	Agglomerati allacciati	AE III LOTTO
A-S0	Pompiano + Corzano	6081
S0-S5		6081
S5-F	Bargnano+Frontignano	10177
F-DI	Barbariga	12987
DI-E	Dello	23085

Nella seguente tabella si riporta il dettaglio degli AE desunti dalle autorizzazioni e dagli agglomerati provinciali. Ai fini progettuali per ogni agglomerato si sono assunti i valori più alti tra AE delle autorizzazioni e AE degli agglomerati.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

CALCOLO ELEMENTI PROPRI					I lotto				II lotto				III lotto al 2045		
Comune/Rete	Frazione	Abitanti Equivalenti		S imperp. [ha]	%	AE aut.	AE agg	S imperp. [ha]	%	AE aut.	AE agg	S imperp. [ha]	Increment.	AE	S imperp. [ha]
		Aut. Provincia	Agglomerato												
CORZANO															
Rete 1	Corzano	783	724	12	0	0	0	0	37	290	268	4		640	4
Rete 2	Meano	103	106	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0
Rete 3	Bargnano	1495	501	11	0	0	0	0	100	1495	501	11		3305	11
		2381	1331	23		0	0	0		1785	769	15	221%	3945	15
POMPIANO															
Rete 1	Pompiano	3932	4038	76	100	3932	4038	76	100	3932	4038	76			76
		3932	4038	76			3932	4038		76		3932	4038	76	135%
BARBARIGA															
Rete 1	Barbariga	1716	2265	23	100	1716	2265	23	100	1716	2265	23		2810	23
Rete 2	Frontignano	537	638	10	0	0	0	0	100	537	638	10		791	10
Rete 3	PIP	506		8	100	506	0	8	100	506	0	8		0	8
		2759	2903	41		2222	2265	31		2759	2903	41	124%	3601	41
DELLO															
Rete 1	Dello	3520	3615	37	0	0	0	0	100	3520	3615	37		6182	37
Rete 2	Quinzanello	1282	1199	13	0	0	0	0	100	1282	1199	13		2050	13
Rete 3	Corticelle	999	1091	14	0	0	0	0	100	999	1091	14		1866	14
		5801	5905	64		0	0	0		5801	5905	64	171%	10098	64
Totali		14'873	14'177			6'154	6'303	107		14277	13615	196		23085	196

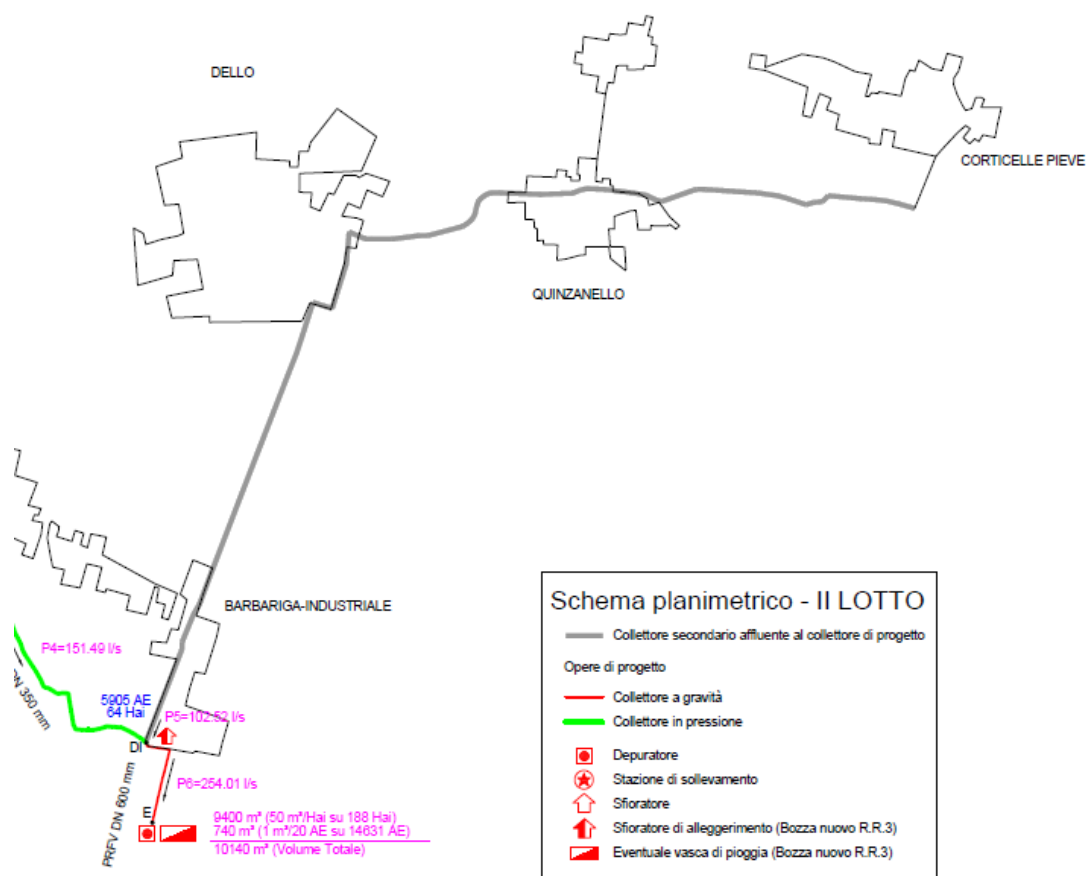
Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

1.2 Calcolo delle portate di progetto

Il progetto del I lotto prevedeva quindi per i tre agglomerati Dello, Quinzanello e Corticelle i seguenti carichi idraulici:

Comune	Frazione	Abitanti Equivalenti		Superficie impermeabile del bacino fognato	Abitanti Equivalenti di riferimento per il presente progetto	
		Aut. Provincia	Agglomerato	Ha	Stato di fatto	Al 2045
Dello	Dello	3520	3615	47.74	3615	6182
Dello	Quinzanello	1282	1199	7.81	1199	2050
Dello	Corticelle	999	1091	14.50	1091	1866
Totali				70.05	5905	10098

Era previsto inoltre un unico pozzetto scolmatore a servizio dei tre agglomerati Dello, Quinzanello e Corticelle, localizzato in prossimità dell'immissione nel collettore Pompiano-Barbariga.



Estratto dello schema di collettamento previsto per il II lotto

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Lo scolmatore previsto era “di alleggerimento idraulico” con la soglia di sfioro tarata su 6 volte la portata nera media (1500 l/s per AE).

La verifica in campo delle reti e dei depuratori ha escluso la possibilità di realizzare scolmatori e vasche di accumulo presso gli attuali depuratori di Corticelle e di Quinzanello. In questi casi, infatti, lo spostamento degli attuali sfioratori fino al sito attuale di depurazione, in entrambi i casi distante circa 100 m, comporterebbe una consistente perdita di quota, il che, unitamente alla presenza di falda superficiale, renderebbe l'intervento difficilmente sostenibile dal punto di vista economico e tecnico.

In questa fase progettuale si è perciò ipotizzato di modificare gli sfioratori esistenti a monte dei depuratori di Corticelle e Quinzanello, rendendoli sfioratori di alleggerimento idraulico, in grado quindi di convogliare a depurazione una portata pari a sei volte la portata nera media (1500 l/s per AE).

La vasca di laminazione secondo il RR06/2019 verrà poi realizzata presso la stazione di Dello.

Non verrà valutata in questa sede la limitazione allo scarico imposta dal PTUA/2016 di 40 l/s/ha che dovrà essere verificata con l'autorità idraulica competente per i corsi d'acqua interessati.

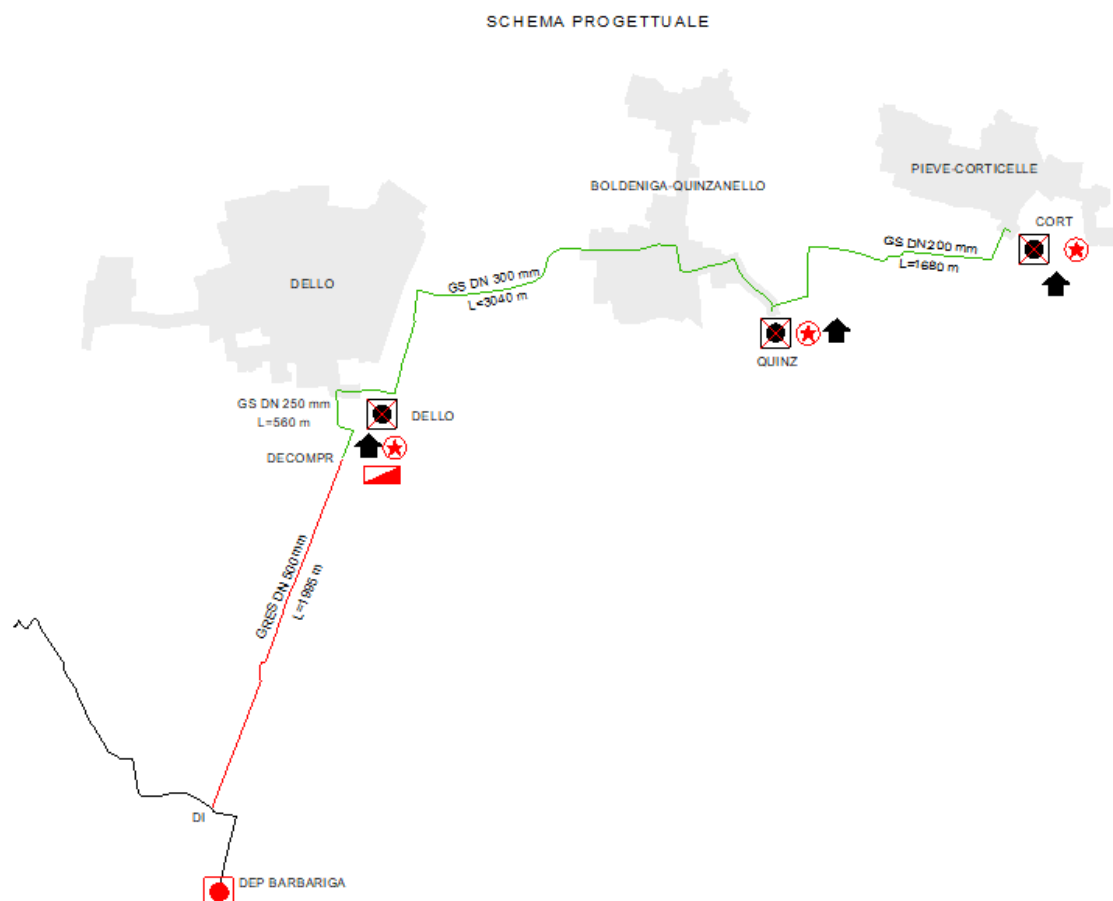
Riprendendo quindi la tabella degli AE gravanti sulle due reti fognarie si possono calcolare le portate nere medie e nere diluite nell'ipotesi di realizzare degli scolmatori con portata derivata equivalente a 750 l/s.AE e con portata equivalente a 1500 l/s.AE (alleggerimento idraulico).

Frazione	Superficie impermeabile del bacino fognato	Abitanti Equivalenti di riferimento AE		Qnera media l/s (DI=280 l/s.AE)		Qnera in tempo di pioggia l/s (DI=750 l/s.AE)		Qnera in tempo di pioggia l/s (DI=1500 l/s.AE)	
	Ha	2020	2035	2020	2035	2020	2035	2020	2035
Dello	47.74	3615	6182	11.72	20.03	31.38	53.66	62.76	107.32
Quinzanello	7.81	1199	2050	3.89	6.64	10.41	17.80	20.82	35.60
Corticelle	14.50	1091	1866	3.54	6.05	9.47	16.20	18.94	32.40
Totali				19.15	32.72	51.26	87.66	102.52	175.32

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Si procederà quindi al dimensionamento dei collettori in funzione delle portate minime e massime in essi transitanti, evidenziate nella precedente tabella.

Con riferimento allo schema fognario seguente si riassumono per tratti le portate di progetto:



TRATTO	Q ASCIUTTA l/s	Q PIOGGIA 750 l/s	Q PIOGGIA 1500 l/s
CORT-QUINZ	3.54	16.20	32.40
QUINZ-DELLO	7.43	34.00	68.00
DELLO-DECOMPR	19.15	87.66	175.32
DECOMPR-DI	19.15	87.66	175.32

1.3 Considerazioni sulla necessità di realizzare le vasche di accumulo in corrispondenza degli scolmatori

La realizzazione di sfioratori di alleggerimento, portata convogliata a depurazione pari a 1500 l/s per AE, è prevista dal Regolamento Regionale n. 6/2019 alla Sezione 3 dell'allegato E "Reti e sfioratori di piena":

SEZIONE 3 – Gestione delle acque di sfioro delle reti fognarie

Come indicato nel comma 1 dell'art. 13, le acque sfiorate dagli sfioratori di alleggerimento idraulico, descritti nell'art. 12 c. 1 lett. a), il cui valore di portata soglia è superiore a 1.500 L/AE giorno (o a 2.000 L/AE giorno se le acque eccedenti sono recapitate in laghi ovvero sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo), sono inviate direttamente ai recapiti naturali senza necessità di accumulo o trattamento.

Relativamente alle previsioni regolamentari del comma 3 dell'art. 13, le acque sfiorate dagli sfioratori di piena cui all'art. 12 comma 1 lettera b), possono essere avviate direttamente al recettore solo qualora si verifichino contemporaneamente due specifiche condizioni:

- il bacino proprio servito dallo sfioratore deve avere una popolazione servita minore di 10.000 AE;
- la portata da avviare all'impianto di trattamento delle acque reflue, determinata con riferimento al solo bacino proprio, deve essere minore della metà della portata da avviare all'impianto di trattamento delle acque reflue, determinata con riferimento al bacino totale sotteso dallo sfioratore.

La realizzazione delle vasche di accumulo viene prevista dal Regolamento Regionale n. 6/2019 qualora si realizzi uno scolmatore con quota di soglia tarata sulla portata nera diluita calcolata come descritto alla Sezione 1.1 dell'allegato E "Reti e sfioratori di piena":

SEZIONE 1 -Portate minime di dimensionamento delle reti e dei sistemi di sfioro

Sezione 1.1 - Criteri realizzativi per sfioratori e reti fognarie unitarie.

In caso di fognature unitarie la portata da avviare a depurazione è stabilita pari al massimo tra:

a) il valore corrispondente a un apporto di 750 L/AE giorno, considerati uniformemente distribuiti nelle 24 ore, determinando in termini idraulici, ossia in base al rapporto tra il consumo giornaliero medio industriale accertato e la dotazione idrica giornaliera della popolazione residente, assunta pari a 200 L/abitante al giorno, gli AE degli scarichi di acque reflue industriali non caratterizzabili in base all'apporto di sostanze biodegradabili. Il valore di 750 è elevato a 1000 L/AE giorno per gli sfioratori le cui acque eccedenti siano recapitate in laghi ovvero su suolo o negli strati superficiali del sottosuolo;

b) il valore ottenuto assumendo un rapporto di diluizione pari a 2 rispetto alla portata nera, calcolata come media giornaliera del giorno di massimo consumo per gli apporti civili e come media su 12 ore per quelli industriali, salvo presenza di significativi complessi che lavorino su più turni giornalieri: il rapporto di diluizione è incrementato a 2,5 nel caso gli apporti industriali in termini di abitanti equivalenti, calcolati con il criterio di cui alla lettera a), superino il 50% del totale.

La portata di soglia degli sfioratori di piena delle reti fognarie, definita in conformità a quanto previsto dall'art. 12, comma 1 del presente regolamento, deve comunque essere sempre maggiore o uguale a 20 L/sec, al fine di ridurre il rischio di occlusione. I gestori dismettono o adeguano gli sfioratori esistenti che hanno una portata di soglia minore di 20 L/s.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Secondo il RR6/2019 le vasche di accumulo vanno dimensionate con valutazioni specifiche sulle caratteristiche quali-quantitative delle acque sfiorate e sui carichi inquinanti intercettati, in mancanza delle quali si deve considerare il valore di riferimento di 50 m³/hai.

SEZIONE 4 – Vasche di accumulo delle acque sfiorate

Il dimensionamento delle vasche di accumulo delle acque di sfioro delle reti fognarie unitarie dovrà essere basato sulla superficie scolante impermeabile del bacino proprio dello sfioratore. Nella definizione del volume utile della vasca si dovrà tener conto, tra l'altro, dei tempi di corrivazione del bacino proprio, della vulnerabilità del recettore e delle caratteristiche qualitative delle acque sfiorate. Qualora ai fini della programmazione degli interventi non siano effettuate valutazioni specifiche sulle caratteristiche quali-quantitative delle acque sfiorate e sui carichi inquinanti intercettati, per il calcolo del volume utile dovrà essere considerato il valore di riferimento di 50 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile. In alternativa, in presenza delle suddette valutazioni specifiche, il volume utile potrà essere definito tenendo conto dell'obiettivo di intercettare almeno il 50 % del carico annuo sfiorato (in termini di COD e solidi sospesi totali), e non potrà essere in ogni caso inferiore a quello calcolato applicando il valore di 25 m³ per ettaro di superficie scolante impermeabile. Nel calcolo del volume delle vasche si potrà tenere conto, a seguito delle opportune valutazioni, della capacità di invaso delle reti fognarie.

Il sistema di alimentazione delle vasche di accumulo del tipo fuori linea (o di cattura) è realizzato in modo da escludere le stesse a riempimento avvenuto.

Lo svuotamento delle vasche avviene con modalità a scelta del gestore. Esso inizia al termine dell'evento meteorico, che si può assumere coincidente con l'esaurimento della portata meteorica nella condotta di alimentazione, e deve concludersi entro 48 ore dal

Estratto Sezione 4 del Regolamento Regionale 6/2019

Si rimanda al successivo paragrafo di calcolo della portata allo scarico degli scolmatori per la verifica dei limiti allo scarico e la necessità di realizzare o meno le vasche di accumulo.

1.4 Volume vasche di accumulo degli scolmatori

Nella seguente tabella, partendo dalle superfici dei bacini afferenti agli scolmatori in testa agli impianti di depurazione di Pieve-Corticelle, Boldeniga-Quinzanello e Dello, si riportano i calcoli dei volumi di accumulo necessari per il soddisfacimento del Regolamento Regionale 6.

I bacini comprendono gli interi agglomerati ipotizzando l'inesistenza di vasche di accumulo in prossimità degli sfioratori presenti lungo le reti unitarie a monte dei depuratori.

Frazione	Superficie impermeabile del bacino fognato	Volume di accumulo RR6 [50 m³/ha]
	Ha	m³
Pieve e Corticelle	14.50	725.00
Boldeniga e Quinzanello	7.81	391.00
Dello	47.74	2'388.00

Come accennato in precedenza, viste le difficoltà di realizzare le vasche di laminazione in prossimità dei depuratori di Corticelle e Quinzanello, verrà realizzata un'unica vasca di laminazione in corrispondenza dell'attuale depuratore di Dello, sito che possiede spazi sufficienti per ospitare tale vasca. La realizzazione sarà comunque subordinata all'eliminazione delle opere civili presenti presso il depuratore.

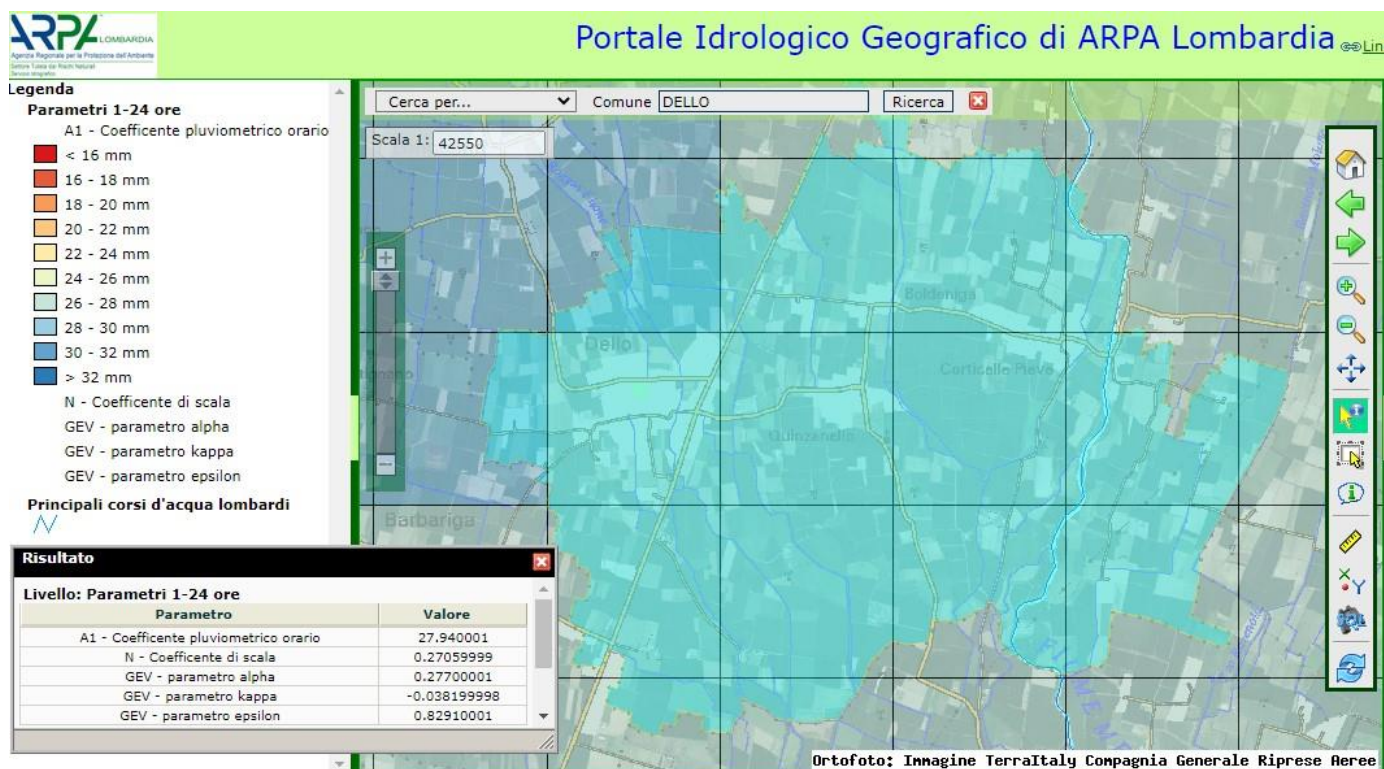
Il volume della vasca sarà dunque pari alla somma dei volumi sopra indicati e quindi pari a:

$$V [m^3] = 725 + 391 + 2'388 = 3'504 [m^3]$$

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

1.4.1 Legge di pioggia di progetto

ARPA Lombardia ha svolto le attività progettuali di aggiornamento della descrizione statistica delle precipitazioni intense usufruendo della presenza di una base di dati strumentali già consolidata, costituita dalle osservazioni delle piogge massime annue di fissata durata di 1, 2, 3, 6, 12 e 24 ore per 105 stazioni meccaniche del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale, già utilizzate per lo sviluppo di un'attività di caratterizzazione statistica del territorio regionale mediante un modello scala-invariante secondo la distribuzione probabilistica GEV (Generalized Extreme Value), che ha prodotto la parametrizzazione delle LSPP su 69 punti strumentati e da questi su tutto il territorio regionale tramite tecniche di estrapolazione geostatistica (6); questo servizio è attualmente operativo e accessibile su piattaforma web-gis sul sito web istituzionale di ARPA (<http://idro.arpalombardia.it>).



Dalla consultazione di tale servizio si sono ricavate le seguenti leggi di pioggia relative al territorio oggetto di studio:

Tr=10 anni	$h = 41.35 T^{0,271}$	per piogge comprese tra 1 e 24 ore
Tr=50 anni	$h = 55.73 T^{0,271}$	per piogge comprese tra 1 e 24 ore

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale

Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Utilizzare la curva di possibilità pluviometrica dedotta per piogge comprese tra 1 e 24 per eventi di durata inferiore porterebbe a valori di pioggia sovrastimati rispetto ai valori che possono verificarsi (nell'ordine di 10 mm/min all'inizio dell'evento).

Per aree ridotte con tempi di corrivazione inferiori all'ora come si verifica per le fognature urbane appare opportuno utilizzare una curva (legge di pioggia) rappresentativa delle piogge inferiori all'ora.

Bell dalla osservazione di dati di pioggia di brevissima durata è pervenuto ad una formula che consente di stimare le altezze massime di precipitazione di durata inferiore all'ora e di dato tempo di ritorno.

La formula di Bell è la seguente:

$$h_{-}(d,T)/h_{60,T} = 0.54d^{0.25} - 0.5$$

con essa è possibile calcolare la pioggia di durata $d < 60$ minuti e tempo di ritorno T in funzione del valore $h_{60,T}$ fornito dalla la curva di possibilità pluviometrica relativa allo stesso tempo di ritorno per piogge superiori all'ora. (La durata d che compare nella formula di Bell è espressa in minuti).

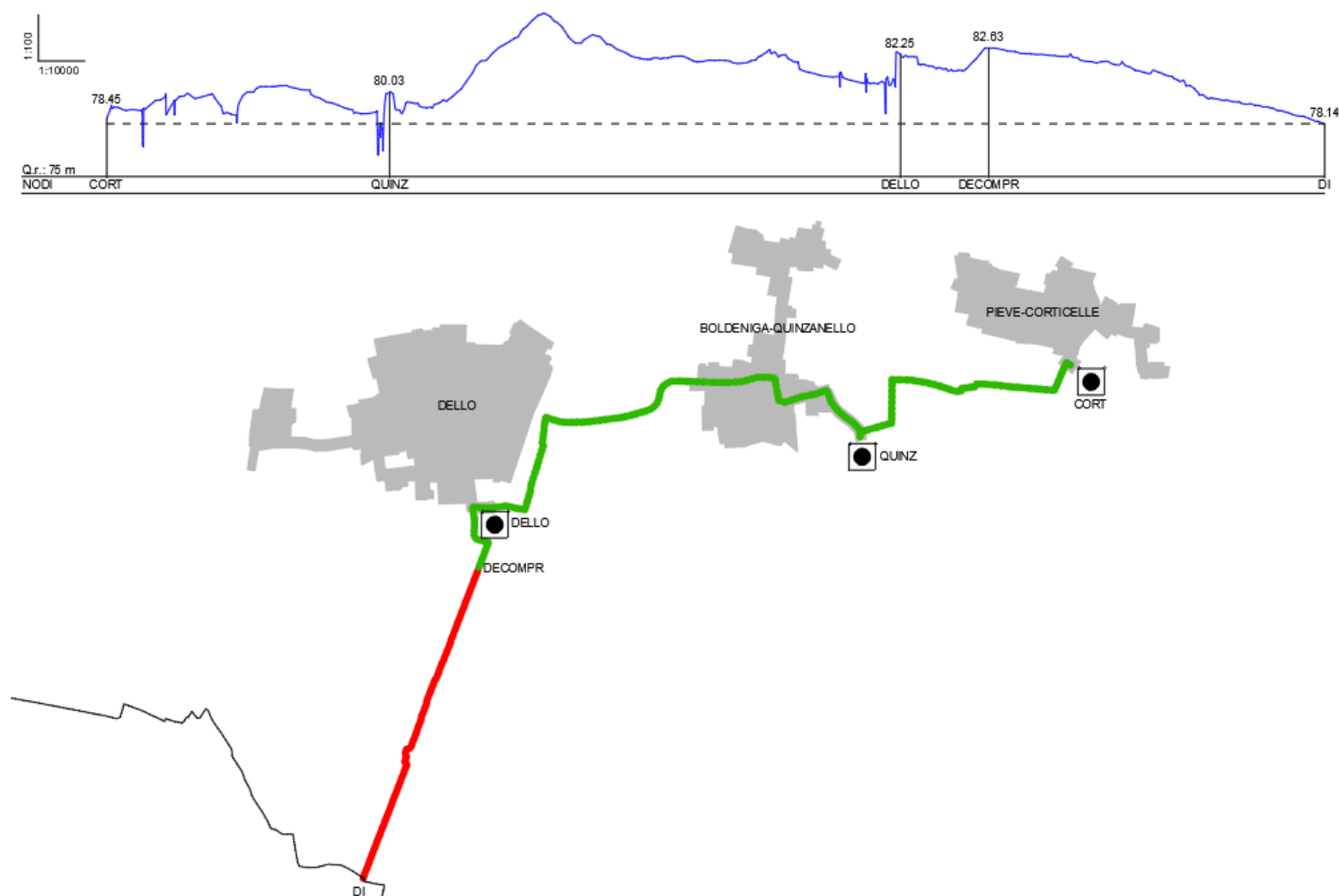
Dalla interpolazione dei valori di pioggia inferiori all'ora si ricavano le seguenti leggi di pioggia:

Tr=10 anni	$h = 41.35 T^{0.434}$	per piogge inferiori a 1 ora
Tr=50 anni	$h = 55.73 T^{0.434}$	per piogge inferiori a 1 ora

1.4.2 Altimetria del percorso e scelta delle tipologie di fognatura

La scelta del percorso planimetrico delle fognature di progetto segue il principio di privilegiare il transito in aree e strade pubbliche, evitando il più possibile occupazioni e servitù che aumenterebbero il costo dell'opera. Il tracciato planimetrico scelto rispetta questo principio.

Il rilievo plano altimetrico dell'intero percorso, comprensivo di alcune varianti poi scartate, delle numerose interferenze con i corsi d'acqua intubati e delle quote dei depuratori esistenti ha permesso di scegliere la tipologia di fognatura da prevedere: a gravità o in pressione. Nell'immagine seguente si riporta lo schema del tracciato planimetrico e il relativo profilo altimetrico delle quote terreno.



L'altimetria del percorso presenta un massimo in prossimità del centro di Quinzanello. Si è quindi formulata una prima ipotesi: realizzare una fognatura in pressione fino al punto di

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

massimo (centro di Quinzanello) e da qui proseguire a gravità fino al depuratore di Dello. I corsi d'acqua importanti da sottopassare in prossimità del depuratore di Dello obbligano però ad arrivare al depuratore con una profondità di scorrimento della tubazione di progetto di circa 5,00 m. Considerando poi la necessità di realizzare una vasca di sollevamento per il rilancio dei reflui, le profondità di scavo risulterebbero dell'ordine dei 7 m, decisamente incompatibile con l'idrologia del sottosuolo che vede una falda con bassa soggiacenza.

Scartata quindi questa ipotesi l'unica possibilità sarà quella di realizzare tubazioni in pressione fino poco dopo il depuratore di Dello (Nodo DECOMPR) e da qui proseguire a gravità fino al nodo DI in Comune di Barbariga.

Si ripropone la tabella delle portate di progetto, con l'indicazione della portata e della tipologia di fognatura scelta.

TRATTO	TIPO FOGNATURA	Q ASCIUTTA l/s	Q PIOGGIA 750 l/s	Q PIOGGIA 1500 l/s
CORT-QUINZ	IN PRESSIONE	3.54	--	32.40
QUINZ-DELLO	IN PRESSIONE	7.43	--	68.00
DELLO-DECOMPR	IN PRESSIONE	19.15	87.66	--
DECOMPR-DI	A GRAVITA'	19.15	87.66	--

1.5 Dimensionamento scolmatori

Il valore della portata da scolmare deve essere definito ai sensi del Regolamento Regionale nr. 6 del 2019, secondo quanto riportato nell'art. 12 e nell'Allegato E – sezione 1.1.

Dovendo realizzare due sfioratori di alleggerimento, uno a Corticelle ed uno a Quinzanello, la portata da inviare a depurazione viene posta pari a 1500 l/A.E./giorno, imponendo come portata di soglia minima 20 l/s al fine di limitare il rischio di intasamento.

$$Q_{alleggerimento} = A \cdot E \cdot \frac{1500}{86400}$$

L'altezza dello sfioro dovrà essere tale per cui risulti verificata che $Q_{sfioro} \geq 20 \text{ l/s}$.

Per il dimensionamento e le verifiche idrauliche si è utilizzata la formula di Chézy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

in cui:

→ Q = portata

→ A = area della sezione liquida

→ χ = coefficiente di attrito determinato con la formula di Bazin:

$$\chi = \frac{87 \cdot \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

R = raggio idraulico

γ = coefficiente di scabrezza

Per il coefficiente di scabrezza γ si assumono i seguenti valori: **0,36** per tubazioni di acque nere, acqua torbida, depositi sul fondo

Frazione	Superficie impermeabile del bacino fognato	Abitanti Equivalenti di riferimento	Qnera in tempo di pioggia (DI=1500 l/s.AE)
	Ha	AE	l/s
Quinzanello	7.81	2050	35.60
Corticelle	14.50	1866	32.40

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

In entrambi i casi si la portata derivata sarà convogliata in una tubazione in PVC DE 315 mm con pendenza del 4 ‰: l'altezza della soglia sarà quindi dimensionata in base alla capacità della tubazione.

TUBAZIONE CIRCOLARE Ø mm 300

COEFF. DI SCABREZZA SECONDO BAZIN = 0,36

PENDENZA m/m 0,0040

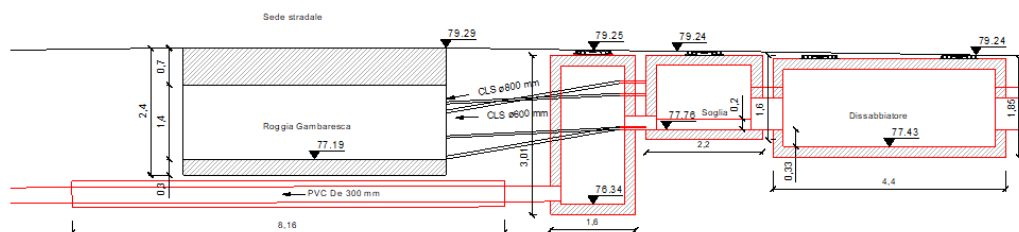
ALTEZZA (cm)	AREA (mq)	CONT.BAGNATO (m)	R.IDRAULICO (m)	VELOCITA' (cm/sec)	PORTATA (l/sec)
2,0	0,0020	0,1567	0,0129	15,00	0,30
4,0	0,0056	0,2243	0,0250	26,53	1,49
6,0	0,0101	0,2782	0,0362	36,18	3,64
8,0	0,0151	0,3256	0,0465	44,43	6,72
10,0	0,0206	0,3693	0,0559	51,54	10,63
12,0	0,0264	0,4108	0,0643	57,64	15,22
14,0	0,0323	0,4512	0,0717	62,83	20,32
16,0	0,0383	0,4913	0,0780	67,17	25,75
18,0	0,0443	0,5316	0,0833	70,66	31,29
20,0	0,0501	0,5732	0,0873	73,31	36,70
22,0	0,0556	0,6169	0,0901	75,07	41,70
24,0	0,0606	0,6643	0,0913	75,84	45,98
26,0	0,0651	0,7182	0,0906	75,43	49,09
28,0	0,0687	0,7858	0,0874	73,34	50,35
30,0	0,0707	0,9425	0,0750	65,11	46,02

Dalla tabella si evince come l'altezza della soglia debba essere pari a 20 cm. Di seguito si riportano gli schemi degli sfioratori.

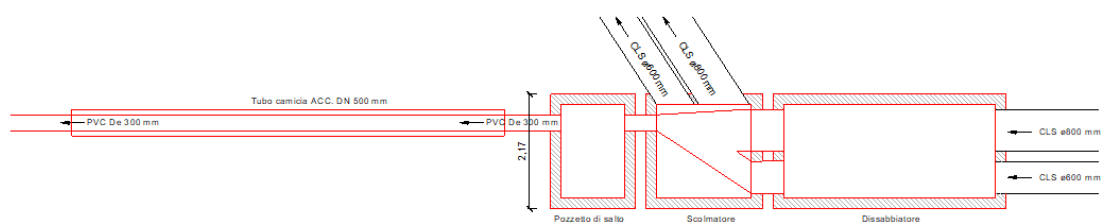
Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

INTERVENTI IN PROGETTO

ROGGIA GAMBARESCA
SEZIONE B-B
scala 1:50

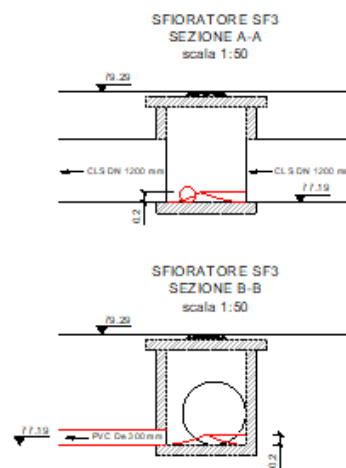
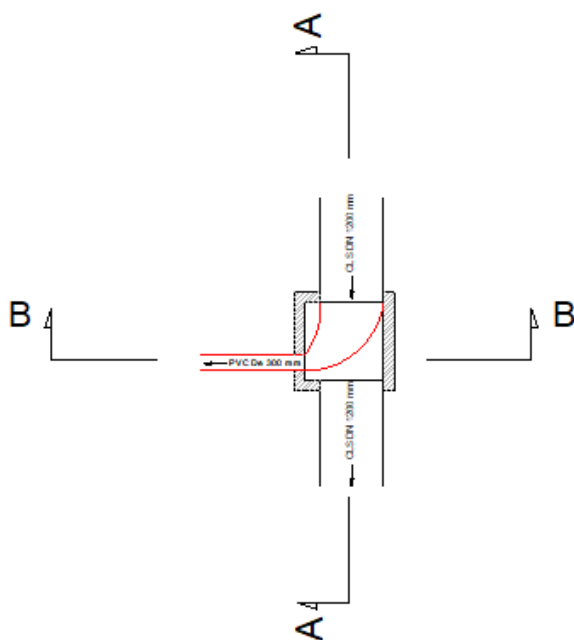


VISTA IN PIANTA INTERVENTI IN PROGETTO



Intervento in progetto sullo sfioratore SF8 a Corticelle

INTERVENTI IN PROGETTO



Intervento in progetto sullo sfioratore SF3 a Corticelle

1.6 Procedura per il dimensionamento dei collettori a gravità

Il dimensionamento delle condotte a gravità (tratto DECOMPR-DI) è stato effettuato in base alle portate attese descritte al precedente paragrafo ed utilizzando la formula di Chézy:

$$Q = \chi \cdot A \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$$

in cui:

Q = Portata (l/s)

A = Area della sezione liquida (m²)

χ = Coefficiente di attrito determinato con la formula di Bazin:

$$\chi = \frac{87 \cdot \sqrt{R}}{\gamma + \sqrt{R}}$$

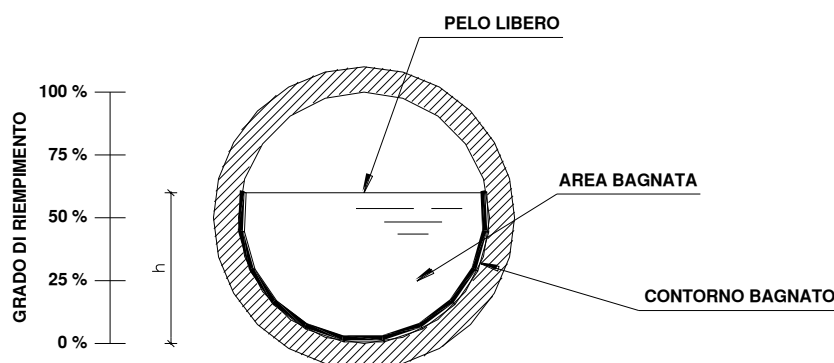
R = Raggio idraulico

γ = Coefficiente di scabrezza

Per il coefficiente di scabrezza γ si sono assunti i seguenti valori:

0,36 per tubazioni in PVC e GRES

Il grado di riempimento massimo in corrispondenza della portata massima ($h_{Q_{\max}}/D$) assunto per la progettazione delle tubazioni a gravità è dell'80%.



$$\text{Grado di riempimento } GR = \frac{\text{tirante idrico}}{\text{diametro condotta}} = \frac{h}{Diam} (\%)$$

Per il tratto di collettore a gravità DECOMPR-DI si prevede il diametro DN 500 mm. Si veda nel successivo paragrafo 1.11 il dettaglio del calcolo di progetto e verifica.

1.7 Caratteristiche di suolo e sottosuolo lungo i tracciati di progetto

Ad ottobre 2020 Acque Bresciane S.r.l ha affidato l'incarico al dott. Geol Luigi Larocchi di redigere uno specifico studio geologico lungo il tracciato dei nuovi collettori. Si rimanda alla relazione integrale per tutti i dettagli, mentre qui nel seguito si riportano alcuni stralci molto importanti per il presente progetto.

2.2 Idrogeologia

La falda freatica nel territorio di Dello risulta compresa tra le isopieze 72 e 85 m s.l.m. Il flusso idrico ha direzione prevalente nord-ovest, sud-est e andamento verso sud-est. Nelle vicinanze del fiume Mella si risente dell'effetto drenante di tale corso d'acqua, che si trova a -4 m dal p.c.


La struttura idrogeologica del territorio è caratterizzata dalla presenza di alternanze di orizzonti poroso-permeabili, costituiti in prevalenza da sabbie e ghiaie, e di orizzonti semi permeabili o impermeabili, rappresentati rispettivamente da livelli sabbioso-limosi e da livelli argillosi più o meno compatti.

La struttura presente nel sottosuolo può essere schematizzata nel modo seguente:

- *terreno di alterazione superficiale*, dello spessore massimo di circa 2 metri, di colore brunastro e , talora, con colorazioni rossastre per rimaneggiamento e dilavamento di paleosuoli più antichi preesistenti nelle aree a monte;
- *litozona sabbioso-ghiaiosa prevalente*, intervallata da orizzonti argillosi discontinui, presente fino alla profondità di 20-35 metri dal p.c.; si tratta di sabbie più o meno grossolane, intercalate da sequenze argilloso-limose che localmente separano falde idriche di buona potenzialità. Tuttavia tali orizzonti argillosi sono discontinui per potenza ed estensione;
- *orizzonti argilloso limosi*, caratterizzati da un alto grado di separazione idraulica – idrochimica, di notevole spessore e presenti fino a 60-70 metri di profondità dal p.c.; si tratta di argille, limi e limi sabbiosi, con limitate intercalazioni sabbiose;
- *litozona ghiaiosa prevalente*, costituita da ghiaie, sabbie e talvolta conglomerati localmente cementati. Contengono acquiferi confinati dai quali pescano la quasi totalità dei pozzi pubblici della zona. Lo spessore di tale litozona si aggira tra i 10 e i 20 metri;

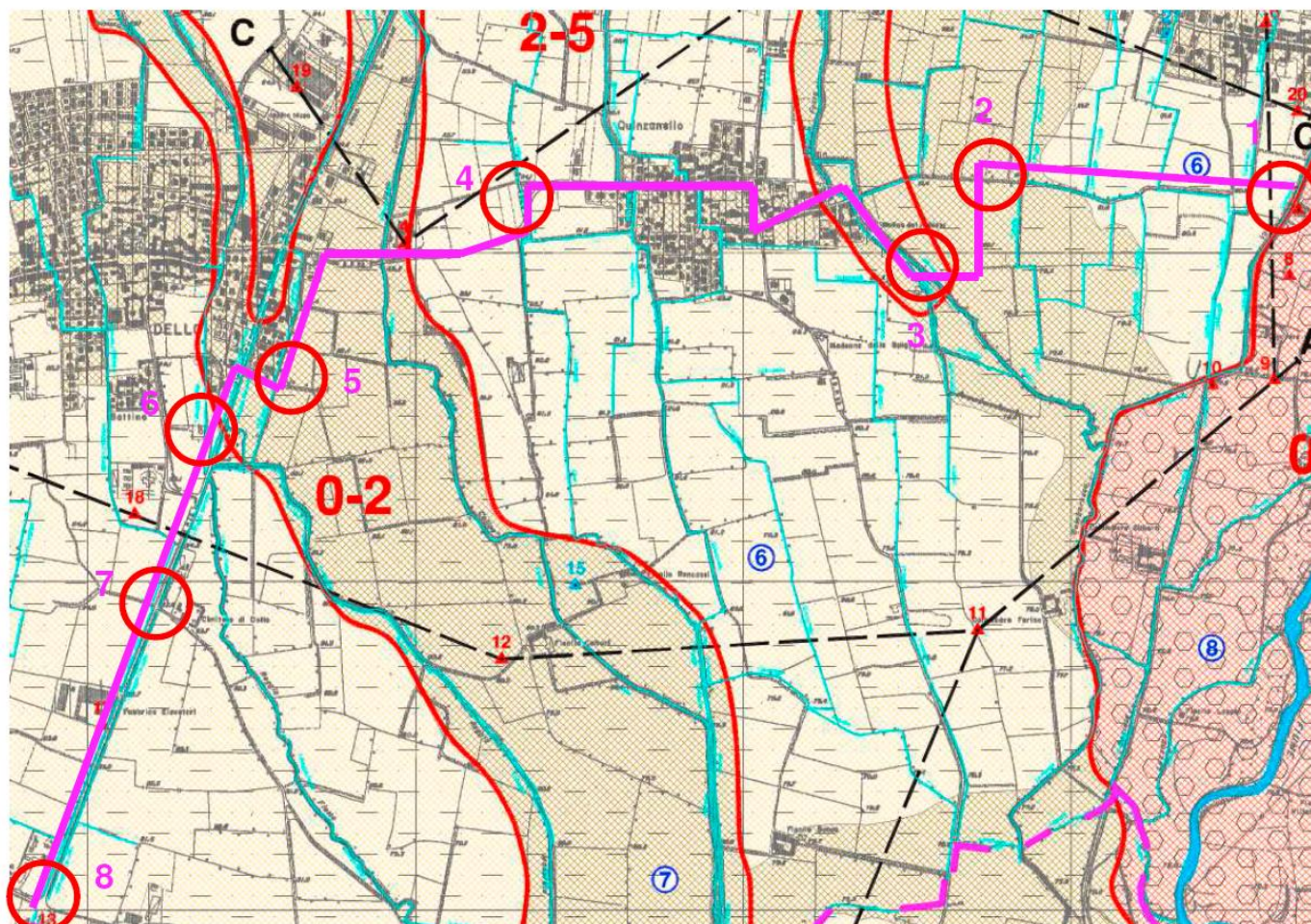
La seguente carta idrografica mostra la profondità della falda principale e l'ubicazione di alcuni dei pozzi utilizzati per ricavare la soggiacenza della falda.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

	VULNERABILITA' MEDIAMENTE BASSA	Valore indicativo permeabilità: $10^{-2} K < 10^{-4} \text{ cm/sec}$ Potenzialità acquifero: $< 50 \text{ l/sec} > 20 \text{ l/sec}$
	VULNERABILITA' MEDIAMENTE ALTA	
	VULNERABILITA' ALTA	

[A1] Depositi alluvionali a prevalente tessitura ghiaiosa-sabbiosa.
 Falda libera poco o punto protetta. Trasmissività da molto elevata a buona.
 Alimentazione diretta o da corpi idrici superficiali e dai loro apparati.
 potenzialità elevata e comunque direttamente connessa agli apporti
 meteorici e alle circolazioni sotterranee.

	VULNERABILITA' MOLTO ALTA	Valore indicativo permeabilità: $K > 10^{-2} \text{ cm/sec}$ Potenzialità acquifero: $> 50 \text{ l/sec}$
---	---------------------------	--



C.T.R. alla scala 1:20.000 con indicazione dei principali corpi idrici superficiali e dei punti di misura
 Il nord coincide con il margine superiore della carta – In colore magenta il percorso del nuovo collettore

A scala locale, il livello freatico subisce variazioni connesse alla presenza di numerosi pozzi idrici che, soprattutto durante la stagione irrigua, determinano coni di depressione di una certa importanza. L'andamento della superficie freatica può inoltre subire oscillazioni legate al variare delle stagioni ed al regime pluviometrico. Considerando la buona permeabilità dei materiali costituenti il sottosuolo, si può prevedere indicativamente che le oscillazioni del livello freatico siano contenute entro +/- 1 m

La falda è stata incontrata durante l'esecuzione di alcune delle prove geognostiche effettuate in data 29/09/2020, spintesi ad una **profondità di 5,4 m dal p.c.**

- Prova n°1 depuratore di Corticelle Pieve (quota 78,8 m s.l.m.) – quota falda: > 5,4 m dal p.c.
- **Prova n°2 Via Castello Quinzanello** (quota 80,5 m s.l.m.) – **quota falda: -2,1 m dal p.c.**
- **Prova n°3 depuratore di Quinzanello** (quota 81.5 m s.l.m.) – **quota falda: -3,6 m dal piano del depuratore**
- **Prova n°4 Via Marconi Quinzanello** (quota 82,2 m s.l.m.) – **quota falda: -1,35 m dal p.c.**
- **Prova n°5 Via Ten.Col. Guido Agosti Dello** (quota 81,7 m s.l.m.) – **quota falda: -1,78 m dal p.c.**
- Prova n°6 depuratore di Dello (quota 81,8 m s.l.m.) – quota falda: > 5,4 m dal p.c.
- Prova n°7 Via IX febbraio Dello (quota 82,2 m s.l.m.) – quota falda: > 5,4 m dal p.c.
- Prova n°8 Via Industriale Dello/Barbariga (quota 80,4 m s.l.m.) – quota falda: > 5,4 m dal p.c.

Le quote topografiche sono state ricavate dalla base C.T.R. alla scala 1:10.000

La caratteristica più significativa del sottosuolo in cui si andrà a realizzare l'opera è la bassa soggiacenza della falda acquifera.

Nella scelta dei materiali da impiegare per le tubazioni dovrà essere presa adeguatamente in considerazione la probabile presenza di acqua di falda sia durante le fasi di posa delle fognature che durante il loro successivo esercizio.

1.8 La scelta del materiale per i nuovi collettori

Si riporta un estratto dell'articolo *“Materiali per condotte di fognatura”* del Prof. ing. Paolo Bertola (Ordinario di Costruzioni idrauliche Facoltà di Ingegneria Università di Trento) dal quale possono trarsi informazioni utili alla scelta del materiale migliore da utilizzare per le tubazioni del presente progetto.

Il progetto, la costruzione ed il collaudo delle tubazioni per fognatura sono regolamentati dal D.M. 12/12/85 “Norme tecniche relative alle tubazioni”, che definisce tubazione “il complesso dei tubi, dei giunti e dei pezzi speciali costituenti l'opera di fognatura”.

Una classificazione molto usata delle tubazioni - in funzione del materiale usato per la loro realizzazione - è la seguente:

- Tubazioni lapidee (GRES, Fibrocemento, Calcestruzzo);
- Tubazioni metalliche (Ghisa, Acciaio);
- Tubazioni plastiche (PE, PVC, PRFV).

Fognature “nere” per acque reflue

Sono le fognature per eccellenza, dovendo trasportare un fluido molto contaminato ma di caratteristiche qualitative tutto sommato omogenee e con variazioni di portata abbastanza contenute: infatti la portata oraria massima del giorno di maggior flusso annuo raramente supera il valore di 2 volte la portata oraria mediata sulle 24 ore, ricavata dalla portata media giornaliera annua.

Più sensibili possono essere invece le variazioni della portata oraria minima giornaliera, con possibili ripercussioni non solo sul corretto funzionamento dell'impianto di depurazione, ma anche della rete fognaria, qualora siano state attribuite alle tubazioni pendenze del fondo troppo ridotte.

Per evitare che il materiale trasportato dal liquido possa sedimentare nei condotti di fognatura è necessario che la velocità non scenda al di sotto di certi valori. La

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

letteratura tecnica indica la velocità minima per le fognature nere in 0.5 m/s riferita alla portata media (valore massimo non superiore a 4.0 m/s). È a questo proposito, da porre in evidenza la notevole differenza che esiste tra i materiali che, trasportati dalle acque bianche o da quelle nere, possono per insufficiente velocità depositarsi nelle condotte.

Le acque bianche si caricano, infatti, per lo più con materiali incoerenti (sabbie) che sono rimossi facilmente dalle maggiori portate (quindi relativamente poco frequenti), mentre l'insufficiente velocità nelle fognature nere induce la sedimentazione di sostanze che, per la loro attitudine, dopo un certo tempo, a formare incrostazioni, non sono più eliminabili dalle maggiori portate, così da richiedere, per la loro rimozione, un intervento di tipo meccanico.

In realtà la capacità di mobilitare le particelle solide, da parte di una corrente a pelo libero, dipende dalla tensione tangenziale τ_0 al contorno il cui valore medio è:

$$\tau_0 = \gamma R_H i$$

Essendo:

γ = peso specifico dell'acqua = 997 kg/m³;

R_H = raggio idraulico della condotta = D/4 a prescindere dal grado di riempimento della sezione (con D diametro interno della tubazione);

i = pendenza del fondo.

Mantenendo:

$$\tau_0 = \gamma R_H i > 2 \text{ N/m}^2 = 0.2 \text{ kg/m}^2$$

si garantisce l'autopulizia della condotta, a meno che non si instaurino condizioni di riempimento $h/D < 0,5$, la qual cosa succede quando nella condotta fluisce una portata inferiore alla metà di quella massima che potrebbe fluire a sezione piena. In queste circostanze può essere molto importante disporre di una tubazione idraulicamente molto liscia, requisito posseduto dal GRES, dal PE e dal PVC, perché in questo caso può essere sufficiente un valore di:

$$\tau_0 = 1 \text{ N/m}^2 = 0.1 \text{ kg/m}^2$$

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Che equivale ad avere le seguenti pendenze minime in funzione del diametro della tubazione:

Diametro interno [mm]	Pendenza minima
300	0.0013
400	0.0010
500	0.0008

Le fognature nere devono essere a perfetta tenuta idraulica perché trasportano un fluido che da un punto di vista qualitativo si differenzia moltissimo da quell'acqua potabile che ne costituisce l'origine e comunque per due motivi fondamentali:

1. Per evitare le perdite di liquame nel terreno, che solitamente danno origine alla contaminazione della falda sottostante ed in ogni caso provocano l'insorgenza di cedimenti delle tubazioni dovute all'alterazione del letto di posa, con conseguenti possibili cedimenti localizzati della sede stradale;
2. Per non consentire l'infiltrazione dell'acqua di falda nella quale può essere parzialmente o totalmente immersa la tubazione, con la conseguenza che quest'ultima sarebbe interessata da un rapido incremento della portata, con passaggio del flusso da condizioni di moto a pelo libero in moto a pressione.

Al di là degli inconvenienti idraulici che si verificano quando si ha un funzionamento localizzato in pressione - rispetto ad una rete generalmente a pelo libero - non va sottovalutato il fatto che le fognature nere necessitano di un'abbondante aerazione per poter consegnare all'impianto di depurazione un liquame il più possibile fresco, cioè non ancora interessato da fenomeni di anossia. È pertanto opportuno verificare le condizioni di flusso nelle tubazioni ipotizzando un rapporto tra riempimento massimo e diametro non superiore a 0,50 (criterio dell'anossia), valore che consente di offrire all'azione di ri-aerazione effettuata dall'ossigeno presente nell'aria della condotta un volume adeguato e contemporaneamente la massima superficie di scambio possibile. Si può inoltre dimostrare che - almeno per tubazioni con $D < 1$ m e dunque per tutte le reti di raccolta dei liquami - il rispetto della condizione di autopulizia della condotta fornisce valori della pendenza, con cui porre in opera le tubazioni,

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

maggiori di quelli necessari per evitare l'anossia del liquame: la prima condizione è pertanto più restrittiva della seconda.

L'articolo del prof. Bertola termina con le seguenti conclusioni (si riportano solo quelle di interesse per il presente progetto):

Conclusioni

Lo spinoso problema della scelta ottimale dei materiali con cui realizzare le condotte di fognatura non ammette evidentemente un'unica soluzione, ma richiede almeno la decisione preventiva del tipo di fognatura: nera, bianca o mista.

Per le fognature nere saranno infatti da anteporre ad altre caratteristiche l'ottima resistenza del manufatto all'aggressione chimica e all'abrasione meccanica, non disgiunte da una buona resistenza meccanica: materiale migliore in questo settore continua ad essere il GRES, seguito dai materiali plastici come il PE ed il PVC.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

1.8.1 Tubazioni in presenza di falda

La presenza di falda nel terreno produce effetti sia sul terreno che sul tubo. Riguardo al terreno si ha una variazione dei parametri geotecnici (Tabella 1.1), mentre per il tubo si registra l'insorgenza di sollecitazioni aggiuntive (Tabella 1.2).

Sulla base di quanto riportato nelle tabelle si evince chiaramente la forte influenza della falda sul sistema tubo-terreno.

Effetti prodotti dalla falda sul terreno	Azioni per limitarne gli effetti
Diminuzione della capacità portante del terreno	• Riduzione delle tensioni massime sotto il tubo
	• Stabilizzazione del terreno di posa
	• Scarico su strati a portanza maggiore
Aumento dei cedimenti	• Abbassamento delle pressioni interstiziali
	• Scelta di condotte compatibili con cedimenti
Diminuzione del grado di compattazione degli inerti	• Aumento dell'energia di compattazione
	• Uso della baulettatura in geotessuto
	• Uso di inerti a granulometria assortita e a spigoli vivi
	• Impiego di condotte non deformabili

Tabella 1.1 - Effetti prodotti dalla falda sul terreno e relative azioni per limitarne gli effetti

Effetti prodotti dalla falda sul tubo	Azioni per contrastare le sollecitazioni indotte dalla falda
Spinta di galleggiamento	• Altezza di copertura adeguata
	• Condotte più pesanti
	• Curare la sistemazione del rinterro
Sollecitazione radiale (Buckling)	• Condotte ad elevata rigidità anulare
	• Condotte ad elevato spessore

Tabella 1.2 - Effetti prodotti dalla falda sul tubo e relative azioni per limitarne gli effetti

1.8.2 Considerazioni finali

Fondamentale risulta essere quindi la scelta dei materiali per la realizzazione dei collettori fognari, poiché gli stessi devono garantire durabilità ed affidabilità nel tempo; in particolare i materiali scelti devono garantire i seguenti requisiti:

- Elevata inerzia chimica
- Ottima resistenza all'abrasione
- Bassa scabrezza
- Durabilità nel tempo

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

- Limitati costi di gestione e di manutenzione

In particolare, una buona progettazione non può prescindere da criteri che contemplino una gestione semplice ed economica.

Le accresciute esigenze d'igiene pubblica e privata e la necessità di tutelare il patrimonio ambientale richiedono sistemi fognari avanzati e soprattutto affidabili; le opere di collegamento devono essere realizzate con un orizzonte temporale di vita di decine d'anni.

È sempre più sentita inoltre l'esigenza di porre particolare attenzione all'affidabilità dell'opera, intesa come capacità di trasporto dei reflui senza generare fenomeni di dispersione o di drenaggio delle falde a seconda delle pressioni.

Risulta quindi fondamentale la scelta di materiali tecnicamente ed economicamente idonei alle varie e differenti necessità.

I criteri di valutazione per la scelta del materiale per i collettori di fognatura sono i seguenti:

- Resistenza chimico-fisica, meccanica
- Scabrezza dei condotti
- Impermeabilità e flessibilità dei giunti
- Durata dei materiali
- Disponibilità di pezzi speciali
- Caratteristiche di trasporto
- Criteri di economicità globale

Per le tubazioni a gravità previste nel presente progetto, i materiali che maggiormente si adattano alle caratteristiche del reflu da trasportare e dell'ambiente di posa in opera sono:

- GRES
- PVC
- PRFV

Mentre per le tubazioni in pressione sarà utilizzata la Ghisa Sferoidale.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Nel proseguo della relazione, per la scelta definitiva del materiale da utilizzare per le tubazioni a gravità, verrà eseguita una comparazione basata su costi/durata dell'opera.

1.9 Definizione dei tracciati

I criteri generali in base ai quali sono stati definiti il tracciato riportato nelle planimetrie allegate, ed i profili longitudinali, sono di seguito elencati:

- Contenimento dello sviluppo dei tracciati stessi, per una maggior economicità di realizzazione, oltre che per limitare il tempo di permanenza del liquame nelle condotte
- Utilizzo di strade esistenti, anche vicinali, per limitare al minimo espropri e servitù su aree private
- Posa delle condotte possibilmente in ambito extraurbano, per limitare i disagi indotti alla popolazione ed alla viabilità dai lavori di scavo, per contenere i costi di posa e per limitare l'interferenza con altri sottoservizi
- Condizioni di accessibilità agevoli alle condotte e manufatti di ispezione per le normali operazioni di pulizia e manutenzione
- Contenimento delle profondità di posa dei collettori, ricorrendo alla realizzazione di sollevamenti con tratti in pressione laddove l'altimetria del terreno richiedesse scavi eccessivamente profondi (indicativamente $h > 5,00$ m)
- Compatibilità con la pianificazione in atto sul territorio dei Comuni coinvolti

Il maggior impatto delle opere di collettamento è relativo, infatti, alle fasi di realizzazione delle stesse, più che all'esercizio, a causa:

- Dell'utilizzazione delle risorse naturali per il ripristino degli scavi;
- Di grandi movimentazioni di materiale e relativo smaltimento;
- Del rischio di incidenti per passaggio di mezzi di cantiere ed interruzione di strade.

In questa sede si è pertanto tenuto conto, con riferimento ai criteri progettuali sopra esposti, della necessità di limitare al minimo l'impatto sul traffico locale ed i conseguenti disagi per i cittadini, mediante la scelta di percorsi che si sviluppino prevalentemente in ambito extraurbano, che interferiscano in maniera il più ridotta possibile con le principali arterie di traffico del comprensorio, oltre che con i sottoservizi già presenti, al fine di limitare l'impatto economico legato all'interruzione dell'erogazione degli stessi per spostamenti necessari al passaggio delle dorsali.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

È da sottolineare inoltre la necessità che le valutazioni in fase di progettazione tengano conto delle interazioni con la pianificazione in atto sul territorio, contenuta nei Piani di Governo del Territorio dei Comuni; tali piani sono stati acquisiti al fine di valutare:

- L'impatto di eventuali espropri e servitù su aree a destinazione urbanistica di particolare pregio;
- Eventuali vincoli, di qualsiasi natura, esistenti sulle aree oggetto degli interventi;
- Progetti inerenti la viabilità comunale o sovracomunale, per la valutazione di interferenze con le infrastrutture a progetto, ovvero la possibilità di coordinamento di eventuali interventi previsti con la realizzazione del presente sistema di collettamento.

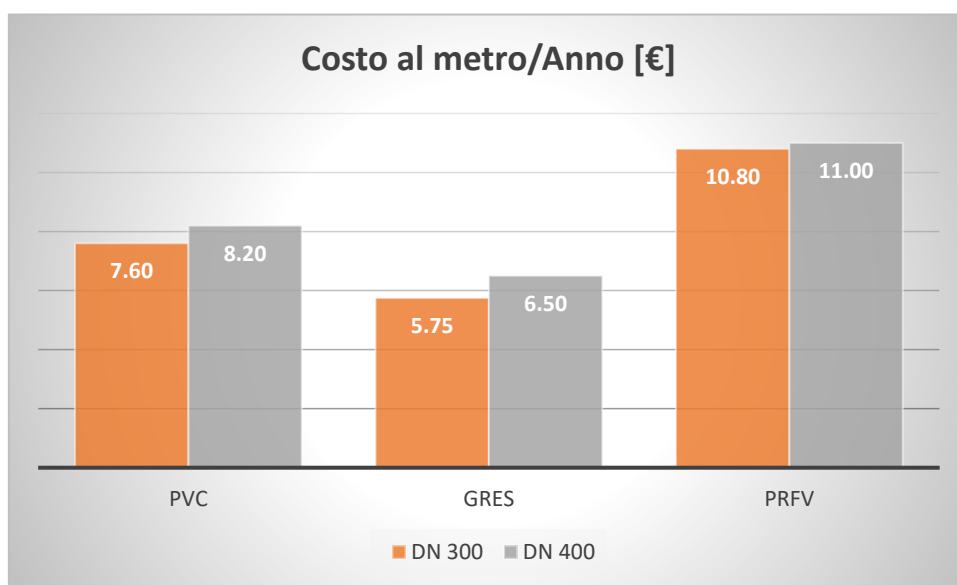
In accordo alle valutazioni sopra elencate, si è proceduto con l'individuazione dei tracciati dei collettori a progetto, compatibili con eventuali vincoli e criticità.

1.10 Analisi costi/durata delle tubazioni

Per identificare la migliore soluzione progettuale tra le tipologie di tubazioni adatte al convogliamento di acque nere con basse pendenze, posate in presenza di acqua di falda, devono essere parametrizzati i costi di realizzazione delle opere rispetto alla loro vita utile.

Calcolati i costi di realizzazione di 1 m di collettore fognario nei diversi materiali GRES, PVC e PRFV si sono quindi parametrati alle loro rispettive vite utili in esercizio ottenendo i seguenti risultati:

Materiale	COSTO AL METRO € profondità=2,5 m		VITA UTILE	COSTO al metro/ANNO €	
	DN 300	DN 400	Anni	DN 300	DN 400
PVC	380	410	50	7.60	8.20
GRES	460	520	80	5.75	6.50
PRFV	540	550	50	10.80	11.00



L'attuale metodo tariffario prevedendo una medesima vita utile per le opere idrauliche fisse, pari a 40 anni, di fatto disincentiva l'acquisto di opere da parte dei gestori del servizio idrico aventi una durata superiore. Le aziende che realizzano fognature di qualità utilizzando materiali con una vita utile di esercizio superiore ai 40 anni operano una scelta che va oltre le valutazioni prettamente economiche mirando a offrire agli utenti reti durevoli a prescindere dal costo iniziale (tratto da: "Management delle aziende del servizio idrico", Andrea Guerrini, 2018).

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Per il presente progetto si sceglieranno quindi tubazioni in GRES per i collettori a gravità e tubazioni in GHISA SFEROIDALE per i collettori in pressione.

1.11 Dimensionamento del collettore a gravità DECOMPR-DI

A seguito delle scelte effettuate nei paragrafi precedenti si riportano le tabelle di calcolo e verifica delle tubazioni a gravità, con riferimento al seguente schema e alle successive portate.

TRATTO	TIPO FOGNATURA	Q ASCIUTTA l/s	Q PIOGGIA 750 l/s
DECOMPR-DI	A GRAVITA'	19.15	87.66

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

TEMPO DI ASCIUTTA

TRATTO	POZZETTO		LUNGHEZZA	MATERIALE	DIAMETRO	PENDENZA	Altezza d'acqua cm	PORTATA		VELOCITA'		IDONEITA'		Riempimento %	Verifica anossia (Riemp<50%)
	partenza	arrivo	m		mm	m/m		TEORICA l/sec	MASSIMA l/sec	TEORICA cm/sec	MASSIMA cm/sec	PORTATA	LAVAGGIO		
DECOMPR-DI	DECOMPR	P1	39.91	GRES	500	0.0022	13	19.15	152.71	48.87	82.87	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P1	P2	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P2	P3	GRES	500	0.0025	13	19.15	162.79	50.75	88.34	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P3	P4	GRES	500	0.0020	14	19.15	145.60	47.77	79.01	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI		P4	P5	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.78	49.54	83.99	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P5	P6	GRES	500	0.0022	13	19.15	153.66	49.18	83.38	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P6	P7	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.65	49.49	83.92	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P7	P8	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P8	P9	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P9	P10	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P10	P11	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P11	P12	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P12	P13	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.61	49.48	83.90	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P13	P14	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.95	49.59	84.08	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P14	P15	GRES	500	0.0022	13	19.15	154.23	49.36	83.69	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P15	P16	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P16	P17	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P17	P18	GRES	500	0.0022	13	19.15	153.44	49.11	83.27	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P18	P19	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.85	49.56	84.03	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P19	P20	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P20	P21	GRES	500	0.0020	14	19.15	145.87	47.86	79.15	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI		P21	P22	GRES	500	0.0022	13	19.15	152.20	48.71	82.59	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P22	P23	GRES	500	0.0022	13	19.15	152.67	48.86	82.85	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P23	P24	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P24	P25	GRES	500	0.0025	13	19.15	162.79	50.75	88.34	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P25	P26	GRES	500	0.0020	14	19.15	146.45	48.05	79.47	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI		P26	P27	GRES	500	0.0020	14	19.15	144.43	47.39	78.37	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI		P27	P28	GRES	500	0.0024	13	19.15	160.42	50.01	87.05	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P28	P29	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P29	P30	GRES	500	0.0022	13	19.15	154.24	49.36	83.70	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P30	P31	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.73	49.52	83.96	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI		P31	P32	GRES	500	0.0020	14	19.15	145.85	47.86	79.14	idoneo	idoneo	28	idoneo

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

TRATTO	POZZETTO		LUNGHEZZA	MATERIALE	DIAMETRO	PENDENZA	Altezza d'acqua cm	PORTATA		VELOCITA'		IDONEITA'		Riempimento %	Verifica anossia (Riemp<50%)
	partenza	arrivo	m		mm	m/m		TEORICA l/sec	MASSIMA l/sec	TEORICA cm/sec	MASSIMA cm/sec	PORTATA	LAVAGGIO		
DECOMPR-DI	P32	P33	14.93	GRES	500	0.0022	13	19.15	152.90	48.94	82.97	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P33	P34	35.06	GRES	500	0.0022	13	19.15	152.41	48.78	82.70	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P34	P35	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P35	P36	24.27	GRES	500	0.0025	13	19.15	163.04	50.83	88.47	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P36	P37	10.04	GRES	500	0.0025	13	19.15	162.32	50.61	88.08	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P37	P38	10.59	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.82	49.55	84.01	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P38	P39	9.02	GRES	500	0.0023	13	19.15	156.90	50.21	85.14	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P39	P40	23.53	GRES	500	0.0023	13	19.15	155.79	49.86	84.54	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P40	P41	26.24	GRES	500	0.0022	13	19.15	154.21	49.35	83.68	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P41	P42	29.07	GRES	500	0.0022	13	19.15	153.78	49.22	83.45	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P42	P43	22.65	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.32	49.39	83.74	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P43	P44	23.71	GRES	500	0.0020	14	19.15	146.32	48.01	79.40	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI	P44	P45	20.43	GRES	500	0.0021	13	19.15	147.45	47.19	80.01	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P45	P46	39.91	GRES	500	0.0025	13	19.15	162.79	50.75	88.34	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P46	P47	39.91	GRES	500	0.0020	14	19.15	145.60	47.77	79.01	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI	P47	P48	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.81	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P48	P49	39.91	GRES	500	0.0025	13	19.15	162.79	50.75	88.34	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P49	P50	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P50	P51	39.91	GRES	500	0.0020	14	19.15	145.60	47.77	79.01	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI	P51	P52	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.81	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P52	P53	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P53	P54	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.81	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P54	P55	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P55	P56	39.91	GRES	500	0.0025	13	19.15	162.79	50.75	88.34	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P56	P57	39.91	GRES	500	0.0020	14	19.15	145.61	47.78	79.01	idoneo	idoneo	28	idoneo
DECOMPR-DI	P57	P58	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P58	P59	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.81	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P59	P60	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P60	P61	39.91	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.44	49.43	83.80	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P61	P62	27.46	GRES	500	0.0023	13	19.15	154.53	49.46	83.86	idoneo	idoneo	26	idoneo
DECOMPR-DI	P62	DI	12.45	GRES	500	0.0022	13	19.15	154.22	49.36	83.69	idoneo	idoneo	26	idoneo

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

TEMPO DI PIOGGIA

TRATTO	POZZETTO		LUNGHEZZA	MATERIALE	DIAMETRO	PENDENZA	Altezza d'acqua cm	PORTATA		VELOCITA'		IDONEITA'		Riempimento %
	partenza	arrivo	m		mm	m/m		TEORICA l/sec	MASSIMA l/sec	TEORICA cm/sec	MASSIMA cm/sec	PORTATA	LAVAGGIO	
DECOMPR-DI	DECOMPR	P1	39.91	GRES	500	0.0022	29	87.66	152.71	75.92	82.87	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P1	P2	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P2	P3	39.91	GRES	500	0.0025	28	87.66	162.79	79.73	88.34	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P3	P4	39.91	GRES	500	0.0020	30	87.66	145.60	73.39	79.01	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P4	P5	25.16	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.78	76.95	83.99	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P5	P6	20.61	GRES	500	0.0022	29	87.66	153.66	76.39	83.38	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P6	P7	34.05	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.65	76.89	83.92	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P7	P8	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P8	P9	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P9	P10	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P10	P11	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P11	P12	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P12	P13	26.99	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.61	76.87	83.90	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P13	P14	8.37	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.95	77.04	84.08	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P14	P15	44.46	GRES	500	0.0022	29	87.66	154.23	76.68	83.69	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P15	P16	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P16	P17	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P17	P18	11.23	GRES	500	0.0022	29	87.66	153.44	76.29	83.27	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P18	P19	28.67	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.85	76.99	84.03	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P19	P20	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P20	P21	29.83	GRES	500	0.0020	30	87.66	145.87	73.52	79.15	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P21	P22	13.70	GRES	500	0.0022	29	87.66	152.20	75.67	82.59	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P22	P23	36.30	GRES	500	0.0022	29	87.66	152.67	75.91	82.85	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P23	P24	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P24	P25	39.91	GRES	500	0.0025	28	87.66	162.79	79.73	88.34	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P25	P26	17.75	GRES	500	0.0020	30	87.66	146.45	73.81	79.47	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P26	P27	15.21	GRES	500	0.0020	30	87.66	144.43	72.79	78.37	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P27	P28	46.85	GRES	500	0.0024	28	87.66	160.42	79.17	87.05	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P28	P29	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P29	P30	19.56	GRES	500	0.0022	29	87.66	154.24	76.68	83.70	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P30	P31	20.32	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.73	76.93	83.96	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P31	P32	29.83	GRES	500	0.0020	30	87.66	145.85	73.51	79.14	idoneo	idoneo	60

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

TRATTO	POZZETTO		LUNGHEZZA	MATERIALE	DIAMETRO	PENDENZA	Altezza d'acqua cm	PORTATA		VELOCITA'		IDONEITA'		Riempimento %
	partenza	arrivo	m		mm	m/m		TEORICA l/sec	MASSIMA l/sec	TEORICA cm/sec	MASSIMA cm/sec	PORTATA	LAVAGGIO	
DECOMPR-DI	P32	P33	14.93	GRES	500	0.0022	29	87.66	152.90	76.02	82.97	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P33	P34	35.06	GRES	500	0.0022	29	87.66	152.41	75.77	82.70	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P34	P35	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P35	P36	24.27	GRES	500	0.0025	28	87.66	163.04	79.86	88.47	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P36	P37	10.04	GRES	500	0.0025	28	87.66	162.32	79.50	88.08	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P37	P38	10.59	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.82	76.97	84.01	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P38	P39	9.02	GRES	500	0.0023	28	87.66	156.90	77.44	85.14	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P39	P40	23.53	GRES	500	0.0023	29	87.66	155.79	77.46	84.54	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P40	P41	26.24	GRES	500	0.0022	29	87.66	154.21	76.67	83.68	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P41	P42	29.07	GRES	500	0.0022	29	87.66	153.78	76.46	83.45	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P42	P43	22.65	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.32	76.72	83.74	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P43	P44	23.71	GRES	500	0.0020	30	87.66	146.32	73.75	79.40	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P44	P45	20.43	GRES	500	0.0021	30	87.66	147.45	74.32	80.01	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P45	P46	39.91	GRES	500	0.0025	28	87.66	162.79	79.73	88.34	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P46	P47	39.91	GRES	500	0.0020	30	87.66	145.60	73.39	79.01	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P47	P48	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.81	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P48	P49	39.91	GRES	500	0.0025	28	87.66	162.79	79.74	88.34	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P49	P50	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P50	P51	39.91	GRES	500	0.0020	30	87.66	145.60	73.39	79.01	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P51	P52	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.81	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P52	P53	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P53	P54	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.81	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P54	P55	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P55	P56	39.91	GRES	500	0.0025	28	87.66	162.79	79.73	88.34	idoneo	idoneo	56
DECOMPR-DI	P56	P57	39.91	GRES	500	0.0020	30	87.66	145.61	73.39	79.01	idoneo	idoneo	60
DECOMPR-DI	P57	P58	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P58	P59	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.81	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P59	P60	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P60	P61	39.91	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.44	76.78	83.80	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P61	P62	27.46	GRES	500	0.0023	29	87.66	154.53	76.83	83.86	idoneo	idoneo	58
DECOMPR-DI	P62	DI	12.45	GRES	500	0.0022	29	87.66	154.22	76.68	83.69	idoneo	idoneo	58

1.12 Dimensionamento del collettore in pressione CORT-QUINZ

Con riferimento alle portate in tempo di asciutta e in tempo di pioggia che andranno “sollevate” dal depuratore di Pieve-Corticelle fino al depuratore di Boldeniga-Quinzanello, per una lunghezza complessiva di circa 1680 m, si calcolano le perdite di carico localizzate e distribuite lungo la tubazione per garantire velocità del fluido comprese tra 0,60 m/s e 2 m/s.

TRATTO	TIPO FOGNATURA	Q ASCIUTTA l/s	Q PIOGGIA 1500 l/s
CORT-QUINZ	IN PRESSIONE	3.54	32.40

Si riporta la tabella di calcolo per la portata massima.

Nome stazione di sollevamento				DEPURATORE DI CORTICELLE - Qmax											
Portata sollevata <l/s>				32.40											
Prevalenza geodetica <m>				5											
Rendimento della pompa <%>				50											
Numero tratto	Portata l/s	Lunghezza m	Materiale	DN mm	Ø interno mm	Coeff. rugosità	PEZZI SPECIALI						Velocità m/s	PERDITE DI CARICO	
							Curve 45°	Curve 90° chiuse	Curve 90° aperte	Curve 180°	Saracinesche	Valvole di non ritorno		Lungo la tubazione m.c.a.	Localizzate m.c.a.
1	32.40	1680	GHISA SFEROIDALE	200	209	1	40	6			1	1	0.944	11.05	0.09

Risultati:

Perdite di carico lungo la tubazione m.c.a.	11.05
Perdite di carico localizzate m.c.a.	0.14
Prevalenza geodetica <m>	5.00
Prevalenza totale elettropompa <m>	16.19

Si riporta la tabella di calcolo per la portata di lavaggio.

Nome stazione di sollevamento		DEPURATORE DI CORTICELLE - Qlavaggio												
Portata sollevata <l/s>		22.00												
Prevalenza geodetica <m>		5												
Rendimento della pompa <%>		50												

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Numero tratto	Portata l/s	Lunghezza m	Materiale	DN mm	Ø interno mm	Coeff. rugosità	PEZZI SPECIALI						Velocità m/s	PERDITE DI CARICO	
							Curve 45°	Curve 90° chiuse	Curve 90° aperte	Curve 180°	Saracinesche	Valvole di non ritorno		Lungo la tubazione m.c.a.	Localizzate m.c.a.
1	22.0	1680	GHISA SFEROIDALE	200	209	1	40	6			1	1	0.641	5.12	0.06

Risultati:

Perdite di carico lungo la tubazione m.c.a.	5.12
Perdite di carico localizzate m.c.a.	0.06
Prevalenza geodetica <m>	5.00
Prevalenza totale elettropompa <m>	10.18

1.13 Dimensionamento del collettore in pressione QUINZ-DELLO

Con riferimento alle portate in tempo di asciutta e in tempo di pioggia che andranno “sollevate” dal depuratore di Boldeniga-Quinzanello fino al depuratore di Dello, per una lunghezza complessiva di circa 3040 m, si calcolano le perdite di carico localizzate e distribuite lungo la tubazione per garantire velocità del fluido comprese tra 0,60 m/s e 2 m/s.

TRATTO	TIPO FOGNATURA	Q ASCIUTTA l/s	Q PIOGGIA 1500 l/s
QUINZ-DELLO	IN PRESSIONE	7.43	68.00

Si riporta la tabella di calcolo per la portata massima.

Nome stazione di sollevamento				DEPURATORE DI QUINZANELLO - Qmax											
Portata sollevata <l/s>				68.00											
Prevalenza geodetica <m>				6											
Rendimento della pompa <%>				50											
Numero tratto	Portata l/s	Lunghezza m	Materiale	DN mm	Ø interno mm	Coeff. rugosità	PEZZI SPECIALI						Velocità m/s	PERDITE DI CARICO	
							Curve 45°	Curve 90° chiuse	Curve 90° aperte	Curve 180°	Saracinesche	Valvole di non ritorno		Lungo la tubazione m.c.a.	Localizzate m.c.a.
1	34	3040	GHISA SFEROIDALE	300	312	1	80	6			1	1	0.991	10.57	0.11

Risultati:

Perdite di carico lungo la tubazione m.c.a.	10.57
Perdite di carico localizzate m.c.a.	0.11
Prevalenza geodetica <m>	6.00
Prevalenza totale elettropompa <m>	16.68

Si riporta la tabella di calcolo per la portata di lavaggio.

Nome stazione di sollevamento		DEPURATORE DI QUINZANELLO - Qlavaggio											
Portata sollevata <l/s>		47.00											
Prevalenza geodetica <m>		6											
Rendimento della pompa <%>		50											

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Numero tratto	Portata l/s	Lunghezza m	Materiale	DN mm	Ø interno mm	Coeff. rugosità	PEZZI SPECIALI						Velocità m/s	PERDITE DI CARICO	
							Curve 45°	Curve 90° chiuse	Curve 90° aperte	Curve 180°	Saracinesche	Valvole di non ritorno		Lungo la tubazione m.c.a.	Localizzate m.c.a.
1	47	3040	GHISA SFEROIDALE	300	312	1	80	6			1	1	0,615	5,07	0,05

Risultati:

Perdite di carico lungo la tubazione m.c.a.	5.07
Perdite di carico localizzate m.c.a.	0.05
Prevalenza geodetica <m>	6.00
Prevalenza totale elettropompa <m>	11.12

1.14 Dimensionamento del collettore in pressione DELLO-DECOMPR

Con riferimento alle portate in tempo di asciutta e in tempo di pioggia che andranno “sollevate” dal depuratore di Dello fino al pozzetto di decompressione da cui partirà il collettore a gravità lungo la strada provinciale 9, per una lunghezza complessiva di circa 560 m, si calcolano le perdite di carico localizzate e distribuite lungo la tubazione per garantire velocità del fluido comprese tra 0,60 m/s e 2 m/s.

TRATTO	TIPO FOGNATURA	Q ASCIUTTA l/s	Q PIOGGIA 750 l/s
DELLO-DECOMPR	IN PRESSIONE	19.15	87.66

Si riporta la tabella di calcolo per la portata massima.

Nome stazione di sollevamento				DEPURATORE DI DELLO - Qmax											
Portata sollevata <l/s>				87.66											
Prevalenza geodetica <m>				4											
Rendimento della pompa <%>				50											
Numero tratto	Portata l/s	Lunghezza m	Materiale	DN mm	Ø interno mm	Coeff. rugosità	PEZZI SPECIALI						Velocità m/s	PERDITE DI CARICO	
							Curve 45°	Curve 90° chiuse	Curve 90° aperte	Curve 180°	Saracinesche	Valvole di non ritorno		Lungo la tubazione m.c.a.	Localizzate m.c.a.
1	87.66	560	GHISA SFEROIDALE	250	260	1	20	6			1	1	1.651	8.45	0.17

Risultati:

Perdite di carico lungo la tubazione m.c.a.	8.45
Perdite di carico localizzate m.c.a.	0.31
Prevalenza geodetica <m>	4.00
Prevalenza totale elettropompa <m>	12.76

Si riporta la tabella di calcolo per la portata di lavaggio.

Nome stazione di sollevamento		DEPURATORE DI DELLO - Qlavaggio												
Portata sollevata <l/s>		35.00												
Prevalenza geodetica <m>		4												
Rendimento della pompa <%>		50												

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

Numero tratto	Portata l/s	Lunghezza m	Materiale	DN mm	Ø interno mm	Coeff. rugosità	PEZZI SPECIALI						Velocità m/s	PERDITE DI CARICO	
							Curve 45°	Curve 90° chiuse	Curve 90° aperte	Curve 180°	Saracinesche	Valvole di non ritorno		Lungo la tubazione m.c.a.	Localizzate m.c.a.
1	35.00	560	GHISA SFEROIDALE	250	260	1	20	6			1	1	0.659	1.36	0.03

Risultati:

Perdite di carico lungo la tubazione m.c.a.	1.36
Perdite di carico localizzate m.c.a.	0.05
Prevalenza geodetica <m>	4.00
Prevalenza totale elettropompa <m>	5.41

1.15 Dimensionamento delle stazioni di sollevamento

Per tutte le tre stazioni di sollevamento si dovranno considerare 3 condizioni di lavoro, corrispondenti ad altrettante tipologie di portata, che sono:

- Q massima = Portata massima in tempo di pioggia
- Q minima = Portata media in tempo asciutto
- Q di lavaggio = Portata minima nella condotta per garantire una velocità superiore a 0,6 m/s

I volumi utili per gli impianti di sollevamento (cioè il volume d'acqua contenuto tra il livello di avvio e il livello di arresto dell'elettropompa) dovranno essere dimensionati per garantire un massimo di 10 avviamenti/ora.

Sul reflu in ingresso alle stazioni di sollevamento verrà effettuata una grigliatura grossolana tramite l'impianto di grigliatura esistente.

Le stazioni di sollevamento saranno costituite da 2 elettropompe sommergibili comandate da misuratori di livello, di cui una di riserva, tutte dotate di inverter.

L'installazione delle carpenterie verrà eseguita completamente in acciaio inox aisi 304 (compresi i tubi guida, giunzioni delle tubazioni, cartelle e flange di ancoraggio), parti immerse e non.

Il quadro elettrico di comando alternerà la pompa in funzione con quella di riserva, il tutto telecomandato, secondo le specifiche tecniche adottate come standard da Acque Bresciane S.r.l.

1.15.1 Condizioni di lavoro al depuratore di Pieve-Corticelle

La stazione di sollevamento al depuratore di Pieve-Corticelle e la relativa condotta in pressione è stata dimensionata in base alle seguenti portate:

Tubazione di mandata in Ghisa Sferoidale DN 200 Lunghezza m 1680
Condizioni di lavoro della stazione di sollevamento:

	Q [l/s]	H [m]	Velocità [m/s]
Q massima	32.40	16.19	0.94
Q minima	3.54	5.14	0.10
Q di lavaggio	22.00	10.18	0.64

1.15.2 Condizioni di lavoro al depuratore di Boldeniga-Quinzanello

La stazione di sollevamento al depuratore di Boldeniga-Quinzanello e la relativa condotta in pressione è stata dimensionata in base alle seguenti portate:

Tubazione di mandata in Ghisa Sferoidale DN 300 Lunghezza m 3040
Condizioni di lavoro della stazione di sollevamento:

	Q [l/s]	H [m]	Velocità [m/s]
Q massima	68.00	16.68	0.89
Q minima	7.43	6.14	0.10
Q di lavaggio	47.00	11.12	0.62

1.15.3 Condizioni di lavoro al depuratore di Dello

La stazione di sollevamento al depuratore di Dello e la relativa condotta in pressione è stata dimensionata in base alle seguenti portate:

Tubazione di mandata in Ghisa Sferoidale DN 250 Lunghezza m 560
Condizioni di lavoro della stazione di sollevamento:

	Q [l/s]	H [m]	Velocità [m/s]
Q massima	87.66	12.76	1.65
Q minima	19.15	4.43	0.36
Q di lavaggio	35.00	5.41	0.66

1.15.4 Dimensionamento volume utile

Come accennato il volume utile dovrà essere dimensionato per garantire un massimo di 10 avviamenti/ora.

Si è scelto di ricorrere ad impianti di sollevamento della medesima forma, così da permettere di ricorrere a soluzioni il più possibile standard, che offrono quindi vantaggi in termini di approvvigionamento ma anche manutentivi. La pianta delle stazioni sarà la medesima per tutte le stazioni, e quindi con lo stesso ingombro, mentre varierà la profondità in funzione dell'escursione da garantire e dalla quota di arrivo delle tubazioni della fognatura nera.

Nella tabella seguente si riportano i volumi utili e le altezze di escursione da garantire.

Collettamento delle acque reflue della Pianura Occidentale
Collegamento degli agglomerati del Comune di Dello

DIMENSIONAMENTO POZZI STAZIONI DI SOLLEVAMENTO									
STAZIONE	q in entrata l/sec	N pompe in funzione	q in entrata m³/sec	Q singola pompa m³/sec	Numero avviamenti/ora	Tminimum (tempo minimo di un ciclo) sec	Volume utile richiesto m³	Sup. disponibile m²	Escursione richiesta m
CORT	32.4	2	0.0324	0.0162	10	360	2.92	14.00	0.21
QUINZ	68.0	2	0.0680	0.0340	10	360	6.12	14.00	0.44
DELLO	87.7	2	0.0877	0.0438	10	360	7.89	14.00	0.56

Nella tabella seguente si riportano le profondità massime delle stazioni di sollevamento e il raffronto con la profondità della falda rispetto al piano campagna.

STAZIONE	Profondità max [m]	Profondità falda [m]
CORT	3.0	> 5.4
QUINZ	4.9	3.6
DELLO	4.5	> 5.4

Si può notare come la stazione di Quinzanello intercetti la falda: questo comporterà, oltre alla verifica al galleggiamento, particolari attenzioni in fase realizzativa, come ad es. l'installazione di palancole e well point.

1.15.5 Verifica al galleggiamento

La verifica al galleggiamento viene svolta confrontando la spinta dell'acqua sul volume immerso con il peso delle strutture interessate, con quest'ultimo che deve risultare maggiore rispetto alla spinta dell'acqua. Nella tabella seguente si confrontano i valori ottenuti per la stazione di sollevamento di Quinzanello.

Spinta idrostatica	
ρ	1000 kg/m³
g	9.81 m/s²
V	39.05 m³

S	383080.5 N
-----	------------

Spinta idr.	383.08 kN
PS+PM	906.59 kN

Peso struttura	
ρ	2500 kg/m³
g	9.81 m/s²
V	34.502 m³

P_s	846161.6 N
-------	------------

Peso magrone	
ρ	2200 kg/m³
g	9.81 m/s²
V	2.8 m³

P_M	60429.6 N
-------	-----------

Il peso della struttura risulta quindi maggiore di oltre due volte il peso immerso. A favore di sicurezza si è considerato il peso del solo vano pompe, che è l'unico interessato dalla falda, senza il peso dell'acqua interna e delle attrezzature.

1.16 Configurazione finale di progetto

Nello schema seguente si riportano le scelte progettuali effettuate.

