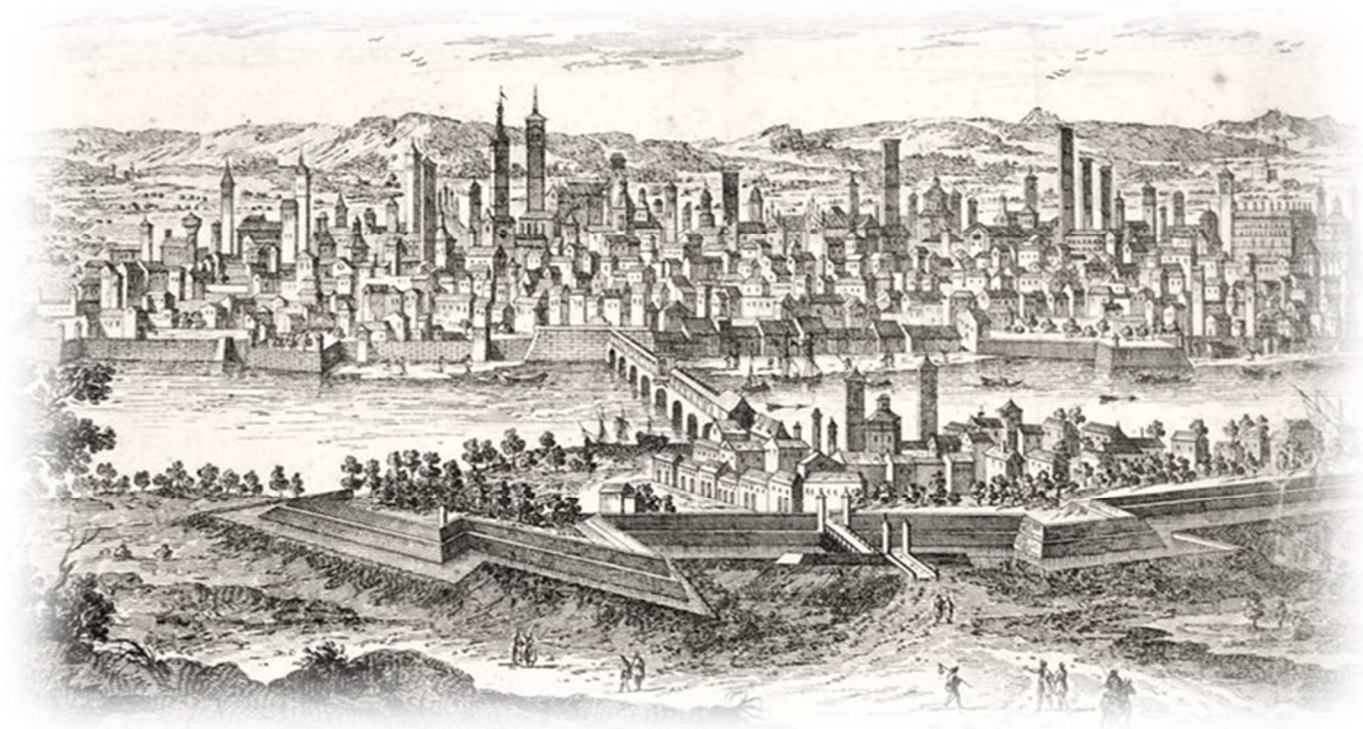


PROGETTO ESECUTIVO

ID 318_4 Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse.

Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio ed Uniti (agglomerato AG01811001 - Pavia)



RELAZIONE GENERALE E TECNICA – QUADRO ECONOMICO

| | |
|---------------------------------|---|
| CUP H88E21000030007 | Elaborato n. 1 |
| PRIMA STESURA 18/11/2021 | |
| REVISIONE 1 06/06/2022 | |
| REVISIONE 2 | |
| REVISIONE 3 | |
| REVISIONE 4 | Progettisti: Dott. Ing. Davide Ravera Geom. Federico Marchiafava |
| | |
| | |
| | |
| | |

SOMMARIO

| | |
|---|----|
| 1 OGGETTO DELL'INTERVENTO..... | 2 |
| 2 CONFORMITA' DELL'INTERVENTO AGLI ATTI DI PROGRAMMAZIONE D'AMBITO..... | 3 |
| 3 STATO DI FATTO | 5 |
| 3.1 Inquadramento geografico e territoriale | 5 |
| 3.2 Stato di fatto di reti e impianti fognari | 6 |
| 4 ANALISI DELLE CRITICITA' | 11 |
| 5 VALUTAZIONI GENERALI..... | 11 |
| 5.1 Valutazioni di fattibilità tecnico-economica (Art. 23 comma 5 D. Lgs. n. 50/2016)..... | 11 |
| 5.2 Valutazioni relative all'efficientamento gestionale degli impianti di sollevamento fognario | 12 |
| 5.3 Valutazioni sui materiali delle condotte fognarie | 12 |
| 5.4 Valutazioni sui tracciati delle condotte | 13 |
| 5.5 Caratteristiche generali dei nuovi impianti fognari e delle relative condotte di mandata | 13 |
| 6 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI FOGNATURA..... | 13 |
| 6.1 Calcolo delle portate di progetto..... | 13 |
| 6.2 Dimensionamento delle pompe di sollevamento e delle condotte in pressione | 16 |
| 6.3 Dimensionamento delle vasche di sollevamento | 18 |
| 6.4 Dimensionamento idraulico delle condotte a pelo libero | 19 |
| 7 CONFORMITA' DELL'INTERVENTO AGLI ATTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA | 20 |
| 8 TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE | 20 |
| 9 DISPONIBILITA' DELLE AREE | 20 |
| 10 INDICAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO..... | 21 |
| 11 VALUTAZIONE DI INCIDENZA DELLA MANODOPERA SUI LAVORI..... | 22 |
| 12 APPLICABILITA' NORMATIVA SULLA SICUREZZA D. LGS. 81/08 TITOLO IV | 22 |
| 13 QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO | 25 |

1 OGGETTO DELL'INTERVENTO

L'intervento in progetto è finalizzato alla riorganizzazione del sistema fognario e depurativo di alcune zone dei capoluoghi dei comuni di San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia al fine di risolvere le criticità oggi presenti.

A seguito di accertamenti, indagini, e segnalazioni, sono state individuate sei situazioni specifiche in cui risulta possibile e necessario intervenire per porre rimedio alle seguenti problematiche:

1. in **Via Pavia e Via Piemonte, San Genesio ed Uniti**, dove è prevista la realizzazione di un derivatore fognario in grado di intercettare lo scarico indepurato presente in Via Pavia e recapitarlo alla rete fognaria comunale presente in incrocio Via Piemonte – Via Trieste (la situazione di criticità corrisponde allo scarico non trattato “scarico 117 FG01813501”);
2. nell'area ricompresa tra **Via Certosa civ. 14-24, Via Roma civ. 6 e Via Italia, San Genesio ed Uniti**, servita da collettori fognari che scolano in direzione est nella roggia Carona, dove vi si scaricano direttamente senza alcun tipo di depurazione (la situazione di criticità corrisponde allo scarico non trattato “scarico 100 FG01813502”);
3. in **Via Papa Giovanni XXIII, San Genesio ed Uniti**, in cui collettore, che raccoglie anche alcune vie laterali quali Via Matteotti e parte di Via Marchesana, recapita direttamente nella Roggia Beccaria, senza alcun tipo di depurazione (la situazione di criticità è stata rilevata durante i sopralluoghi di verifica dello stato delle dorsali fognarie e non corrisponde ad alcuno scarico non trattato precedentemente identificato);
4. in **Via Bergamasca, San Genesio ed Uniti**, dove è stato appurato che il collettore esistente, seppur con i dovuti limiti perché presenta delle pendenze non ottimali ed una sezione del tubo ridotta, è comunque funzionale ed ha solamente bisogno di piccoli interventi di riparazione, e necessita, più che altro, di essere monitorato con una certa frequenza e sottoposto a regolari interventi di manutenzione ordinaria, quali spurgo della condotta e pulizia dei pozzetti di ispezione. Questo collettore è dotato, nell'ultimo pozzetto a monte, di uno scaricatore di piena verso la roggia Beccaria, che si innesca quindi in caso di pioggia, da qui le segnalazioni occasionali di “acque luride” nella roggia stessa. Si prevedono quindi, in questo progetto, interventi di sistemazione puntuale con revisione della soglia di sfioro, preceduto da spurgo e pulizia della condotta e rifacimento del fondo e delle sigillature di alcuni pozzetti (la situazione di criticità è stata rilevata durante i sopralluoghi di verifica dello stato delle dorsali fognarie e non corrisponde ad alcuno scarico non trattato precedentemente identificato);
5. in **Corso Partigiani (ex SS 35 dei Giovi), Certosa di Pavia**, in prossimità dell'incrocio semaforico con Viale Certosa, dove esistono tre collettori fognari che scaricano indepurati nel Navigliaccio: due provenienti da est (dalla zona di Viale Certosa – Piazza della Chiesa) e uno proveniente da ovest (Via G. Marconi) (le situazioni di criticità corrispondono rispettivamente agli scarichi non trattati “scarico 111 FG01804601”, “scarico 112 FG01804604” e “scarico 113 FG01804605”,);
6. nell'area ricompresa tra **Piazza Falcone e Borsellino e Viale Partigiani 53, Certosa di Pavia**, dove esistono tre collettori fognari che scaricano indepurati nel Navigliaccio: due provenienti da ovest in corrispondenza della piazzetta antistante le scuole e uno proveniente da est di fronte al civ. 74 di Viale Partigiani (le situazioni di criticità corrispondono rispettivamente agli scarichi non trattati “scarico 109 FG01804602”, “scarico 110

FG01804603" e ad uno scarico rilevato durante i sopralluoghi di verifica dello stato delle dorsali fognarie e non precedentemente identificato).

Le opere previste nel progetto consistono nella realizzazione di nuove dorsali fognarie di collegamento e trasferimento a stazioni di sollevamento collocate secondo le indicazioni degli elaborati progettuali e grafici di progetto esecutivo in modo da garantire l'eliminazione degli scarichi indepurati, il conferimento dei reflui alla depurazione intercomunale (inizialmente identificata nel depuratore intercomunale di Pavia Via Montefiascone in attesa di realizzazione del nuovo depuratore intercomunale di Pavia Nord) e la trasformazione dei manufatti di scarico in scaricatori di pioggia.

È altresì importante sottolineare come, in coerenza agli atti di programmazione dell'Ente di Governo dell'Ambito Territoriale Ottimale della Provincia di Pavia, sia necessario che il Gestore adotti tutte le misure tecniche e organizzative finalizzate all'incremento della funzionalità degli impianti e dell'efficienza dei processi, alla razionalizzazione delle attività ed al migliore utilizzo delle risorse ambientali ed economiche.

2 CONFORMITA' DELL'INTERVENTO AGLI ATTI DI PROGRAMMAZIONE D'AMBITO

Il presente progetto è redatto in conformità al Piano d'Ambito della Provincia di Pavia versione 2020, redatto ai sensi dell'art. 149 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i., approvato con Deliberazione di Consiglio Provinciale n. 4 del 28/01/2021.

L'intervento trova copertura nel Programma degli interventi 2020-2023 di Pavia Acque s.c.a r.l. all'interno della voce complessiva di investimento ID 318_4 "Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse. Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio (agglomerato AG01811001 - Pavia) in località San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia".

Per tale intervento era stata riportata in pianificazione una copertura finanziaria di Euro 300.000,00 con parziale cofinanziamento attraverso fondi DGR 4040 per Euro 150.000,00.

I maggiori costi rispetto alla pianificazione citata, connessi principalmente ad un più attenta identificazione dei tracciati e agli incrementi dei costi dei materiali connessi con la pandemia Covid 19, trovano copertura nelle somme stanziare nelle macro voci di investimento ID 240 R "Interventi di manutenzione straordinaria e programmata - prevalenza reti".

In sede di revisione del Programma degli interventi 2020 – 2023 si provvederà all'aggiornamento della pianificazione per tenere conto di tale incremento dei costi di realizzazione dell'intervento citato.

Con l'intervento in progetto viene data attuazione a schemi depurativi che, in una logica di efficienza e funzionalità, prevedono il collettamento degli scarichi non trattati (o con trattamento non idoneo) verso un impianto di depurazione centralizzato, in grado di garantire un efficace trattamento ed un costante monitoraggio; tale scelta trova fondate motivazioni in termini di:

- riduzione delle pressioni ambientali sui corsi d'acqua con possibilità di miglioramento qualitativo;
- ottimizzazione dei costi di investimento e dei futuri costi gestionali;
- centralizzazione dei trattamenti e miglioramento del controllo degli scarichi.

L'intervento è finanziato parzialmente da fondi Regione Lombardia DGR 4040 e per la parte rimanente con risorse proprie di Pavia Acque s.c.a r.l.

ID 318_4 Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse. Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio (agglomerato AG01811001 - Pavia) in località San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia.

Di seguito sono riportati i dati relativi ai volumi di acqua immessi in rete per l'anno 2021 e la relativa dotazione idrica pro capite.

| Comune | Popolazione residente | Volume immesso | Volume fatturato | Perdite | |
|---------------------|-----------------------|----------------|------------------|---------|------|
| | ab | mc | mc | mc | % |
| San Genesio e Uniti | 3968 | 463297 | 324764 | 138533 | 29,9 |
| Certosa di Pavia | 5407 | 462107 | 417390 | 44717 | 9,7 |

| Comune | Dotazione idrica su immesso in rete | Dotazione idrica su fatturato | Dotazione idrica adottata |
|---------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| | $l/(ab.d)$ | $l/(ab.d)$ | $l/(ab.d)$ |
| San Genesio e Uniti | 320 | 224 | 260 |
| Certosa di Pavia | 234 | 211 | 260 |

Tabella 1: dotazione idrica comuni di San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia

3 STATO DI FATTO

3.1 Inquadramento geografico e territoriale

Il Comune di San Genesio ed Uniti è ubicato nell'area nord-nordest della Provincia di Pavia, a circa 4 km dal capoluogo provinciale, in un territorio pianeggiante e contraddistinto dalla presenza di un reticolo idrico superficiale a prevalente destinazione irrigua.

Nell'immagine seguente sono evidenziate le quattro zone di intervento: Via Papa Giovanni XXIII a nord rispetto al centro di San Genesio ed Uniti, Via Bergamasca in zona centrale, l'area di Via Certosa - Via Roma – Via Italia in zona ovest-semi centrale e Via Pavia - Via Piemonte – Via Trieste nella parte orientale del capoluogo.



Figura 1: localizzazione degli interventi in San Genesio ed Uniti

Il Comune di Certosa di Pavia è ubicato nell'area nord-nordovest della Provincia di Pavia, a circa 6 km dal capoluogo provinciale, in un territorio pianeggiante e contraddistinto dalla presenza di un reticolo idrico superficiale a prevalente destinazione irrigua, caratterizzato dalla presenza del Naviglio Alzaia che collega Milano con Pavia, quindi col fiume Ticino.

Nell'immagine seguente sono evidenziate le due zone di intervento, entrambe prospicienti la via principale – Viale Partigiani - meglio nota come ex SS 35 dei Giovi.



Figura 2: localizzazione degli interventi in Certosa di Pavia

3.2 Stato di fatto di reti e impianti fognari

Le reti fognarie di San Genesio ed Uniti sono di tipo misto (unitario) nella maggior parte del territorio, eccezion fatta per poche vie di recente lottizzazione dove sono stati realizzati due collettori distinti per acque nere e acque bianche (che comunque confluiscono sempre in un unico collettore). La maggior parte delle fognature vengono convogliate nella zona di Via Parco Vecchio-Via Battaglia di Pavia dove, mediante una stazione di sollevamento, vengono rilanciate in direzione di Pavia fino a Via Poligogna (quartiere Mirabello), immettendosi così nella rete fognaria cittadina per raggiungere di conseguenza l'impianto di depurazione sito in Via Montefiascone.

Anche per Certosa di Pavia le fognature sono prevalentemente di tipo misto, la rete fognaria è suddivisa in due "emisferi" separati dal Naviglio Alzaia: la parte destra (est) si sviluppa lungo Viale Certosa per convergere a sud in Via Alzaia in una stazione di sollevamento che rilancia i reflui verso sud in direzione di Borgarello; la parte sinistra (ovest) raccoglie il centro storico: partendo dalla periferia gli scarichi, inizialmente più ramificati, convergono a sud fino in località Boschetto dove vengono sollevati e rilanciati verso Borgarello, quindi in Via Poligogna, Pavia.

ID 318_4 Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse. Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio (agglomerato AG01811001 - Pavia) in località San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia.

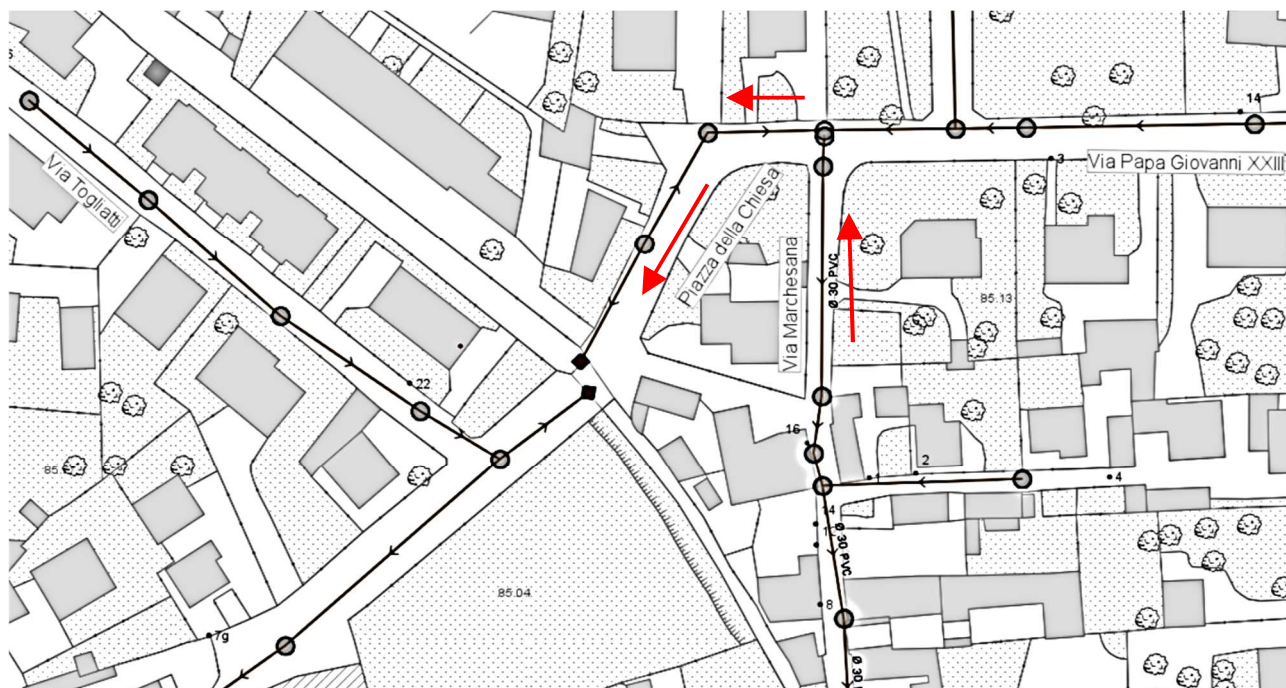


Figura 3: San Genesio ed Uniti - stato attuale Via Papa Giovanni XXIII, Via Togliatti. In rosso i flussi fognari rilevati.



Foto 1: San Genesio ed Uniti - Roggia Beccaria, ponte stradale dove scarica Via Papa Giovanni XXIII

ID 318_4 Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse. Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio (agglomerato AG01811001 - Pavia) in località San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia.

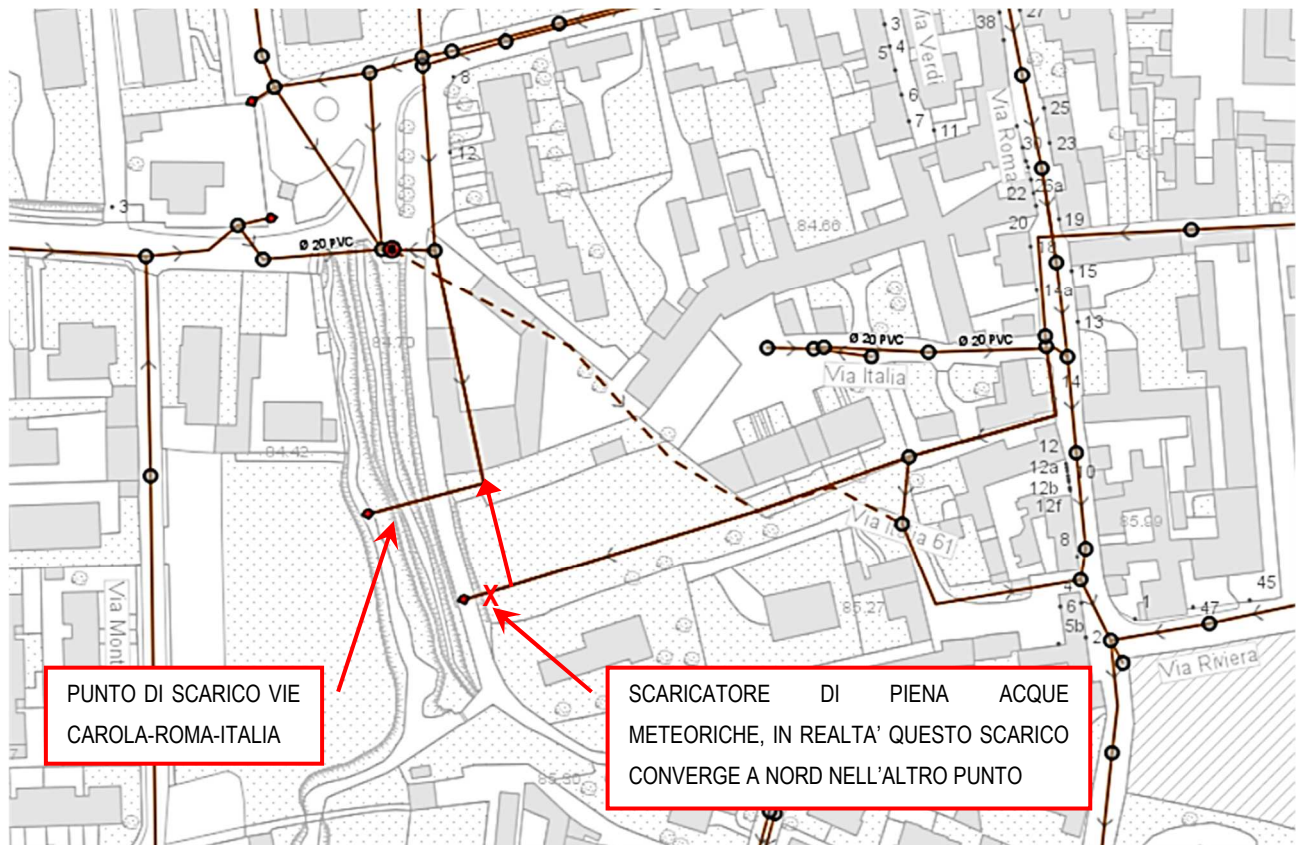


Figura 4: San Genesio ed Uniti - scarichi esistenti in Via Certosa - Roma – Italia



Foto 2: San Genesio ed Uniti - Scarico nella Roggia Carona dell'agglomerato in fondo a Via Italia

ID 318_4 Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse. Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio (agglomerato AG01811001 - Pavia) in località San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia.



Foto 3: San Genesio ed Uniti - fognatura di Via Bergamasca



Figura 5: San Genesio ed Uniti – schema fognatura Via Pavia – Via Piemonte

ID 318_4 Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse. Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio (agglomerato AG01811001 - Pavia) in località San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia.

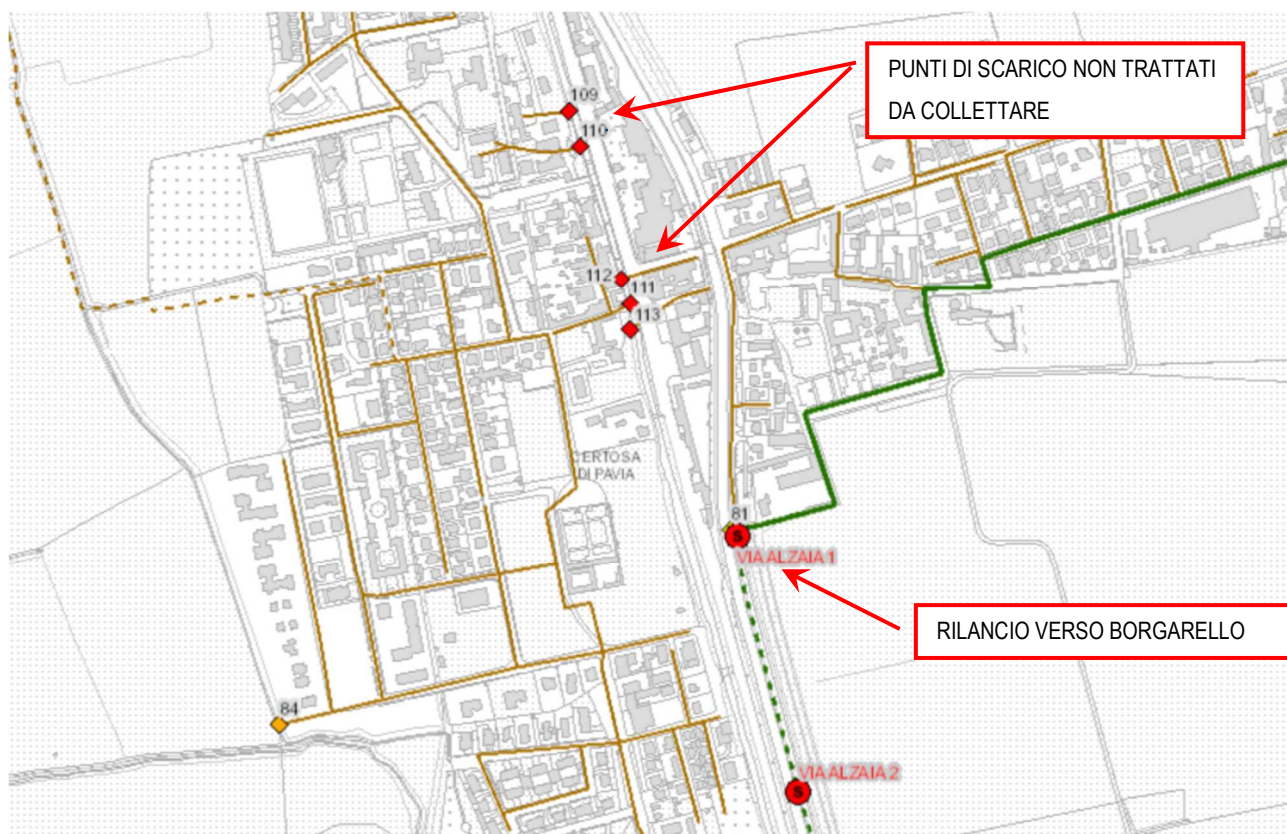


Figura 6: Certosa di Pavia – schema fognature zona ex SS35 dei Giovi



Foto 4: Certosa di Pavia – scarico non trattato nel Navigliaccio – zona della chiesa lungo ex SS35 – vista da Via Marconi

4 ANALISI DELLE CRITICITA'

Come evidenziato in precedenza, esistono alcune vie cittadine che presentano tratti fognari che scaricano indepurati nelle acque superficiali: il progetto prevede la realizzazione di brevi collettamenti verso nuove stazioni di sollevamento per le acque reflue opportunamente dimensionati ed il convogliamento di tali acque verso l'impianto di trattamento di Pavia, mediante collettamento nelle fognature a gravità esistenti.

In particolare, il presente progetto porrà rimedio alle seguenti problematiche:

- in Via Pavia e Via Piemonte, San Genesio ed Uniti, dove è presente uno scarico indepurato generato dal conferimento della rete fognaria presente in Via Pavia in reticolo superficiale;
- in San Genesio ed Uniti, Via Papa Giovanni XXIII il cui collettore, che raccoglie anche alcune vie laterali quali Via Matteotti e parte di Via Marchesana, raccoglie gli scarichi civili e le acque meteoriche recapitandoli direttamente nella Roggia Beccaria senza alcun tipo di depurazione;
- in San Genesio ed Uniti, nell'area ricompresa tra Via Roma civ. 4 e Via Italia, che è servita da collettori fognari che scolano in direzione est verso la roggia Carona, dove vi si scaricano direttamente senza alcun tipo di depurazione e nel medesimo punto di scarico vengono convogliati anche i reflui provenienti, in parte, da Via Certosa/Via Carola;
- in Certosa di Pavia, lungo la ex SS35 dei Giovi/ Corso Partigiani – lato est - nel quartiere intorno alla chiesa, la rete fognaria è prevalentemente costituita da brevi collettori che raccolgono gli scarichi di un numero limitato di utenze per poi scaricarsi, in più punti, direttamente nel Navigliaccio;
- in Certosa di Pavia, lungo la ex SS35 dei Giovi – lato ovest - in Via Marconi e nelle adiacenze di Piazza Falcone e Borsellino (zone Poste e Scuola), lo schema fognario è speculare a quanto detto in precedenza, cioè brevi collettori fognari che scaricano direttamente nel Navigliaccio.

Nel dettaglio, si intende realizzare un sistema di collettamento in grado di intercettare gli scarichi fognari nei diversi punti di recapito, al fine di trasferirli verso l'impianto di depurazione di Pavia attraverso il collettamento esistente in Via Poligogna, come già avviene per la quasi totalità degli agglomerati di San Genesio ed Uniti capoluogo e Certosa di Pavia.

5 VALUTAZIONI GENERALI

5.1 Valutazioni di fattibilità tecnico-economica (Art. 23 comma 5 D. Lgs. n. 50/2016)

La valutazione di fattibilità tecnica ed economica è finalizzata a individuare, tra più soluzioni, quella che presenta il miglior rapporto tra costi e benefici per la collettività, in relazione alle specifiche esigenze da soddisfare e prestazioni da fornire.

Al riguardo è preliminarmente necessario considerare i vincoli di natura programmatica previsti nel Piano d'Ambito, che hanno per Pavia Acque carattere cogente; importanti valutazioni in tal senso sono state effettuate congiuntamente dal Gestore e dall'Ufficio d'Ambito sia in sede di predisposizione del Piano d'Ambito che di Tavolo Tecnico.

In particolare, tutti gli interventi di risoluzione di situazione di criticità connesse con lo schema depurativo in essere (eliminazione scarichi non trattati) erano già previsti in sede di piano d'ambito; pertanto le valutazioni sulla opportunità o meno di dismettere determinati trattamenti in favore del collettamento a reti servite da impianti di potenzialità superiore, ai fini delle scelte progettuali, era già assodata.

5.2 Valutazioni relative all'efficientamento gestionale degli impianti di sollevamento fognario

Pavia Acque s.c.a r.l. sta perseguendo da tempo la progressiva standardizzazione della componentistica elettromeccanica e delle modalità realizzative delle strutture dei nuovi impianti di sollevamento fognario e di depurazione, al fine di uniformare le prassi gestionali del personale operativo, garantire la riduzione delle scorte di magazzino e rendere più agevoli le attività manutentive, utilizzando comunque prodotti di elevata qualità ed efficienza, di conclamata diffusione di mercato.

La scelta dei materiali per gli impianti previsti nel presente progetto (pompe, valvole, tubazioni, accessori, vasche, camerette di ispezione, chiusini, ecc.) e le relative condizioni di installazione sono effettuate in coerenza ai processi di standardizzazione di cui sopra.

5.3 Valutazioni sui materiali delle condotte fognarie

Preso atto di quanto valutato nei paragrafi precedenti, si procede alle opportune valutazioni sulle possibili alternative di scelta dei materiali più adeguati alla realizzazione delle condotte fognarie, sulla base dell'esperienza acquisita e di quanto disponibile oggi sul mercato:

- per le condotte in pressione è possibile ipotizzare l'utilizzo di materiali plastici (PEAD, PVC-U per condotte in pressione, PVC-A, PVC-O) oppure di ghisa sferoidale; in relazione alle caratteristiche prestazionali ed ai costi di approvvigionamento e posa, l'esperienza porta a valutare con maggiore positività il Polietilene ad alta densità (PEAD), materiale con caratteristiche strutturali e criteri di posa idonei alle esigenze di progetto, dotato di notevole durabilità nel tempo ed approvvigionabile sul mercato a condizioni economiche più favorevoli rispetto ad altri materiali (es. ghisa sferoidale). Considerato il contesto di posa, lo sviluppo della condotta, eventuali deviazioni e cambi di direzione dovuti all'attraversamento di ponti, fossi, sotto-servizi interferenti, il diametro e la lunghezza della tratta ed il costo di mercato dei diversi materiali, si ritiene che il migliore compromesso tra costi e prestazioni sia in questo caso rappresentato dal Polietilene ad Alta Densità (PEAD) PE100 PN-PFA16, con saldatura testa a testa in linea e pezzi speciali con saldatura elettrica nelle deviazioni;
- per i tratti a gravità di raccordo tra le reti esistenti e le nuove opere, adibiti al trasporto delle acque reflue e al più dell'aliquota di pioggia da avviare al trattamento, le opzioni sono legate soprattutto a criteri di sicurezza del cantiere, facilità di posa e idoneità delle giunzioni ad evitare infiltrazioni di acque di falda nei periodi di minore soggiacenza della stessa; a tale riguardo, preso atto di quanto offre il mercato, il materiale che presenta il migliore compromesso tecnico-economico è il Cloruro di Polivinile (PVC) UNI EN 1401, in barre da 3 o 6 metri, con giunzione a bicchiere provvisto di guarnizione di tenuta.

5.4 Valutazioni sui tracciati delle condotte

Per quanto attiene la definizione dei tracciati delle condotte si registra di norma la presenza di specifici vincoli planimetrici che limitano in modo netto le possibili scelte progettuali (vincoli di quote degli scarichi e dei recapiti per condotte a gravità, obbligatorietà di sollevamento dei reflui, ecc.).

Nel caso in oggetto, peraltro, l'ubicazione degli impianti di sollevamento fognario ed i tracciati delle relative condotte di mandata è strettamente legata alla conformazione delle reti, degli impianti esistenti e del complesso residenziale in cui saranno realizzate, trattandosi di fatto di un intervento funzionale alla risoluzione di manifeste criticità esistenti all'interno di un centro abitato.

5.5 Caratteristiche generali dei nuovi impianti fognari e delle relative condotte di mandata

I nuovi sollevamenti fognari saranno costituiti da una vasca di accumulo di adeguata dimensione e profondità con relativa camera di manovra; essi saranno equipaggiati con n. 2 elettropompe sommergibili ciascuno, piping in acciaio INOX AISI 304, organi di manovra e valvole di non ritorno in ghisa sferoidale, sonde di livello radar per il monitoraggio in continuo dei livelli e l'automazione delle pompe, sonde di livello a variazione di assetto (galleggianti) di emergenza, chiusini, recinzioni e accessori, in relazione al contesto di inserimento.

Ciascun impianto sarà dotato di sfioratore di troppo pieno per l'allontanamento delle portate di pioggia in eccesso, dimensionato ai sensi della vigente normativa nazionale e regionale (RR 6/2019), ricavato utilizzando e adattando i manufatti e collettori esistenti.

Gli impianti di sollevamento saranno predisposti per essere gestiti, in un secondo tempo, tramite sistema di telecontrollo dei principali parametri di funzionamento e dei relativi allarmi, in modo da permettere alle squadre di manutenzione e di reperibilità di intervenire tempestivamente in caso di guasti o malfunzionamenti; i segnali rilevati dalle unità periferiche (RTU) saranno trasmesse al sistema centralizzato di Pavia Acque e contemporaneamente resi disponibili alle Società Operative Territoriali delegate alla conduzione operativa dei diversi impianti.

Le condotte prementi delle stazioni di sollevamento fognario saranno realizzate in polietilene ad alta densità di diametro adeguato (PEAD PE100 PN-PFA16 per fognatura, con bande marroni); salvo l'esistenza di particolari vincoli ambientali o idrogeologici, le condotte saranno posate su letto di sabbia ad una profondità tale da garantire un ricoprimento minimo della tubazione pari a m 1,00 su aree viabili e m 1,30 in corrispondenza di terreni coltivati.

6 DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI FOGNATURA

6.1 Calcolo delle portate di progetto

Il calcolo delle portate di progetto, vista la modesta entità delle aree in gioco, è basato su di una stima degli abitanti equivalenti efferenti ad ogni zona, calcolato in base alla superficie servita da fognatura, allo sviluppo dello schema fognario del bacino di utenza, ponendo a base dei calcoli i seguenti valori:

- | | |
|--|----------------------------|
| - Tratto A1 – San Genesio ed Uniti Via Papa Giovanni XXIII | ➔ 125 abitanti equivalenti |
| - Tratto A2 – Via Piemonte Via Pavia | ➔ 80 abitanti equivalenti |
| - Tratto B – San Genesio ed Uniti Via Certosa-Roma-Italia | ➔ 404 abitanti equivalenti |

- Tratto C – Certosa di Pavia ex SS35 est - zona piazza della chiesa → 94 abitanti equivalenti
- Tratto D1 – Certosa di Pavia ex SS35 ovest - Via Marconi → 76 abitanti equivalenti
- Tratto D2 – Certosa di Pavia ex SS35 ovest - Piazza Falcone-Borsellino-scuole → 95 abitanti equivalenti

La stima adottata, computata sulla densità abitativa media e sullo sviluppo della rete fognaria, in ogni caso risulta essere cautelativa e per tutti i punti scarico non trattati oggetto di intervento risulta essere pari o superiore a quanto riportato nelle schede descrittive degli agglomerati riportata nel Piano d'Ambito ATO Pavia 2020

Per il calcolo della **portata nera media** (Q_{nm}) e sulla base delle considerazioni fatte nel § 1, si impiega la seguente relazione, assumendo una dotazione idrica pari a **260** litri per abitante al giorno, valore medio normalmente impiegato nei calcoli, adeguato ai valori riportati nella **Tabella 1**:

$$Q_{nm} = \frac{dm \cdot P \cdot \phi}{86400} (l/s)$$

dove:

dm = dotazione idrica media annua (l/ab-d)

P = popolazione (ab)

ϕ = coefficiente di afflusso in fognatura, assunto pari a 0,8

Q_{nm} = portata nera media (l/s)

Il calcolo della **portata nera di punta** (Q_{np}) viene effettuato applicando alla portata nera media un coefficiente di punta C_p calcolato mediante la formula di Koch di seguito riportata, dove Q_0 è la portata nera media in l/s mentre a e b sono due parametri che assumono il valore 1,5 e 2,5.

$$C_p = a + \frac{b}{Q_0^{0,5}}$$

Si specifica che il coefficiente di punta così calcolato può essere applicato, con risultati attendibili, per bacini di una certa entità (superiori a 200-300 a.e.), mentre è buona norma limitarlo entro valori attendibili (da 4 a 6) per modesti bacini di pertinenza (essendo tale coefficiente inversamente proporzionale alla portata, lo stesso aumenterebbe a dismisura per piccoli bacini, facendo perdere di veridicità i calcoli); ai fini del presente intervento il coefficiente di punta viene adottato ad un valore pari a 5,00.

Il calcolo della **portata in tempo di pioggia da avviare al trattamento** (Q_{max}) viene effettuato ai sensi del Regolamento di Regione Lombardia n. 6/2019, considerando il valore maggiore tra la portata nera di punta e la portata in tempo di pioggia calcolata sulla base di 750 litri per abitante equivalente al giorno.

Non essendo presenti nelle aree oggetto di intervento insediamenti industriali o produttivi di dimensioni significative, considerato che già i dati del carico generato dagli agglomerati inserito nel Piano d'Ambito comprende la stima dei carichi fluttuanti e industriali, si ritiene che le maggiorazioni applicate nel calcolo delle portate di progetto sulla base dei dati di cui sopra siano tali da ricomprendere eventuali picchi di scarico di natura produttiva, che di conseguenza non vengono considerati separatamente.

La scelta della effettiva **portata di dimensionamento di ciascun impianto di sollevamento** ($Q_{impianto}$) e delle relative condotte prementi viene quindi effettuata, a partire dai valori delle portate calcolati come sopra, sulla base dell'articolazione del sistema di collettamento, delle caratteristiche di riferimento dei sistemi di pompaggio disponibili sul

mercato, dei criteri di standardizzazione di materiali e diametri delle condotte precedentemente illustrati, ovvero della presenza di eventuali vincoli tecnico-manutentivi (es. particolari esigenze di gestione dei livelli di riempimento/svuotamento vasche in relazione alle quote dei manufatti di sfioro); in ogni caso gli impianti dovranno poter garantire l'allontanamento delle portate minime previste dalla norma.

Come già anticipato, la portata minima delle pompe di sollevamento (e conseguentemente del relativo impianto) viene assunta pari a 5,0 l/s.

Nella tabella che segue sono illustrati i risultati dei calcoli delle portate di progetto per ogni zona e, a seguire, il dettaglio delle portate di dimensionamento delle stazioni di sollevamento:

| AREA | Dimensione (a.e.) | Portate di progetto | | | | | |
|-----------|----------------------|---------------------|-------|-----------------|----------------|---------------------|-----------------|
| | | Q_{nm} (l/s) | C_p | C_p applicato | Q_{np} (l/s) | $Q_{pioggia}$ (l/s) | Q_{max} (l/s) |
| Tratto A1 | 125 | 0,30 | 6,06 | 5,00 | 1,50 | 1,09 | 1,50 |
| Tratto A2 | 80 | 0,19 | 7,19 | 5,00 | 0,95 | 0,69 | 0,95 |
| Tratto B | 404 | 0,97 | 4,04 | 4,04 | 3,92 | 3,51 | 3,92 |
| Tratto C | 94 | 0,23 | 6,71 | 5,00 | 1,15 | 0,82 | 1,15 |
| Tratto D1 | 76 | 0,18 | 7,39 | 5,00 | 0,90 | 0,66 | 0,90 |
| Tratto D2 | 95 | 0,23 | 6,71 | 5,00 | 1,15 | 0,82 | 1,15 |
| | | | | | | | |

Tabella 2: calcolo delle portate generate

| Impianto di sollevamento | Popolazione sottesa a.e. | Q _{max} (l/s) | Q _{impianto} (l/s) |
|---|--------------------------|------------------------|-----------------------------|
| Tratto A1 | 125 | 1,50 | 5,00 |
| Tratto A2 confluisce in rete a gravità esist. | 80 | 0,95 | |
| Tratto B confluisce in stazione esistente | 404 | 3,92 | |
| Tratto C | 94 | 1,15 | 5,00 |
| Tratto D1 solleva tratto C+D1 | 94+76 | 1,15+0,90 | 5,00 |
| Tratto D2 | 95 | 1,15 | 5,00 |

Tabella 3: calcolo delle portate per dimensionamento degli impianti di sollevamento

6.2 Dimensionamento delle pompe di sollevamento e delle condotte in pressione

La portata reale dei singoli tratti è inferiore a 5,0 l/s ma, al fine di evitare intasamenti, l'esperienza insegna che è opportuno che le pompe di sollevamento abbiano una portata nominale Q_{nom} non inferiore a 5,0 l/s. Pertanto, la configurazione minima delle stazioni di sollevamento seguirà lo schema tipico di equipaggiamento, costituito da una coppia di elettropompe, una di riserva attiva all'altra, ciascuna della portata nominale di circa 5 l/s.

Il dimensionamento delle pompe e delle condotte prementi viene effettuato in modo da contenere entro valori ragionevoli le perdite di carico totali (e le conseguenti prevalenze delle pompe), mantenendo nel contempo le velocità del flusso in un campo di valori accettabili e tali da garantire un'efficace autopulizia delle condotte durante il loro funzionamento.

In linea generale viene adottato il criterio di contenere la prevalenza massima delle pompe entro i 15 metri di colonna d'acqua, anche nelle condizioni di massimo utilizzo, e le velocità di scorrimento all'interno delle condotte non inferiori a 0,5 – 0,7 m/s nelle condizioni di minore carico, e non superiori a 1,5 m/s in condizioni di punta.

La scelta del numero e della taglia effettiva delle pompe per ciascun impianto di sollevamento, e dei relativi criteri di automazione, tiene altresì conto dell'opportunità di suddividere, per gli impianti di maggiore taglia, le portate su più pompe identiche azionate in contemporanea, in modo da garantire un funzionamento continuo anche in condizioni di basse portate, e non eccedere nel dimensionamento elettrico ed elettromeccanico dell'impianto, viceversa, per gli impianti più piccoli risulta opportuno installare macchine aventi un passaggio libero tale da non creare il rischio di intasamenti, e idoneo quindi a garantire minori costi di manutenzione e di fermo impianto; a tale scopo si prevede che le macchine installate abbiano un passaggio libero non inferiore a 80 mm, garantito sul mercato da pompe aventi portate minime nell'ordine dei 5,0 l/s, preferibilmente a girante arretrata.

Ipotizzando di impiegare una condotta premente in PEAD De125 mm PN16 con il diametro interno pari a 102,2 mm, la velocità in condotta risulta:

$$v = Q_{nom}/A = 0,005 / (\pi \times 0,051^2) \approx 0,61 \text{ m/s}$$

pertanto entro i limiti velocità ottimale, compresi tra 0,5 e 1,5 m/s.

Relativamente al calcolo delle perdite di carico lungo le condotte (perdite continue), avendo effettuato la scelta di utilizzare tubazioni in polietilene ad alta densità (PEAD), viene utilizzata la formula monomia di Datei-Marzolo, che ben si

adatta a tale materiale:

$$J = \alpha \cdot b \frac{Q^a}{D^d}$$

dove:

J = perdita di carico [m/m]

α = coefficiente amplificativo che tiene conto

della presenza di perdite di carico localizzate = 1,6

a, b, d = parametri dipendenti dal tipo di condotta = 1,78 – 0,000944 – 4,78

Q = portata [mc/s] = 0,005

D = diametro interno della condotta [m] = 0,102

Le lunghezze dei tratti di condotta premente sono abbastanza contenute: per il tratto A sono circa 30 m, tratto C circa 50 m, tratto D1 sono 90 m, tratto D2 circa 160 m. La prevalenza che ciascuna elettropompa deve vincere è data dalla somma di quella geometrica e delle perdite di carico lungo la condotta premente, queste ultime dipendenti dalla Q_{nom} e dalle dimensioni interni della condotta (ovvero dall'area interna A).

Nella tabella che segue sono riportati i dati a base dei calcoli idraulici, dai quali si ricava la prevalenza totale di ogni singolo impianto/pompa:

| Condotte in pressione | Lunghezza (m) | $Q_{impianto}$ (l/s) | N. pompe in funz. contemporaneo | DE (mm) | Di (m) | Condizioni di funzionamento con pompa singola | | | | | |
|-----------------------------------|---------------|----------------------|---------------------------------|---------|--------|---|-----------------|-----------|----------------------|----------------------|-------------------|
| | | | | | | Q_{min} (l/s) | V_{min} (m/s) | j [m/m] | Perdite continue (m) | $H_{geo minima}$ (m) | $H_{TOT min}$ (m) |
| AS1 - San Genesio via Papa Giova | 30 | 5,00 | 1 | 125 | 0,102 | 5,00 | 0,61 | 0,003907 | 0,12 | 1,90 | 2,02 |
| CS1 - Certosa piazza della chiesa | 50 | 5,00 | 1 | 125 | 0,102 | 5,00 | 0,61 | 0,003907 | 0,20 | 2,57 | 2,77 |
| DS1 - Certosa via Marconi | 90 | 5,00 | 1 | 125 | 0,102 | 5,00 | 0,61 | 0,003907 | 0,35 | 2,80 | 3,15 |
| DS2 - Certosa scuole | 160 | 5,00 | 1 | 125 | 0,102 | 5,00 | 0,61 | 0,003870 | 0,62 | 3,46 | 4,08 |

Tabella 4: calcolo delle perdite di carico e delle prevalenze

Il dimensionamento delle pompe di rilancio, in coerenza a quanto sopra calcolato, è riportato nella tabella che segue:

| Impianto di sollevamento | $Q_{impianto}$ (l/s) | Criteri funzionamento pompe | N. pompe in funz. contemporaneo | Dimensionamento singole pompe | | | | |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------------------|-------------------------------|----------------------|------------|---------------------------|----------------------------|
| | | | | Campo portata (l/s) | Campo prevalenza (m) | DN mandata | Passaggio libero min (mm) | Potenza indicativa P2 (kW) |
| AS1 - San Genesio via Papa Giova | 5,00 | Riserva attiva | 1 | 4-8 | 4-8 | 100 | 80 | 1,3 |
| CS1 - Certosa piazza della chiesa | 5,00 | Riserva attiva | 1 | 4-8 | 4-8 | 100 | 80 | 1,3 |
| DS1 - Certosa via Marconi | 5,00 | Riserva attiva | 1 | 4-8 | 4-8 | 100 | 80 | 1,3 |
| DS2 - Certosa scuole | 5,00 | Riserva attiva | 1 | 4-8 | 4-8 | 100 | 80 | 1,3 |

Tabella 5: dimensionamento delle pompe di sollevamento

Le elettropompe sommergibili avranno in linea generale le seguenti caratteristiche:

- corpo e girante in ghisa con girante arretrata a vortice oppure monocanale;

- passaggio libero minimo 80 mm;
- bocca di mandata minimo DN 80-100 mm flangiata UNI-DIN;
- piedi di accoppiamento in ghisa sferoidale tipo Flygt o Flygt compatibile;
- tubi guida in acciaio INOX AISI 304 o superiore, DN 50 mm o superiore, spessore minimo 3 mm;
- motore con classe di efficienza minima IE3, 4 poli, alimentazione 400 Volt trifase.

6.3 Dimensionamento delle vasche di sollevamento

Definite le portate delle pompe da installare in ciascun impianto, viene calcolato il volume utile teorico della vasca di accumulo, definito come il volume compreso fra il livello di attacco e di stacco delle elettropompe, per il quale viene utilizzata la formula:

$$V_u = \frac{Q_m}{4z}$$

dove:

V_u = volume utile minimo della stazione di sollevamento [m³]

Q_m = portata massima del sistema di pompaggio [m³/h]

z = numero di avviamenti orari (non superiore a 10 in funzione della portata)

Nel caso in cui si prevede l'alternanza delle pompe installate, sfruttando il concetto di riserva attiva, i valori ottenuti con la formula precedente possono essere dimezzati.

Sulla base del volume utile calcolato è possibile ricavare il volume effettivo di ciascuna vasca di sollevamento, comprensivo degli ingombri delle elettropompe e delle altre componenti impiantistiche, nonché dei livelli idraulici delle condotte di ingresso e degli eventuali sfioratori.

L'identificazione dimensionale dei manufatti viene effettuata tendendo conto degli standard dimensionali adottati da Pavia Acque, in relazione alla facilità e convenienza di approvvigionamento sul mercato di materiali e competenze, nonché della complessità realizzativa delle opere nel sottosuolo; per permettere un'agevole installazione e manutenzione delle pompe e dei relativi accessori vengono imposte le seguenti dimensioni interne minime delle vasche: lunghezza 1,50/2,00 m - larghezza 1,50 m (nel caso delle vasche più piccole ciò permette l'eventuale riduzione della profondità della vasca ovvero di un numero di avviamenti orari inferiore, con prolungamento della vita utile delle pompe). I risultati dei calcoli di dimensionamento delle vasche, effettuando cautelativamente una maggiorazione dei valori di portata massima in relazione alle caratteristiche di mercato delle macchine previste, sono riportati nella tabella seguente:

| Impianto di sollevamento | Q_{impianto} (l/s) | Q_{max} pompe (l/s) | n. massimo avviamenti orari (z) | Volume utile (m ³) | Lunghezza a interna (m) | Larghezza interna (m) | Altezza utile minima (m) |
|-----------------------------------|--------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|
| AS1 - San Genesio via Papa Giova | 1,50 | 5,00 | 4,0 | 1,13 | 1,5 | 1,5 | 0,5 |
| CS1 - Certosa piazza della chiesa | 1,50 | 5,00 | 4,0 | 1,13 | 1,5 | 1,5 | 0,5 |
| DS1 - Certosa via Marconi | 2,05 | 5,00 | 4,0 | 1,13 | 1,5 | 1,5 | 0,5 |
| DS2 - Certosa scuole | 1,15 | 5,00 | 4,0 | 1,13 | 1,5 | 1,5 | 0,5 |

Tabella 6: calcolo dei volumi utili delle vasche

Al fine di ottemperare al vincolo previsto dal Regolamento Regionale n. 6/2019 (Supplemento BURL del 02/04/2019), è stata prevista la realizzazione di collegamenti fognari dagli scaricatori di piena alle varie stazioni di sollevamento in progetto utilizzando condotte di diametro interno non inferiore a 240 mm, con pendenza non inferiore a 0,5%. La portata prevista in conferimento con il 50% di riempimento risulta essere quindi, in entrambe le stazioni in progetto, superiore a 20 l/s, mentre con un grado di riempimento del 70% la portata supera valori di 33 l/s, rendendo le opere pienamente rispondenti al vincolo normativo citato.

6.4 Dimensionamento idraulico delle condotte a pelo libero

Il dimensionamento idraulico delle condotte a pelo libero viene effettuato secondo la normale prassi progettuale, ipotizzando condizioni di moto uniforme ed utilizzando la formula di Gauckler – Strickler:

$$Q_{dim} = k_s \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot i^{0,5}$$

nella quale i simboli assumono il seguente significato:

Q_{dim} = portata di dimensionamento [m^3/s];

k_s = coefficiente di conduttanza idraulica, dipendente dalla tipologia di materiale;

A = area bagnata [m^2];

R = raggio idraulico [m];

i = pendenza del tronco considerato [m/m]

Le condotte vengono inoltre dimensionate tenendo conto di un grado di riempimento limite ipotizzato pari al 70% del diametro interno di condotta.

Prevedendo l'utilizzo di tubazioni in materiale plastico internamente lisce, il valore di calcolo del coefficiente di conduttanza k_s (Strickler-Manning) viene posto pari a 80; la pendenza attribuita alle condotte tiene conto, da un lato, della necessità di dare pendenze sufficienti a garantire l'autolavaggio delle tubazioni in condizioni di tempo secco, dall'altro della presenza di vincoli fisici rappresentati dalle quote di recapito e dalle profondità minime e massime di posa compatibili con la fattibilità dell'opera e degli allacciamenti.

In relazione allo schema di collettamento adottato, le condotte a gravità sono in genere dimensionate per trasportare le sole acque nere, viene ipotizzato in ogni caso il trasporto delle acque di pioggia ricadenti sulla superficie interessata dalla dorsale fognaria.

La portata di pioggia viene calcolata mediante l'utilizzo del coefficiente udometrico, posto al valore di 150 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata considerando le caratteristiche dell'area drenata (coefficienti di afflusso variabili tra 0,9 a 0,25 a seconda delle caratteristiche di impermeabilizzazione delle aree).

Il calcolo delle velocità di scorrimento in presenza della sola portata nera (cioè in tempo asciutto) viene effettuato, secondo la normale prassi progettuale, sulla base dei valori delle portate nere di punta Q_{np} (il calcolo ha infatti lo scopo di verificare se, almeno una volta al giorno in occasione delle portate nere di punta, le velocità di scorrimento sono tali da garantire l'autolavaggio delle tubazioni, ovvero la ripresa in sospensione ed il trascinamento verso valle del materiale che si è sedimentato nei momenti in cui le portate, e quindi le velocità, sono molto basse); ai fini della verifica del

corretto dimensionamento si prevede il rispetto di una velocità minima in condizioni di tempo asciutto indicativamente nell'ordine di 0,30-0,40 m/s.

La presenza di velocità prossime al limite inferiore in condizioni di tempo asciutto viene considerata accettabile stante il funzionamento in condizioni di "fognatura mista" quindi con occasionali eventi meteorici che garantiscono azioni di autopulizia delle condotte fognarie interessate dall'intervento.

Nella tabella che segue sono riportati i calcoli afferenti le condotte a gravità tratto A2 e tratto C, sia in condizioni di pioggia che di portata solo nera, i cui valori di riempimento e velocità sono compatibili con le premesse poste a base di calcolo.

| Tratto | condizioni in tempo di | Materiale | Coefficiente conduttanza K_s | Pendenza (per mille) | $Q_{progetto}$ (l/s) | De (mm) | Di (mm) | Riempimento (%) | V_{min} (m/s) | Lunghezza (m) |
|---|------------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|---------|---------|-----------------|-----------------|---------------|
| tratto A2-A7- nodo esistente - San Genesio Via Piemonte | PIOGGIA | PVC UNI 1401 SN8 | 80 | 2,00 | 32,45 | 315 | 296 | 70 | 0,75 | 153 |
| tratto A2-A7- nodo esistente - San Genesio Via Piemonte | SOLO NERA | PVC UNI 1401 SN8 | 80 | 2,00 | 0,95 | 315 | 296 | 12 | 0,30 | 153 |
| tratto C4-C11 - Certosa Corso Partigiani | PIOGGIA | PVC UNI 1401 SN8 | 80 | 3,00 | 41,65 | 315 | 296 | 65 | 0,90 | 201 |
| tratto C4-C11 - Certosa Corso Partigiani | SOLO NERA | PVC UNI 1401 SN8 | 80 | 3,00 | 1,15 | 315 | 296 | 8 | 0,32 | 201 |

Tabella 7: calcolo delle condotte a gravità

Per quanto riguarda il tratto D5-D2 (zona a nord di p.za Falcone-Borsellino) non si procede ad un dimensionamento puntuale della condotta, trattandosi per lo più di un collettamento riguardante pochi scarichi civili (alcune abitazioni) e qualche caditoia, che attualmente scaricano nel Navigliaccio mediante una condotta in cemento diam. 25 cm, ritenendo, pertanto, già adeguato l'utilizzo di una condotta in pvc diam. 315.

Considerazioni simili anche per il tratto D6-D3, trattandosi di un breve tratto predisposto per consentire l'allaccio di alcune utenze di Corso Partigiani civ. 72-76.

7 CONFORMITA' DELL'INTERVENTO AGLI ATTI DI PIANIFICAZIONE URBANISTICA

Il presente progetto è redatto in conformità alle indicazioni di pianificazione urbanistica attualmente vigenti nei territori comunali interessati, con aspetti di dettaglio già valutati con le amministrazioni comunali interessate (San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia).

8 TEMPI DI REALIZZAZIONE DELLE OPERE

In fase di progettazione si sono stimati come tempi di esecuzione 210 gg naturali e consecutivi. Si rimanda allo specifico elaborato contenente il cronoprogramma di progetto.

9 DISPONIBILITA' DELLE AREE

Gli interventi in progetto insistono su aree sia pubbliche che private, sarà cura di Pavia Acque richiedere ed ottenere per tempo dagli Enti pubblici coinvolti le necessarie autorizzazioni prima dell'avvio dei lavori.

Per quanto attiene invece l'acquisizione di autorizzazioni, concessioni e/o servitù da parte di soggetti privati, è stato redatto ed allegato al fascicolo progettuale uno specifico Piano Particolare di Esproprio e Asservimento, al quale si

rimanda.

10 INDICAZIONI DI CARATTERE GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

La disamina degli aspetti geologici e idrogeologici di interesse viene effettuata utilizzando i documenti di altri progetti simili realizzati nelle immediate vicinanze, ed i relativi studi geologici, la cui validità può essere ragionevolmente estesa anche ai territori limitrofi, come per l'appunto San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia, in ragione della vicinanza ed alla sostanziale omogeneità delle caratteristiche geomorfologiche degli stessi.

I territori in oggetto presentano una tipologia di terreno afferente alle alluvioni pleistoceniche della superficie principale della pianura (diluvium recente), talora ricoperte localmente da limi successivi; la litologia di superficie presenta ghiaietto, sabbie e limo argilloso, con occasionale presenza di banchi di argilla. Sotto il profilo geotecnico i terreni del primo sottosuolo presentano limitate caratteristiche geotecniche.

Dai dati a disposizione sui terreni superficiali risulta che questi presentano una capacità protettiva da "bassa" a "moderata" nei confronti delle falde acquifere; la falda freatica si mantiene prossima al piano campagna, con una soggiacenza media tra m 2,0 in estate e m 4,0 in inverno dal piano campagna, con valori pressoché statici e non influenzati dai prelievi idrici. Ciò considerato, dovendo prevedere la realizzazione di manufatti (vasche di sollevamento fognario) fino ad una profondità di circa 3,50 metri dal piano stradale, si prevede la necessità di impiego di un idoneo sistema di aggettamento delle acque per la realizzazione delle stazioni di sollevamento.

In conclusione, la tipologia delle opere progettate e le modalità definite per la loro costruzione sono tali da rendere le proposte progettuali compatibili con le condizioni idrogeologiche dell'area oggetto dell'intervento.

11 VALUTAZIONE DI INCIDENZA DELLA MANODOPERA SUI LAVORI

La determinazione dell'incidenza percentuale della manodopera è stata predisposta sulla base del D.M. 11/12/1978, che fornisce le quote di incidenza per le principali categorie di lavoro.

Si riporta la seguente tabella per la valutazione dell'incidenza della manodopera sui lavori oggetto del presente progetto.

| INCIDENZA MANO D'OPERA SUI LAVORI | | | | | |
|--|-------------------|---|-----------------------------|---------------------------|--|
| Lavorazioni | Importi | incidenza percentuale sui lavori | Incidenza manodopera | Importo manodopera | Incidenza manodopera sui lavori |
| Demolizioni, scavi, riempimenti, conferimenti | 62 877,20 | 14,35% | 38,00% | 23 893,34 | 5,45% |
| Ripristini stradali provvisori e definitivi | 83 476,73 | 19,05% | 38,00% | 31 721,16 | 7,24% |
| Fornitura e posa in opera di tubazioni e relativi pezzi speciali | 132 396,45 | 30,22% | 43,00% | 56 930,47 | 12,99% |
| Fornitura ed installazione di apparecchiature elettro-meccaniche | 115 288,00 | 26,31% | 43,00% | 49 573,84 | 11,31% |
| Opere civili | 12 006,26 | 2,74% | 32,00% | 3 842,00 | 0,88% |
| Noleggi | 8 938,52 | 2,04% | 50,00% | 4 469,26 | 1,02% |
| Opere in economia | 5 264,84 | 1,20% | 100,00% | 5 264,84 | 1,20% |
| Oneri Sicurezza | 17 928,70 | 4,09% | 70,00% | 12 550,09 | 2,86% |
| Importo dei lavori | 438 176,70 | 100% | | 188 245,00 | 42,96% |

Tabella 8: Stima dell'incidenza della manodopera

Incidenza della manodopera sui lavori - categoria OG6 = 42,96%

12 APPLICABILITA' NORMATIVA SULLA SICUREZZA D. LGS. 81/08 TITOLO IV

Le opere oggetto del presente progetto rientrano nel campo di applicazione del Capo I, Titolo VI del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in quanto comprese tra le tipologie di lavoro previste dall'allegato X Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 - Elenco dei lavori edili o di ingegneria civile di cui all'articolo 89 comma 1, lettera a). Data la presumibile presenza in cantiere di più imprese esecutrici ai sensi dell'art. 90 comma 2 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 è stato predisposto il Piano di Sicurezza e Coordinamento, presente tra gli allegati alla presente progettazione e sarà necessaria la nomina di Coordinatore per l'esecuzione dei lavori, in possesso dei requisiti di cui all'articolo 98.

Prima dell'inizio dei lavori si prevede la trasmissione telematica della Notifica agli enti territorialmente competenti in quanto i lavori in oggetto rientrano tra i cantieri di cui all'articolo 90, comma 3 del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81.

La stima dei costi di cui al punto 4 dell'allegato XV del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 è riportata nel quadro economico di progetto e, suddiviso per singola voce, nel computo metrico estimativo.

Prima dell'inizio dei rispettivi lavori ciascuna impresa esecutrice dovrà trasmettere il proprio piano operativo di sicurezza all'impresa affidataria, la quale, previa verifica della congruenza rispetto al proprio, lo trasmetterà al coordinatore per l'esecuzione nei termini fissati dall'art. 131 del D. Lgs. 163/06. I lavori hanno inizio dopo l'esito positivo delle suddette verifiche che sono effettuate tempestivamente e comunque non oltre 15 giorni dall'avvenuta ricezione.

Al fine di verificare la necessità di trasmissione della notifica preliminare anche in presenza di una sola impresa (richiesta se il numero degli uomini giorno è superiore o pari a 200) è stata computata la durata in uomini giorno dell'intervento.

| Elem. | Specifica dell'elemento considerato |
|-------|---|
| A | Costo complessivo dell'opera |
| B | Incidenza presunta in % dei costi della mano d'opera sul costo complessivo dell'opera |
| C | Costo medio di un uomo – giorno |

Il costo medio di un uomo - giorno è la media di costo tra l'operaio specializzato, l'operaio qualificato e l'operaio comune (manovale).

| Operaio | Costo orario |
|--|-------------------|
| Operaio specializzato, carpentiere, muratore, ferraio, autista | Euro 37,39 |
| Operaio qualificato, aiuto carpentiere, aiuto muratore | Euro 34,83 |
| Manovale specializzato, operaio comune | Euro 31,43 |
| Valore Medio | Euro 34,55 |

| Calcolo di un Uomo – Giorno | Calcolo |
|---|-------------|
| Ore di lavoro medie previste dal CCNL | N. 8 |
| Paga oraria media | Euro 34,55 |
| Costo medio di un Uomo – Giorno (Paga oraria media x 8 ore) | Euro 276,40 |
| Costo Medio di un Uomo – Giorno arrotondato per eccesso | Euro 277,00 |

In via convenzionale possiamo stabilire che il rapporto U-G è dato dalla seguente formula:

Rapporto U-G. = (A - B)/C.

| | | |
|--|-----------------|-------------------|
| Importo lavori presunto di: | Euro 438.176,70 | Valore (A) |
| Stima dell'incidenza della mano d'opera in % | 42,96% | Valore (B) |
| Costo medio di un Uomo – Giorno | Euro 277,00 | Valore (C) |

$$\text{Rapporto u - g.} = \frac{A \times B}{C} = \frac{438.176,70 \times 42,96\%}{277,00} = \boxed{679,57}$$

ID 318_4 Adeguamento degli schemi depurativi a servizio degli Agglomerati a nord della città di Pavia - Revisione, adeguamento e potenziamento delle reti fognarie e dei sistemi di collettamento, con eliminazione terminali non trattati e opere connesse. Eliminazione di terminali non trattati nei Comuni di Certosa di Pavia e San Genesio (agglomerato AG01811001 - Pavia) in località San Genesio ed Uniti e Certosa di Pavia.

Sulla base di quanto computato si rende necessario provvedere alla trasmissione di notifica preliminare anche se in presenza di una sola impresa realizzatrice delle opere.

13 QUADRO ECONOMICO DI PROGETTO

| Lavori | | IVA |
|----------|--------------|-----|
| A corpo | € 0,00 | 10% |
| A misura | € 420.248,00 | 10% |

| Sicurezza | | IVA |
|-----------|-------------|-----|
| A corpo | € 0,00 | 10% |
| A misura | € 17.928,70 | 10% |

Totale Lavori e Sicurezza € 438.176,70

| Somme a disposizione | | IVA |
|---|-------------|-----|
| Lavori e forniture previsti in progetto ed esclusi dall'appalto | € 0,00 | 10% |
| Rilievi, accertamenti e indagini | € 1.500,00 | 22% |
| Spese per pratiche autorizzative, manomissione suolo pubblico e copertura cauzioni | € 500,00 | 0% |
| Allacciamenti ai pubblici servizi | € 4.800,00 | 22% |
| Imprevisti (max 5%) | € 7.757,30 | 10% |
| Acquisizione aree/immobili e pertinenti indennizzi | € 4.000,00 | 0% |
| Spese tecniche esterne all'Amministrazione per progettazione, esecuzione e collaudo | € 0,00 | 22% |
| Spese per commissioni giudicatrici | € 0,00 | 22% |
| IVA 10% | € 44.593,40 | |
| IVA 22% | € 1.386,00 | |

| Riepilogo | | |
|-----------------------------|---------------------|--|
| Lavori | € 420.248,00 | |
| Sicurezza | € 17.928,70 | |
| Somme a disposizione | € 64.536,70 | |
| Totale (IVA esclusa) | € 456.734,00 | |
| Totale (IVA inclusa) | € 502.713,40 | |