



Città Metropolitana di Milano

Comune di TREZZANO SUL NAVIGLIO (MI)

PROGETTO DEFINITIVO

INTERVENTI DI RIFACIMENTO RETI E COLLETTORI FOGNARI, RELINING E RIDUZIONE ACQUE PARASSITE – AGGLOMERATO DI TREZZANO SUL NAVIGLIO

R.01 – RELAZIONE GENERALE E SPECIALISTICA

R.U.P.

Ing. Daniela Deplano – CAP Holding S.p.A.

Ordine degli ingegneri della Provincia di Cagliari, Sez. A al n. 3956

Progettista:

Ing. Claudio Didu – CAP Holding S.p.A.

Ordine degli ingegneri della Provincia di Cagliari, Sez. A al n. 8393

Assistente Progettista:

Ing. Beatrice Sacchi – CAP Holding S.p.A.

1. PREMESSA

Il presente progetto si inserisce nel contesto degli interventi di rifacimento delle reti e dei collettori fognari e/o relining, previsti per fronteggiare la problematica delle acque parassite in vari comuni selezionati della Città Metropolitana di Milano. L'intervento specifico oggetto del presente progetto riguarda il risanamento strutturale e conservativo finalizzato al consolidamento statico e al ripristino della tenuta idraulica di una tratta della rete fognaria nell'agglomerato di Trezzano sul Naviglio.

Tale intervento si pone come obiettivo principale la risoluzione della problematica legata alle acque parassite che affligge la rete fognaria dell'agglomerato di Trezzano sul Naviglio. In seguito all'analisi dei dati di monitoraggio e delle indagini tecniche effettuate, sono stati identificati come tratti di maggiore criticità quelli di via Galimberti e via Roma a Trezzano sul Naviglio e in zona Cascina Stampa a Cusago.

Poiché per le porzioni di rete fognaria di via Roma e di Cascina Stampa è necessario eseguire ulteriori approfondimenti, il primo intervento verrà eseguito sul collettore di via Galimberti. Per le restanti aree, e per eventuali altri tratti individuati da indagini future, sarà elaborato un nuovo progetto a completamento degli interventi previsti in questa fase.

Il progetto prevede il risanamento di circa 510 metri di rete fognaria lungo via Galimberti, costituita da condotte in calcestruzzo DN 1100.

La soluzione tecnologica individuata per il risanamento di tali tratti è quella del "relining interno" al fine di garantire il consolidamento strutturale e il ripristino della funzionalità della rete fognaria, risolvendo efficacemente la problematica delle acque parassite e riducendo al minimo l'impatto sul territorio e sugli utenti coinvolti.

Il seguito della presente relazione si concentrerà sulla descrizione dei seguenti aspetti:

Stato di fatto della rete fognaria oggetto di intervento: Sarà fornita una dettagliata panoramica della situazione attuale delle condotte fognarie, comprendente la valutazione dello stato di conservazione e dei danni riscontrati.

Attività preliminari: Saranno descritte le indagini e i monitoraggi preliminari svolti, finalizzati a individuare i punti critici e a determinare lo stato di consistenza delle infrastrutture. Inoltre, verrà specificata la scelta della tecnica di risanamento più adatta al caso in esame.

Interventi previsti a progetto: Verranno illustrate le operazioni necessarie per risanare le criticità individuate, con particolare riferimento alle modalità operative attraverso cui tali interventi dovranno essere eseguiti, al fine di minimizzare al massimo i disagi per le utenze private che conferiscono le proprie acque di scarico nella tratta della rete fognaria oggetto del presente intervento.

Ai sensi della Delibera ATO n°9 del 17/03/2018 “Regolamento per l’approvazione dei progetti degli interventi del Piano d’Ambito ai sensi dell’art. 158 bis del D.Lgs 152/06”, il presente progetto rientra nella categoria di intervento definita a “medio impatto”, per la quale il Gestore del S.I.I. ha richiesto approvazione con Delibera di Giunta Comunale e le eventuali autorizzazioni necessarie dagli Enti coinvolti.

2. INSERIMENTO NEL TERRITORIO

2.1. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L’agglomerato, servito dall’impianto di depurazione di Trezzano sul Naviglio, è costituito dagli interi comuni di Trezzano sul Naviglio e Cusago e da una parte del comune di Buccinasco. Di seguito è riportato l’inquadramento territoriale generale, con evidenza dei macrobacini di afferenza.



Figura 1. Macrobacino di afferenza del Comune di Trezzano sul Naviglio

2.2. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO E MORFOLOGICO

L’agglomerato di Trezzano sul Naviglio ricade in **Classe di Sismicità 4**, con scenario di pericolosità sismica locale **22b** costituita da terreni granulari fini e falda superficiale. Nella carta dei vincoli (Tav. n. 4.1 Piano delle Regole) del PGT di Trezzano sul Naviglio sono riportate le limitazioni d’uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Vincoli di polizia idraulica ai sensi della d.g.r. 25 gennaio 2002, n. 7/7868 e successive modificazioni;

- Aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile.

In particolare, le aree di intervento ricadono all'interno di **vincoli di polizia idraulica**.

Le norme di polizia idraulica attualmente vigenti nell'area comunale sono le seguenti:

- **Naviglio Grande:** La polizia idraulica e gli atti autorizzativi relativi a tale tipologia di reticolo idrico competono al Consorzio di bonifica Est Ticino Villoresi. In accordo con quanto espresso negli allegati B e C del Regolamento di Gestione della Polizia Idraulica del Consorzio Villoresi, approvato con Delibera di Giunta Regionale 19 dicembre 2016 - n. X/6037, al Naviglio Grande è stata applicata una fascia di rispetto pari a 10 metri, facendo esso parte della rete consortile principale.

- **Reticolo Idrico Minore e sistema dei fontanili:** per il RIM, vigono le fasce di rispetto indicate nel R.D. 25/07/1904 n. 523: fasce di rispetto con ampiezza pari a 10 metri lungo entrambe le sponde. Tuttavia, nei casi in cui le verifiche idrauliche dimostrano la capacità di smaltimento dell'onda di piena prevista da parte delle opere di attraversamento, è stata proposta per il tratto di corso d'acqua immediatamente a monte (o valle nel caso di tratti tombinati) una fascia di rispetto ridotta a 4.00 m.

È stata quindi assegnata la fascia di rispetto di 10.00 m alla quasi totalità dei corsi d'acqua presenti sul territorio comunale, mentre ai tratti urbani della Roggia Moggetta, della Roggia Moggia, della Roggia Barona, del Fontanile Mezzabarba, del Cavo Lisone e della Roggia Carrera sono state assegnate fasce di rispetto pari a 4.00 m.

Unitamente a ciò, in corrispondenza di essi si evidenziano almeno una delle condizioni riportate di seguito:

- presenza di argini artificiali o naturali tali da garantire la sicurezza idraulica dell'alveo
- assenti o limitati fenomeni di erosione laterale e/o di fondo in atto
- dimensioni dell'alveo ridotte (< 4.00 m)
- portata ordinaria di deflusso modesta

- **Fontanili:** si sono recepiti il Piano Territoriale Metropolitano (PTM) (art.55, comma 3), relativamente agli indirizzi ed alle prescrizioni da seguire per insediamenti rurali di interesse storico ed elementi del paesaggio agrario. In particolare, relativamente ai fontanili, viene fatta richiesta di *"vietare le trasformazioni all'interno di una fascia di almeno 50 metri intorno alla testa del fontanile e di almeno 25 metri lungo entrambi i lati dei primi 200 metri dell'asta, misurate dalla sponda, ove lo stato di*

fatto lo consenta. Entro tale fascia, nei primi 10 metri sono comunque vietati interventi di nuova edificazione e opere di urbanizzazione".

- **Corpi idrici privati:** non sono state poste fasce di rispetto, in quanto soggetti esclusivamente al Codice Civile e al R.D. 1775/1933, come modificato dal D.Lgs. 12 luglio 1993 n. 275.

Dalle tavole del PGT non risultano particolari vincoli nell'area di intervento.

Dalla carta di dei vincoli (T3) della componente geologica PGT comunale si evidenzia che l'area di intervento in Via Galimberti risulta ricadere all'interno di una zona di rispetto dei pozzi ad uso idropotabile (criterio geometrico di raggio 200 m).

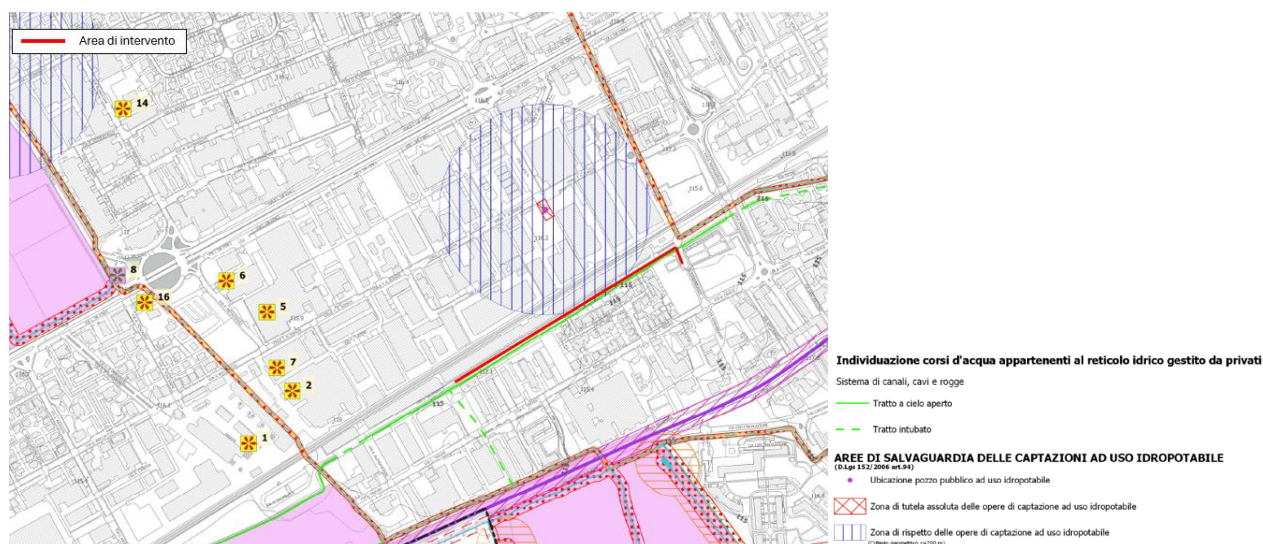


Figura 2: PGT Trezzano sul Naviglio- Tav.3 Carta dei vincoli

Nella stessa tavola si nota che l'area di intervento non ricade all'interno di fasce di rispetto dei reticoli idrici, poiché il corso d'acqua in questione è il Cavo Borromeo, che risulta essere di competenza privata e quindi non presenta fasce di rispetto.

In conclusione, le lavorazioni previste non risultano lungo fasce di rispetto del RIM, ma ricadono all'interno di aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (criterio geometrico circonferenza di raggio 200 m).

2.3. INQUADRAMENTO URBANISTICO

Lungo le aree oggetto di intervento non sono presenti vincoli urbanistici; dall'analisi dei piani urbanistici territoriali non risultano preesistenze archeologiche o vincoli archeologici specifici.

2.4. INQUADRAMENTO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO

Dal punto di vista idrografico il territorio comunale di Trezzano sul Naviglio è principalmente caratterizzato dalla presenza del Naviglio Grande, che rappresenta l'elemento idrografico artificiale principale della zona e da numerosi fontanili che originano rogge con direzione essenzialmente Nord – Sud. Si individuano inoltre numerose altre rogge irrigue, di modeste dimensioni e breve lunghezza, delle quali alcune prive di nomenclatura sia sulle mappe catastali che su altre fonti cartografiche, che costituiscono un fitto reticolo nelle aree a vocazione prettamente agricola.

Il territorio comunale è caratterizzato da un reticolo idrografico composto da n° 46 corsi d'acqua che si sviluppano per una lunghezza di circa 69 km e che vengono elencati nella seguente tabella.

	NOME		NOME
1	Cavetto Cascina Nuova	24	Roggia Gabbiranella
2	Cavetto Mentirate	25	Roggia Mezzabarba
3	Cavetto Rinaldo	26	Roggia Moggetta
4	Cavo Barona	27	Roggia Moggia
5	Cavo Cassano	28	Roggia Pila
6	Cavo detto Molinetto	29	Roggia Testa Nuova
7	Cavo Lisone	30	Testa Nuova del Cavo Rinaldo
8	Cavo Moggetto	31	Testa Rinaldo
9	Cavo Ranè	32	Cavo Barone
10	Cavo Rinaldo	33	Cavo Borromeo
11	Fontanile Cascina Nuova	34	Cavo Moggio
12	Fontanile Colombina	35	Cavo Quattro Once
13	Fontanile del Pozzo	36	Fontanile Borghese
14	Fontanile Marcione	37	Fontanile Brebbia
15	Fontanile Mezzabarba	38	Fontanile Cavo Borromeo
16	Fontanile Naviglietto	39	Fontanile Ferro di Cavallo
17	Fontanile Terzago	40	Fontanile Rinaldo
18	Fontanile Testa Nuova	41	Fontanile Testa del Molinetto
19	Fontanile Testone	42	Roggia Baronella
20	Roggia Barona (Est)	43	Roggia Gemella
21	Roggia Barona (Ovest)	44	Roggia Trezzanella
22	Roggia Carrera	45	Naviglio Grande
23	Roggia Cavaccio		

Il reticolo idrico presenta un andamento generale da Nord Ovest verso Sud Est: i corsi d'acqua provengono dal comune di Cusago e da Milano, verso Sud Est, proseguono nei territori di Gaggiano, Zibido San Giacomo e Buccinasco. Fanno eccezione il Cavo Borromeo (denominato Cavo Barone per un tratto), il Cavo Moggio e il Naviglio Grande che entrano nel territorio comunale dal suo confine occidentale e lo attraversano con andamento Ovest – Est.

È quindi inoltre possibile suddividere il reticolo idrico sulla base dei vari livelli di competenze previste dalla normativa:

- Reticolo Principale Regione Lombardia;
- Reticolo di Bonifica Consorzio di Bonifica Est Ticino Villoresi e di altri Enti;
- Reticolo Minore Comune;
- Reticolo con concessione di derivazione Privati.

All'interno del territorio comunale viene individuata una sola asta appartenenti al reticolo principale. Si tratta del **Naviglio Grande** che si sviluppa sul territorio comunale per una lunghezza di 3768 m con direzione prevalente Ovest – Est.

Si riporta di seguito estratto dal Geoportale di Regione Lombardia, RIRU, per la visualizzazione delle aree di competenza del Reticolo Idrico Principale e Reticolo Idrico di Bonifica, i quali non risultano interferenti con le aree di intervento.



Figura 3. RIRU - Geoportale Regione Lombardia

2.5. INQUADRAMENTO CATASTALE

Dall'analisi catastale, la via Galimberti risulta interamente su aree private. Tuttavia, considerata la presenza di molteplici divieti di sosta sui passi carrai, è plausibile che la strada sia comunale diversamente da quanto indicato al catasto.

In fase di approvazione del progetto da parte dell'Amministrazione Comunale di Trezzano sul Naviglio, verrà esplicitamente richiesta una verifica sulla proprietà delle aree, in modo da accertarne la pubblica proprietà.

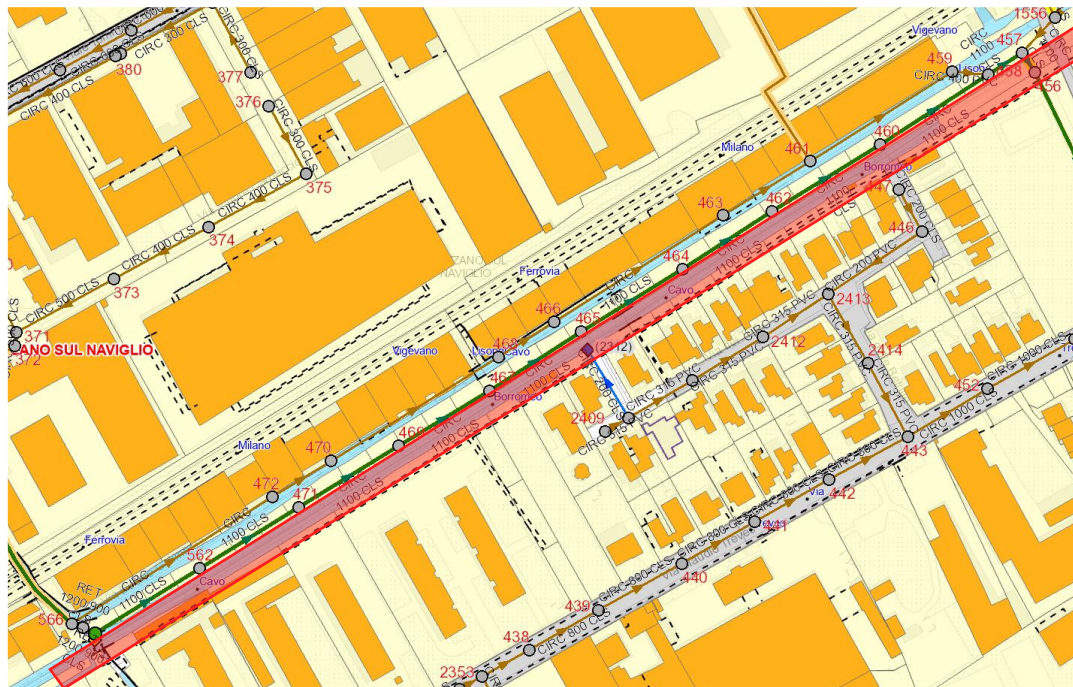


Figura 4. Sovrapposizione catastale (area di intervento in rosso)

2.6. INQUADRAMENTO PAESAGGISTICO

L'intervento previsto in Via Galimberti non ricade all'interno di aree di sensibilità paesistica, poiché si trova solo sul sedime stradale, non soggetto a vincoli.



Figura 5. PGT di Trezzano sul Naviglio – Tav.3dp Carta della sensibilità paesaggistica

2.7. DOCUMENTO DI PIANO – VINCOLI DI PIANO

Si riporta di seguito estratto della tavola dei vincoli tratta Quadro Conoscitivo contenuto del Documento di Piano del PGT di Trezzano sul Naviglio.

Dall'estratto, si nota che il tratto di fognatura in progetto corre parallelo al corso d'acqua (Cavo Borromeo), e in seguito lo attraversa.

Nella zona di intervento sussiste un vincolo amministrativo riguardante la fascia di rispetto cimiteriale, che tuttavia riguarda soltanto le edificazioni, e quindi non ricade all'interno dei nostri vincoli.

Non insistono lungo i tratti ulteriori vincoli.



Figura 6. PGT di Trezzano sul Naviglio- Tav.8 QC Carta dei vincoli di difesa del suolo e dei vincoli amministrativi

3. STATO DI FATTO

L'obiettivo del presente progetto è quello di mitigare la problematica delle acque parassite in riferimento all'agglomerato di Trezzano sul Naviglio, comprendente il Comuni di Trezzano sul Naviglio e di Cusago.

3.1. MONITORAGGIO DELLA RETE FOGNARIA

Analizzando i risultati ottenuti dalla campagna di monitoraggio delle portate, nello specifico quelli relativi alla distrettualizzazione della rete, è risultato che l'agglomerato di Trezzano sul Naviglio ha una percentuale di acque parassite pari a circa il 75%, così suddivisa:

Comune	Distretto fognario	Q attesa [l/s]	Q registrata 2021 [l/s]	Q parassita 2021 [%]	Q registrata - Q attesa	Q media max	Q media min
Buccinasco	TN D04	2,8	3,8	26,3%	1,00	7,1	0
Cusago	CGO D01	6,8	24,4	72,1%	17,60	61,5	5,3

	CGO D02	9,5	24,4	61,1%	14,90	73,3	0,7
	CGO D03	9,6	-	-	-	6,3	-
Trezzano Sul Naviglio	TN D03	2,1	10,4	79,8%	8,30	37,4	1,8
	TZZ D01	10,4	12,8	18,8%	2,40	18,8	8,3
	TZZ D02	14,6	14,4	-	-	30,6	5,1
	TZZ D03	9,1	60,9	85,1%	51,80	179,3	4,1
	TZZ D04-05	26	100,9	74,2%	74,90	209,8	39,4
	TZZ D06	15,4	48,9	68,5%	33,50	106	27,1
	TZZ D07	6,4	65	90,2%	58,60	142,6	22,4

Tabella 1. Portate e percentuale acque parassite dell'agglomerato di Trezzano sul Naviglio

Dai dati sopra riportati, risulta evidente come alcuni distretti presentano una portata registrata significativamente maggiore rispetto a quella attesa.

Tali risultanze hanno fornito un punto di partenza per la determinazione delle zone dell'agglomerato affette da acque parassite.

Richiamato quanto riportato all'art. 10 c. 3 del RR 6/2019:

Al fine di migliorare l'efficienza complessiva dei sistemi di fognatura, collettamento e depurazione e per garantire un funzionamento adeguato della rete, l'aliquota delle acque parassite defluenti in fognatura deve essere contenuta nella maggiore misura possibile. A tale scopo, il gestore valuta l'aliquota di acque parassite presenti in rete adottando un'opportuna metodologia, si prefigge come primo obiettivo di contenerla entro un valore di portata pari al 30 per cento della portata nera media annua e persegue tale obiettivo realizzando i necessari interventi. La verifica dell'aliquota di acque parassite deve essere effettuata almeno in corrispondenza delle sezioni poste immediatamente a monte dei principali manufatti sfioratori nonché all'ingresso dell'impianto di depurazione delle acque reflue. Con deliberazione della Giunta regionale, possono essere definiti indirizzi per garantire uniformi modalità di attuazione delle disposizioni di cui al presente comma.

Sono stati individuati come prioritari i distretti aventi una percentuale di acque parassite non inferiore al 30%, riportati nella figura seguente.

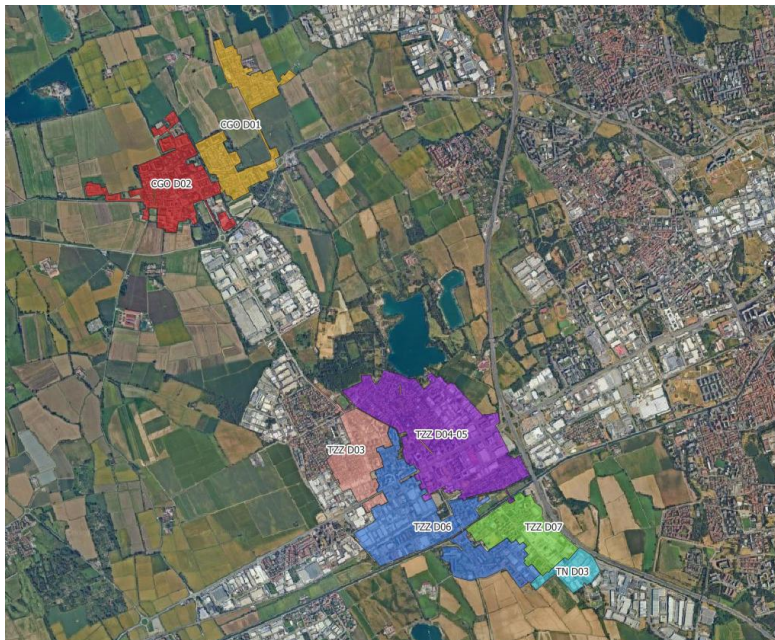


Figura 7. Mappa dei distretti – Agglomerato di Trezzano sul Naviglio

3.2. INDIVIDUAZIONE DELLE AREE POTENZIALMENTE AFFETTE DA ACQUE PARASSITE

Al fine di garantire uno studio approfondito, partendo dai dati di monitoraggio è stata condotta un'indagine di dettaglio sui distretti dell'agglomerato di Trezzano sul Naviglio individuati come esposto al paragrafo precedente, con particolare attenzione ai tratti di rete costituiti da tubazioni in calcestruzzo. Tali tratti, infatti, rappresentano le sezioni più suscettibili al deterioramento in quanto risulta maggiormente probabile riscontrare fessurazioni o disallineamenti dei giunti tra tubazioni contigue, rappresentano pertanto punti sensibili all'infiltrazione, e quindi alle acque parassite.

Sovrapponendo l'andamento planimetrico della rete fognaria con il reticolo idrico minore (RIM), è stato possibile restringere ulteriormente il campo d'indagine, focalizzando l'attenzione sui punti di potenziale infiltrazione, in corrispondenza del verificarsi di attraversamenti e/o parallelismi con il RIM.

Per ciascun distretto sono stati presi in considerazione più tratti fognari, sui quali sono state avviate delle campagne di indagini, condotte in successione temporale, tramite rilievo fotografico in cameretta con l'ausilio di periscopio e videoispezioni lungo le condotte.

3.3. RISULTATI DELLE INDAGINI

I report derivanti dalle indagini effettuate hanno evidenziato che i tratti di rete fognaria esaminati presentano diverse criticità, quali crepe e fessurazioni, giunzioni disallineate e presenza di radici.

In particolare, la rete fognaria sulla Via Galimberti presenta un parallelismo e un attraversamento con un corso d'acqua la cui tubazione risulta essere in condizioni non ottimali, con giunti rovinati, infiltrazioni di radici e di altri materiali e crepe lungo le pareti.

Nelle figure sottostanti si evidenzia lo stato di fatto della fognatura oggetto d'esame.

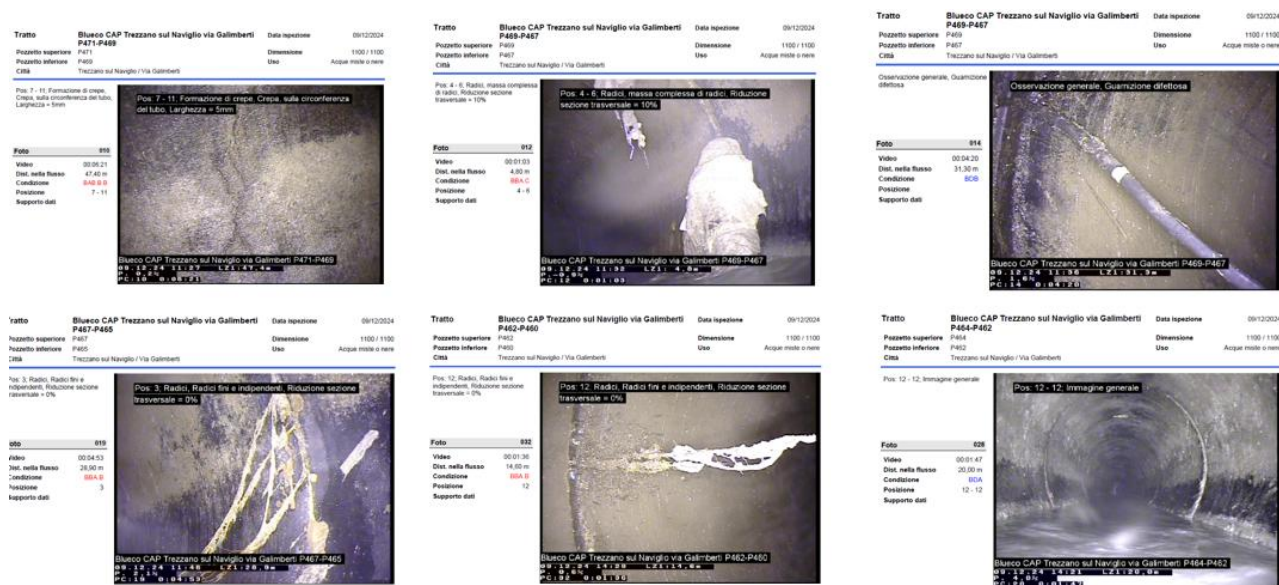


Figura 8. Report delle videoispezioni lungo Via Galimberti – inquadramento punti critici

3.4. RETE FOGNARIA

Lungo Via Galimberti, il tratto oggetto di intervento si estende tra la cameretta ID CAP 536 e la cameretta ID CAP 456. Questo segmento è caratterizzato da una rete fognaria di tipo misto, costituita da tubazioni in calcestruzzo con profilo circolare di diametro nominale DN 1100 e una lunghezza di circa 510 m lineari. L'area di intervento è mostrata nella planimetria e nel profilo riportati nelle sezioni successive.



Figura 9. Via Galimberti - Comune di Trezzano sul Naviglio: inquadratura territoriale dell'intervento di risanamento (fonte WebGis)



Figura 10. Via Galimberty - Comune di Trezzano sul Naviglio: inquadramento territoriale dell'intervento di risanamento (fonte QGIS)

																							
Cameretta	563		562		471		469		467		465		464		462		460		458		457		456
Quota chiuso (m)	114.830		114.840		114.860		114.810		114.870		114.890		114.940		114.880		114.900		114.970		115.070		115.150
Quota di scorrimento (m)	113.420		113.345 113.340		113.350 113.350		113.170 113.170		113.150 113.150		113.150 113.150		113.160 113.160		113.060 113.060		113.050 113.050		113.030 113.030		112.900 112.900		---
Profondità di scorrimento (m)	1.410		1.500 1.500		1.510 1.510		1.640 1.640		1.720 1.720		1.800 1.800		1.780 1.780		1.820 1.820		1.850 1.850		1.840 1.940		2.170 3.700		---
Quota inferiore Camera (m)	113.420		113.340		113.350		113.170		113.150		113.150		113.160		113.060		113.050		113.030		111.370		---
Distanze parziali (m)		55.76		52.71		52.77		48.05		49.20		53.87		48.03		57.62		57.86		18.32		10.72	
Distanze Progressive (m)	0.00		55.76		108.46		161.24		209.29		258.49		312.36		360.39		418.01		475.87		494.19		504.92
Diametro - Forma		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC		1100 CIRC	
Materiale - Tipologia		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE		CLS MISTE	
Pendenza		1.43 ‰		-0.19 ‰		3.41 ‰		0.42 ‰		0.00 ‰		-0.19 ‰		2.08 ‰		0.17 ‰		0.35 ‰		7.10 ‰		---	

Figura 11. Profilo longitudinale del tratto oggetto di intervento di risanamento

La tratta fognaria oggetto di intervento ha origine dallo sfioratore n. 563, il cui schema è riportato nella figura seguente.

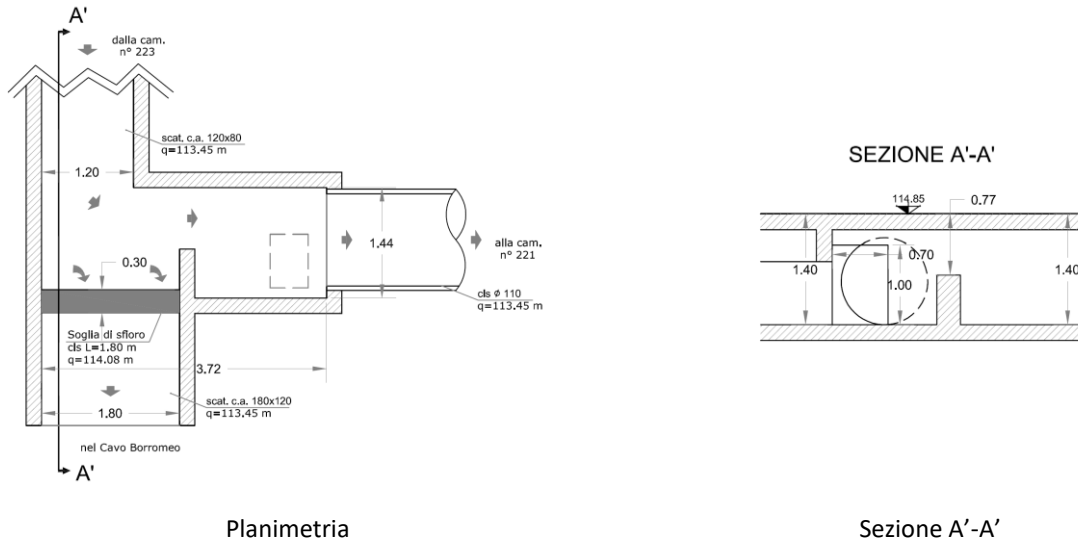
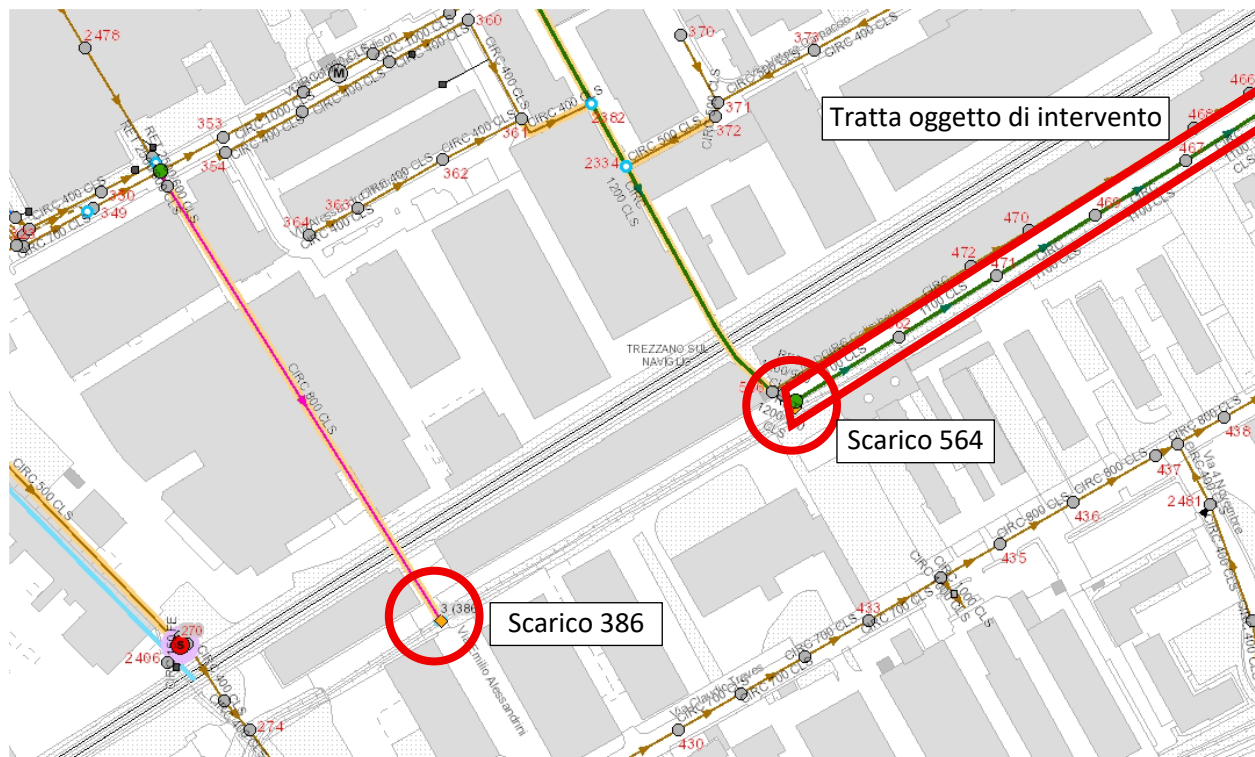


Figura 12. Schema sfioratore n. 563

Considerata la vicinanza dello scarico, la sua quota e l'assenza di una valvola clapet, la probabilità che durante il periodo irriguo si verifichi l'ingresso in fognatura delle acque transitanti nel canale attraverso la soglia di sfioro è elevata, incrementando ulteriormente l'aliquota di acque parassite presenti in fognatura.

A circa 190 m a monte rispetto allo scarico sopra menzionato, è presente un ulteriore scarico lungo il medesimo canale, associato ad uno sfioratore dal quale la portata di magra prosegue verso il collettore oggetto di intervento. Pertanto, qualora si verificasse un ingresso di acqua dal canale, questo interesserebbe anche il collettore oggetto di intervento.



Il tratto terminale della fognatura di via Galimberti è costituito da un sifone, compreso tra le camerette 457 e 456, che sottopassa un canale irriguo. Considerato lo stato conservativo della rete a monte, è probabile che in questo tratto vi siano analoghe problematiche che possano generare l'ingresso di acque parassite provenienti dal canale.

3.5. CAMERETTE FOGNARIE

Lunga la tratta oggetto di intervento sono presenti 11 camerette fognarie le cui dimensioni sono riassunte nella tabella seguente:

ID cameretta	Larghezza (m)	Lunghezza (m)	Profondità da p.c. (m)
563	1,40	3,90	1,41
562	1,20	1,50	1,50
471	1,20	1,50	1,51
469	1,20	1,50	1,64
467	1,20	1,50	1,72
465	1,20	1,50	1,80
464	1,20	1,50	1,78
462	1,20	1,50	1,82

460	1,20	1,50	1,85
458	1,20	1,50	1,94
457	1,50	1,80	3,70
456	1,50	1,80	3,70

La struttura interna delle camerette non presenta evidenti problemi strutturali; tuttavia, al fine di perseguire l'obiettivo principale dell'intervento, si ritiene comunque opportuno prevedere un rivestimento impermeabilizzante sulle pareti interne e sul fondo di ciascuna cameretta.

4. STATO DI PROGETTO

Come indicato nel capitolo precedente, l'intervento ricade sulla rete fognaria della via Galimberti in comune di Trezzano sul Naviglio, compresa tra le camerette 436 e 536.

Si prevede:

- Relining interno della tratta fognaria
- Rivestimento interno delle camerette di ispezione
- Installazione di due valvole a clapet sugli scarichi 386 e 564

4.1. DESCRIZIONE DEI LAVORI E MATERIALI PREVISTI PER IL RISANAMENTO

4.1.1. Relining interno

Per mitigare l'ingresso delle acque parassite dai giunti della tubazione, dalle fessurazioni e per ottenere un risanamento strutturale della rete, si è optato per una tecnica no-dig, nello specifico il "relining interno".

Le tecnologie *trenchless (no-dig)*, in questo caso, rappresentano un'ottima alternativa, in quanto non essendoci problemi idraulici legati a capacità della tubazione o errate pendenze, è possibile sfruttare la tubazione esistente senza la necessità di dover realizzare scavi in trincea lungo tutta l'area di intervento, riducendo dunque gli impatti in termini di cantierizzazione, i tempi di esecuzione e le problematiche legate alla sicurezza del cantiere. Inoltre, l'impatto sull'ambiente e sulla comunità risulta pressoché assente.

Nel caso in esame la tecnologia NO-DIG che si ritiene più idonea per poter recuperare la funzionalità del condotto fognario, è quella comunemente nota come "relining interno", denominata C.I.P.P. (acronimo inglese per Cured In Place Pipe). La tecnologia di risanamento utilizzata è quella di relining con raggi UV. Questa tecnica permette di ottenere una nuova tubazione all'interno della condotta esistente (*ospite*) utilizzando quest'ultima come cassero. Il tubo esistente sarà quindi internamente costituito da una guaina in feltro o fibra di vetro rivestita da una membrana in PE impregnata con resina epossidica bicomponente

fotocatalitica. Quest'ultima, a compimento del processo di indurimento mediante raggi UV, assolverà tutte le funzioni *idrauliche* e *statiche* necessarie al completo recupero funzionale del collettore.

Nel dettaglio la struttura del *liner* dovrà rispettare la seguente stratificazione, come di seguito illustrato:

- A- Pellicola interna
- B- Strato di usura interno
- C- Laminato (strato portante del *liner*)
- D- Strato di resina esterno
- E- Pellicola esterna

Gli strati sopra elencati dovranno rispettare le seguenti caratteristiche:

A- Pellicola interna

La pellicola interna, realizzata in PE, protegge lo strato d'usura interno da eventuali danneggiamenti durante la fase di posa del *liner*. Inoltre, funge da strato impermeabile all'area compressa che serve per portare in forma il *liner*. La pellicola interna estraibile viene tolta una volta indurito il *liner*.

B- Strato d'usura interno

Lo spessore di usura deve garantire un'adeguata resistenza fisica e chimica all'abrasione da parte dei reflui fognari e durante le operazioni di manutenzione e di spurgo per tutta la vita utile della condotta risanata. Questo strato sarà costituito da un tessuto impregnato di resina pura con uno spessore maggiore di 0,5 mm.

C- Laminato

Lo strato portante del *liner* sarà composto da laminato in fibre di vetro e resina secondo UNI EN ISO 11296-4. Lo stesso dovrà essere completamente strutturale, autoportante in classe A secondo UNI EN 11295.

D- Strato di resina esterno

Lo strato di resina esterno ha una duplice funzione:

- preserva la durabilità nel tempo del *liner*;
- costituisce adeguato contenimento degli odori essendo impenetrabile ai gas.

Questo strato crea un'ulteriore barriera impermeabile nel caso di piccole rotture della pellicola esterna per proteggere lo strato portante da eventuale presenza d'acqua sia in fase di montaggio sia in fase di esercizio.

E- Pellicola esterna

Questa pellicola esterna serve a proteggere il *liner* durante le fasi di inserimento e tiro con argano da danni accidentali. Esso può essere integrato direttamente nel *liner*.

Al termine della posa in opera, il *liner* consolidato dovrà essere formato da uno spessore in cui i vari componenti risultino coerenti tra loro, costituenti quindi uno strato omogeneo senza inclusioni d'aria e privo di evidenti imperfezioni.

È comunque possibile che possano verificarsi delle corrugazioni/grinze indipendenti dalla qualità dei materiali impiegati e dalla posa in opera, causati da difetti non riconducibili al processo CIPP come irregolarità della sezione della condotta ospitante, deformazioni della sezione di deflusso dei fluidi, sensibili deviazioni piano altimetriche dei tracciati e della condotta da risanare, difformità geometrica dei pozzetti, etc.

In ogni caso, nei tratti rettilinei di condotta esistente con caratteristiche di perimetro interno costante, l'applicazione del *liner* non dovrà produrre irregolarità superficiali, additive a quelle del tubo ospite, maggiori del 2% del diametro nominale e comunque non superiori a 6 mm.

Il *liner* dovrà avere le caratteristiche meccaniche minime richieste dalla norma UNI EN 11296-4:2011, di classe A completamente strutturale, autoportante ed in grado di resistere ai carichi ed alle condizioni di sito secondo quanto previsto nella UNI EN 11295.

Class A		Class B	Class C	Class D
				
loose-fit	close-fit	inherent ring stiffness	relies on adhesion	relies on adhesion
Independent		Interactive		
Fully structural		Semi-structural		Non-structural

Figura 13. Classi di strutturalità secondo UNI 11295

4.1.1.1. Fasi operative

Il numero e la lunghezza dei lanci vengono determinati in base agli aspetti organizzativi del cantiere e alle dimensioni delle camerette.

Di seguito, si riporta una tabella riepilogativa che descrive le caratteristiche del liner adottato, il numero di lanci previsti e le sezioni di ingresso e uscita, includendo la demolizione parziale e il successivo ripristino di alcune camerette, necessarie per le operazioni di inserimento e recupero della calza.

Indirizzo	n. lancio	tratta	Dimensioni tubazione [mm]	Note
Via Galimberti	1°	563-471	DN 1100	
	2°	471-467	DN 1100	
	3°	467-464	DN 1100	
	4°	464-460	DN 1100	
	5°	460-457	DN 1100	Presenza di allaccio in prossimità della cam. 458
	6°	457-456	DN 1100	Sifone

A lavorazioni ultimate verrà ripristinato l'unico allaccio, identificato preliminarmente nelle fasi iniziali di ispezione della condotta, tra le camerette 460-458.

Saranno inoltre realizzate tutte le aperture sulla nuova tubazione in corrispondenza delle camerette di ispezione sottese dal tratto interessato dal risanamento, in modo da garantire la possibilità di effettuare le normali operazioni di manutenzione ordinaria sulla rete.

4.1.1.2. Calcolo dello spessore del liner

Lo spessore della guaina in feltro impregnata di resina termoindurente secondo UNI 11681, scelto per il tratto oggetto di risanamento, è pari a 11,9 mm. Tale valore è risultato dal calcolo di dimensionamento, e garantisce un'adeguata resistenza meccanica ai carichi statici e mobili.

Di seguito si riportano i dati utilizzati per la verifica dello spessore del liner secondo la norma UNI 11681.

Il carico totale al quale è sottoposto il liner può essere determinato con la seguente espressione:

$$q_t = \gamma_w \cdot H_w + w \cdot H \cdot R_w + W_s$$

Il carico resistente del liner può essere determinato con una delle seguenti formulazioni:

$$q_t = \frac{1}{N} \left[32 \cdot R_w \cdot B' \cdot E'_s \cdot C \cdot \left(\frac{E_L \cdot I}{D^3} \right) \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$\frac{E}{12 \cdot (SDR)^3} \geq 0.00064$$

Assumendo come spessore di progetto il valore maggiore ottenuto tra le due.

Di seguito vengono riassunti i significati dei simboli e i valori utilizzati.

Simbolo	Valore	u.d.m.	Significato
N	2	-	Fattore di sicurezza
E	16000	MPa	Modulo di elasticità iniziale
E' _s	30	MPa	modulo elastico terreno
EL	15600	MPa	Modulo elasticità liner

D	1100	mm	Diametro condotta
H	0.4	m	Altezza rinterro da cielo condotta
H _w	0.3	m	Altezza falda da cielo condotta
w	18	kN/m ³	Peso specifico del terreno
R	300	kN	carico esercitato da singola ruota
Δ	0	-	Percentuale di ovalizzazione

I valori riportati di seguito sono stati determinati a partire dai dati sopra illustrati, utilizzando le formulazioni riportate.

Simbolo	Valore	u.d.m.	Significato
W _s	0.208	MPa	Carico Dinamico
C	100	%	Coefficiente di ovalizzazione
R _w	0.753	-	Fattore di galleggiamento
B'	0.214	-	Coefficiente di supporto elastico
I	140.43	mm ³	Momento d'inerzia del CPP

$$W_s = \frac{R}{(0.4 + 2 \cdot H)^2} \cdot 1000$$

$$C = \left(\frac{\left(1 - \frac{\Delta}{100}\right)}{\left(1 + \frac{\Delta}{100}\right)^2} \right)^3$$

$$R_w = 1 - 0.33 \cdot \frac{H_w}{H}$$

$$B' = \frac{1}{1 + 4 \cdot e^{-0.213 \cdot H}}$$

$$I = \frac{t^3}{12}$$

$$SDR = \frac{D_I}{t} + 1$$

Lo spessore ottenuto dalle formulazioni precedenti è pari a 11,9 mm al quale corrisponde una classe di carico pari a 238,85 kN/m.

Tutti i dettagli sono contenuti nell'Allegato 1, dove sono evidenziati i calcoli statici del liner scelto.

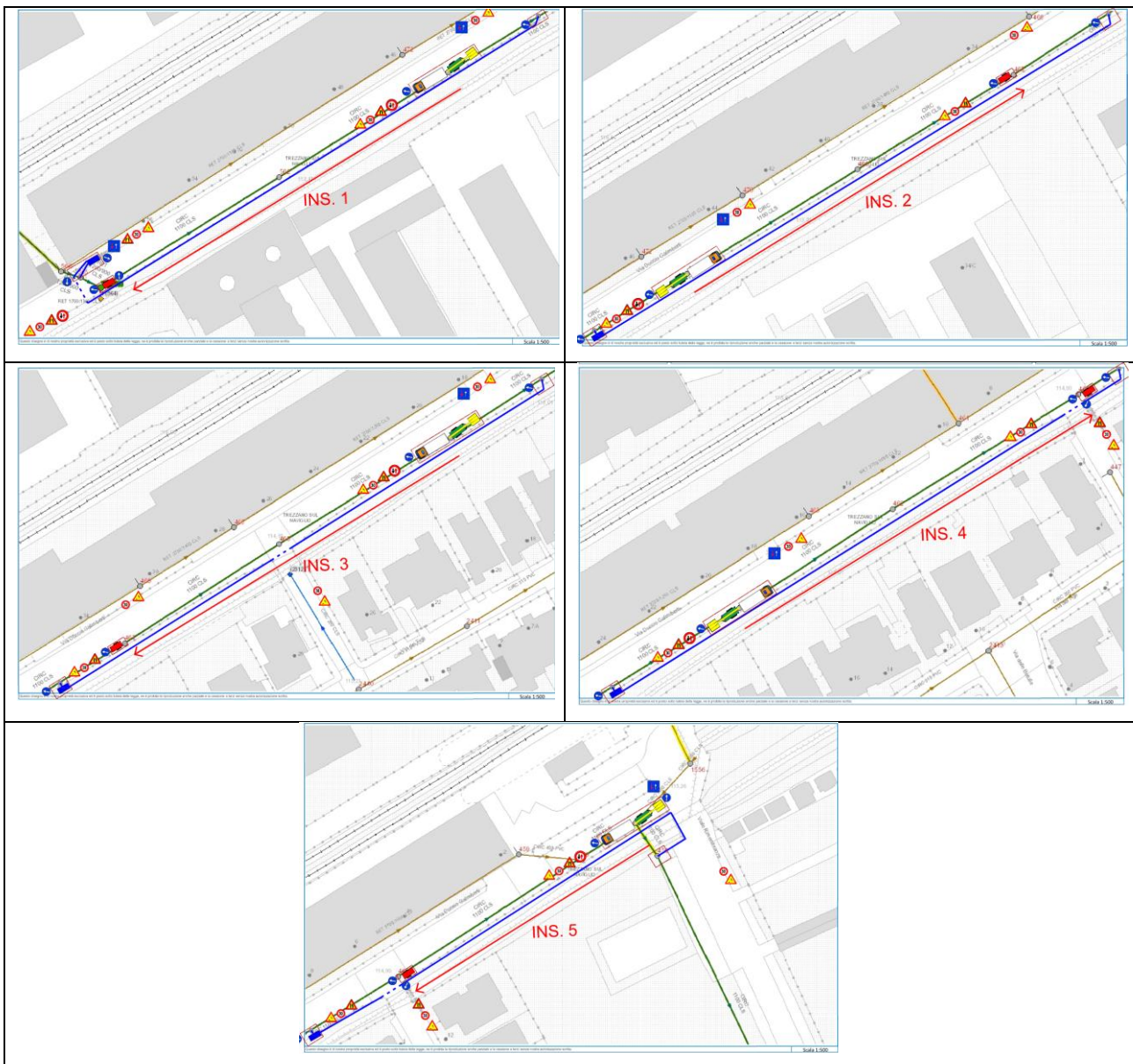
4.1.2. Gestione dei bypass

Al fine di garantire il corretto funzionamento del sistema di smaltimento di acque miste, sono previsti i seguenti interventi:

- 1) Interruzione puntuale del tratto in risanamento con individuazione delle sezioni su cui innestare i *palloni otturatori* previsti in progetto;
- 2) Derivazione delle acque di cui è stato interrotto il normale deflusso tramite sistema di *pompaggio* e *tubazioni* in superficie.

Il sistema verrà montato ad inizio attività e smontato alla fine dell'inserimento dell'ultimo liner lungo la via.

Si riportano di seguito lo schema dei diversi bypass previsti:



4.1.3. Fasi di esecuzione dell'intervento

I singoli interventi che interesseranno l'area in oggetto verranno realizzati per fasi successive, al fine di limitare al minimo i disservizi sulla rete fognaria. Di seguito le modalità operative:

- Installazione di cantiere;
- Sistema di by-pass con pompe e tubazioni, per i quali verranno predisposti adeguati ricambi di pronto intervento, di capacità adeguata a mantenere in esercizio la fognatura per tutta la durata dell'intervento, inclusa l'intercettazione e deviazione provvisoria degli allacciamenti che lo richiedessero;
- Spurgo delle condotte, finalizzata al ripristino della luce del condotto originario e alla rimozione degli ostacoli eventualmente presenti;
- Installazione del cantiere;
- Realizzazione opere edili preliminari e propedeutiche alla corretta esecuzione dell'intervento (sigillature lesioni localizzate di particolare importanza, rimozioni di eventuali ostacoli presenti nel collettore, ecc...)
- Videoispezione preliminare;
- Preparazione delle strutture per permettere il passaggio della guaina nei pozzetti intermedi e per fermarla nel pozzetto di arrivo (come scavo per il raggiungimento della quota soletta e relativa rimozione);
- Relining a UV: inserimento della guaina all'interno della tubazione da risanare e polimerizzazione con foto attivazione. La guaina viene indurita attraverso l'irradiazione con lampade ultraviolette. L'intero processo di risanamento verrà suddiviso lungo la tratta in n.5 lanci totali.
- Prelievo, da uno dei pozzetti intermedi o da una delle due estremità dove saranno stati opportunamente predisposti degli anelli di diametro uguale a quello del tubo esistente bloccati con opportuni dispositivi, di un campione di guaina catalizzata per ogni inserimento, da sottoporre alle prove di laboratorio previste. Ognuno di questi campioni dovrà avere dimensioni sufficienti a ricavarne 2 provini per esecuzione di prove a flessione e a trazione;
- Taglio della calza nei pozzetti a monte, intermedi e a valle del tronco; le eventuali immissioni laterali in linea vengono ripristinate mediante la fresatura dall'interno della condotta di parte del rivestimento in corrispondenza degli stessi
- Ispezione televisiva dei tratti rivestiti e report di accompagnamento;

- Collaudo funzionale della condotta ai sensi della norma UNI 1610:2015 per reti non in pressione, con rilascio del certificato di collaudo;
- Smantellamento by-pass e dei palloni otturatori;
- Ripristino delle solette rimosse, realizzazione dei torrini di accesso e posa dei nuovi chiusini;
- Rimozione del cantiere.

5. VINCOLI PRESENTI – AUTORIZZAZIONI E CONCESSIONI

Ai sensi della Delibera ATO n°9 del 17/03/2018 “Regolamento per l’approvazione dei progetti degli interventi del Piano d’Ambito ai sensi dell’art. 158 bis del D.Lgs 152/06”, il presente progetto rientra nella categoria di intervento definita a “medio impatto”, per la quale il Gestore del S.I.I. ha richiesto approvazione con Delibera di Giunta Comunale e le eventuali autorizzazioni necessarie dagli Enti coinvolti.

6. DURATA DEI LAVORI

In base alla tipologia ed alle caratteristiche delle opere in progetto, il tempo utile per eseguire tutte le opere in progetto è fissato in **105** giorni naturali e consecutivi.

Per ulteriori dettagli, si rimanda all’elaborato “**R05 - CRONOPROGRAMMA**”.

7. QUADRO ECONOMICO

L’importo del Quadro Economico pre-gara ammonta a € 1'800'000,00 di cui € 1'424'411,15 per lavori e forniture e € 21'264,94 per costi della sicurezza.

Il dettaglio del Quadro Economico di progetto è riportato nell’elaborato **R04**.



Titolo Interventi di rifacimento reti e collettori fognari, relining e
intervento: riduzione acque parassite – Agglomerato di Trezzano sul
Naviglio
Comune: Trezzano sul Naviglio
Commessa: 9536_TSN
Data: Agosto 2025
Revisione: 00

Allegato 1 – Calcolo dello spessore del liner

 Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354	 Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010
--	---

**Spett.le
Gruppo CAP
Via Rimini, 38
20142 – Milano**

OGGETTO: RELAZIONE SPESSORE LINER VIA GALIMBERTI PRESSO IL COMUNE DI TREZZANO (MI)

1. AREA DI INTERVENTO E GENERALITA'

La relazione approfondita nei capitoli successivi, descrive i calcoli dettagliati nella Norma UNI 11681:2017 per il calcolo dello spessore minimo del liner da polimerizzare con tecnica UV-CIPP presso la condotta fognaria ubicata in Via Galimberti nel comune di Trezzano (MI).

Si specifica che i calcoli sono stati effettuati su dati geometrici, come il diametro e la profondità, presunti da webgis e potrebbero subire una revisione a seguito delle attività di video ispezione approfondita con presa delle misure organizzate in futuro.

Lo spessore del liner per una tubazione a gravità totalmente deteriorata deve essere dimensionato considerando i seguenti carichi:

- Carico dovuto alla pressione dell'acqua di falda;
- Carico dovuto al peso esercitato dal terreno;
- Carichi dinamici e/o statici dovuti ad esempio al traffico veicolare.

Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354 Tel. 0522/920771 Mail: info@benassisrl.com Pec: benassisrl@postepec.eu	Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010 Tel. 011/6467810 Mail: info@blueco.it Pec: blueco@pec.it
---	---

 Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354	 Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010
--	---

2. RELAZIONE TECNICA DIMENSIONAMENTO SPESSORE LINER RISPETTO ALLA NORMATIVA UNI 11681:2017 – VIA GALIMBERTI DN1100 (PRESUNTO)

Nella [Tabella 1] vengono riportati i dati di INPUT necessari per determinare la condizione di tubazione a gravità parzialmente deteriorata, ossia lo spessore del liner deve essere dimensionato considerando i soli carichi idraulici dovuti alla pressione dell'acqua di falda.

Tabella 1-DATI INPUT ESSENZIALI PER CONDOTTA PARZIALMENTE DETERIORATA

GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	VALORE
de – Diametro esistente*	mm	1100
Hw - Altezza della falda (Ipotesi)	m	0,4
v - Coefficiente di Poisson	ad	0,3
C - Coefficiente di riduzione dovuto all'ovalizzazione ($\Delta=0\%$)	ad	1
K - Fattore di miglioramento della portanza del suolo	ad	7
Fs - Fattore di sicurezza	ad	2
E50 - Modulo elastico liner a lungo termine	MPa	13.000
γ_w – Peso specifico acqua	N/m ³	9.806

I parametri K (fattore di miglioramento della portanza del suolo) e Fs (fattore di sicurezza) sono stati definiti in base al valore minimo suggerito da linea guida. Sulla base delle video ispezioni effettuate, viene assunta una percentuale di ovalizzazione pari a 0%.

Per la determinazione dello spessore, secondo la formula (1) della Norma UNI 11681, è necessario applicare le seguenti equazioni per ottenere lo spessore evidenziato in [Tabella 2].

$$P = \frac{2 * K * E_{50}}{(1 - v^2)} * \frac{1}{(SDR - 1)^3} * \frac{C}{F_s} \quad (1)$$

$$P = H_w * \gamma_w$$

$$SDR = \frac{d_e}{e_n 1}$$

Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354 Tel. 0522/920771 Mail: info@benassisrl.com Pec: benassisrl@postepcc.eu	Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010 Tel. 011/6467810 Mail: info@blueco.it Pec: blueco@pec.it
--	--

 Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354	 Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010
--	---

Tabella 2-SPESSORE FORMULA (1)

GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	VALORE
P - Carico dovuto alle acque sotterranee	MPa	0,0039
SDR - Dimensione caratteristica liner	ad	295,3
en1 - Spessore Liner	mm	3,7

Al fine di calcolare lo spessore, secondo l'equazione (7) della Norma UNI 11681, sono riassunti nella [Tabella 3] ulteriori dati propedeutici per poter determinare il risultato desiderato.

Tabella 3 - DATI INPUT ESSENZIALI PER CONDOTTA COMPLETAMENTE DETERIORATA

GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	VALORE
H - Quota piano campagna-cielo condotta (caso più cautelativo)	m	0,4
Es - Modulo elastico suolo (Ipotesi)	MPa	30
w - Peso specifico del suolo	kN/m ³	18,2
Rw - Fattore di galleggiamento	ad	0,67
B - Coefficiente di supporto elastico	ad	0,21
E0 - Modulo elastico liner a breve termine	MPa	15.600
Ws - Carico del traffico	kN/m ²	208,33

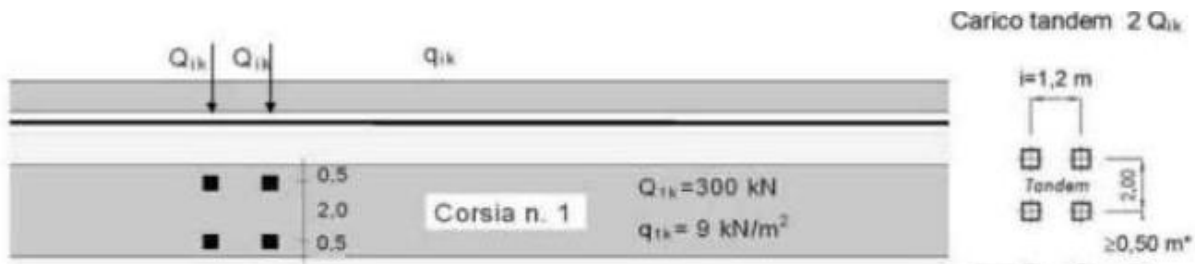
Per essere più cautelativi si è fatta l'ipotesi $H = H_w$.

Per valutare i carichi veicolari a cui la tubazione è soggetta, si definiscono di seguito i carichi secondo quanto prescritto da schema di carico 1 equivalente a quello indicato nelle Norme tecniche per le costruzioni - aggiornamento 17/01/2018 (NTC 2018). Lo schema di carico adottato è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti come mostrato in figura. Questo schema è assunto quale riferimento sia per le

Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354 Tel. 0522/920771 Mail: info@benassisrl.com Pec: benassisrl@postepec.eu	Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010 Tel. 011/6467810 Mail: info@blueco.it Pec: blueco@pec.it
---	---

 Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354	 Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010
--	---

verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero (figura sotto).



Viste le condizioni di ammaloramento della condotta e all'eventuale passaggio di mezzi pesanti si è optato per lo schema di carico più gravoso.

Dall'elaborato "Tav.4-Profili longitudinali-REV.2" si è scelto di prendere in considerazione il ricoprimento di terreno minore riscontrato, in quanto lo spessore del liner è maggiore, risulta quindi essere una soluzione più cautelativa.

Per la determinazione dello spessore, secondo la formula (7) della Norma UNI 11681, è necessario applicare le seguenti formulazioni:

$$q_t = \gamma_w \times H_w + w \times H \times R_w + W_s$$

$$q_t = \frac{1}{F_s} * \left[32 * R_w * B * E_s * C * \left(\frac{E_{50} * I}{d e^3} \right) \right]^{1/2}$$

$$(7) \quad I = \frac{e n^3}{12}$$

Determinando un carico agente sul tubo q_t pari a 0,217 MPa e un momento di inerzia I pari a 140,3 mm³, lo spessore risultante e_n è pari a 11,9 mm.

Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354 Tel. 0522/920771 Mail: info@benassisrl.com Pec: benassisrl@postepec.eu	Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010 Tel. 011/6467810 Mail: info@blueco.it Pec: blueco@pec.it
--	--

 Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354	 Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010
--	---

Infine, è possibile procedere al calcolo dello spessore risultante dalla formulazione (12) della Norma UNI 11681:

$$\frac{E_0}{12 \cdot SDR^3} \geq 0.00064 \quad (12)$$

Tabella 4 - SPESSORE FORMULA (12)

GRANDEZZA	UNITA' DI MISURA	VALORE
$E/12(SDR)^3$ - Carico max sopportato dal liner a E0 (Completamente deteriorato)	ad	0,00064
en12 - Spessore Liner	mm	8,7

2.1. CONCLUSIONE SPESSORE DN1100

Secondo la norma UNI 11681, lo spessore di progetto finale del C.I.P.P. per una tubazione circolare totalmente deteriorata, deve soddisfare simultaneamente le equazioni (1), (7), (12) prendendo il valore di spessore maggiore tra tutti i risultati ottenuti.

A seguito dell'attenta analisi, della quale sono stati appena riportati i principali risultati, il liner con spessore maggiore risulta pari a 11,9 mm, **identico a quanto fornito dal Produttore pari a 11,9 mm**, corrispondente a una classe di carico **Qt pari a 238,85 kN/m**. Considerando che il listino a disposizione pone come limite massimo di classe di carico 72 kN/m, si renderà necessario procedere alla redazione di un appropriato nuovo prezzo riferito alla nuova classe di carico individuata.

Cogliamo l'occasione per porgerVi distinti saluti.

Trofarello, 04/06/2025



Blueco S.r.l.
Via Sabbioni, 17
10028 Trofarello (TO)
P. IVA 06523030010

Benassi S.r.l. Via Rinaldi 101/a Reggio Emilia (RE) P.I. 00690640354 Tel. 0522/920771 Mail: info@benassisrl.com Pec: benassisrl@postepcc.eu	Blueco S.r.l. Via Sabbioni 17 Trofarello (TO) P.I. 06523030010 Tel. 011/6467810 Mail: info@blueco.it Pec: blueco@pec.it
--	--