COMUNE DI NAPOLI

AREA TUTELA DEL TERRITORIO

Servizio Ciclo Integrato delle Acque e Tutela del Mare

COMUNE DI NAPOLI

CUP: B66G04000470001

PIANO OPERATIVO "AMBIENTE" (FSC 2014 – 2020) - ADDENDUM II

RIASSETTO IDROGEOLOGICO E ADEGUAMENTO RETI FOGNARIE DELL'AREA DI SOCCAVO - PRIMO STRALCIO

PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO:

Dott. Ing. ROBERTA CATAPANO - Comune di Napoli

STUDIO PAOLETTI
INGEGNERI ASSOCIATI
20133 MILANO - via Bassini, 23 - tel.(02) 26681264
fax (02) 26681553 - E-Mail: Studiopaoletti@etatec.it

I PROGETTISTI:

Prof. Ing. ALESSANDRO PAOLETTI
Dott. Ing. FILIPPO MALINGEGNO
Dott. Ing. VINCENZO CICCARELLI

GRUPPO DI LAVORO:

Dott. Ing. NICOLA PACCANELLI
Geom. FABRIZIO SALMISTRARO
Geom. RUGGERO GORLA

CONSULENZA GEOTECNICA E STRUTTURALE:

Dott. Ing. NICOLA BRACALE

	NOME	FIRMA	DATA
REDAZIONE	N. PACCANELLI		
VERIFICA	F. MALINGEGNO		
APPROVAZIONE	A. PAOLETTI		

TITOLO

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA

Revisioni	N°	Descrizione	Data
	1	EMISSIONE	Dicembre 2004
	2	AGGIORNAMENTO	Dicembre 2016
	3	AGGIORNAMENTO	Ottobre 2021
	4	AGGIORNAMENTO	Ottobre 2023
	5	REVISIONE ED INTEGRAZIONE PER VERIFICA PROGETTO	Gennaio 2024

Numero elaborato	TIPOLOGIA	COMMITTENTE	COMMESSA	DOCUMENTO	NUMERO
	PE	342	21/03	AT	A.01.00

INDICE

1. PREMESSA 3
2. LE CRITICITÀ DEL SISTEMA FOGNARIO DELL'AREA DI SOCCAVO 7
3. LINEE DI INDIRIZZO E PRINCIPALI CRITERI DI PROGETTAZIONE 9
3.1. CONFERMA DEL SISTEMA FOGNARIO UNITARIO 9
3.2. LA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA 10
3.3. LE NECESSITÀ DI POTENZIAMENTO DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO 11
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO 12
4.1. SISTEMA DI COLLETTAMENTO PRINCIPALE FINO ALLA DORSALE "NORD – SUD" 12
4.1.1 TRATTO IN SCAVO A CIELO APERTO LUNGO VIA BOTTAZZI FINO A CROCE DI PIPERNO 13
4.1.2 TRATTO IN MINITUNNEL (SPINGITUBO) LUNGO VIA STANISLAO MANNA FINO A VIA DELL'EPOMEO 13
4.1.3 ATTRAVERSAMENTO IN MINITUNNEL (SPINGITUBO) DI VIA DELL'EPOMEO 16
4.1.4 TRATTO IN MINITUNNEL (SPINGITUBO) E IN SCAVO A CIELO APERTO LUNGO VIA SERVIO TULLIO 18
4.1.5 TRATTO A CIELO APERTO LUNGO VIA ADRIANO FINO ALLA CONFLUENZA DORSALE NORD - SUD 20
4.1.6 CAMERA DI CONFLUENZA NELLA DORSALE NORD-SUD 21
4.2. NUOVE FOGNATURE AFFERENTI ALLA DORSALE PRINCIPALE 22
4.2.1 TRATTO DI VIA FILIPPO BOTTAZZI DA PIAZZA S. PIETRO A VIA PIA 22
4.2.2 TRATTI DI VIA G. CANONICA, TRAVERSA CROCE DI PIPERNO, VIA CROCE DI PIPERNO 23
4.2.3 INTERVENTI PUNTUALI PER LA CAPTAZIONE E DRENAGGIO DELLE ACQUE SUPERFICIALI 24
5. CALCOLI IDRAULICI DELLE OPERE IN PROGETTO 25
5.1. TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO 25
5.2. METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA 25
5.3. PORTATE AL COLMO AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO 26
5.4. RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI 28
5.5. DORSALE DI SOCCAVO: VIA BOTTAZZI – VIA S. MANNA – VIA SERVIO TULLIO – VIA ADRIANO 30
6. MANUFATTI IDRAULICI PARTICOLARI 32
6.1. MANUFATTI DI SALTO 32
6.2. MANUFATTI DI CONFLUENZA 35
6.2.1 MANUFATTO DI CONFLUENZA DI VIA ADRIANO NELLA DORSALE NORD-SUD 35
7. ASPETTI STRUTTURALI, CANTIERISTICI E MATERIALI 36
7.1. MATERIALI, MODALITÀ COSTRUTTIVE DEI CONDOTTI 36
7.2. OPERE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI 37
7.3. MANUFATTI IN C.A. 37
8. QUADRO ECONOMICO DEGLI INTERVENTI 39
9. PROGRAMMA DEI LAVORI E TEMPISTICHE REALIZZATIVE 40

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Corografia dell'area di interesse attorno al 1850 e in data odierna (Google map). 4
Figura 2 - Corografia dell'area di interesse e dei sottobacini principali Arena S. Antonio, Pianura, Palmentiello. .5
Figura 3 - Zona Soccavo – Danni provocati dall'alluvione del 2001. 8
Figura 4 – Sistema di collettamento principale fino alla dorsale Nord – Sud 12
Figura 5 - Camera di spinta in piazza Croce di Piperno. 14
Figura 6 - Camera di recupero in via Stanislao Manna. 15
Figura 7 - Camera di spinta in via Servio Tullio. 17
Figura 8 - Camera di recupero in via Servio Tullio. 19
Figura 9 - Camera di confluenza del collettore ϕ 2000 mm di via Adriano 21
Figura 10 – Nuovo collettore di via bottazzi – Tratto da piazza S. Pietro a via Pia. 22
Figura 11 – Tracciato planimetrico del nuovo collettore di via G. Canonica - Croce di Piperno. 23

1. PREMESSA

Il presente progetto esecutivo costituisce l'aggiornamento progettuale di una precedente versione, come meglio di seguito verrà spiegato, l'attuale aggiornamento "ottobre 2023" si è reso necessario per:

1) Aggiornare l'intero progetto al Prezzario regionale dei Lavori Pubblici anno 2023;
2) Aggiornare l'intero progetto a quanto previsto nel Nuovo Codice degli appalti pubblici di cui al Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36
3) Aggiornare la progettazione geotecnica e strutturale alla NTC2018 - Normativa Tecnica Vigente – cioè D.M. 17 gennaio 2018 così come disposto dall'art. 2 dello stesso D.M.
4) Suddivisione in stralci funzionali, della precedente versione progettuale (dicembre 2016) al fine di consentire al 1° Stralcio funzionale di trovare copertura economica nel finanziamento assentito sul progetto versione "dicembre 2016";

Il presente Progetto Esecutivo comprende parte degli interventi previsti nel Progetto Preliminare del luglio 2002[1] e nel Progetto Preliminare del febbraio 2004[2] riguardanti il riassetto idrogeologico e l'adeguamento delle strutture fognarie delle aree occidentali della città di Napoli ubicate nel bacino idrografico afferente alla dorsale Arena S. Antonio.

In particolare il presente progetto entra nel merito di importanti interventi di potenziamento della dorsale Arena S. Antonio, asta principale dell'omonimo bacino, e di riqualificazione dei sistemi fognari del quartiere di Soccavo, nel quale si lamentano pronunciate carenze nello smaltimento dei deflussi superficiali generati durante gli eventi meteorici più intensi, con pronunciate criticità anche nei riguardi dell'equilibrio idrogeologico del sottosuolo.

Tali carenze, oltre a causare frequenti allagamenti e disagi, innescano anche situazioni di grave pericolo per la cittadinanza a causa di incontrollabili circolazioni idriche sotterranee spesso accompagnate da aperture di cavità ipogee, conseguenti dissesti in superficie e possibili ripercussioni per la stabilità degli edifici e degli insediamenti, come è stato messo in evidenza del nubifragio violentissimo del 15 settembre 2001 e dagli improvvisi sprofondamenti da esso provocati (come, ad esempio, quelli manifestatisi nella zona di via Adriano).

L'analisi delle cartografie storiche mostra come l'impetuosa espansione urbanistica degli ultimi cinquanta anni abbia sconvolto la morfologia, l'orografia e l'idrografia del territorio in oggetto, obliterando quasi completamente l'antico sistema naturale di vallecole e corsi d'acqua che dalle colline dei Camaldoli scendevano a mare a Bagnoli (Figura 1).

La città nata negli ultimi cinquanta anni ha chiuso e seppellito l'antico reticolo idrografico, sostituendo ad esso una rete artificiale di drenaggio caratterizzata dall'asta principale Arena S. Antonio e dai suoi due affluenti principali costituiti dai collettori fognari Pianura e Palmentiello, i quali ricalcano sostanzialmente l'antico percorso degli omonimi corsi d'acqua, ma che oggi presentano le sezioni chiuse e le caratteristiche di normali collettori fognari percorsi da acque nere e meteoriche. Si aggiunga che lo sviluppo intensivo della città ha progressivamente reso gravemente insufficiente tale reticolo fognario che oggi si trova a sopportare punte di portata non compatibili con le proprie sezioni.

---

1 *Commissario Straordinario Emergenza sottosuolo - Sindaco di Napoli. Progetto Preliminare "Rifunzionalizzazione dei collettori Arena S. Antonio, collettrice di Pianura e collettrice di via Cinthia - Emissario di Bagnoli", luglio 2002.*

2 *Commissario Straordinario Emergenza sottosuolo - Sindaco di Napoli. Progetto Preliminare "Riassetto Idrogeologico e adeguamento reti fognarie delle aree di Soccavo e Piazzale Tecchio", febbraio 2004*

Pertanto risulta di grande importanza il progressivo adeguamento delle dorsali principali e secondarie di drenaggio superficiale della zona ovest di Napoli, in quanto il frequente insorgere di condizioni di sovraccarico dei collettori provoca sfornellamenti ed esondazioni che, a contatto con il delicato terreno di cui è costituito il sottosuolo napoletano, generano violenti fenomeni di dissesto idrogeologico.

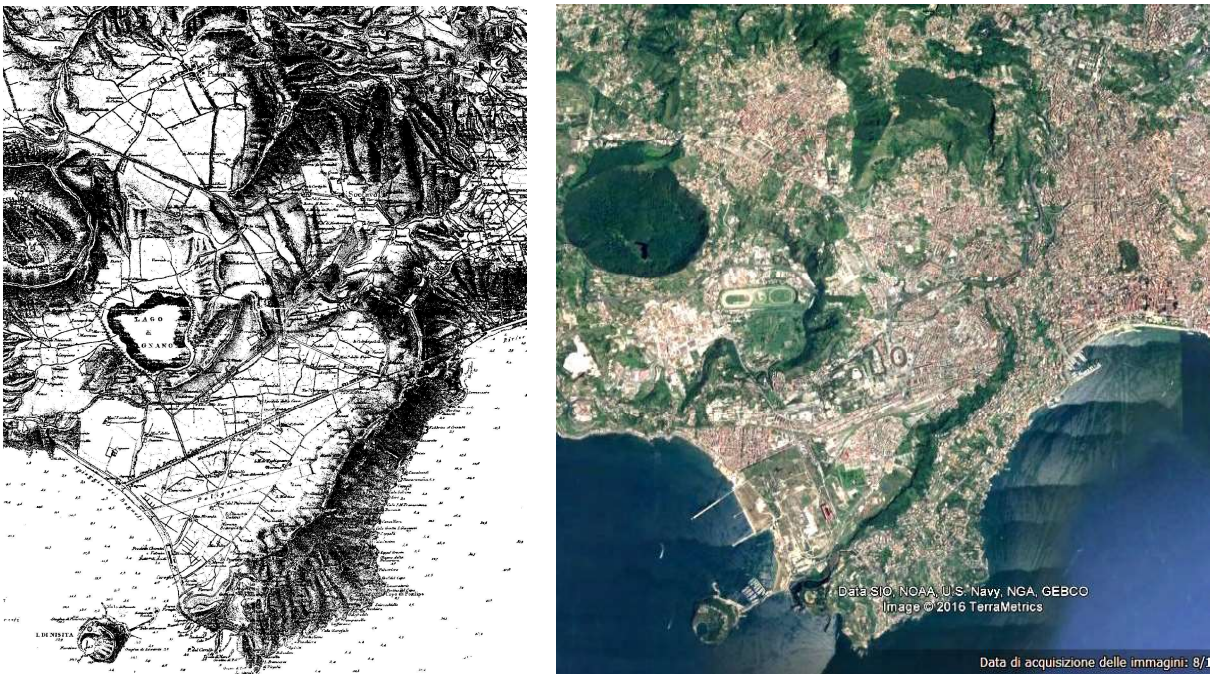


Figura 1 - Corografia dell'area di interesse attorno al 1850 e in data odierna (Google map).

Gli interventi qui progettati sono coerenti con quanto previsto originariamente nello studio C.U.G.RI. sulla fognatura di Napoli[3] e poi nel sopra citato Progetto Preliminare generale redatto dagli scriventi nel luglio 2002 contenente il disegno progettuale d'insieme dell'intero sistema di smaltimento delle portate nere e meteoriche dell'area ovest di Napoli, con particolare riferimento alla riabilitazione delle tre principali dorsali di drenaggio di tale vasto settore della città costituite dal collettore Arena S. Antonio, dalla collettrice nuovo Cinthia – Emissario di Bagnoli e dalla collettrice di Pianura indicate nella seguente

3 C.U.G.RI. – Consorzio Inter-Universitario per la previsione e prevenzione dei Grandi Rischi: Il sistema fognario della città di Napoli alle soglie del 2000.

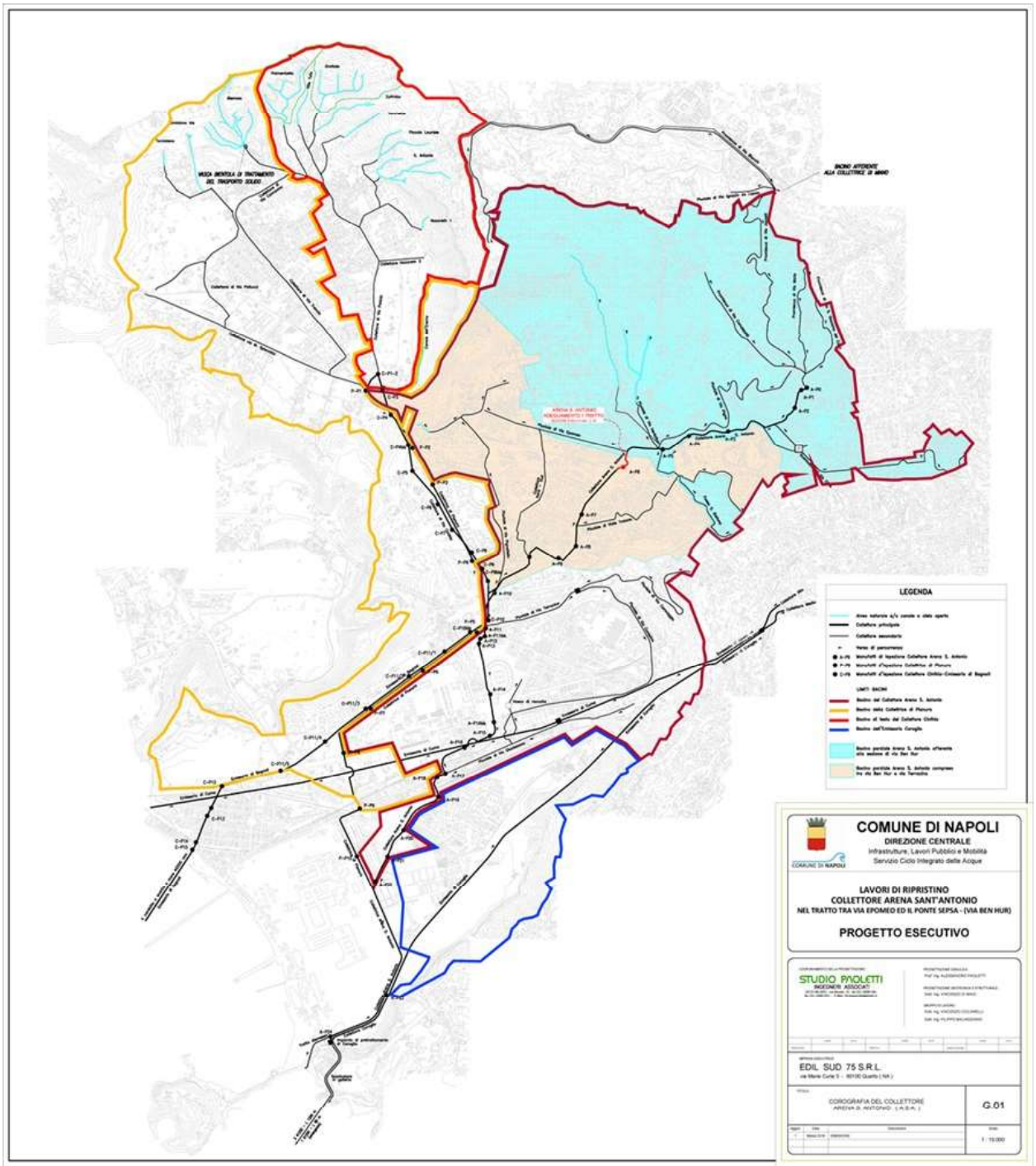


Figura 2 - Corografia dell'area di interesse e dei sottobacini principali Arena S. Antonio, Pianura, Palmentiello.

Il presente progetto tiene inoltre conto dei seguenti progetti esecutivi di lotti di intervento realizzati in via prioritaria per conseguire un primo sostanziale alleggerimento delle criticità prima citate e già entrati regolarmente in esercizio:

- il progetto esecutivo in data luglio 2004[4] del I lotto di opere di rifunzionalizzazione del collettore Arena S. Antonio e della collettrice di via Cinthia - Emissario di Bagnoli, fondamentali per riaprire al servizio quest'ultima collettrice avente la funzione di scolmatore dell'Arena S. Antonio atto a un sostanziale alleggerimento delle insufficienze;
- il progetto esecutivo in data novembre 20055 del I stralcio del collettore Nord – Sud di Soccavo con il quale si è costruita una nuova importante dorsale drenante che da via Epomeo giunge a confluire nell'Arena S. Antonio con un grande pozzo di caduta e dissipazione ubicato in via Tertulliano;
- il progetto esecutivo in data settembre 2006 del I stralcio del risanamento del sistema fognario di via Cupa Terracina, incrocio via Terracina, parte terminale di via Marconi fino al nuovo innesto con il collettore Arena S. Antonio.

Tenendo conto delle risultanze dei citati progetti relativamente all'adeguamento delle richiamate dorsali principali, il presente progetto riguarda un importante gruppo di interventi destinati alla riabilitazione dei sistemi fognari interni al quartiere di Soccavo.

Naturalmente, dato il tempo di circa un decennio intercorso tra oggi e le sopra richiamate progettazioni del 2004-2006, molte situazioni locali sono cambiate in termini sia di percorribilità dei tracciati stradali utilizzabili per i nuovi collettori fognari, sia di nuove esigenze fognarie nel frattempo intervenute, anche per effetto degli interventi nel frattempo effettuati sulla rete. In particolare si cita l'impossibilità ormai consolidata, a causa di nuove edificazioni oggi esistenti, di realizzare il prolungamento a monte del collettore Nord - Sud tra via Epomeo e via Filippo Bottazzi lungo il tracciato allora previsto, nonché la necessità divenuta assolutamente improrogabile di intervenire nella risoluzione del drenaggio idraulico del nodo di via Filippo Bottazzi - piazza Croce di Piperno - via Stanislao Manna, e cioè del cuore della municipalità di Soccavo.

Il presente progetto esecutivo (*riassetto idrogeologico e adeguamento reti fognarie dell'area di soccavo - primo stralcio*) prevede quindi, rimanendo sempre nel quadro generale tracciato dalle citate progettazioni preliminari del 2002 e del 2004, l'adeguamento di molte strutture fognarie di Soccavo, onde conseguire una significativa riduzione delle condizioni di rischio idraulico che oggi affliggono questa parte del Comune di Napoli. In particolare prevede:

- **la costruzione di una nuova dorsale principale lungo le vie Filippo Bottazzi, piazza Croce di Piperno, via Stanislao Manna, via Servio Tullio, via Adriano, fino alla confluenza nell'esistente dorsale Nord-Sud, atta alla risoluzione del drenaggio idraulico del centro della municipalità di Soccavo comprese anche ulteriori condotti afferenti a tale dorsale principale.**

---

4 *Commissario Straordinario Emergenza sottosuolo - Sindaco di Napoli. Progetto esecutivo I lotto "Rifunzionalizzazione del collettore di via Cinthia - Emissario di Bagnoli ed adeguamento del tratto terminale del collettore Arena S. Antonio dalla confluenza con la collettrice di Pianura al mare" luglio 2004.*

5 *Commissario Straordinario Emergenza sottosuolo - Sindaco di Napoli. Progetto esecutivo per il Riassetto idrogeologico e adeguamento reti fognarie dell'area di Soccavo. I stralcio - Dorsale Nord-Sud. Novembre 2005.*

2. LE CRITICITÀ DEL SISTEMA FOGNARIO DELL'AREA DI SOCCAVO

I deflussi meteorici e le acque reflue delle aree di Soccavo interessate dal presente progetto afferiscono al collettore Arena S. Antonio che, insieme alla collettrice di Pianura e al nuovo collettore Cinthia – Emissario di Bagnoli, raccoglie le acque provenienti da un bacino di circa 2100 ha (dei quali circa 420 ha non sono ancora urbanizzati) costituente gran parte del territorio di Napoli ovest.

Come mostra la corografia di tav. D.01.00 le opere progettate in questa sede riguardano un'area complessiva di circa 386 ettari suddivisa in vari sottobacini; in particolare si distinguono tre sottobacini:

1. bacino del collettore Palmentiello di circa 65 ha;
2. bacino del pluviale di via Verdolino di circa 114 ha;
3. bacino del nuovo collettore Nord-Sud di circa 242 ha.

Come ampiamente evidenziato nelle previsioni del Progetto Preliminare generale del febbraio 2004, già anticipate nel Progetto del luglio 2002, lo stato attuale dei tre collettori principali già citati risulta fortemente insufficiente anche per eventi con tempi di ritorno molto modesti.

La realizzazione degli interventi compresi nel Progetto Esecutivo I lotto in data luglio 2004, che consistono essenzialmente nella riattivazione della collettrice di via Cinthia – Emissario di Bagnoli e nell'ottimizzazione del manufatto scolmatore ("baffled weir") che consente di deviare nell'Emissario di Bagnoli una notevole parte della portata di piena defluente nel collettore Arena S. Antonio, migliorano decisamente le più marcate insufficienze delle tre dorsali, adeguandone la funzionalità idraulica per gli eventi connessi ad un tempo di ritorno di circa 10 anni e riducendone lo stato di sovraccarico riferito agli eventi ancora più intensi. Tuttavia, solo la completa realizzazione degli interventi dell'Arena S. Antonio indicati nel citato Progetto Preliminare del luglio 2002 potrà condurre ad una situazione di relativa tranquillità nei confronti di eventi fino a 30 – 50 anni di tempo di ritorno.

Nell'attuale quadro di grave e diffusa insufficienza dei tre menzionati collettori principali, anche le fognature secondarie presentano situazioni gravemente deficitarie nel drenaggio delle acque meteoriche e reflue, tanto che le situazioni di sovraccarico che si generano a causa delle insufficienze locali delle reti secondarie si aggiungono e si esaltano per effetto dei rigurgiti da valle provocati dalle insufficienze dei tre citati collettori principali. In tale contesto appare necessario intraprendere gli interventi ricostruttivi con una programmazione contestuale sia dei collettori principali sia delle reti locali.

Nei suoi aspetti generali l'analisi delle reti di Soccavo effettuata in occasione della progettazione preliminare del febbraio 2004, ha evidenziato le seguenti principali criticità.

- inadeguato sistema di raccolta delle acque superficiali che ruscellano sulle strade (carenza di caditoie stradali) provocando allagamenti;
- mancanza di una dorsale fognaria principale atta a convogliare le acque superficiali seguendo il percorso nord – sud dell'antica vallecola oggi completamente obliterata;
- insufficienza generalizzata della rete comunale delle fognature del quartiere di Soccavo aggravata anche dalla presenza di sedimenti in fognatura che ostruiscono il deflusso delle portate e di tronchi particolarmente ristretti (ad esempio quelli di via Adriano e via Palazziello) che andando in pressione provocano rigurgiti verso monte e anche dissesti delle sedi stradali;
- forte trasporto solido nella zona pedemontana ai piedi della collina dei Camaldoli (versante Soccavo) e nelle confluenze tra gli impluvi e le fognature urbane (ad esempio l'impluvio Contieri);
- insufficienza generalizzata del sistema di recapito fognario di valle costituito dal collettore Arena S. Antonio che presenta alcuni tratti drasticamente insufficienti legati a restringimenti locali della

sezione (in particolare il tratto di via Ben Hur dall'incrocio con via Epomeo a valle della ferrovia Circumflegrea).

- insufficienza del sistema fognario di valle di Via Cupa Terracina che, anche a seguito degli interventi ricostruttivi prioritari della parte di monte di via Terracina, presenta oggi gravi deficit funzionali sia idraulici che strutturali.

Figura 3 - Zona Soccavo – Danni provocati dall'alluvione del 2001.

Gli interventi compresi nel presente progetto sono descritti dettagliatamente nel capitolo 4, oltre che nelle tavole grafiche del progetto.

3. LINEE DI INDIRIZZO E PRINCIPALI CRITERI DI PROGETTAZIONE

Il presente capitolo riassume le principali linee di indirizzo della progettazione, già esposte nei citati Progetti Preliminari del luglio 2002 e del febbraio 2004 e dettagliatamente riportate negli Atti di progetto.

3.1 CONFERMA DEL SISTEMA FOGNARIO UNITARIO

Come già esposto l'attuale sistema fognario della città di Napoli è sostanzialmente unitario. Infatti, pur essendo state in passato realizzate fognature separate (denominate nei grafici dell'Amministrazione come fecali e pluviali) tuttora in esercizio in molte strade cittadine, di fatto il sistema è unitario dal momento che:

- tali condotti, nominalmente separati, di fatto spesso raccolgono o acque pluviali nei condotti fecali o acque nere nei condotti pluviali;
- in ogni caso tali condotti separati convergono a valle in condotti unitari (denominati nei grafici dell'Amministrazione come promiscui) e di qui nella rete unitaria dei collettori ed emissari principali afferenti agli impianti di depurazione e ai recapiti finali. Lo stesso collettore Arena S. Antonio (dorsale principale dell'omonimo bacino idrografico) è un collettore unitario con recapito nell'impianto di pretrattamento di Coroglio, ove le portate nere diluite entro il prefissato limite di diluizione vengono pretrattate e risollevate fino all'emissario di Cuma e di qui all'impianto di depurazione di Cuma, mentre le portate eccedenti vengono immesse nella galleria di recapito in mare.

Ciò posto appare indiscutibile la conferma del sistema unitario dal momento che la trasformazione del sistema fognario, da unitario a separato, comporterebbe gravissimi costi e disagi e sarebbe in generale ambientalmente ingiustificata per le considerazioni che seguono.

Elevatissimi costi di trasformazione dal sistema unitario al sistema separato. La detta trasformazione comporterebbe enormi costi connessi sia alla costruzione di alcune centinaia di chilometri di nuovi collettori in raddoppio dei collettori esistenti, sia per lo sdoppiamento degli impianti fognari interni delle utenze allacciate.

Costi di gestione del sistema separato ben maggiori di quelli richiesti dal sistema unitario. Come ben noto la detta separazione, oltre a non essere attuabile nella totalità dei casi (permarrebbero sempre percentuali non trascurabili di allacciamenti di tipo misto nella rete "nera" e allacciamenti neri nella rete "bianca") comporterebbe difficoltà e oneri gestionali ben maggiori di quelli connessi ad un'unica rete.

Costi elevatissimi di interferenza con le strutture sopra e sottosuolo. Costi elevatissimi di interferenza con la città (viabilità, sottoservizi, ecc.), senza che vi corrispondano sostanziali vantaggi in termini di salvaguardia ambientale.

Maggiori pericoli di sedimentazione. I pericoli di sedimentazione del materiale grossolano e di insorgenza di fenomeni putrefattivi sarebbero maggiori nella rete nera, che non potrebbe più usufruire del frequente lavaggio operato dalle acque meteoriche presente nella rete unitaria.

Necessità di avviare alla depurazione anche parte delle acque meteoriche. La letteratura scientifica nazionale e internazionale è ricca di risultati sperimentali e modellistici[6] che attestano la notevole rilevanza dei carichi inquinanti organici ed inorganici raccolti e veicolati dalle acque meteoriche lungo le strade e cioè ancora a monte dell'ingresso nelle fognature, unitarie o esclusivamente pluviali che siano, e

6 *Centro Studi Idraulica Urbana. Politecnico di Milano: "Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione" Ed. Centro Studi Deflussi Urbani. Distribuzione HOEPLI, 1997.*

la conseguente necessità di avviare al trattamento almeno l'aliquota maggiore di tali inquinanti attraverso una corretta gestione delle cosiddette *acque di prima pioggia*[7]. Pur risultando che il maggior carico inquinante batterico si manifesta proprio in concomitanza del dilavamento delle reti unitarie durante gli eventi meteorici, dove si aspetterebbe una maggiore diluizione degli inquinanti, dall'altro lato occorre rilevare come l'inquinamento veicolato dalle acque meteoriche sia pesantemente affetto anche da metalli pesanti e sostanze pericolose giacenti sulle superfici pavimentate, essenzialmente prodotte dalle emissioni del traffico automobilistico, e come il problema della mancata separazione delle acque di prima pioggia nelle reti separate induca ugualmente (specie in presenza di vaste aree a parcheggio o strade) lo sversamento di notevoli carichi inquinanti nei ricettori finali.

Anche ai sensi del D. Lgs. 152/06 e successive modifiche, tenendo anche conto che l'ambiente climatico dell'area napoletana è caratterizzato da lunghi periodi di tempo asciutto durante i quali si esalta l'accumulo sulle pavimentazioni stradali delle sostanze inquinanti, le acque meteoriche raccolte da una eventuale rete separata "bianca" dovrebbero essere ripartite in acque di dilavamento, da immettere nella rete nera onde consentirne la depurazione, e nelle restanti acque meteoriche per le quali sarebbe ammissibile lo scarico nel corpo idrico ricettore (il mare in corrispondenza del litorale di Nisida e Bagnoli). In sostanza, dal punto di vista ambientale, se venisse realizzato un sistema separato "classico", in cui la rete esclusivamente pluviale fosse addotta integralmente allo scarico in mare, tale sistema sarebbe ambientalmente di livello nettamente inferiore all'attuale sistema unitario che invece per sua natura riesce ad inviare alla depurazione l'aliquota delle acque meteoriche contenuta nel normale rapporto di diluizione. Se, invece, venisse realizzato un sistema separato di nuova concezione, e cioè dotato di ripartitori della rete meteorica atti a derivare verso la depurazione l'aliquota più inquinata delle acque meteoriche, tale sistema sarebbe ambientalmente equivalente all'attuale sistema unitario e tutti i prima citati maggiori costi di costruzione e gestione della doppia rete sarebbero quindi ingiustificati.

Tutto ciò premesso in termini generali, nel quartiere di Soccavo sussiste tuttora un sistema di fognatura apparentemente separato, costituito da due tubazioni rispettivamente fecale e pluviale; ma che poi recapitano insieme nel collettori unitari di valle.

Di conseguenza l'idea progettuale generale prevede di costruire, lungo i tracciati considerati nel progetto ove sono presenti gravi disfunzioni e insufficienze degli attuali due condotti fognari, un unico condotto unitario in sostituzione di entrambi. Solo in alcuni tratti della parte più a monte del quartiere ove è manifesto l'impatto del trasporto solido proveniente dall'incombente collina dei Camaldoli si prevede di ricostruire, laddove necessario, entrambi i condotti onde rispettare le particolari condizioni gestionali che richiedono di mantenere le condotte fecali indenni dall'ingresso dei sedimenti e detriti che si generano lungo la viabilità.

3.2 LA CIRCOLAZIONE IDRICA SOTTERRANEA

L'analisi idrogeologica del settore più a monte del bacino dell'Arena S. Antonio dimostra come nella zona di Soccavo e di Fuorigrotta sia presente, a monte del risalto morfologico, un reticolo idrografico sepolto da rinterri e rimaneggiamenti eseguiti negli anni e condizionanti, con ogni probabilità, il modello di circolazione idrica sotterranea che risulta concentrato lungo i vecchi impluvi sepolti che un tempo afferivano all'Arena S. Antonio, corso d'acqua naturale recapito di tutto il reticolo idrografico.

La presenza di questi alvei sepolti assume grande rilevanza, anche ai fini del progetto, in quanto condiziona in modo netto il modello di circolazione delle acque sotterranee provenienti dai rilievi della zona dei Camaldoli. Infatti, benché sepolti, questi impluvi, in presenza di forte alimentazione da monte,

7 *Centro Studi Idraulica Urbana. Politecnico di Milano: "Sistemi di Fognatura. Manuale di Progettazione" Ed. Centro Studi Deflussi Urbani. Distribuzione HOEPLI, 1997*

continuano a funzionare come vere e proprie vie preferenziali di deflusso creando situazioni di pericolosità sia per i possibili fenomeni di sprofondamento localizzato (già verificatisi nella zona di via Adriano), sia con interferenze nelle zone di confluenza con il collettore principale sede della rete fognaria esistente.

È per questi problemi che, in aderenza al prima citato progetto esecutivo del novembre 2005, è stato già costruito il tratto principale di valle della nuova importante dorsale "Nord – Sud", tratto da via Epomeo fino al recapito nel collettore Arena S. Antonio presso il pozzo di via Tertulliano, atto a raccogliere le acque fognarie e meteoriche del quartiere Soccavo, evitando così la formazione degli allagamenti e quindi anche buona parte delle infiltrazioni nel sottosuolo.

Il suddetto primo tratto di valle della dorsale Nord – Sud deve ora essere prolungato a monte con un secondo lotto da via Epomeo fino a via Filippo Bottazzi al fine di completare l'intercettazione del sistema fognario facente capo in tale via. Tale secondo tratto è compreso nel presente progetto sia pure con le varianti di percorso più oltre descritte.

3.3 LE NECESSITÀ DI POTENZIAMENTO DEL COLLETTORE ARENA S. ANTONIO

Come già esposto in premessa il collettore Arena S. Antonio, asta principale del bacino urbano Arena S. Antonio, si presentava all'epoca della progettazione preliminare del luglio 2002 fortemente penalizzato a causa di una serie di insufficienze dimensionali di notevole peso. Le verifiche idrauliche condotte in occasione di tale progettazione preliminare dimostrarono infatti che il collettore poteva ritenersi adeguato solo per eventi meteorici di normale intensità (tempo di ritorno di 1-2 anni) e non già per eventi di tempo di ritorno di 30 – 50 anni da considerarsi commisurati all'importanza di tale via d'acqua ed alla gravità degli allagamenti e danni emergenti nell'urbanizzazione intensiva di tale settore della città di Napoli.

Con la realizzazione del manufatto di scolmo di via Cinthia (nodo idraulico costituito dai due scaricatori in serie, frontale e a salto), costruito in base al citato progetto esecutivo I Lotto del luglio 2004, si è ottenuto in primo importante alleggerimento dell'Arena S. Antonio per effetto della conseguente derivazione nell'emissario di Bagnoli di una notevole aliquota delle portate di piena. Infatti, con riferimento ad eventi di tempo di ritorno di 30 anni, rispetto alla portata in arrivo nell'Arena S. Antonio di circa 118 mc/s, il suddetto doppio scolmo garantisce la derivazione di 56 mc/s nell'emissario di Bagnoli e tramite questo fino al mare nel litorale di Bagnoli. Ne consegue che subito a valle di tale scolmo l'Arena S. Antonio è percorso oggi da una portata limitata a 62 mc/s, sempre con riferimento all'evento trentennale.

Ma, ancorché fortemente ridotta, tale portata resta pur sempre incompatibile rispetto alle penalizzazioni dimensionali e funzionali legate ad una serie di deviazioni e salti di fondo, rinforzi strutturali con connesse riduzioni di sezione, ecc., che ne limitano fortemente la conduttanza idraulica.

Tra queste sono da citare in particolare due importanti gruppi di criticità presenti sia in corrispondenza dell'ingresso di monte del sottopasso viario che da via Cinthia si sviluppa lungo via Claudio ed il lato ovest dello stadio S. Paolo, sia presso l'incrocio piazzale Tecchio – via Kennedy .

4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Nel seguito viene sinteticamente riportato il quadro degli interventi previsti in progetto documentati negli elaborati grafici allegati. I principali aspetti strutturali che caratterizzano gli interventi sono discussi nelle Relazioni geotecniche e strutturali.

In sintesi il progetto prevede i seguenti gruppi di intervento:

- realizzazione di un nuovo sistema di drenaggio principale atto a raccogliere le portate del bacino di Soccavo a completamento del primo tratto della dorsale Nord-Sud già costruita. Esso è quindi destinato a creare la nuova dorsale principale di deflusso delle acque meteoriche e nere di Soccavo verso la dorsale Nord-Sud e l'Arena S. Antonio;
- realizzazione degli interventi atti a migliorare la capacità di intercettazione e convogliamento delle acque meteoriche della zona di Soccavo che attualmente ruscellano sulle superfici stradali provocando allagamenti;

4.1 SISTEMA DI COLLETTAMENTO PRINCIPALE FINO ALLA DORSALE "NORD – SUD" IN VIA ADRIANO

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo sistema di collettamento principale destinato a costituire l'asse centrale di drenaggio del centro di Soccavo fino al recapito in corrispondenza di via Adriano nella dorsale Nord – Sud già realizzata dal 2011 e regolarmente funzionante. In particolare, con riferimento alla planimetria di Figura 4, il progetto prevede di realizzare i tratti fognari qui di seguito descritti da monte a valle.

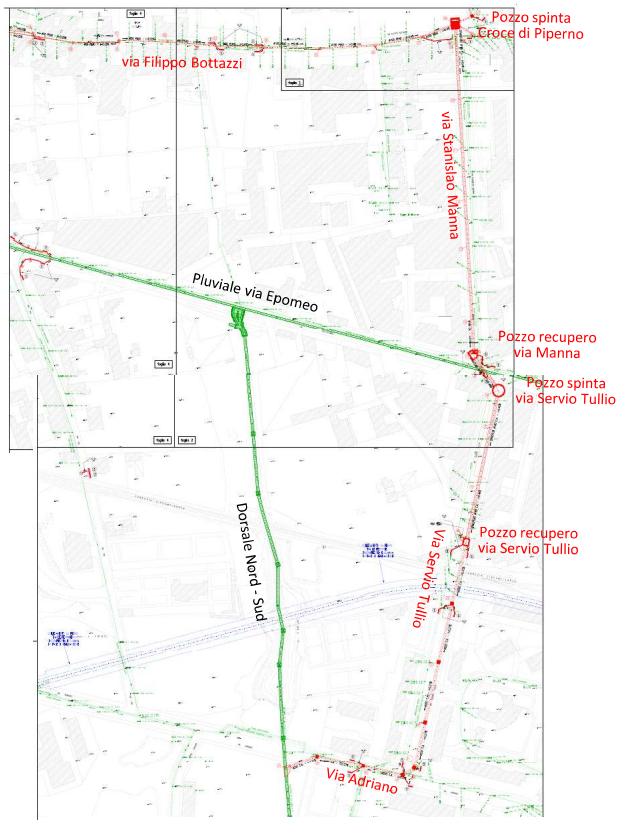
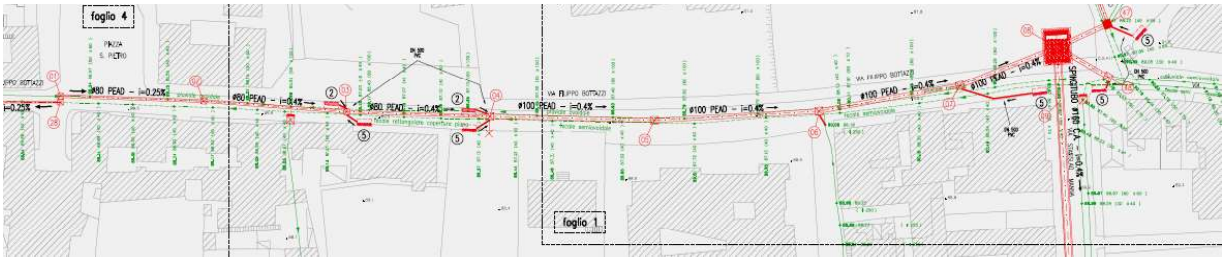


Figura 4 – Sistema di collettamento principale fino alla dorsale Nord – Sud

4.1.1 Tratto in scavo a cielo aperto lungo via Bottazzi fino a Croce di Piperno

Si sviluppa lungo via Filippo Bottazzi da ovest a est per 294 m a partire da piazza S. Pietro fino a piazza Croce di Piperno ove confluisce nella grande camera di spinta del collettore di via Stanislao Manna più oltre descritto. Il nuovo collettore è previsto in PEAD corrugato con diametri DN 800 e 1000 mm, pendenza 0,4 %. Il collettore dovrà essere posato da valle verso monte sostituendo le due condotte esistenti, aventi funzionalità precaria, e quindi via via collegando gli allacciamenti privati esistenti in destra e sinistra mediante brevi secondari fino alla più vicina cameretta di ispezione. Anche per tale motivo le camerette di ispezioni sono molto frequenti, come mostrano le planimetrie e i profili longitudinali di dettaglio del progetto, con intervallo medio di circa 40 m.



Il progetto comprende anche le opere di ricostruzione completa della pavimentazione superficiale riutilizzando il medesimo basolato in pietra lavica oggi presente.

Allo scopo di minimizzare l'ingombro del cantiere lo scavo sarà realizzato a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi) con contemporaneo spostamento o ancoraggio locale dei sottoservizi.

4.1.2 Tratto in minitunnel (spingitubo) lungo via Stanislao Manna fino a via dell'Epomeo

Trattandosi di una via principale con intenso traffico veicolare e avente una fitta rete di sottoservizi (telefono, energia elettrica, acquedotto, gas) la costruzione della nuova condotta è prevista con la tecnica del minitunnel (spingitubo) onde evitare l'apertura di scavi a cielo aperto cui conseguirebbero gravi disagi ed oneri diretti ed indiretti.

Si sviluppa da nord a sud per 275 m, diametro DN 1600 mm, pendenza 0,4 %, a partire dalla camera di spinta in piazza Croce di Piperno fino all'incrocio di via dell'Epomeo dove termina nella camera di recupero dello scudo di scavo in galleria (v. disegni di dettaglio di progetto: planimetria 1:500, profilo longitudinale , manufatti).

Nella suddetta camera di spinta verranno immessi tutti i condotti fognari confluenti in piazza Croce di Piperno, esistenti e in progetto, onde centralizzare in tal punto tutte le acque confluenti e indirizzarle nel nuovo collettore di via Stanislao Manna.

Questo è previsto in cls armato, strutturalmente compatibile con le sollecitazioni indotte dalla posa in opera in spinta, con

profondità di posa idonea a restare sicuramente al di sotto dei prima citati sottoservizi.

I due condotti fognari attualmente esistenti lungo via Manna rimarranno in funzione, ma conquistando un regime di esercizio molto più consono essendo state intercettate a monte, in piazza Croce di Piperno, le acque che attualmente li sovraccaricano.

4.1.2.1 Camera di spinta in piazza Croce di Piperno

La camera di spinta in piazza Croce di Piperno è ubicata in corrispondenza di una corsia stradale laterale e di una aiuola spartitraffico. Come mostrano i disegni di dettaglio di progetto (v. Figura 5) la camera presenta dimensioni nette in pianta di 6,0 x 8,0 m e il fondo di scorrimento a profondità di circa 8,20 m dal piano stradale.

Per la sua realizzazione è prevista preliminarmente la costruzione di una palificata lungo tutto il perimetro costituita da pali ϕ 800 mm, interasse 900 mm, strutturalmente incorporati con la parete interna di rivestimento in c.a. dello spessore di 20 cm.

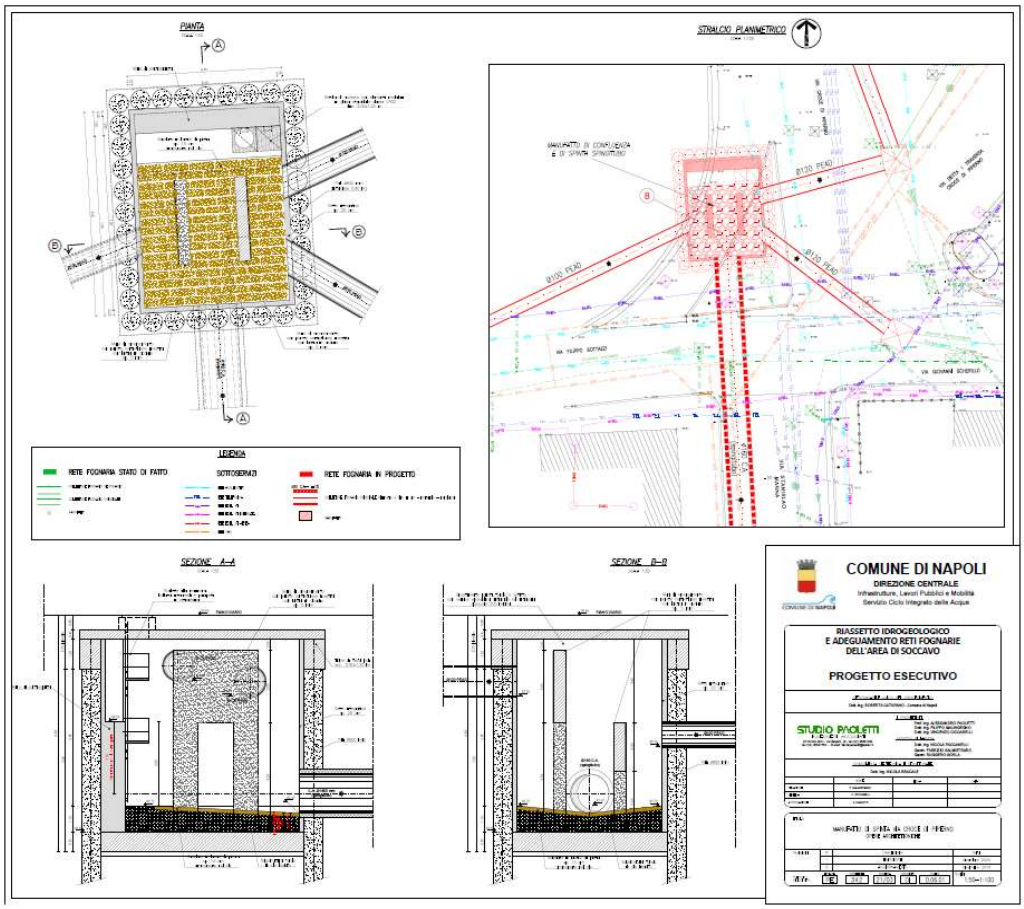


Figura 5 - Camera di spinta in piazza Croce di Piperno.

Le fognature laterali, che confluiscono nella camera a quota più alta rispetto al fondo di scorrimento della camera, determinano un salto libero che potrebbe risultare dannoso per la stabilità e durata delle strutture e pareti interne. A tal fine sono previsti alcuni setti interni atti a rompere il getto di caduta e a dissiparne così l'energia. Inoltre è previsto il rivestimento del fondo della camera mediante basolato in lastre di pietra vulcanica con spessore 15 cm ammorsate nella base in c.a..

4.1.2.2 Camera di recupero in via Stanislao Manna presso l'incrocio con via dell'Epomeo

La camera di recupero è ubicata in via Stanislao Manna in prossimità dell'incrocio con via dell'Epomeo. Essa presenta una forma geometrica idonea al recupero dei macchinari di spinta di entrambi i tratti in minitunnel (spingitubo) che ivi convergono: quello di monte qui descritto di via Stanislao Manna e quello di valle di attraversamento di via dell'Epomeo.

Come mostra la Figura 6 la pianta irregolare del manufatto è stata disegnata in modo da contenere in asse ai due minitunnel (spingitubo) la lunghezza minima interna necessaria per il recupero degli scudi di spinta e in modo da consentire di lasciare libera almeno una corsia di traffico. La camera presenta il fondo di scorrimento a profondità di circa 10,20 m dal piano stradale.

Per la sua realizzazione è prevista la preventiva costruzione di una palificata lungo tutto il perimetro costituita da pali ϕ 800 mm, interasse 900 mm, strutturalmente incorporati con la parete interna di rivestimento in c.a. dello spessore di 20 cm.

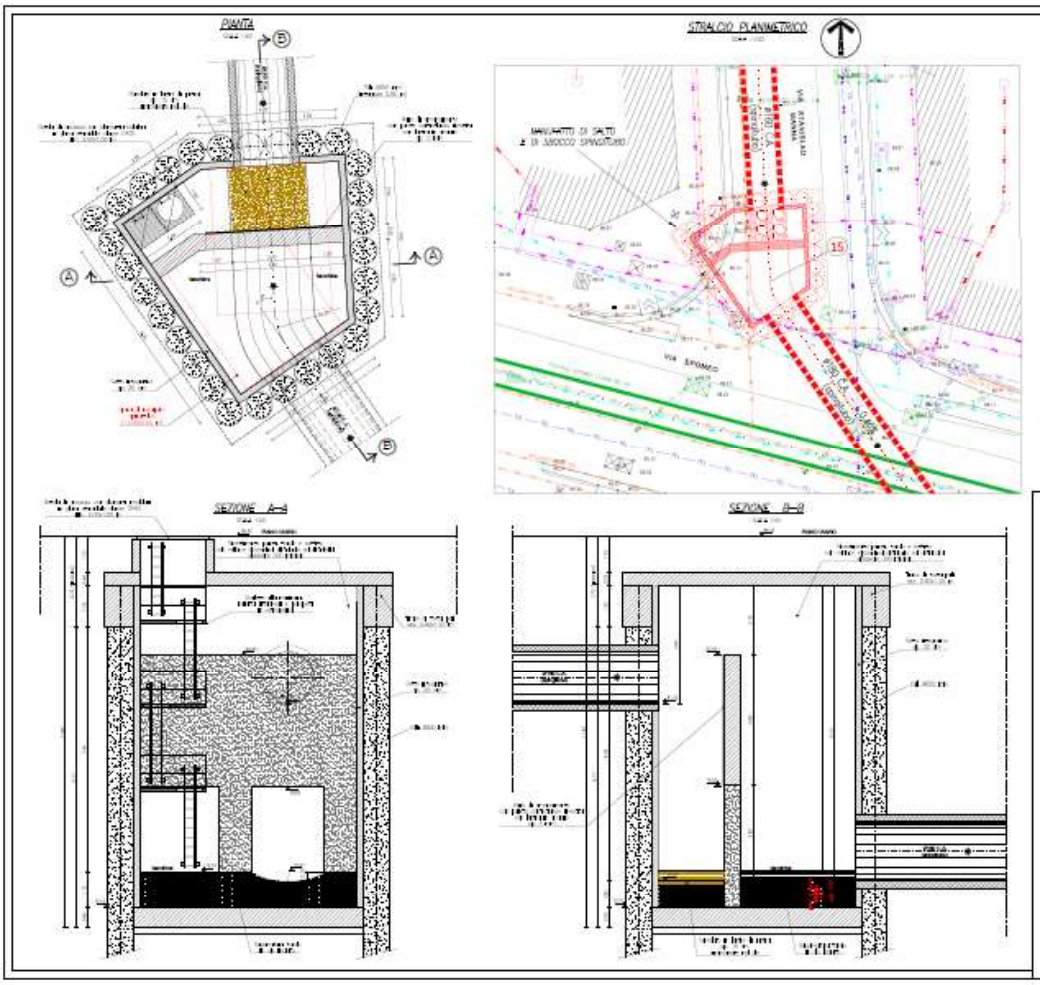


Figura 6 - Camera di recupero in via Stanislao Manna.

Anche in questa camera è previsto un setto interno atto a rompere il getto di caduta del collettore di via Manna e a dissiparne così l'energia. Inoltre è previsto il rivestimento del fondo della camera mediante basolato in lastre di pietra vulcanica con spessore 15 cm ammorsate nella base in c.a..

4.1.3 Attraversamento in minitunnel (spingitubo) di via dell'Epomeo

Anche il successivo tratto di attraversamento di via dell'Epomeo è previsto in minitunnel (spingitubo) in modo da non interferire con l'intensissimo traffico veicolare di tale importante arteria stradale e anche per sottopassare a profondità di sicurezza il collettore pluviale di via dell'Epomeo.

Si sviluppa per 41,50 m, pendenza 0,46 %, dalla camera di spinta posta in via Servio Tullio, immediatamente dopo l'attraversamento di via dell'Epomeo, e con recupero dello scudo e del macchinario di scavo in galleria nella medesima camera di recupero del tratto di via Manna prima descritta.

Onde consentire l'apertura delle necessarie finestre di attraversamento delle due cortine di pali poste lateralmente alla pluviale di via dell'Epomeo, questo tratto è previsto in cls armato DN 1800 mm. La sua quota di scorrimento è posta a circa 10 m dal piano stradale di via dell'Epomeo.

4.1.3.1 Camera di spinta in via Servio Tullio

La camera di spinta in via Servio Tullio è ubicata presso il margine est della via immediatamente dopo l'incrocio con via dell'Epomeo.

Tale camera, che ha la funzione di consentire la spinta di due tratti di minitunnel (spingitubo) di differente direzione, quello verso monte di attraversamento di via dell'Epomeo e quello verso valle lungo il primo tratto di via Servio Tullio, presenta pianta circolare di diametro interno netto di 7,60 m onde consentire la realizzazione al suo interno in successione delle due pareti di spinta. Il fondo di scorrimento si trova a profondità di circa 7,0 m dal piano stradale.

Per la sua realizzazione è prevista la preventiva costruzione di una palificata lungo tutto il perimetro costituita da pali ϕ 800 mm, interasse 900 mm, strutturalmente incorporati con la parete interna di rivestimento in c.a. dello spessore di 20 cm.

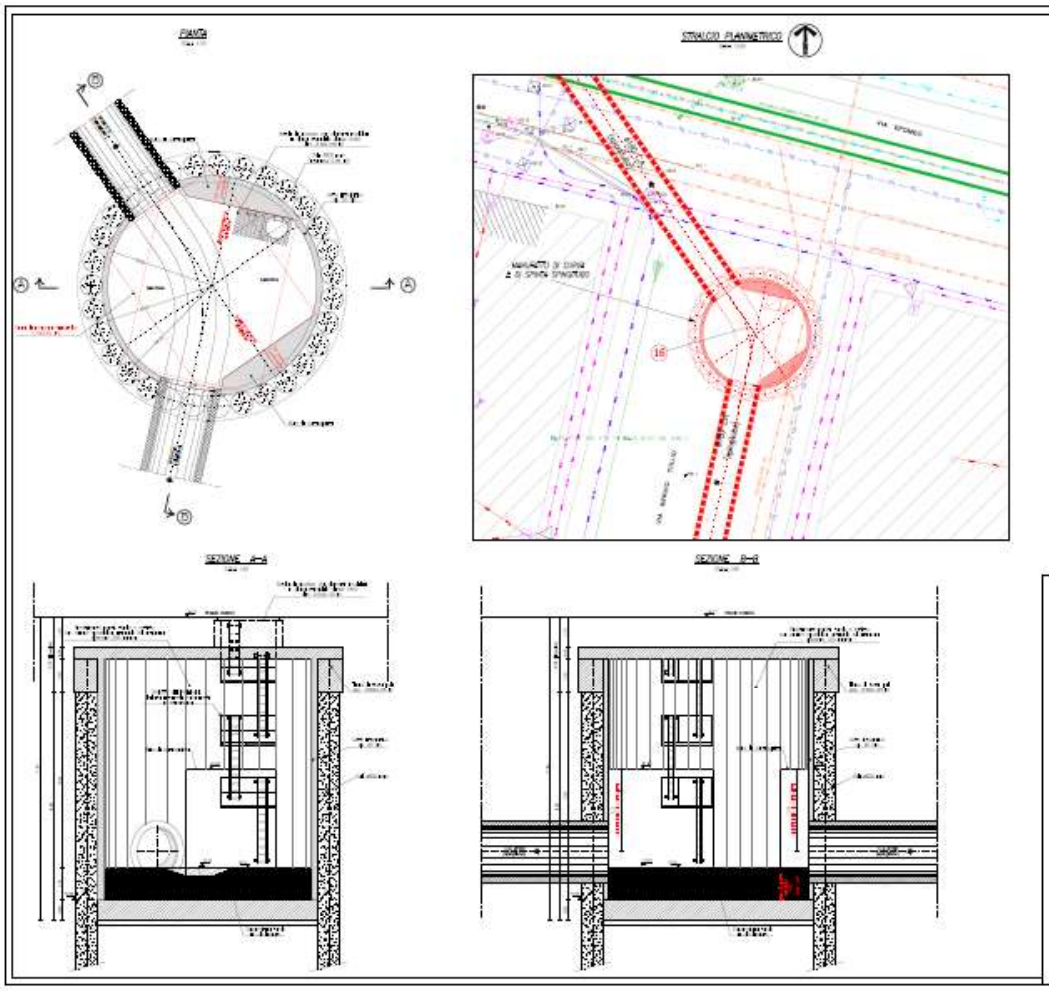


Figura 7 - Camera di spinta in via Servio Tullio.

4.1.4 Tratto in minitunnel (spingitubo) e in scavo a cielo aperto lungo via Servio Tullio

Come già detto immediatamente a ridosso dell'incrocio con via dell'Epomeo è ubicata la camera di spinta del tratto prima citato di attraversamento dell'incrocio. Data l'elevata profondità di posa dell'attraversamento, è necessario proseguire in minitunnel (spingitubo) anche per un primo tratto di via Servio Tullio, che ivi è fortemente in discesa, per una lunghezza di 130,5 m, diametro 1800 mm, pendenza 0,46 %, fino alla camera di recupero ubicata circa a metà di via Servio Tullio, poco a monte del sottopasso ferroviario, laddove la profondità di scorrimento si è ridotta a circa 5 m (v. disegni di dettaglio di progetto: planimetria, profilo longitudinale, manufatti).

Dalla camera di recupero del macchinario di spinta ubicata circa a metà di via Servio Tullio il collettore prosegue con scavo a cielo aperto per 202 m, diametro DN 2000 mm, pendenza 0,27 %, fino all'incrocio con via Adriano.

Data la larghezza della strada il tratto di valle da costruire con scavo a cielo aperto è previsto lungo il lato della strada dove non sono presenti fognature. In ogni caso lo scavo, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi).

4.1.4.1 Camera di recupero in via Servio Tullio

La camera di recupero è ubicata in via Servio Tullio in prossimità del sottopasso ferroviario.

Come mostrano i disegni di dettaglio di progetto (v. Figura 8) la camera presenta dimensioni nette in pianta di 4,0 x 5,0 m e il fondo di scorrimento a profondità di circa 4,00 m dal piano stradale.

Per la sua realizzazione è prevista la preventiva costruzione di una palificata lungo tutto il perimetro costituita da pali ϕ 800 mm, interasse 900 mm, strutturalmente incorporati con la parete interna di rivestimento in c.a. dello spessore di 20 cm.

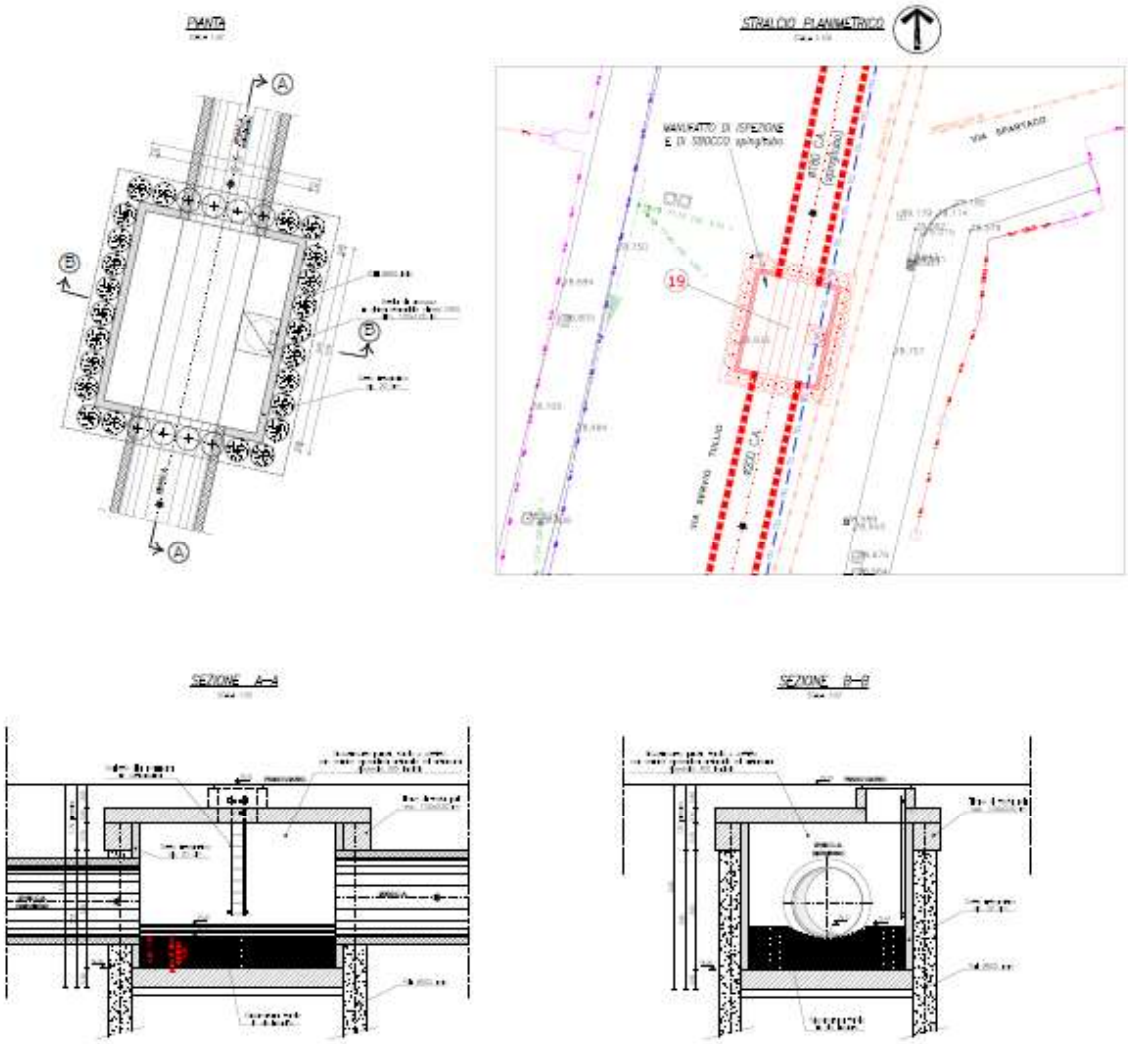


Figura 8 - Camera di recupero in via Servio Tullio**.**

4.1.5 Tratto a cielo aperto lungo via Adriano fino alla confluenza dorsale Nord - Sud

Il medesimo collettore in cls armato DN 2000 mm, pendenza 0,27 %, prosegue poi con scavo a cielo aperto lungo via Adriano per una lunghezza di 110 m, fino a raggiungere la dorsale Nord- Sud già realizzata a seguito di precedente progettazione. La corrispondente camera di confluenza è ubicata all'interno di un terreno di proprietà comunale sul fregio sud di via Adriano (v. disegni di dettaglio di progetto: planimetria, profilo longitudinale, manufatti).

Anche in questo tratto lo scavo lungo la sede stradale, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi).

Nella camera di ispezione ubicata in corrispondenza dell'incrocio via Servio Tullio – via Adriano confluiranno anche i condotti fognari della parte est di via Adriano.

4.1.6 Camera di confluenza nella dorsale Nord-Sud

La camera di confluenza nella dorsale Nord-Sud è un manufatto importante dal momento che deve assicurare una corretta confluenza dei due importanti collettori di cui trattasi: il collettore Nord- Sud a sezione rettangolare 2,00 x 2,50 (h) m, e il collettore in progetto di via Adriano a sezione circolare ϕ 2000 mm.

A tale scopo, la camera di confluenza è strutturata, come mostrano i disegni di progetto, in modo da contenere al suo interno il canale curvilineo di raccordo del ϕ 2000 mm con lo scatolare 2,00 x 2,50 (h) m (Figura …).

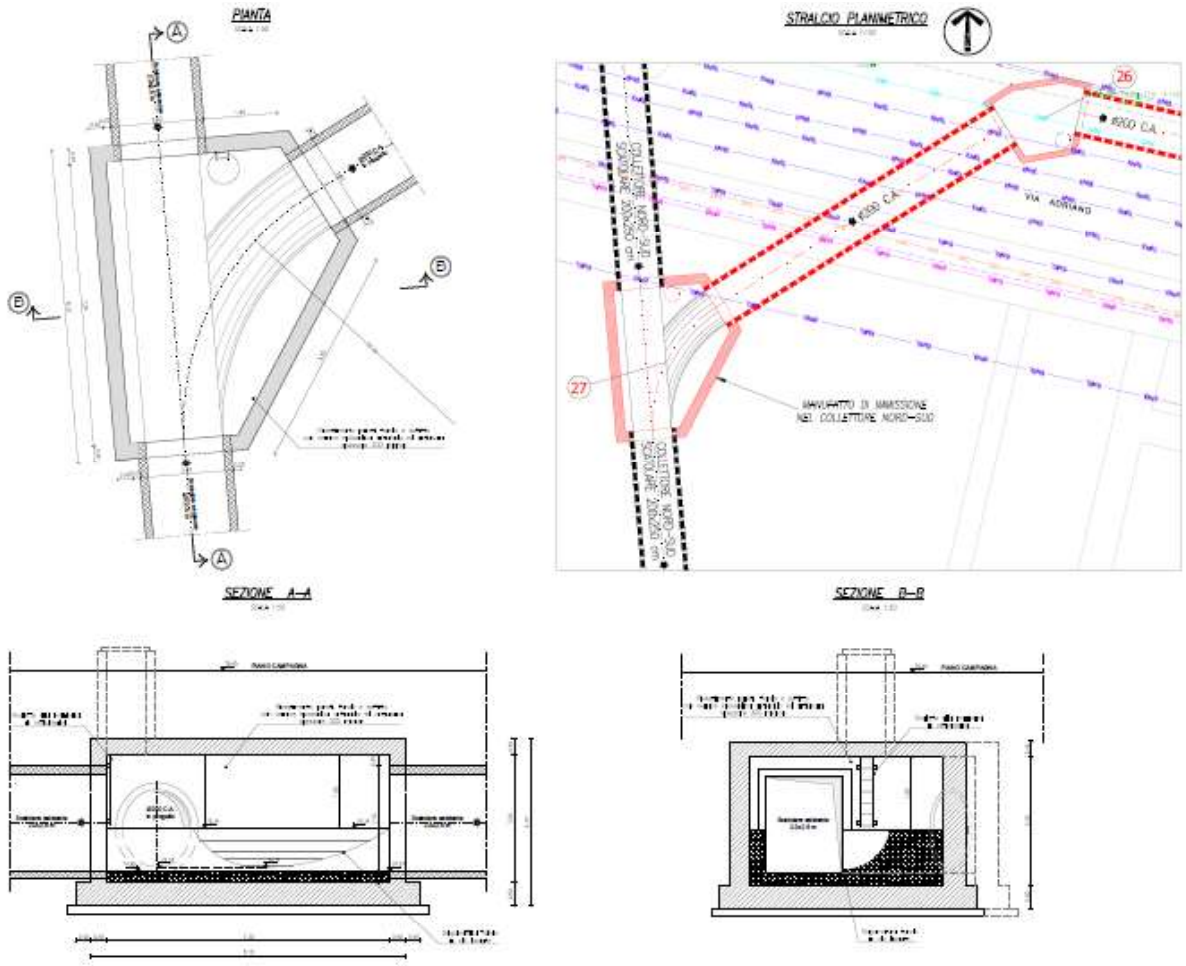


Figura 9 - Camera di confluenza del collettore ϕ 2000 mm di via Adriano con il collettore scatolare Nord – Sud 2,00 x 2,50 (h) m.

4.2 NUOVE FOGNATURE AFFERENTI ALLA DORSALE PRINCIPALE

Gli interventi previsti all'interno del presente progetto prevedono anche la costruzione di altri tratti della rete fognaria di Soccavo, finalizzata a risanare le insufficienze esistenti e potenziare la raccolta delle acque meteoriche.

4.2.1 Tratto di via Filippo Bottazzi da piazza S. Pietro a via Pia

Per il tratto più a monte di via Filippo Bottazzi il progetto prevede:

- la ricostruzione della fognatura nera (fecale) da piazza S. Pietro a via Pia con una tubazione in PEAD corrugato φ 500 mm, lunghezza 165 m, pendenza 0,25 %, compreso il tratto di attraversamento dell'incrocio con via Pia fino ad una nuova confluenza con l'esistente fecale di via Pia;
- la ricostruzione della fognatura pluviale dall'incrocio con via dei Monti a via Pia con una tubazione in PEAD corrugato φ 800 mm, lunghezza 106 m, pendenza 0,25 %, compreso il tratto di attraversamento dell'incrocio con via Pia fino alla nuova confluenza con l'esistente pluviale di via Pia.

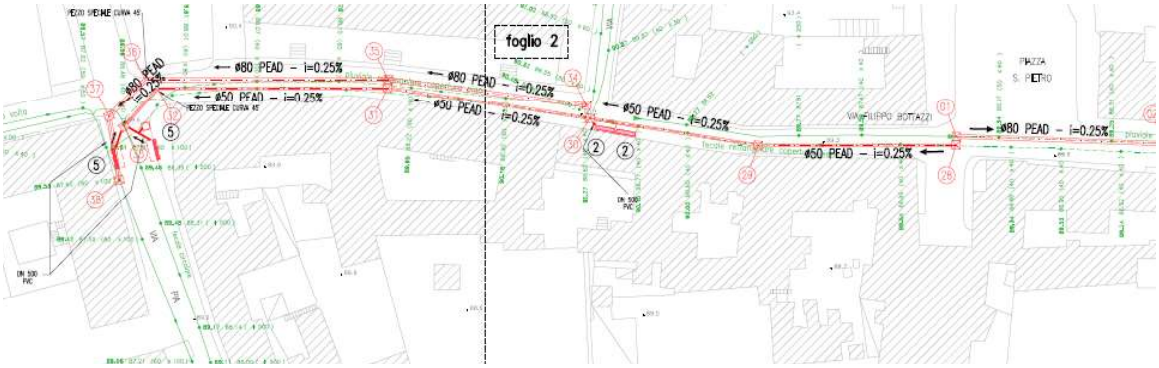


Figura 10 – Nuovo collettore di via bottazzi **–** Tratto da piazza S. Pietro a via Pia.

Anche in questo tratto lo scavo, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi).

4.2.2 Tratti di via G. Canonica, traversa Croce di Piperno, via Croce di Piperno

Per quanto riguarda la porzione est del bacino drenato dalla dorsale di via Filippo Bottazzi, è previsto, partendo da monte verso valle, il rifacimento della rete fognaria lungo via Giovanni Canonica, via traversa Croce di Piperno e via Croce di Piperno mediante la posa di nuovi condotti di fognatura mista e precisamente, da monte a valle:

Figura 11 – Tracciato planimetrico del nuovo collettore di via G. Canonica - Croce di Piperno.

- **via Giovanni Canonica:**
  condotto circolare ϕ 800 mm in PEAD, lunghezza 126 m, pendenza 2,5 %;
- **via traversa Croce di Piperno:**
  condotto circolare ϕ 800 mm in PEAD, lunghezza 85 m, pendenza 3,4 %;
- **via Croce di Piperno:**
  condotto circolare ϕ 1200 mm in PEAD, lunghezza 157 m, pendenza 2,3 %.

Anche in questi tratti lo scavo, onde non allargarne l'ampiezza in superficie, avverrà a sezione ristretta con protezione laterale delle pareti di scavo mediante palancole metalliche mobili (sistema blindoscavi).

4.2.3 Interventi puntuali per la captazione e drenaggio delle acque superficiali

Al fine di risolvere i problemi di allagamento superficiale delle sedi stradali in occasione di eventi di pioggia intensi dell'area di Soccavo, gli interventi in progetto prevedono la realizzazione di una serie di opere atte a migliorare l'intercettazione e la raccolta delle acque di ruscellamento stradale al fine di incanalarle nelle importanti strutture fognarie ivi esistenti ed in quelle di progetto, ottimizzando in tal modo il reticolo di drenaggio. Le opere consistono in nuovi sistemi di griglie e caditoie opportunamente posizionati lungo le sedi stradali in modo da garantire la migliore captazione delle acque superficiali. Si rimanda alle tavole di dettaglio allegate al presente progetto per l'esatta collocazione.

L'orientamento longitudinale e trasversale delle griglie rispetto alle sedi stradali è stato opportunamente valutato a seguito di sopralluoghi e alla valutazione della pendenza delle sedi stradali mediante rilievi di dettaglio. Il dimensionamento idraulico dei manufatti a griglia è stato condotto sulla base delle formulazioni presenti in letteratura[8][9] (vedi Relazione idraulica – Atto A.04.00); da tali calcoli si evidenzia come ciascuna griglia (modulo lungo 4m) è in grado di drenare una portata al colmo compresa tra 250-400 l/s, dipendenti dalle condizioni geometriche e dai tiranti idrici su strada, nelle ipotesi ideali di non intasamento delle griglie e di velocità della corrente inferiore alla velocità limite di sormonto della grata.

La sistemazione idraulica prevede in generale la posa di trincee di drenaggio trasversali e longitudinali al fine di assicurare la captazione dei deflussi superficiali che attualmente ruscellano in modo impetuoso sulle sedi stradali in occasione di piogge intense. Le griglie di drenaggio verranno connesse alla rete di drenaggio esistente ed in progetto di dimensioni tali da recepire tali portate di pioggia.

---

[8] Da Deppo L., Datei C., *"Le opere Idrauliche nelle Costruzioni Stradali*", ed. Bios, 1994; U.S. Dep of Transportation,;" Drainage of Highway pavement", Hydr. Eng. Circular no. 12, Washington D.C., March 1984.

[9] AA.VV., "*Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione*", ed. CSDU – Centro Studi Idraulica Urbana. Distribuzione Hoepli, 1997.

5. CALCOLI IDRAULICI DELLE OPERE IN PROGETTO

5.1 TEMPO DI RITORNO DI PROGETTO

I calcoli idrologici ed idraulici analizzano le prestazioni del sistema di drenaggio di cui trattasi con riferimento alle seguenti configurazioni:

- configurazione attuale:
- configurazione di progetto.

Entrambe queste configurazioni sono state esaminate in funzione di eventi di tempo di ritorno 2, 5, 10, 30 anni, in modo da classificare efficacemente le prestazioni idrauliche del sistema attuale e di progetto, in funzione del loro livello di criticità.

Ciò consente di rappresentare compiutamente le carenze idrauliche della configurazione attuale e i benefici connessi alle opere in progetto sia localmente per effetto dei potenziamenti locali, sia verso valle, ove anche si risentono gli effetti indotti dai potenziamenti stessi.

In particolare le verifiche di compatibilità idraulica dei dimensionamenti di progetto sono state condotte per il tempo di ritorno 30 anni per i collettori di maggiore importanza, tenendo presente l'alto livello dei danni che si possono generare nel contesto di urbanizzazione intensiva di cui trattasi in occasione di sovraccarichi e insufficienze della rete fognaria, e per il tempo di ritorno 10 anni per le condotte fognarie secondarie.

5.2 METODOLOGIA DI CALCOLO ADOTTATA

Il funzionamento idraulico del sistema costituito dai collettori oggetto della progettazione è stato simulato attraverso l'impiego del codice di calcolo Hydroworks™ dell'inglese Wallingford Software, che consente una simulazione fisicamente basata di reti idrauliche a pelo libero o in pressione drenanti bacini urbani o extra-urbani.

La Relazione idrologica e idraulica (Atto A.06.00) presenta tutti i particolari e i risultati dei calcoli effettuati per i diversi scenari di stato di fatto e di progetto più oltre descritti.

Le simulazione delle fognature delle zone in analisi è stata condotta introducendo l'esatta geometria e altimetria delle camerette e dei condotti, ricavata dall'accurato rilievo topografico della rete messo a disposizione dall'Ufficio tecnico del Comune di Napoli, considerando sia la configurazione attuale sia quella modificata come da progetto. INFOWORKS CS fornisce l'andamento, per qualunque nodo e ramo della rete di drenaggio e ad ogni passo temporale, dell'altezza d'acqua in condotta e del suo eventuale sovraccarico, della velocità media e della portata. Vengono evidenziati anche i collettori idraulicamente insufficienti e quelli rigurgitati

In totale il dominio del bacino di modellazione è composto da 162 sottobacini e il reticolo è suddiviso in 263 nodi di calcolo e in 281 tratti (Figura). È da osservare che il modello di tipo dinamico consente di valutare il limite di sufficienza dei singoli tratti tenendo conto sia delle condizioni di eventuale rigurgito da valle, sia del tempo di risposta dei singoli sottobacini e quindi dello sfasamento temporale delle onde di piena per cui non sempre si osserva la contemporaneità dei picchi della portata di piena.

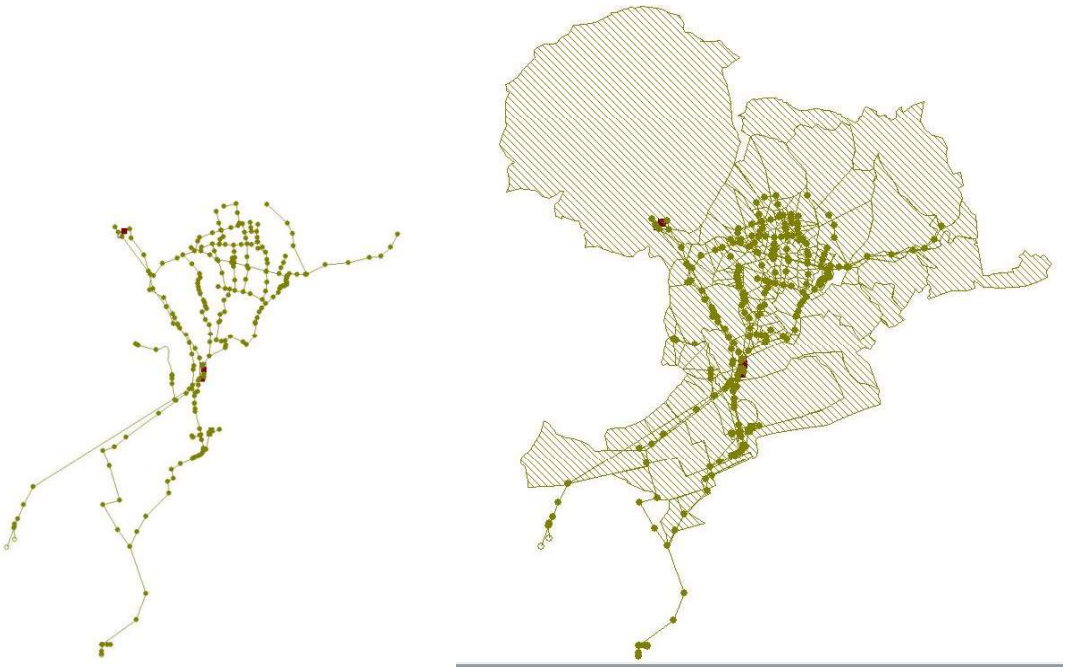


Figura 12 – Schema del reticolo e dei relativi bacini scolanti del modello INFOWORKS.

Come input pluviometrico del modello sono stati utilizzati ietogrammi di tipo Chicago, che come è noto, sono configurati con andamento temporale non costante atto a mettere in evidenza l'influenza dei picchi di precipitazione sulla formazione delle portate al colmo. Tali ietogrammi sono stati desunti dalle medesime curve di possibilità pluviometrica adottate dal C.U.G.RI. associate a diversi tempi di ritorno.

Tutte le simulazioni effettuate fanno riferimento a due configurazioni della rete di drenaggio così definite:

5.3 PORTATE AL COLMO AL VARIARE DEL TEMPO DI RITORNO

Introducendo in input i suddetti ietogrammi il modello calcola le corrispondenti onde di piena in ogni ramo del reticolo di drenaggio. Particolarmente importante è la riproduzione del comportamento idraulico dei vari rami della rete nella fase del colmo dell'onda di piena in cui le sollecitazioni idrauliche raggiungono la loro massima intensità. Ciò anche perché si è deciso di adottare lo ietogramma di tipo Chicago che è caratterizzato da una intensità di picco assai pronunciata, anche per rispondere alle caratteristiche di molti eventi reali dell'ultimo periodo, influenzati dal cambiamento climatico.

Trattandosi di una modellazione di tipo idrodinamico la formazione delle onde di piena viene generata in ogni sottobacino e in ogni ramo attraverso la ricostruzione della propagazione dinamica delle stesse, tenendo conto di tutti i processi idraulici presenti, non solo quindi quelli attinenti al convogliamento della corrente all'interno dei condotti, ma anche quelli indotti da eventuali rigurgiti, sovrappressioni, esondazioni e quindi laminazioni superficiali.

È quindi evidente come, simulando le insufficienze attuali, le onde di piena siano limitate nel picco per l'eventuale presenza di più o meno pronunciati sovraccarichi in fognatura eventualmente accompagnati da esondazioni superficiali che determinano un effetto di laminazione. Al contrario, rimuovendo tali

insufficienze nelle simulazioni degli interventi di progetto, le conseguenti nuove onde di piena sono caratterizzate da picchi di portata più alti.

I valori delle portate di picco al variare del tempo di ritorno non sono quindi invarianti come si otterrebbero da una modellazione puramente idrologica ma sono relativi alla configurazione della rete e al suo comportamento idrodinamico.

Nelle situazioni di sovraccarico di uno o più condotti il pacchetto INFOWORKS CS offre all'operatore alcune distinte opzioni di calcolo:

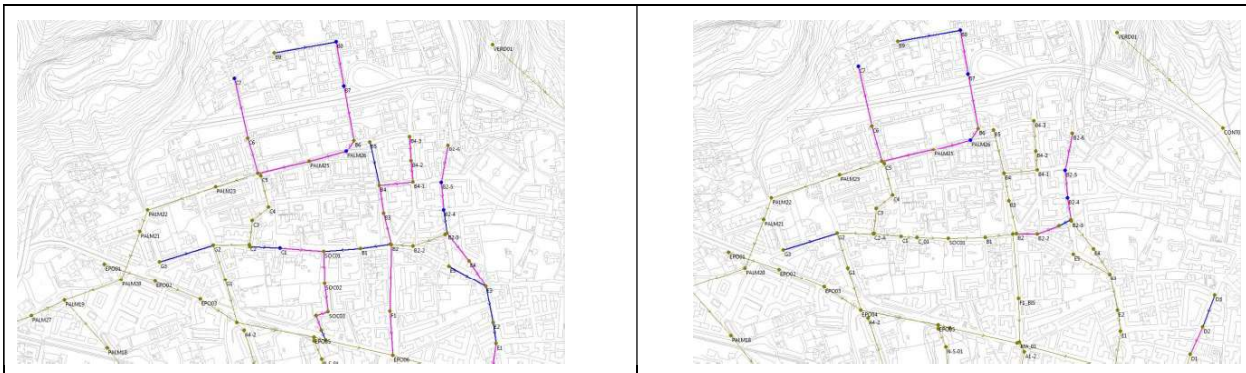
- si può imporre che l'esondazione superficiale delle portate in eccesso avvenga, nei nodi di calcolo selezionati, provocando locali invasi superficiali dei quali deve essere fornita la superficie (opzione "STORED"): con questa opzione tali invasi sono soggetti ad una fase di riempimento e ad una successiva fase di svuotamento con restituzione in rete attraverso il medesimo nodo di calcolo; la quota di massimo riempimento dell'invaso, legata all'idrogramma di portata effluente dal nodo e alla superficie dell'invaso, individua il valore del massimo sovraccarico piezometrico del condotto; con questa opzione quindi gli invasi superficiali generano effetti di laminazione e quindi riduzione dei colmi di portata in condotta e nella rete di valle;
- si può imporre che l'esondazione superficiale generi scorrimenti superficiali senza possibilità di un loro invaso e successiva restituzione in rete (opzione "LOST"); in tal caso i volumi effluenti in superficie sono "perduti" definitivamente e quindi la linea piezometrica si porta nella fase di colmo ad una quota massima coincidente con la quota del piano campagna; anche con questa opzione quindi si genera un effetto di laminazione dei deflussi in condotta e nella rete di valle, ancorché differente da quello derivante dall'opzione a);
- si può imporre che non avvenga alcuna esondazione superficiale (opzione "SEALED": nodo "sigillato" non comunicante con il piano campagna); in tal caso la linea piezometrica si porta nella fase di colmo ad una quota massima che può superare anche notevolmente la quota del piano campagna; è quindi questa l'opzione che genera i massimi sovraccarichi in condotta e che ovviamente non induce alcun effetto di laminazione dei deflussi in condotta e nella rete di valle.

La scelta dell'opzione più idonea dipende dalle finalità del calcolo. Nei calcoli di progetto sono state utilizzate tutte le opzioni sopra citate per valutare dettagliatamente i conseguenti comportamenti idraulici della rete. Tuttavia la seguente descrizione dei risultati dei calcoli è riferita all'opzione c) (nessuna esondazione) che conduce al sovraccarico piezometrico massimo potenziale dei diversi condotti, mettendo così maggiormente in risalto ubicazione ed entità delle carenze dimensionali dello stato attuale e della loro attenuazione o eliminazione nelle condizioni di progetto.

5.4 RISULTATI DEI CALCOLI IDRAULICI

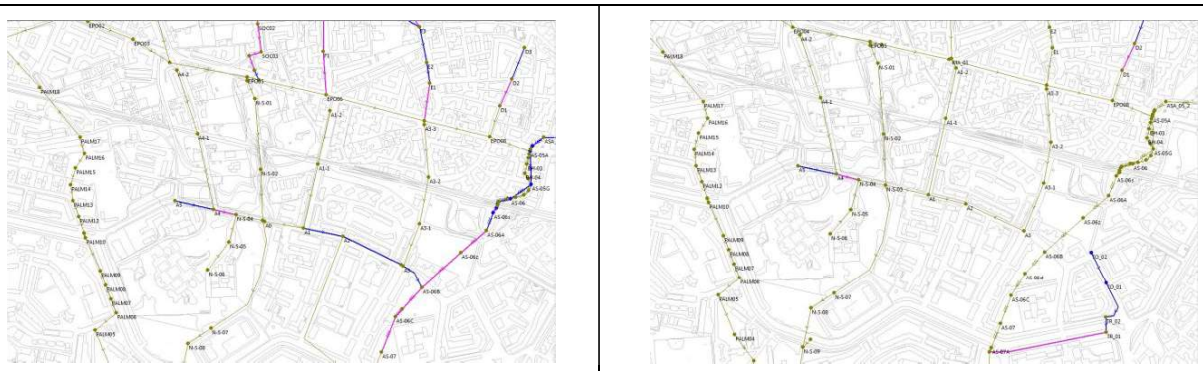
Nelle seguenti sono rappresentati planimetricamente i risultati ottenuti, per tempo di ritorno T = 10 anni, sia nello stato di fatto, sia nelle condizioni di progetto. Le figure mostrano in particolare lo stato di funzionamento dei diversi condotti della rete rappresentando con differente colore la situazione di massimo carico idraulico in ogni tratto del reticolo, con la seguente convenzione: colore neutro per le condotte sufficienti e funzionanti a pelo libero, colore rosa per le condotte funzionanti in sovraccarico per propria insufficienza dimensionale e colore blu per le condotte funzionanti in sovraccarico ma per effetto di rigurgito da valle e non per propria insufficienza dimensionale; inoltre sono indicati con il colore blu i nodi ove la piezometrica raggiunge il piano campagna inducendo allagamenti.

Le Figure 14 – 15 – 16 mostrano il confronto tra stato di fatto e condizioni di progetto per tempo di ritorno 10 anni.



Stato di fatto	Progetto

Figura 13 – Confronto tra le criticità ottenute nella configurazione di stato di fatto e di progetto per T=10 anni nella zona di via Bottazzi, via Manna, via Croce di Piperno. In rosa le condotte insufficienti, in blu le condotte rigurgitate e in blu i nodi ove la piezometrica raggiunge il piano campagna.



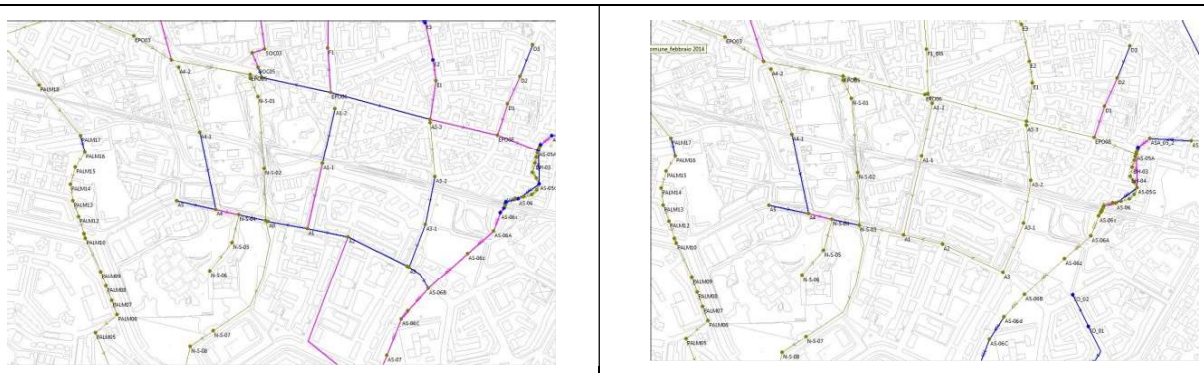
Stato di fatto	Progetto

Figura 14 – Confronto tra le criticità ottenute nella configurazione di stato di fatto e di progetto per T=10 anni nella zona di via S. Tullio, via Adriano, via Antonino Pio. In rosa le condotte insufficienti, in blu le condotte rigurgitate e in blu i nodi ove la piezometrica raggiunge il piano campagna.

Nei riguardi del tempo di ritorno T = 30 anni, che come detto, è particolarmente indirizzato alle verifiche idrauliche del dimensionamento della dorsale principale di Soccavo via Bottazzi – via Manna – via S. Tullio, via Adriano – collettore Nord – Sud, nelle seguenti Figure 17 – 18 – 19 sono rappresentati planimetricamente i risultati ottenuti.

Stato di fatto	Progetto

Figura 15 – Confronto tra le criticità ottenute nelle configurazioni di stato di fatto e di progetto per T=30 anni nella zona di via Bottazzi, via Manna, via Croce di Piperno. In rosa le condotte insufficienti, in blu le condotte rigurgitate e in blu i nodi ove la piezometrica raggiunge il piano campagna.



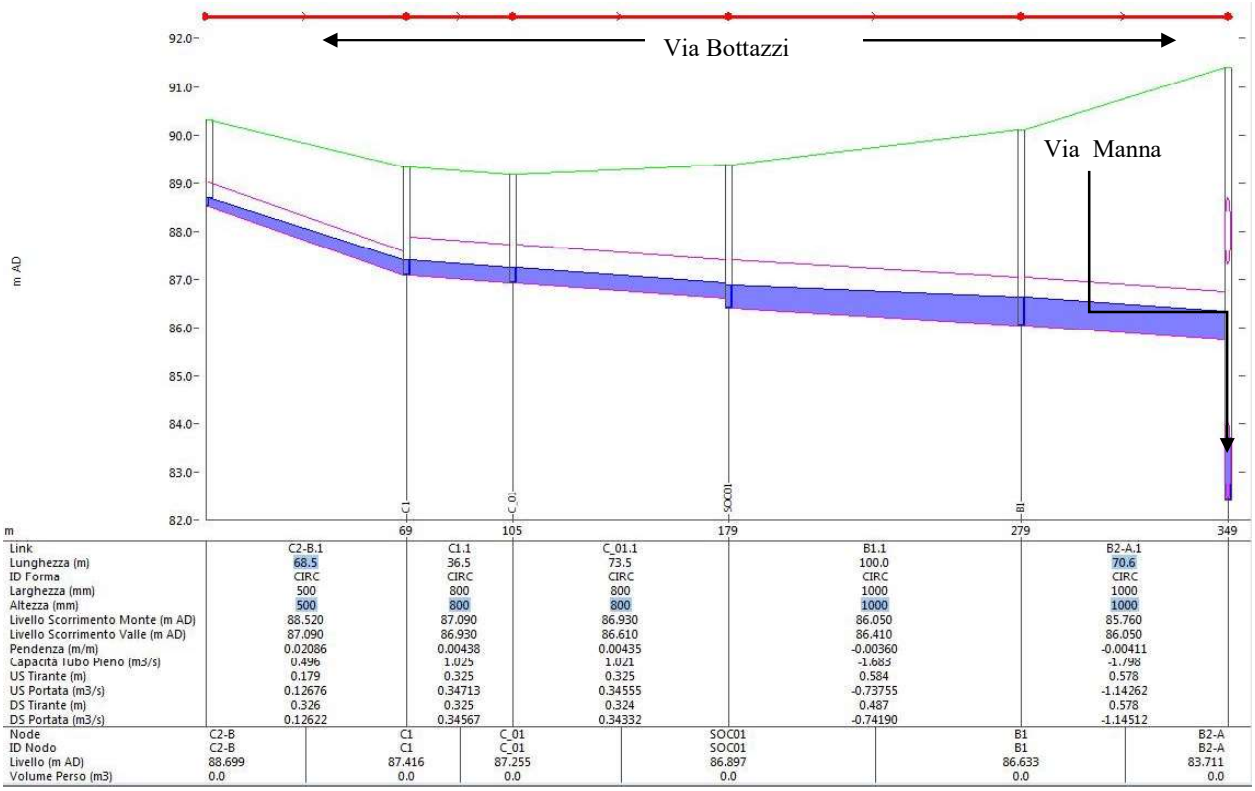
Stato di fatto	Progetto

Figura 16 – Confronto tra le criticità ottenute nelle configurazioni di stato di fatto e di progetto per T=30 anni nella zona di via S. Tullio, via Adriano, via Antonino Pio. In rosa le condotte insufficienti, in blu le condotte rigurgitate e in blu i nodi ove la piezometrica raggiunge il piano campagna.

La Relazione Idraulica documenta ulteriormente i risultati ottenuti con i potenziamenti di progetto riportando in dettaglio i principali profili idraulici longitudinali ottenuti dal calcolo, per i tempi di ritorno 10 e 30 anni, (profili che rappresentano il pelo libero se le dimensioni e caratteristiche del condotto sono sufficienti, ovvero rappresentano la linea piezometrica qualora i condotti siano in sovraccarico). I profili rappresentano i valori massimi ottenuti per ogni collettore (luogo dei massimi), indipendentemente dall'istante del moto vario in cui sono stati raggiunti.

Di seguito viene riportato un estratto riguardante i profili idraulici, per tempo di ritorno 30 anni, delle due dorsali principali oggetto degli interventi di progetto: la dorsale di Soccavo che da via Bottazzi percorre in successione le vie Stanislao Manna –Servio Tullio –Adriano fino alla confluenza nel collettore Nord-Sud.

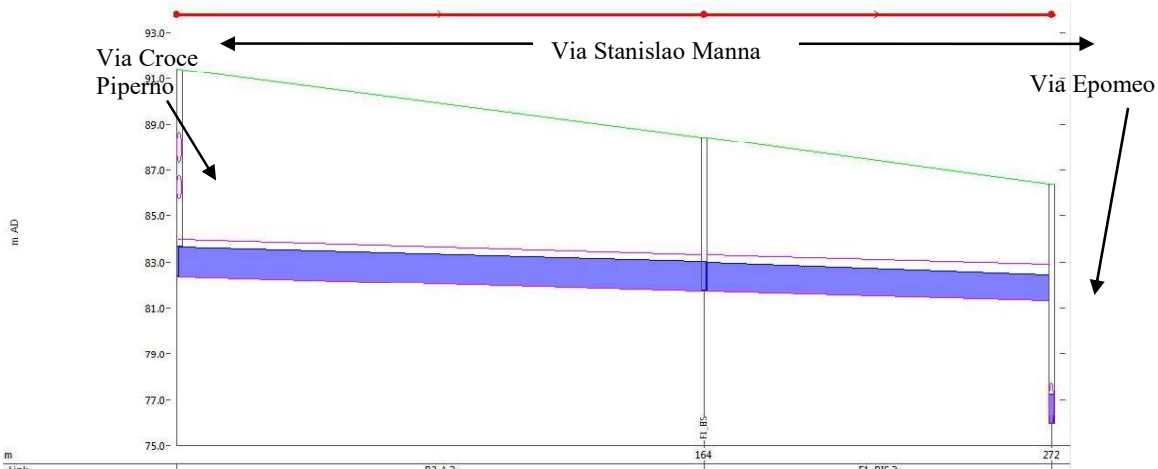
5.5 DORSALE DI SOCCAVO: VIA BOTTAZZI – VIA MANNA – VIA SERVIO TULLIO – VIA ADRIANO



Link	C2-B.1	C1.1	C_01.1	B1.1	B2-A.1
Lunghezza (m)	68.5	36.5	73.5	100.0	70.6
ID Forma	CIRC	CIRC	CIRC	CIRC	CIRC
Larghezza (mm)	500	800	800	1000	1000
Altezza (mm)	500	800	800	1000	1000
Livello Scorrimento Monte (m AD)	88.520	87.090	86.930	86.050	85.760
Livello Scorrimento Valle (m AD)	87.090	86.930	86.610	86.410	86.050
Pendenza (m/m)	0.02086	0.00438	0.00435	-0.00360	-0.00411
Capacità Tubo Pieno (m3/s)	0.496	1.025	1.021	-1.683	-1.798
US Tirante (m)	0.179	0.325	0.325	0.584	0.578
US Portata (m3/s)	0.12676	0.34713	0.34555	-0.73755	-1.14262
DS Tirante (m)	0.326	0.325	0.324	0.487	0.578
DS Portata (m3/s)	0.12622	0.34567	0.34332	-0.74190	-1.14512

Node	C2-B	C1	C_01	SOC01	B1	B2-A
ID Nodo	C2-B	C1	C_01	SOC01	B1	B2-A
Livello (m AD)	88.699	87.416	87.255	86.897	86.633	83.711
Volume Perso (m3)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Figura 17– Profilo di progetto per T=30 anni lungo via Bottazzi.



Link	B2-A.3	F1_BIS.3
Lunghezza (m)	164.4	108.0
ID Forma	CIRC	CIRC
Larghezza (mm)	1600	1600
Altezza (mm)	1600	1600
Livello Scorrimento Monte (m AD)	82.420	81.762
Livello Scorrimento Valle (m AD)	81.762	81.330
Pendenza (m/m)	0.00400	0.00400
Capacità Tubo Pieno (m3/s)	4.833	4.833
US Tirante (m)	1.269	1.272
US Portata (m3/s)	4.60372	5.04002
DS Tirante (m)	1.301	1.153
DS Portata (m3/s)	4.53227	5.03050

Node	B2-A	F1_BIS	MA_01
ID Nodo	B2-A	F1_BIS	MA_01
Livello (m AD)	83.711	83.061	77.280
Volume Perso (m3)	0.0	0.0	0.0

Figura 18 – Profilo di progetto per T=30 anni lungo via Stanislao Manna.

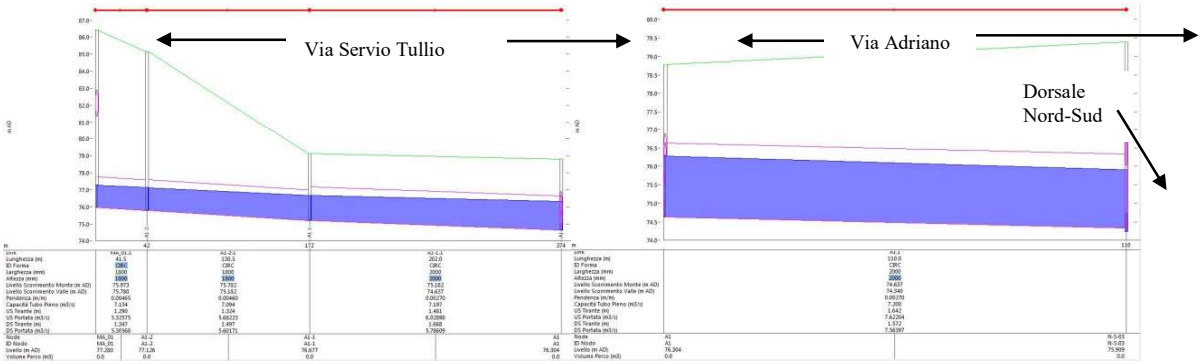


Figura 19 – Profilo di progetto per T=30 anni lungo via Servio Tullio e via Adriano.

6. MANUFATTI IDRAULICI PARTICOLARI

Nella Relazione Idrologica e Idraulica (Atto n. A.06.00) sono analizzati in maniera dettagliata i manufatti di salto, confluenza e sfioro la cui importanza e configurazione ha richiesto una verifica idraulica particolare.

6.1 MANUFATTI DI SALTO

È stato calcolato il profilo di caduta della vena liquida al fine di posizionare e dimensionare il muro rompi-getto. Si è fatto riferimento alle portate con tempo di ritorno trentennali per verificare la traiettoria più allungata dei getti e quelle quinquennali per valutare la traiettoria meno allungata presente per portate minori.

Il profilo della vena di caduta è quello dello sbocco libero da condotta circolare.

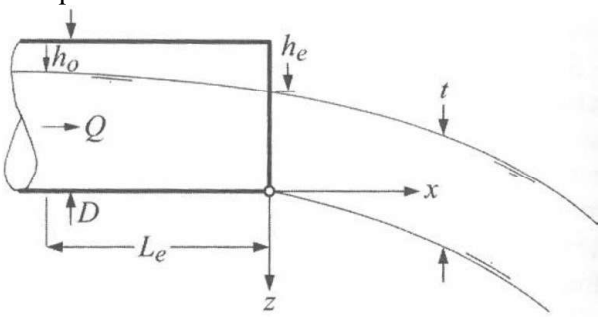


Figura 20– Rappresentazione schematica del profilo di caduta di una vena liquida da condotta circolare.

6.1.1.1 Manufatto via Croce di Piperno

La camera presenta dimensioni nette in pianta di 6,0 x 8,0 m e il fondo di scorrimento a profondità di circa 8,20 m dal piano stradale.

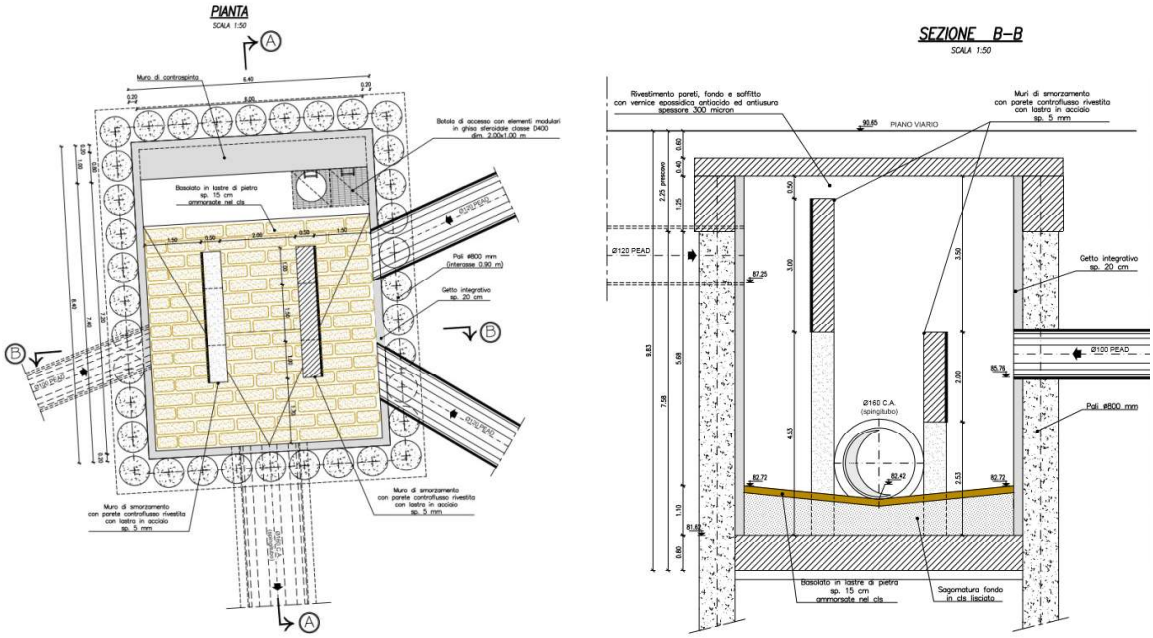
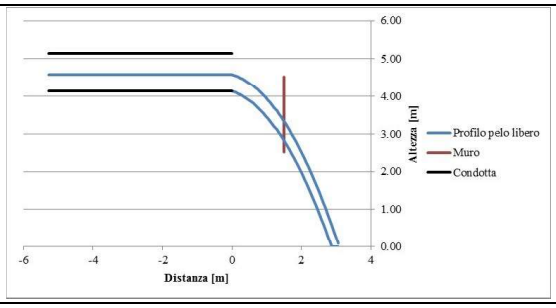


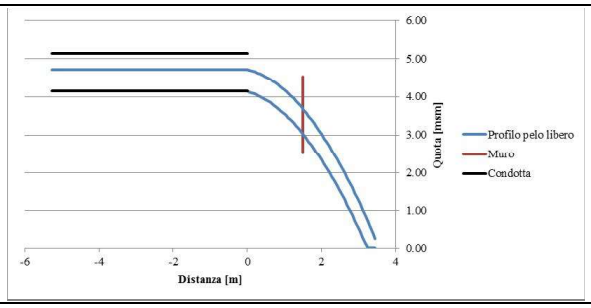
Figura 21 – Rappresentazione in pianta e sezione della camera di salto in via Croce di Piperno.

Le fognature laterali provenienti da via Bottazzi e da via Croce di Piperno, che confluiscono a quota più alta rispetto al fondo di scorrimento della camera, determinano salti liberi con necessità di rompere il getto di caduta mediante setti interni atti a dissiparne l'energia.

Per quanto concerne le portate in arrivo da via Bottazzi i risultati ottenuti per portate aventi tempo di ritorno di 5 e 30 anni sono riportati in Figura . Essi mostrano come la posizione e la dimensione del muro rompi flusso siano tali da interessare il profilo di caduta per entrambi i tempi di ritorno considerati.



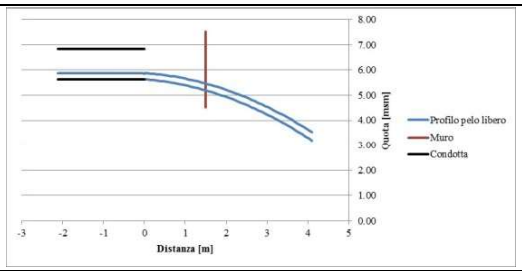
T=5 anni



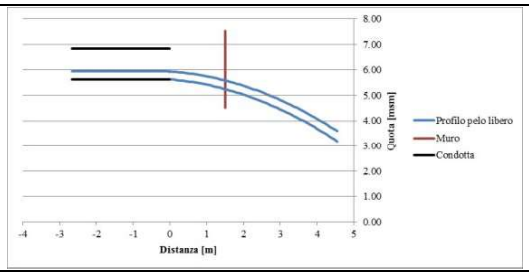
T=30 anni

Figura 22 – Profili delle vene di caduta delle portate da via Bottazzi.

Per le portate in arrivo da via Croce di Piperno i risultati ottenuti per portate aventi tempo di ritorno di 5 e 30 anni sono riportati in Figura . Essi mostrano come anche in questo caso la posizione e la dimensione del muro rompi-getto siano tali da interessare il profilo di caduta per entrambi i tempi di ritorno considerati.



T=5 anni



T=30 anni

Figura 23 – Profili delle vene di caduta delle portate da via Croce di Piperno.

6.1.1.2 Manufatto via S. Manna

Anche in questa camera è previsto un setto interno atto a rompere il getto di caduta del collettore di via Manna e a dissiparne così l'energia.

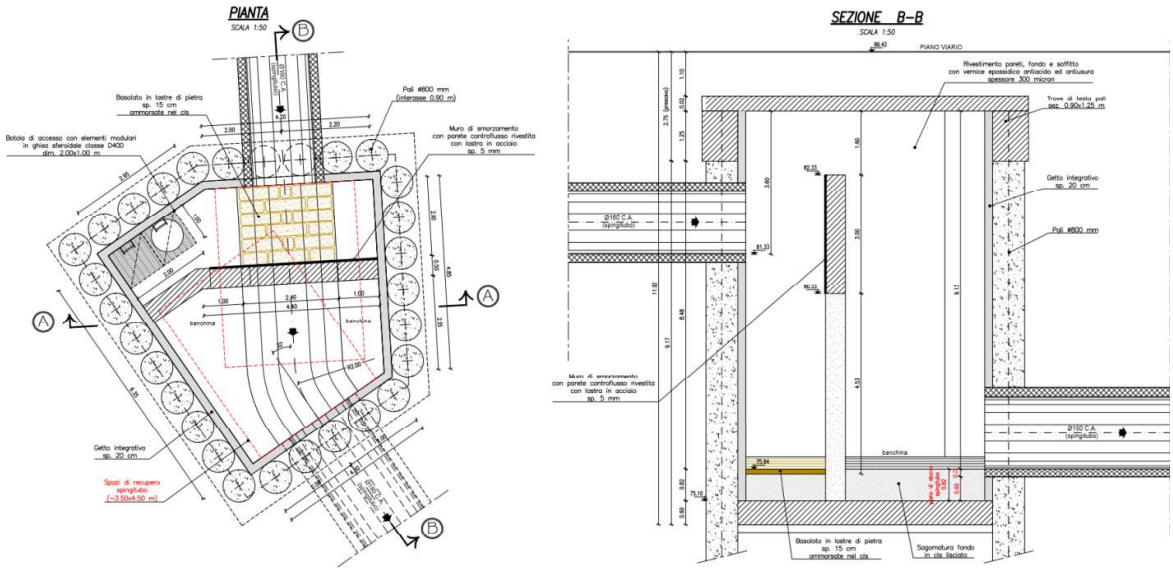


Figura 24 – Rappresentazione in pianta e sezione della camera di salto in via S. Manna.

I risultati ottenuti per portate aventi tempo di ritorno di 5 e 30 anni sono riportati in Figura . Essi mostrano come anche in questo caso la posizione e la dimensione del muro rompi-getto siano tali da interessare il profilo di caduta per entrambi i tempi di ritorno considerati.

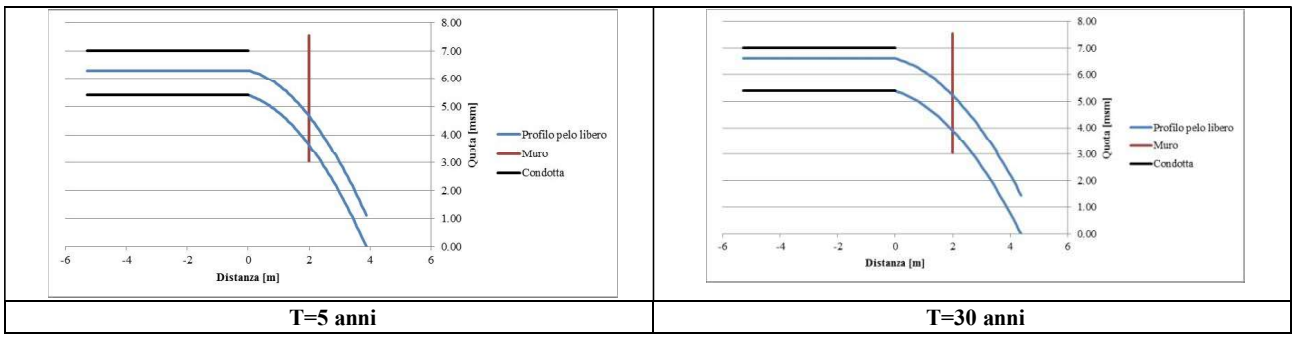


Figura 25 – Profili delle vene di caduta delle portate da via S. Manna.

Si evince come la posizione e la dimensione del muro rompi flusso siano tali da interessare il profilo di caduta per entrambi i tempi di ritorno considerati. Ciò permette una buona efficacia nella dissipazione energetica del manufatto tutelando la condotta di valle ed il manufatto stesso da degradazioni e fenomeni erosivi.

6.2 MANUFATTI DI CONFLUENZA

Il dimensionamento dei manufatti di confluenza può risultare particolarmente complesso.

La condizione di sovraccarico o saturazione incipiente, che risulta critica in quanto instaura fenomeni di rigurgito che possono limitare il deflusso verso valle, corrisponde alla transizione da corrente veloce a corrente lenta. Tale fenomeno può interessare uno o entrambi i tratti confluenti.

Dati i vincoli geometrici ed altimetrici delle condotte in esame non è stato possibile intervenire sul numero di Froude della corrente principale. I manufatti di confluenza sono stati pertanto dimensionati ammettendo che intervengano fenomeni di saturazione ma cercando di evitarli il più possibile raccordando, tramite apposite sagomature del fondo, le correnti.

6.2.1 Manufatto di confluenza di via Adriano nella dorsale Nord-Sud

Il manufatto di confluenza di via Adriano nella dorsale Nord-Sud è localizzato in un terreno di proprietà pubblica, ove è stata realizzata anche la suddetta dorsale, a sud di via Adriano.

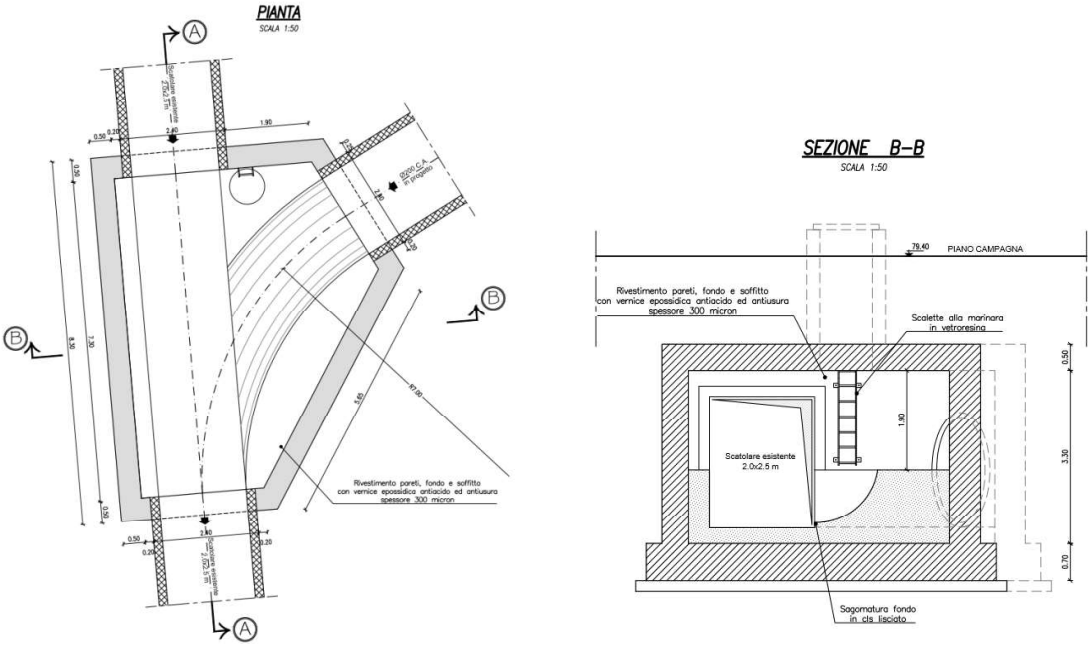


Figura 26 – Rappresentazione in pianta e sezione della camera di confluenza di via Adriano nella dorsale Nord-Sud**.**

La dorsale Nord-Sud presenta sezione rettangolare di 2 m per 2.5 m, la condotta in arrivo da via Adriano è a sezione circolare di diametro interno 2 m.

Sia l'angolatura della condotta in arrivo da via Adriano che la sagomatura interna della camera di confluenza sono state progettate al fine di ottimizzare il raccordo tra le correnti.

7. ASPETTI STRUTTURALI, CANTIERISTICI E MATERIALI

Le relazioni geotecnica e di calcolo strutturale (Atto A.04.00) presentano gli studi e le elaborazioni condotte per valutare la fattibilità dei particolari interventi previsti in progetto.

In particolare sono riportate le verifiche ed i dimensionamenti strutturali dei principali manufatti, nonché le descrizioni delle problematiche cantieristiche legate alla loro realizzazione.

Il principio informatore della progettazione è stato la velocità e la semplificazione massima della esecuzione di tutte le opere. Si sono anche privilegiate scelte operative il più possibile rispettose delle condizioni esterne (edifici, viabilità, sottoservizi, ecc.).

Di seguito sono descritte le principali tipologie di opere previste, le loro caratteristiche costruttive ed i relativi materiali adottati.

7.1 MATERIALI, MODALITÀ COSTRUTTIVE DEI CONDOTTI

Le caratteristiche delle acque nere e meteoriche convogliate nelle fognature unitarie di cui trattasi, impongono la scelta di materiali che garantiscano la tenuta idraulica e preservino le falde da contaminazioni.

Nei paesi industrializzati inoltre non esistono più "liquami civili" propriamente detti, cioè derivanti esclusivamente da rifiuti organici umani, sia per l'uso corrente nella pratica domestica di prodotti chimici vari (detersivi, solventi, acidi, cere, ecc.), sia per la presenza nel tessuto urbano di attività artigianali ed industriali. La presenza nei condotti di liquami corrosivi, oltre alla normale azione dei batteri presenti in fognatura, genera degradazioni strutturali dei manufatti anche con sviluppo di gas, la cui azione aggressiva interessa la volta, usualmente asciutta, dei condotti. I fenomeni corrosivi della volta sono molto pericolosi, per la durata della condotta, in quanto tale zona sopporta le maggiori sollecitazioni meccaniche, e quindi il suo indebolimento può condurre al collasso del manufatto.

Le tubazioni aventi caratteristiche adeguate sono il cemento armato rivestito, il gres, le ghise sferoidali e le tubazioni in materiale plastico. Tuttavia la non sicura resistenza ai carichi stradali in presenza di ricoprimenti modesti e l'esecuzione dei lavori in parallelismo ad altri sottoservizi ha sconsigliato l'uso di tubazioni in materiale plastico per i diametri maggiori.

I collettori previsti sono di tre tipi di materiale in funzione del diametro; per diametri < 50 cm è adottato il PVC serie 303/1 inglobato in un cassonetto di calcestruzzo gettato in opera, per diametri da 50 cm a 140 cm si è adottato il PEAD strutturato anch'essa gettato in un cassonetto di calcestruzzo armato con rete elettrosaldata; per sezioni maggiori si adottano tubazioni e scatolari in cemento armato rivestito internamente con resine epossidiche che garantiscono tenuta idraulica e resistenza alla corrosione chimica.

Per quanto riguarda le tubazioni in c.a. da posare in opera mediante tecnica dello spingitubo, esse dovranno essere in grado di resistere alla forza di spinta assiale applicata durante la messa in opere, al carico del terreno di ricoprimento, al carico idrostatico interno/esterno e ad eventuali carichi esterni applicati in superficie. I tubi impiegati per l'esecuzione dello spingitubo dovranno essere provvisti di giunto speciale atti a garantire la connessione tra i tubi dentro lo spessore dello stesso e deve essere in grado di assorbire la forza longitudinale di spinta e la forza trasversale risultante dai movimenti di guida, con possibilità di curvatura della condotta, il giunto dovrà essere inoltre in grado di garantire la tenuta idraulica dall'esterno verso l'interno e viceversa.

Dovranno inoltre essere realizzate camerette d'ispezione sia in linea che, ovviamente, in curva. Dette camerette, nonché tutti i manufatti previsti lungo le condotte, dovranno assicurare la perfetta tenuta idraulica.

Particolare importanza riveste il sostegno degli scavi soprattutto nei centri abitati in cui si opera su strade molto strette. Il sostegno degli scavi è previsto tramite pali e centine metalliche (manufatti di spinta e di recupero).

Per la posa in opera delle tubazioni in PEAD e C.A. a cielo aperto, gli scavi dovranno essere protetti mediante utilizzando sistema di blindaggio con cassero per palancole per scavi con profondità fino a 6000 mm. Utilizzando i profili guida all'interno della struttura le palancole vengono posizionate verticalmente. Per le aree dove si incontrano servizi di allacciamento l'omissione di palancolato permette di proseguire lo scavo. Il blindaggio con cassero previsto è lungo dai 4,00 ai 6500 mm e profondo 1000 mm e permette la protezione immediata delle canalizzazioni esistenti con facilità la salvaguardia degli scavi seguendo le guide del palancolato all'interno della struttura.

7.2 OPERE DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI

Nell'ambito del presente progetto sono state previste diverse tipologie di opere di sostegno, da impiegare in funzione delle varie condizioni riscontrate.

Specificatamente, laddove è necessario realizzare scavi di notevole altezza senza possibilità di "abbattere" le scarpate, per l'esecuzione in sicurezza delle successive lavorazioni, può essere prevista la realizzazione di paratie con "berlinesi", anche allo scopo di proteggere, ove presenti, gli eventuali manufatti e/o edifici posti nelle adiacenze. In particolare è prevista la realizzazione di berlinese di pali a protezione di tutti i fronti di scavo necessari per la realizzazione dei manufatti di spinta e di recupero dei tratti di fognatura previsti con tecnica dello spingitubo.

7.3 MANUFATTI IN C.A.

Per quanto riguarda i manufatti in c.a. previsti in progetto, le problematiche cantieristiche riguardano l'esecuzione degli scavi, le eventuali interferenze con sottoservizi e la movimentazione dei materiali nel caso di spazi limitati.

Gli scavi, in relazione alla loro profondità ed alla natura dei terreni incontrati, saranno realizzati a cassa chiusa ovvero previa costruzione di idonee berlinesi.

In merito, invece, alla movimentazione dei materiali ed alla loro posa in opera (calcestruzzi, acciai, grigliati in ghisa sferoidale, etc..), laddove gli spazi a disposizione sono ridotti, si potranno utilizzare gru con "sbraccio" di dimensioni opportune e pompe per il getto dei calcestruzzi.

I calcoli statici sono stati redatti nel rispetto delle seguenti normative:

- DECRETO MINISTERIALE LL. PP. 14 gennaio 2008: Nuovo Testo unico per le Costruzioni pubblicato su S.O. n°30 della Gazzetta Ufficiale il 4 febbraio 2008 al n° 29.
- NUOVA CIRCOLARE per le Norme Tecniche sulle Costruzioni: Circolare del 2 febbraio 2009 n°617 pubblicato su S.O. n°27 della Gazzetta Ufficiale il 26 febbraio 2008 al n° 47.

Sia per la realizzazione dei pali di fondazione che per la realizzazione delle altre opere strutturali sono stati previsti i seguenti materiali:

- Acciaio in barre ad aderenza migliorata, controllato in stabilimento, B 450 C (FeB 44k)
- Calcestruzzo per strutture in cemento armato - C 28/35 (Rbk = 350,00 daN/cmq)

La vita nominale delle strutture in progetto (opere di sostegno ed opere strutturali di tipo fognario) trattandosi di un'opera infrastrutturale di importanza normale è stata assunta ≥ 50 anni.

La modellazione delle strutture in progetto è stata implementata mediante l'individuazione del modello geometrico dell'opera, del modello delle azioni e del modello meccanico.

Per la soluzione dei modelli tridimensionali è stato utilizzato il codice di Calcolo ***PRO_SAP Professional Structural,*** con solutore ***e-sap prodotto dalla 2si s.p.a.*** Il codice è corredato di certificazione di affidabilità così come previsto dal D.M. 14/01/2008 (paragrafo 10.2) la licenza d'uso è *(chiave dsi 3632 – Numero seriale I241113X88621H8).*

Per le verifiche geotecniche e strutturali di pali di fondazione e sostegno degli scavi è stato utilizzato, invece, il codice di calcolo agli elementi finiti ***PAC 10.0 versione 10.05a*** "Analisi e Calcolo Paratie" del programma ***AZTEC prodotto della Aztec informatica*** con la seguente licenza d'uso *(U 2304 TP).*

Si precisa che in quest'ultimo aggiornamento progettuale – Ottobre 2023 – si è provveduto ad aggiornare il tariffario di progetto, utilizzando quello della Regione Campania 2023, ed adeguare la documentazione progettuale a quanto previsto dal Nuovo Codice **Codice dei contratti pubblici** (**Decreto legislativo 31 marzo 2023, n. 36). Con l'aggiornamento della tariffa, al fine di rientrare nel finanziamento già assentito, si è reso altresì suddividere il progetto in due stralci funzionali. Per quanto attiene la Normativa tecnica di riferimento per il calcolo delle strutture, come già detto, è stato utilizzata la NTC2008 (D.M.** 14 gennaio 2008) in quanto il progetto definitivi

apdal nell'aggiornaneto progettuale di Ottobre

8. QUADRO ECONOMICO DEGLI INTERVENTI

Di seguito è presentato il riepilogo degli interventi in progetto, con il relativo costo quale risulta dal computo metrico estimativo (atto A.10.04) e dal quadro economico (atto A.10.05) dedotto applicando i prezzi elenco prezzi unitari (atto A.10.01).

9. PROGRAMMA DEI LAVORI E TEMPISTICHE REALIZZATIVE

In questo capitolo vengono indicati i tempi opportunamente valutati e dettagliatamente riportati nell'Atto A.09.00 - Cronoprogramma - necessari alla esecuzione delle opere in progetto. Si sono valutati sia i vincoli dei lavori in centri urbani con la presenza di sottoservizi, sia le modalità (scavo a cielo aperto – spingitubo) che la profondità di scavo che a volte implica la necessità di provvedere al sostegno dello stesso e la presenza di cantieri indipendenti e di funzionamento contemporaneo. Si riporta un calcolo delle tempistiche realizzative che prevedono in particolare.

Realizzazione Manufatto Di Confluenza Nel Nord – Sud	2,5 mesi
Realizzazione Collettore Viale Adriano - Via Servio Tullio - L = 300 m	10 mesi
Realizzazione Dorsale Dn 1600 - Via Stanislao Manna - L = 260 m	7,5 mesi
Realizzazione Dorsale Dn 1600 - Via Servio Tullio/Attraversamento Via Epomeo - L = 120 + 20 m	5 mesi
Realizzazione Collettore Fognario Via Crove Di Piperno - L = 360 m	3,5 mesi
Realizzazione Collettore Fognario Via Bottazzi Direzione Croce di Piperno - L = 270 m	5 mesi
Realizzazione Collettore Fognario Via Bottazzi Direzione Via Pia - L = 160 m	2 mesi

Sulla base di tali indicazioni, e considerando la presenza di cantieri contemporanei ed indipendenti oltre alla fase di cantierizzazione e di ripristino dei luoghi, si può ragionevolmente ipotizzare una durata complessiva dei lavori pari a 24 mesi.

Milano, dicembre 2016

Aggiornamento - Milano, Ottobre 2023

I PROGETTISTI
Prof. Ing. Alessandro Paoletti
Dr. Ing. Vincenzo Ciccarelli
Dr. Ing. Filippo Malingegno