Comune di Palermo
Area Gestione del Territorio
Settore Opere Pubbliche

RAZIONALIZZAZIONE DELLE FOGNATURE DELLA ZONA COMPRESA TRA LA VIA CASTELLANA E IL CANALE PASSO DI RIGANO CON L'ELIMINAZIONE DEI RELATIVI SCARICHI FOGNARI NEL CANALE

PROGETTO ESECUTIVO

All.

A.2

RELAZIONE IDROLOGICO - IDRAULICA

VERIFICA

Ai sensi dell'art.112 D.Leg.vo n.163/2006 e artt.52-53 D.P.R n.207/201

Prot. 01 del 10/07/2015

IL VERIFICATORE

ING. GAETANO RUSSO

COMUNE DI PALERMO

AREA DELLA RIQUALIFIC. URBANA E DELLE INFRASTR.

STAFF CAPO AREA

VALIDAZIONE

ai sensi dell'art.55 del D.P.R. 207/10 recepito con la L.R.12/11

Prot. n. 05 del 11/08/2015

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

ING. MARISA BELLOMO

Progettisti

Ing. Luigi Bonuso

Ing. Marilena Grassadonia

Collaboratore
Ing. Fabio Marineo

Palermo, novembre 2014

INDICE

1 DATI IDROLOGICI 1

2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA SERVITA 3

3 METODO DI DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI 5

4 COLLETTORI PROGETTATI 6

4.1 Schema della rete in progetto 6

4.2 Parametri e criteri di dimensionamento dei collettori 7

4.3 Portate meteoriche e dimensionamento dei collettori 8

4.4 Calcolo delle portate nere 9

5 MANUFATTI DI SFIORO 12

5.1 Configurazione dei manufatti di sfioro 12

5.2 Portate da scaricare in corrispondenza dei manufatti di sfioro 13

6 I RECAPITI FINALI DELLE PORTATE CONVOGLIATE DALLA FOGNATURA IN PROGETTO 15

6.1 Verifica idraulica del manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci 15

6.2 Tratto di collegamento al collettore esistente di viale Leonardo da Vinci 19

6.3 Verifica della capacità di convogliamento del collettore esistente di viale Leonardo da Vinci 19

7 INTERVENTO NEL CANALE PASSO DI RIGANO IN CORRISPONDENZA DEL VIALE REGIONE SICILIANA 20

7.1 Attitudini idrauliche del Canale Passo di Rigano 20

7.2 Individuazione del tratto del Canale Passo di Rigano 21

7.3 Stato attuale del tratto in esame 22

7.4 L'intervento da attuare 23

7.5 Valutazioni idrauliche 24

1 DATI IDROLOGICI

Per effettuare la valutazione delle portate meteoriche che saranno convogliate dalla rete fognaria in progetto si è fatto riferimento alle linee di probabilità pluviometrica a suo tempo determinate dal Comitato per la Redazione del progetto della Fognatura di Palermo. Tali elaborazioni sono state ritenute ancora valide in occasione della più recente redazione del "Piano dei servizi del Centro Storico di Palermo - Variante al Piano Regolatore Generale" redatto dall'Università degli Studi di Palermo, Centro Interdipartimentale di studi e ricerche sui centri storici.

Per il dimensionamento della rete in progetto si è fatto riferimento al tempo di ritorno T = 15 anni, assumendo inoltre la condizione che le portate conseguenti a tale scelta possano essere convogliate dai collettori, tutti a sezione circolare, con un grado di riempimento massimo dell'ordine di $0,7 \times D$[1] , indicando con D il diametro della tubazione.

Si è in una seconda fase proceduto alla verifica della rete dimensionata come ora descritto, adottando per la pioggia il tempo di ritorno T = 30 anni ed accettando valori del grado di riempimento fino a $0,85 \times D$.

Per le curve di probabilità pluviometrica si è assunta la forma usuale:

$$h = a \times t^{n} \qquad [1]$$

nella quale l'altezza h [mm] della pioggia di durata t [ore] è espressa in funzione dell'intensità a [mm/h^{n}] della pioggia di durata 1 ora e del parametro n che caratterizza l'andamento della legge esponenziale. Ad ogni tempo di ritorno T corrisponde una coppia di valori (a_T, n_T).

[1] Centro Studi Deflussi Urbani – Sistemi di fognatura – Manuale di Progettazione – pag. 453 – par. 1.6.2
"Il riempimento massimo deve essere inferiore a quello cui corrisponde la massima velocità di moto uniforme. Per i canali circolari h_{max} deve quindi essere in ogni caso inferiore a 0,8D; in genere si assume un valore circa pari a 0,7D, assicurando, in ogni caso, un franco di almeno 20 cm."

I parametri che definiscono la pioggia di progetto per il tempo di ritorno di 15 anni, tratti dallo studio idrologico precedentemente citato, hanno i seguenti valori:

$$a_{15} = 46{,}18 \text{ [mm/h}^n\text{]}; \qquad n_{15} = 0{,}450.$$

I corrispondenti valori per il tempo di ritorno T = 30 anni sono:

$$a_{30} = 54{,}13 \text{ [mm/h}^n\text{]}; \qquad n_{30} = 0{,}458$$

Per la fase di verifica, come già accennato, si sono accettati valori del grado di riempimento minori di 0,85×D; inoltre si è accertato che le condizioni di moto con cui defluiranno le portate saranno quelle di correnti a pelo libero.

2 CARATTERIZZAZIONE DELL'AREA SERVITA

L'area servita dalla fognatura per acque miste in progetto ricade integralmente all'interno del bacino idrografico naturale del Canale Passo di Rigano. Tale circostanza è evidenziata nella Fig. 1 allegata, nella quale sono evidenziati in blu il reticolo idrografico principale del sistema Passo di Rigano ed in rosso il limite di bacino. Pertanto, i nuovi collettori convoglieranno verso il manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci portate che comunque. in tempo di pioggia, contribuirebbero alla formazione dei deflussi nel Canale Passo di Rigano nella sezione in cui recapita la rete fognaria in progetto.

Le aree servite dalle nuove opere, delimitate con linea tratteggiata verde in Fig. 1, coincidono sostanzialmente con la parte valliva urbanizzata della porzione di bacino sottesa dalla sezione del Canale Passo di Rigano in prossimità della quale è prevista la costruzione del manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci. In corrispondenza di tale manufatto, le acque nere e diluite sino a tre volte saranno indirizzate integralmente verso valle, al collettore esistente di viale Leonardo da Vinci, mentre in occasione delle piogge le acque con grado di diluizione superiore saranno scaricate nel Canale Passo di Rigano.

Nell'area sottesa dai collettori da realizzare sono state distinte, in primo luogo, le superfici non urbanizzate da quelle impegnate da edifici e da infrastrutture urbane; queste ultime aree sono caratterizzate da differenti valori della densità di popolazione.

Secondo quanto risulta da uno studio demografico effettuato dai competenti uffici del Comune di Palermo, nella zona denominata "Monte Cuccio", nella quale ricadono le opere in progetto, la "densità territoriale" è compresa tra 51 e 100 abitanti per ettaro.

Sulla base degli accertamenti effettuati già nel corso della progettazione definitiva, è stato possibile individuare, con maggiore approssimazione, la distribuzione della popolazione residente nella zona da servire.

Nell'allegato B.1 sono indicati con apposita campitura i valori della densità di popolazione, variabile da 50 a 140 abitanti per ettaro, attribuita a ciascuna delle quattro zone urbanizzate individuate come omogenee.

La densità media risulta pari a circa 89 ab/ha, valore congruente con le indicazioni dello studio demografico citato.

La distribuzione della popolazione servita riportata nell'allegato B.1 è stata presa a base delle valutazioni del carico demografico e quindi delle portate nere che perverranno alla rete fognaria di progetto.

In funzione dei diversi livelli di urbanizzazione riscontrati sono stati inoltre attribuiti alle medesime zone prima individuate i valori del coefficiente φ di afflusso in fognatura, da mettere in conto ai fini del calcolo delle portate di origine meteorica che impegneranno i vari rami della nuova rete fognaria. I valori φ adottati sono pure riportati nell'allegato B.1 e variano tra 0,10 per le superfici agricole e 0,80 per quelle più densamente urbanizzate.

3 METODO DI DIMENSIONAMENTO DEI COLLETTORI

Nel presente progetto la sufficienza delle sezioni assegnate ai collettori, destinati a convogliare acque miste, è stata accertata utilizzando il metodo dell'invaso che consente di esprimere, per la generica sezione di calcolo, il coefficiente udometrico u [l/s×ha)], cioè il contributo unitario alla portata massima, mediante la seguente espressione:

$$u = 2168 \frac{n(\varphi a)^{\frac{1}{n}}}{w^{\left(\frac{1}{n}-n\right)}} \qquad [2]$$

nella quale:

- a ed n sono i parametri della pioggia di progetto, già presentati;
- φ è il coefficiente di afflusso in fognatura, che dà conto della circostanza che solo una frazione della precipitazione raggiunge la fognatura, ed è quindi da valutare in relazione alle caratteristiche delle superfici scolanti;
- w, misurato in m³/ha, è l'invaso specifico che può essere associato alla superficie sottesa dalla sezione di calcolo, valutato come rapporto tra il volume complessivamente invasato nella stessa superficie per la presenza di capacità diffuse e l'area della stessa superficie.

La portata afferente alla generica sezione risulta quindi:

$$Q = u \times S.$$

4 COLLETTORI PROGETTATI

4.1 Schema della rete in progetto

Nello schema della rete in progetto sono individuabili tre collettori principali: il collettore di via Roccazzo, il collettore di via Castellana e quello di viale Leonardo da Vinci, il cui tratto terminale, a valle della confluenza in corrispondenza della via Politi, costituisce l'emissario dell'intero sistema. In Fig. 2 è rappresentato lo schema idraulico della rete progettata, con l'indicazione delle sezioni di calcolo e dei limiti dei relativi bacini sottesi.

Il collettore di via Roccazzo (da R3 a RC3 in Fig. 2) riceve da monte le acque nere e diluite sino a tre volte, in tempo di pioggia, dai manufatti di sfioro a servizio del collettore di via Falconara (F1-F) e dal collettore esistente di via Pandolfini (R4). Tale limitazione è esercitata dalla presenza in F ed in R4 di due manufatti appositamente previsti che garantiscono lo sfioro nel Canale Passo di Rigano delle portate con grado di diluizione maggiore di tre, in occasione degli eventi di pioggia.

Il collettore di via Castellana (da C5 a CL1) riceve in RC3 i deflussi del collettore di via Roccazzo e confluisce in CL1 nel collettore di viale Leonardo da Vinci.

Il collettore di viale Leonardo da Vinci (da L4 a L) è alimentato a monte dai collettori esistenti di via Castellana e via S. Isidoro, riceve in CL1 i deflussi della rete fognaria a servizio della zona compresa tra via Castellana ed il Canale Passo di Rigano e recapita nel manufatto di sfioro (nodo L in Fig. 2).

Lo stesso collettore di via Castellana riceve, nel nodo PC2, i deflussi convogliati dai collettori a servizio della fascia compresa tra la via Roccazzo ed il Canale Passo di Rigano. In particolare, è previsto un collettore per acque miste che impegnerà le vie Petrulla, Asmara, Dogali e Adua fino a confluire nel nuovo collettore di via Castellana (da P8 a PC2 in Fig. 2). Nella stessa zona, l'intercettazione degli scarichi di acque nere nel Canale Passo di Rigano sarà assicurata mediante due collettori, del diametro di 300 mm, con tracciato adiacente al canale stesso (v. all. B.2): il primo si svilupperà dalla via Sabratha alla via Petrulla, e recapiterà nel nuovo collettore per acque miste di via Petrulla; il secondo si originerà in via Massaua, a valle di via Asmara e lungo la via Sciara Sciat raggiungerà il canale affiancandosi

ad esso fino a recapitare nel nuovo collettore di via Castellana, in corrispondenza dell'incrocio tra via Di Blasi e via Politi.

4.2 Parametri e criteri di dimensionamento dei collettori

Il dimensionamento dei collettori è stato effettuato utilizzando la formula di Chezy:

$$Q = \Omega \chi (R\, i)^{1/2} \qquad [3]$$

nella quale:

- Q è la portata, in m^3/s;
- Ω è la sezione liquida, in m^2;
- R è il raggio idraulico, rapporto tra sezione liquida e contorno bagnato, in m;
- χ è il coefficiente di attrito, in $m^{1/2}/s$;
- i è la pendenza longitudinale del canale.

Per il coefficiente di attrito si è utilizzata l'espressione di Gauckler:

$$\chi = c \times R^{1/6}, \qquad [4]$$

nella quale R è il raggio idraulico prima definito e c è il coefficiente di scabrezza ($m^{1/3}/s$), legato alla natura del materiale con cui è costruito il collettore. Nel caso del PEad, adottato per le tubazioni con cui realizzare i collettori, il valore assegnato al coefficiente c è 100 $m^{1/3}/s$.

Poiché la rete in progetto è per acque miste, le portate di dimensionamento sono quelle di origine meteorica. Per la valutazione di esse si è fatto riferimento ad eventi di pioggia con tempo di ritorno T = 15 anni, assumendo inoltre la condizione che le portate caratterizzate da tale tempo di ritorno possano essere convogliate dai collettori con un grado di riempimento h/D massimo dell'ordine di $0{,}70 \times D$[2], indicando con h l'altezza idrica della corrente e con D il diametro della tubazione.

In una seconda fase si è proceduto alla verifica della rete dimensionata come ora descritto, adottando il tempo di ritorno T = 30 anni ed accettando valori del grado di riempimento fino a $0{,}85 \times D$.

[2] Centro Studi Deflussi Urbani – Sistemi di fognatura – Manuale di Progettazione – pag. 453 – par. 1.6.2

4.3 Portate meteoriche e dimensionamento dei collettori

Le portate meteoriche che saranno convogliate dai collettori in progetto sono state valutate applicando, per i due tempi di ritorno di 15 e 30 anni, come illustrato in precedenza, il metodo dell'invaso. Unica eccezione è la portata stimata per il collettore di via Falconara, per la cui valutazione si rimanda al successivo par. 5.1.

Preliminarmente, sulla base dei profili longitudinali del terreno, è stato determinato l'andamento altimetrico dei collettori. Come si evince dagli allegati da B.2.2 a B.2.5, i tracciati delle strade al di sotto delle quali si realizzeranno i collettori per acque miste presentano pendenze tali da rendere necessaria la interposizione di salti di fondo in corrispondenza di pozzetti appositamente configurati. Ciò allo scopo di contenere le velocità massime al di sotto di valori dell'ordine di 5,0 m/s[3], in modo da garantire le superfici delle tubazioni, di materiale plastico, dagli effetti abrasivi esercitate dalle correnti idriche.

Nelle tabelle allegate sono riportati i principali dati geometrici ed idraulici relativi alle sezioni di calcolo dei collettori per acque miste, riferite ai nodi dello schema idraulico di **Fig. 2**. In particolare:

- Tab. M1 – Collettore di via Falconara F1 – F; profilo all. B.2.3;
- Tab. M2 – Collettore di via Roccazzo R4 – RC3; profilo all. B.2.4;
- Tab. M3 – Collettore di via Petrulla P8 – PC2; profilo all. B.2.5;
- Tab. M4 – Collettore di via Castellana C5 – CL1; profilo all. B.2.2;
- Tab. M5 – Collettore di viale Leonardo da Vinci L4 – L; profilo all. B.2.1.

Per quanto riguarda quest'ultimo collettore, si evidenzia che in effetti esso al momento della presente progettazione esecutiva risulta realizzato per la quasi totalità del tracciato, a partire dal nodo L4 sino a valle del nodo CL1 di immissione del collettore di via Castellana (v. all. B.2). Nella Relazione Generale (all. A.1) sono illustrate le circostanze che hanno portato alla costruzione di tale collettore in uno con i lavori di realizzazione della linea 2 del Sistema TRAM di Palermo.

[3] Circolare Ministero LL.PP. 7 gennaio 1974, n. 11633 - Servizio Tecnico Centrale - Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto.

Per questo motivo, il profilo che costituisce l'allegato B.2.1 riporta soltanto il tratto terminale del collettore di viale Leonardo da Vinci, che deve essere realizzato sino al manufatto di sfioro.

Come si evince dalla Tab. M5, la portata meteorica complessivamente drenata dalla rete fognaria in progetto risulta pari a 7,03 m³/s per il tempo di ritorno di 15 anni e 8,72 m³/s per il tempo di ritorno di 30 anni.

4.4 Calcolo delle portate nere

La popolazione residente nella zona direttamente servita è stata valutata secondo i criteri esposti al capitolo 2 ed ammonta complessivamente a 9.325 abitanti. A tale valore si devono aggiungere circa 2.200 abitanti serviti da collettori esistenti, tributari del nuovo sistema di opere per quanto attiene alle acque nere e diluite sino a tre volte in tempo di pioggia. Complessivamente la popolazione servita ammonta quindi a 11.525 abitanti

Per il calcolo delle portate nere nelle sezioni d'interesse si è fatto riferimento, oltre che al numero P di abitanti serviti, ai valori della dotazione d e del coefficiente di utilizzazione ϕ.

Come è stato illustrato in dettaglio nella Relazione generale (all. A.1), il valore della dotazione cui ci si è riferiti consegue dai dati forniti dal gestore della rete idrica per l'anno 2012. Tale valore risulta:

$$d = 300 \text{ l/ab}\times\text{g};$$

Al coefficiente di utilizzazione ϕ si è attribuito il valore indicato nel P.A.R.F.:

$$\phi = 0{,}8.$$

La portata nera media Q_n, espressa in l/s, risulta data da:

$$Q_n = \frac{\phi \times d \times P}{86.400} \qquad [5]$$

Nelle tabelle che seguono sono riportati i principali dati geometrici ed idraulici, relativi questi alle portate nere medie valutate in corrispondenza delle sezioni di calcolo dei collettori per acque miste e per acque nere previsti in progetto, riferite ai nodi dello schema idraulico di

Fig. 2. In particolare i collettori sono quelli del seguente elenco, nel quale è riportato il riferimento all'elaborato grafico di progetto nel quale è riportato il profilo longitudinale:

- Tab. N1 – Collettore di via Falconara F1 – F; profilo all. B.2.3;
- Tab. N2 – Collettore di via Roccazzo R4 – RC3; profilo all. B.2.4;
- Tab. N3 – Collettore di via Petrulla P8 – PC2; profilo all. B.2.5;
- Tab. N4 – Collettore di via Castellana C5 – CL1; profilo all. B.2.2;
- Tab. N5 – Collettore di viale Leonardo da Vinci L4 – L; profilo all. B.2.1;
- Tab. N6 – Collettore di via Sabratha; profilo all. B.2.6;
- Tab. N7 – Collettore di via Derna; profilo all. B.2.7;
- Tab. N8 – Collettore di via Massaua; profilo all. B.2.8;

Nelle tabelle, per ciascun tratto, alla portata nera media proveniente da monte è stata sommata quella relativa alla popolazione direttamente gravante, sulla base dei parametri (densità demografica, dotazione, coefficiente di afflusso in fognatura) che sono stati in precedenza illustrati.

Si evidenzia che in corrispondenza del manufatto di viale Leonardo da Vinci perverrà la portata nera relativa all'intera popolazione servita, quindi a 11.525 abitanti, per cui è: Q_n = 32,0 l/s.

Nelle tabelle è riportata la velocità con cui defluirà la portata nera media. In conformità a quanto previsto dalla richiamata Circolare n. 11633/74 del Ministero LL.PP. circa il valore minimo di tale velocità, che non deve di norma essere inferiore ai 50 cm/s, dall'esame dei valori riportati nelle tabelle si evince che in alcuni tratti tale condizione non è verificata e pertanto occorre prevedere sistemi di lavaggio che garantiscano la rimozione di eventuali depositi. A tale scopo si è fatto riferimento a pozzetti di cacciata, distribuiti due sul collettore di via Petrulla, uno sul collettore di via Sabratha, due sul collettore di via Derna, due sul collettore di via Massaua. I pozzetti di cacciata saranno collocati in fregio al rispettivo collettore, nel quale scaricheranno direttamente.

Per il corretto funzionamento di tali dispositivi saranno realizzati i necessari allacci alla rete di distribuzione idrica, mediante i quali sarà alimentato il rubinetto di cui è dotato ciascun pozzetto per il lento riempimento della vasca sino al livello in cui si attuerà l'autoadescamento del sifone ed il conseguente scarico in fognatura del volume idrico di lavaggio.

5 MANUFATTI DI SFIORO

Lo schema della fognatura in progetto comprende la costruzione di tre manufatti di sfioro per lo scarico di portate meteoriche nel Canale Passo di Rigano.

Le portate meteoriche che si prevede di scaricare in corrispondenza dei due manufatti di sfioro da realizzare lungo le vie Falconara e Pandolfini saranno quelle convogliate dal collettore di via Falconara, da costruire, e dal collettore di via Pandolfini, esistente. Per la loro localizzazione, tali manufatti esercitano la funzione di alleggerire il carico idraulico sul collettore di via Roccazzo.

La portata meteorica che verrà scaricata nel Canale Passo di Rigano dal manufatto previsto immediatamente a valle dell'attraversamento di viale Leonardo da Vinci è quella che perverrà a tale manufatto dall'intero sistema fognario progettato.

5.1 Configurazione dei manufatti di sfioro

I manufatti di sfioro, che sono previsti interrati, sono stati configurati in modo da garantire che la portata diluita sino a tre volte la portata nera media gravante su ciascuno sarà convogliata verso la fognatura di valle. Ciò è stato ottenuto assegnando opportunamente le dimensioni e le quote degli elementi caratteristici dei manufatti, cioè delle luci di fondo di alimentazione dei collettori verso la fognatura a valle, delle soglie di sfioro.

In particolare, lo schema prevede che il collettore che alimenta tali manufatti sbocchi in una camera nella quale è collocata una griglia a pulizia manuale: in questo modo si adempie alla specifica indicazione del P.A.R.F. che prevede la grigliatura per le acque provenienti dagli scaricatori di piena. A valle della griglia il collegamento alla fognatura di valle è realizzato mediante una luce di fondo mentre per lo scarico delle acque in tempo di pioggia è prevista una soglia di sfioro presidiata da barre previste al solo scopo di impedire intrusioni dall'esterno.

Il corretto funzionamento dello sfioratore, in relazione alla necessità che le portate sino a tre volte la portata nera media siano integralmente convogliate verso la fognatura di valle, è stato ottenuto mettendo in relazione la capacità di smaltimento della luce di fondo con la quota della soglia sfiorante. Tale aspetto è nel seguito descritto nel dettaglio per il manufatto

di sfioro principale, quello di viale Leonardo da Vinci (v. par. 6.1). Analoghe valutazioni sono state sviluppate relativamente ai manufatti di sfioro minori, di via Falconara e di via Pandolfini.

La costruzione di questi due manufatti di sfioro comporta, oltre alla realizzazione dei relativi scarichi delle acque meteoriche nel canale, la posa del collettore di collegamento tra la fognatura esistente di via Pandolfini e il nuovo collettore di via Roccazzo.

Si è prevista la demolizione di un tratto dei muri esistenti del canale allo scopo di realizzare il collegamento indicato (v. all. B.5.1) e la successiva ricostituzione della sagoma originaria mediante materassi tipo "Reno", con rivestimento anche del fondo in modo da costituire una adeguata protezione in corrispondenza della immissione delle acque meteoriche scaricate. A salvaguardia della integrità della tubazione di collegamento, è previsto che nel tratto sottostante il canale essa sia annegata in un getto di calcestruzzo.

5.2 Portate da scaricare in corrispondenza dei manufatti di sfioro

La valutazione delle portate meteoriche che si prevede di scaricare nel Canale Passo di Rigano mediante i due manufatti previsti lungo le vie Falconara e Pandolfini è stata effettuata avvalendosi del metodo di De Martino che consente di valutare il coefficiente udometrico sulla base della seguente espressione:

$$u = \frac{\varphi \times \psi \times i_T}{360} \qquad [6]$$

nella quale φ è il coefficiente di afflusso, i_T è l'intensità della pioggia considerata, caratterizzata dal tempo di ritorno T, e ψ è il coefficiente di ritardo.

Il valore del coefficiente di ritardo è posto in relazione, da De Martino, all'intensità della pioggia, alla estensione ed alla pendenza media della superficie.

La portata meteorica da scaricare al manufatto di via Falconara è relativa ad un bacino esteso circa 20,0 ha; ad esso si possono attribuire un coefficiente di afflusso $\varphi = 0{,}30$ ed una pendenza media dell'1,5%.

Considerando il tempo di ritorno di 30 anni ed un coefficiente di ritardo $\psi = 0{,}50$, la portata vale $Q = 0{,}96$ m³/s. Tale portata è esposta in Tab. M1.

Analogamente si è proceduto per il calcolo della portata meteorica afferente al manufatto di via Pandolfini. In questo caso si è fatto riferimento ad una superficie scolante estesa 47 ha, ad un coefficiente di afflusso $\varphi = 0,10$ e ad una pendenza media del 5%. Il coefficiente di ritardo risulta quindi $\psi = 0,45$ e la portata $Q = 0,68$ m³/s.

Le portate meteoriche che perverranno al manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci sono quelle esposte in Tab. M5: $Q_{15} = 7,03$ m^3/s per il tempo di ritorno di 15 anni e $Q_{30} = 8,72$ m^3/s per il tempo di ritorno di 30 anni.

Con riferimento a quest'ultimo valore, la portata da scaricare nel Canale Passo di Rigano risulta $Q_s = 8,66$ m³/s. Essa è pari alla portata $Q_{30} = 8,72$ m³/s diminuita della portata diluita $2 \times Q_n = 2 \times 32,0 = 64$ l/s $= 0,06$ m³/s che insieme alla portata nera Q_n sarà convogliata verso la fognatura di valle.

La previsione di immettere nel Canale Passo di Rigano le portate sopra valutate, caratterizzate dal tempo di ritorno di 30 anni, ha richiesto la verifica che le immissioni siano tra esse compatibili con le contemporanee condizioni di deflusso delle portate che potranno impegnare lo stesso canale. La conoscenza di tali condizioni nel canale, peraltro, si è resa necessaria per assegnare quota adeguata alla soglia attraverso la quale si attuerà lo sfioro delle acque meteoriche. Di tali verifiche, effettuate per i tre sfioratori, si dà conto nel seguito relativamente al manufatto di sfioro principale, quello di viale Leonardo da Vinci (v. par. 6.1).

6 I RECAPITI FINALI DELLE PORTATE CONVOGLIATE DALLA FOGNATURA IN PROGETTO

In tempo asciutto le portate nere convogliate dai collettori in progetto raggiungeranno integralmente il manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci dal quale, mediante il tratto di collegamento appositamente previsto, raggiungeranno a valle il collettore esistente di viale Leonardo da Vinci e proseguiranno il loro deflusso nella fognatura cittadina.

In occasione di eventi meteorici, le portate diluite oltre tre volte le portata nera media che raggiungeranno i tre manufatti di sfioro previsti verranno scaricate nel Canale Passo di Rigano. In particolare, il manufatto di sfioro previsto a valle dell'intero sistema fognario in progetto, in corrispondenza della viale Leonardo da Vinci, risulta il più impegnativo dal punto di vista idraulico, dato che potrà ricevere, per il tempo di ritorno di 30 anni, portate di origine meteorica sino a 8,72 m^3/s

Nel seguito viene illustrata la verifica idraulica effettuata per accertare il corretto funzionamento del canale emissario del manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci. Successivamente viene esposta la verifica della capacità di convogliamento del collettore esistente di viale Leonardo da Vinci nei confronti della portata diluita che potrà esservi conferita dal sistema fognario in progetto.

6.1 Verifica idraulica del manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci

Il manufatto di sfioro di viale Leonardo da Vinci è stato dimensionato per il convogliamento integrale delle portate nere e diluite sino a tre volte verso la fognatura cittadina a valle e per lo scarico nel Canale Passo di Rigano delle portate diluite, in tempo di pioggia, con grado di diluizione superiore a tre volte la portata nera media.

La verifica di cui si dà conto in questo paragrafo è volta ad accertare che il convogliamento delle portate sfiorate in tempo di pioggia nel breve canale di scarico risulti idraulicamente libero, quindi non rigurgitato da valle, in coincidenza del contemporaneo deflusso di portate meteoriche nel Canale Passo di Rigano.

La verifica prende le mosse dalle caratteristiche (quota e dimensioni) assegnate alla luce di fondo che alimenta il collettore di collegamento verso la fognatura di valle, caratteristiche dalle quali dipende la quota della soglia che alimenta il canale emissario delle portate meteoriche verso il Canale Passo di Rigano.

Per la geometria e le quote dei manufatti si veda l'allegato B.5.4 - Manufatto di grigliatura e sfioro di viale Leonardo da Vinci.

È già stato esposto che la portata da scaricare nel Canale Passo di Rigano: Q_s = 8,66 m³/s. Alla luce di fondo, che risulterà sottobattente, sono state assegnate dimensioni 30×30 cm×cm ed il ciglio inferiore è stato posto a quota 59,55 m s.m.. Considerando un coefficiente di velocità cv = 0,98 ed un coefficiente di contrazione cc = 0,62 il coefficiente di efflusso risulta μ = 0,608 ed il livello idrico a monte della luce sottobattente è pari a 0,34 m, corrispondente alla quota di 59,55+0,34=59,89 m s.m. Pertanto, allo scopo di garantire che le portate sino a tre volte la portata nera media (quindi anche le punte in tempo asciutto) siano convogliate verso la fognatura a valle, la soglia di alimentazione del canale di scarico è stata posta a quota 59,90 m s.m..

Sulla soglia di alimentazione del canale di scarico, la cui lunghezza di 3,00 m è pari alla larghezza del canale di scrico verso il Passo di Rigano, è prevista una griglia grossolana fissa, con barre verticali spesse 10 mm e distanziate di 100 mm. Il carico h_s sulla soglia è valutato mediante la:

$$h_s = \sqrt[3]{\left(\frac{q_s}{\mu_s l_s}\right)^2 \Big/ 2g}$$

nella quale:

- la portata da sfiorare è la portata da scaricare nel Canale Passo di Rigano: $q_s = Q_s$ = 8,66 m³/s;
- il coefficiente di efflusso μ_s vale 0,385;
- la lunghezza della soglia è l_s = 3,00 m;
- g è l'accelerazione di gravità (9,81 m/s^2).

Risulta h_s = 1,52 m e pertanto il carico totale a monte della soglia sarà a quota 59,90+1,52 = 61,42 m s.m..

La perdita di carico Δh in corrispondenza della soglia per effetto della presenza della griglia si può valutare utilizzando la seguente espressione (Kirschmer):

$$\Delta h = K\left(\frac{s}{d}\right)^{4/3}\frac{v^2}{2g}\text{sen}\alpha$$

nella quale:

- K è il coefficiente di forma delle barre, nel nostro caso pari a 2,42 per barre a spigolo vivo;
- s (m) è lo spessore delle barre, pari a 10 mm;
- d (m) è la distanza libera tra le barre, pari a 100 mm;
- g è l'accelerazione di gravità;
- v è la velocità media di imbocco valutata sulla larghezza al lordo delle barre;
- α è l'angolo di inclinazione della griglia rispetto all'orizzontale (senα = 1 nel caso di barre verticali).

Per la portata Q_s = 8,6 m³/s la velocità media risulta:

$$v = \frac{8,6}{3,00\times 1,52} = 1,89\text{m/s}$$

In definitiva la perdita di carico in corrispondenza della griglia vale: Δh = 0,02 m.

Il carico totale a valle della griglia sulla soglia sarà a quota 61,42-0,02 = 61,40 m s.m., corrispondente ad una energia valutata rispetto al fondo pari a 1,50 m. Con tale energia la corrente si muoverà con tirante idrico h =1,21 m e velocità media 2,38 m/s.

Nel tratto di emissario sino al Canale Passo di Rigano, lungo circa 11,00 m, si può ipotizzare che il carico totale si mantenga invariato in considerazione del dislivello di 10 cm esistente tra le quote di fondo della sezione di monte (59,90 m s.m.) e la sezione di valle (59,80 m s.m.). Tale ipotesi è certamente prudenziale vista la brevità del tratto ed il valore limitato della velocità della corrente.

Pertanto, la portata Q_s = 8,66 m³/s da scaricare si presenterà sulla sezione di sbocco nel Canale Passo di Rigano con carico totale: E_s = 61,40 m s.m.

In tale sezione, il Canale Passo di Rigano ha sezione rettangolare coperta, con larghezza 7,00 m ed altezza 4,30 m; la pendenza longitudinale risulta dell'1,3%.

Come precisato al capitolo 6, per le presenti valutazioni si è tenuto conto di eventi di piena caratterizzati da una frequenza media secolare; si è perciò fatto riferimento, alla portata Q_{100} = 23,7 m³/s. Nella ipotesi, ragionevolmente realizzabile vista la distanza tra le immissioni lungo il Canale Passo di Rigano e la regolarità delle sezioni, che nel tratto di canale in esame si verifichino condizioni di moto uniforme, è stata valutata la corrispondente altezza idrica della corrente.

Assegnata la scabrezza k=56 $m^{1/3}$/s (Gauckler, pareti di cemento non intonacate, qualche deposito sul fondo), l'altezza di moto uniforme è risultata: h_o = 0,74 m. La corrispondente velocità media della corrente e v_o= 4,58 m/s e pertanto l'energia specifica risulta e_o = 1,81 m.

In termini di quota assoluta, poichè il fondo del Canale Passo di Rigano in corrispondenza della prevista immissione è a quota 59,50 m s.m, il carico totale della corrente che defluisce con portata Q_{100} = 23,7 m³/s risulta: E_{PR} = 1,81 + 59,50 = 61,31 m s.m.

Dal confronto tra il carico totale della portata defluente nel Canale Passo di Rigano E_{PR} = 61,31 m s.m. e quello della portata da scaricare E_s = 61,40 m s.m. si evidenzia che quest'ultima risulta maggiore. Inoltre, per la scelta di conferire al canale emissario una direzione poco discosta da quella del Canale Passo di Rigano (angolo di incidenza circa 30°) si attuerà la circostanza favorevole che la quantità di moto delle portate da scaricare verrà quasi integralmente conservata.

Peraltro, si consideri che nel calcolo di verifica effettuato la portata da scaricare è quella valutata per il tempo di ritorno di 30 anni mentre per il Canale Passo di Rigano è stata presa a riferimento la portata con tempo di ritorno 100 anni, certamente molto maggiore della corrispondente portata con tempo di ritorno di 30 anni.

Inoltre, si sottolinea che la fognatura in progetto recapiterà nel Canale Passo di Rigano deflussi del bacino sotteso dallo stesso canale e per questo motivo in corrispondenza della

sezione di scarico le portate defluenti nello stesso canale saranno significativamente più contenute di quelle originariamente previste per il dimensionamento dello stesso.

Per tali motivi, appare certamente garantito il corretto funzionamento del canale emissario in occasione anche di eventi meteorici particolarmente gravosi come quelli posti a base del calcolo di verifica.

6.2 Tratto di collegamento al collettore esistente di viale Leonardo da Vinci

Il tratto di collegamento alla rete fognaria a valle del manufatto di viale Leonardo da Vinci sarà realizzato con la tecnica del microtunnelling, con diametro DN400 mm e risulterà lungo 302 m. La tubazione è prevista di grès ceramico con caratteristiche adeguate alla particolare modalità di posa. La pendenza è fissata pari al 5‰.

Le caratteristiche del moto in corrispondenza della portata massima $3\times Q_n$ = 96,0 l/s sono le seguenti: h_o = 0,20 m; h_o/D = 0,50; v_o = 1,5 m/s.

La velocità minima in corrispondenza della portata media Q_n =32 l/s è pari a v_o = 1,1 m/s, quindi maggiore del valore minimo di riferimento (0,5 m/s).

6.3 Verifica della capacità di convogliamento del collettore esistente di viale Leonardo da Vinci

Il collettore esistente in viale Leonardo da Vinci a valle del Canale Passo di Rigano, come si evince dai rilievi della fognatura cittadina citati nella Relazione Generale e come è riportato nella tavole di progetto (all. B.2.9 e all. B.4.6), è costruito in calcestruzzo, ha sezione troncovoidale 50×80 cm×cm e pendenza pari a circa l'1,5%. Sulla base di tali dati geometrici ed ipotizzando che il collettore sia in discrete condizioni, si è stimato che la capacità di convogliamento attuale sia dell'ordine di 550 l/s, con velocità media di deflusso di 2,14 m/s. Tale valutazione è stata effettuata fissando per il collettore esistente il grado di riempimento pari all'80%, al quale corrisponde una altezza di moto uniforme di 0,64 m. La capacità di convogliamento del collettore esistente risulta quindi molto superiore (oltre 5 volte) alla portata di 96 l/s che in tempo di pioggia vi perverrà da monte.

7 INTERVENTO NEL CANALE PASSO DI RIGANO IN CORRISPONDENZA DEL VIALE REGIONE SICILIANA

7.1 Attitudini idrauliche del Canale Passo di Rigano

L'intervento di risagomatura del tratto del Canale Passo di Rigano in corrispondenza del viale Regione Siciliana è stato inserito tra i lavori previsti nel presente progetto in relazione ai contenuti della nota dell'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente in data 07/06/2011 prot. 38054. In tale nota, il Dipartimento Regionale dell'Ambiente Servizio 3 ha rilasciato parere positivo sul progetto degli interventi di "Razionalizzazione della fognatura della zona compresa tra la via Castellana ed il Canale Passo di Rigano", a condizione che l'Amministrazione provveda a proporre una soluzione tecnica volta a superare la criticità indotta dal restringimento della sezione del canale a monte dell'attraversamento della via Regione Siciliana, al fine di garantire il convogliamento della portata di 104 m³/s, riservandosi inoltre di esaminare tale soluzione per valutarne la compatibilità idraulica.

Il tratto del Canale Passo di Rigano in argomento è quello localizzato sotto la vecchia sede stradale del viale Regione Siciliana, che coincide con la corsia centrale in direzione Trapani nella attuale configurazione della circonvallazione di Palermo. Nella "Relazione sull'assetto idrologico" della Protezione Civile (aprile 2006) era stato esaminato anche questo tratto del Canale Passo di Rigano e le relative valutazioni idrauliche avevano portato a calcolare in 95,7 m³/s la portata massima convogliabile, con franco nullo, in corrispondenza della sezione parzialmente ostruita. Tale valore era stato calcolato attribuendo alla sezione il valore del coefficiente di scabrezza (Bazin) $\gamma = 0{,}4\ m^{1/2}$ adottato al momento della progettazione del canale.

Il valore di portata sopra esposto è risultato inferiore alla portata di piena determinata nello studio idrologico-idraulico sviluppato per la redazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico - Bacino Idrografico del Fiume Oreto (039), Area Territoriale tra il bacino del Fiume Oreto e Punta Raisi (040). In questo studio, con riferimento al tempo di ritorno di 50 anni, fu determinata la portata di 104 m³/s.

Nel corso dell'iter approvativo, l'Ufficio del Genio Civile di Palermo, competente ad esprimere parere tecnico sul progetto delle opere del presente progetto, aveva chiesto approfondimenti volti ad acquisire maggiore consapevolezza circa le attitudini idrauliche del Canale Passo di Rigano a convogliare le portate che si prevede di scaricare in esso attraverso appositi manufatti di sfioro, nelle attuali condizioni dell'opera, realizzata dopo l'alluvione di Palermo del 1931 e proporzionata in base ad un assetto del territorio notevolmente diverso dall'attuale. In quella occasione per quanto riguarda la capacità di convogliamento si fece riferimento allo studio della Protezione Civile già citato, affermando che la portata massima di 95 m³/s era *non dissimile* da quella determinata per il tempo di ritorno di 50 anni (Q_{50} = 104,0 m³/s), nelle indagini idrologiche effettuate in occasione della revisione del Piano Straordinario per l'assetto idrogeologico della Sicilia e che pertanto ciò garantiva la sufficienza idraulica del Canale Passo di Rigano per eventi meteorici caratterizzati dal tempo di ritorno di 50 anni.

Con la nota prot. 38054 in data 07/06/2011 il Dipartimento Regionale dell'Ambiente Servizio 3 ha affermato di non condividere tale conclusione, ritenendo che la apparente sufficiente idraulica risulti in effetti compromessa dalla restrizione determinata dalle condotte AMAP e che tale circostanza determini un limite nella realizzazione dell'intervento in progetto.

Dall'esigenza di ottemperare alla richiesta di individuare la soluzione tecnica per superare tale criticità deriva l'intervento di risagomatura del tratto del Canale Passo di Rigano in corrispondenza del viale Regione Siciliana che nel seguito si illustra.

7.2 Individuazione del tratto del Canale Passo di Rigano

Il tratto del Canale Passo di Rigano oggetto dell'intervento previsto allo scopo di adeguarne la capacità di convogliamento alla portata Q_{50} = 104,0 m³/s è individuato nelle planimetrie dell'allegato B.6.1. Nelle sezioni dell'allegato B.6.2 è rappresentato schematicamente l'andamento longitudinale del tratto nel suo stato attuale, con la posizione delle condotte AMAP e la localizzazione a valle della confluenza del canale Mortillaro. Nella

stessa figura è evidenziato il tratto A-B corrispondente alla vecchia sede stradale, interessato dalla presenza di due condotte dell'AMAP che occupano la parte superiore della sezione.

7.3 Stato attuale del tratto in esame

Allo scopo di definire l'intervento, nel corso dell'iter approvativo del progetto definitivo si è proceduto ad effettuare una ispezione del tratto di canale nel quale intervenire e si sono raccolte le informazioni rese disponibili dalla Protezione Civile comunale.

Nel corso della ricognizione effettuata il 17 ottobre 2011 si è proceduto ad un rilievo di dettaglio del tratto canale. Esso è caratterizzato a monte della vecchia sede stradale dalla sezione trasversale rettangolare indicata come sezione tipo 1 nell'allegato B.6.3. In corrispondenza dello spartitraffico centrale il Canale Passo di Rigano assume la sezione composta indicata come sezione tipo 2 nell'allegato B.6.3. I due muri che delimitano tale sezione sono strutturalmente indipendenti, essendo le suole di fondazione tra esse distanti e lo spazio tra esse risulta ricolmato e rivestito con un manto di calcestruzzo semplice.

Si è accertato inoltre che in corrispondenza dell'inizio del tratto con il rivestimento originario (sezione A nella sezione longitudinale dello stato attuale dell'allegato B.6.2) è localizzato un salto di fondo con altezza pari a 0,40 m.

Il tratto di canale corrispondente alla vecchia sede stradale del viale Regione Siciliana è lungo 22,15 m e, per quanto riguarda le pareti ed il fondo, si presenta nelle condizioni originarie del canale prima che venisse coperto, con rivestimento in pietrame.

La copertura del canale è costituita da un solaio pieno nervato, con travi alte 65 cm al di sotto dell'intradosso del solaio. Nel tratto di monte è stata rilevata un'altezza libera, al di sotto delle travi, pari a 3,00 m. Tale altezza, per effetto del salto di fondo, risulta di 3,40 m.

L'altezza libera al di sotto dei tubi è pari a 2,10 m.

Come rilevato dalla Protezione Civile comunale in occasione della ricognizione effettuata nel giugno 2011, a valle del tratto in argomento è in corso un processo di erosione del fondo del Canale Passo di Rigano che si sta estendendo verso monte. Tale fenomeno ha comportato

la rimozione del riempimento tra le fondazioni dei due muri ed il conseguente progressivo cedimento del rivestimento centrale in cls. Il fronte di tale fenomeno in atto è localizzato poco a valle del tratto con i tubi AMAP.

7.4 L'intervento da attuare

L'intervento da attuare nel tratto del Canale Passo di Rigano è volto ad aumentare la capacità di convogliamento in modo da garantire il deflusso verso valle di portate sino a 104,0 m^3/s, valore quest'ultimo caratterizzato dal tempo di ritorno di 50 anni.

Per ottenere tale risultato si è previsto un intervento di risagomatura della sezione che comporta l'abbassamento della quota del fondo del canale nella zona compresa tra le due suole di fondazione dei muri. L'allargamento della sezione sarà ottenuto rimuovendo il materiale presente sino al piano di imposta delle fondazioni dei muri di sponda e realizzando una savanella in cemento armato previa regolarizzazione del fondo con apposito getto di magrone,

Come indicato nella sezione tipo 3 dell'allegato B.6.3, si prevede di realizzare la savanella a sagoma trapezia, , con sezione libera di larghezza di base 2,30 m e altezza 0,60 m, con sponde inclinate 1:1. Nella sezione longitudinale di progetto riportata nell'allegato B.6.2 si vede che il tratto per il quale è prevista la risagomatura è lungo 16,15 m ed all'interno di esso, ovviamente, sono localizzati i due tubi AMAP. In corrispondenza di questi l'altezza libera risulterà, ad intervento effettuato, pari a 2,70 m. Questo tronco di canale, dotato della pendenza corrente del Canale Passo di Rigano pari all'1,25%, sarà raccordato a monte da un breve scivolo, lungo 6,00 m, con cui si realizzerà un abbassamento di 1,00 della quota di fondo nella sola zona centrale del canale, dando origine alla savanella. L'altezza di questa risulterà pari a 0,60 m poiché lo scivolo comprenderà il salto di fondo di 0,40 m esistente, già segnalato.

Verso valle, a partire dalla sezione B (allegato B.6.2) il raccordo del fondo sarà ottenuto assegnando alla sola savanella la pendenza dello 0,25%, in modo che i 60 cm di altezza, sulla base della differenza dell'1% tra le pendenze della savanella e delle due golene residue, si annullano in 60 m. Al termine di tale raccordo si è previsto di realizzare una soglia di fondo

allo scopo di stabilizzare definitivamente le quote di fondo del canale sistemato, in relazione al fenomeno di erosione in corso. In tal senso, le opere in progetto costituiscono elemento di salvaguardia della stabilità del canale nei confronti del fenomeno di erosione in corso.

7.5 Valutazioni idrauliche

Il canale passo di Rigano fu realizzato, nel tratto interessato dall'intervento, con pendenza longitudinale pari all'1,25% e nelle valutazioni di carattere idraulico svolte per la sua progettazione si fece riferimento al coefficiente di scabrezza γ (Bazin) pari a 0,4 $m^{1/2}$. Come evidenziato in precedenza, allo stesso valore si fece riferimento nella "Relazione sull'assetto idrologico" della Protezione Civile (aprile 2006), quando in relazione alla ostruzione in corrispondenza dei tubi AMAP si valutò la portata massima convogliabile. Pertanto, nelle valutazioni idrauliche esposte nel seguito si è fatto riferimento allo stesso valore del coefficiente di scabrezza.

Come richiesto dall'Assessorato al Territorio, le successive valutazioni di carattere idraulico per determinare le caratteristiche della corrente sono state sviluppate con riferimento alla portata di 104 m³/s, caratterizzata dal tempo di ritorno di 50 anni, che, secondo le valutazioni di carattere idrologico sviluppate per la redazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico - Bacino Idrografico del Fiume Oreto (039), Area Territoriale tra il bacino del Fiume Oreto e Punta Raisi (040), può defluire nel Canale Passo di Rigano a valle dell' immissione del canale Mortillaro.

A monte della sezione A indicata nelle sezioni longitudinali dell'allegato B.6.2, la portata di 104 m³/s viene convogliata in moto uniforme con tirante idrico h_o = 2,19 m.

L'altezza critica k per la sezione rettangolare (sezione tipo 1) è data da:

$$k = \sqrt[3]{\frac{Q^2}{gl^2}}$$

nella quale l è la larghezza (l = 5,90 m) e g è l'accelerazione di gravità (g = 9,81 m/s²). Per la portata di 104 m³/s essa risulta k = 3,16 m e pertanto il deflusso ha le caratteristiche della corrente veloce.

In corrispondenza del tratto risagomato, la sezione trasversale è quella indicata come sezione tipo 3 nell'allegato B.6.3. Adottando gli stessi valori prima esposti per i parametri idraulici, si ricava che la portata di 104 m³/s verrà convogliata con altezza di moto uniforme h_o = 2,44 m, a fronte di un'altezza libera, al di sotto dei tubi, di 2,70 m. In tal modo si realizzerà un franco idraulico di 0,26 cm, pari a circa il 10% dell'altezza libera. In questo tratto la stessa portata defluirà con velocità v_o = 8,1 m/s ed energia specifica e_o = 5,77 m.

Si è inoltre verificato che al ridursi del franco sino all'annullamento la portata potrebbe arrivare in condizioni di moto uniforme al valore di circa 124 m³/s.

Si riepilogano di seguito le caratteristiche idrauliche che si caratterizzeranno la corrente nei vari tratti del canale risagomato in occasione del deflusso della portata di 104 m³/s.

1° tratto - a monte della sezione A

Sezione rettangolare esistente (sezione tipo 1) - larghezza 5,90 m

La portata di 104 m³/s viene convogliata in moto uniforme con tirante idrico h_o = 2,19 m (energia specifica e_o = 5,43 m - velocità v_o = 8,1 m/s).

2° tratto - tra le sezioni A e A1

Tratto di raccordo (lunghezza 6,00 m) tra la sezione rettangolare (sezione tipo 1) e la sezione composta di progetto (sezione tipo 3), con altezza variabile da 0,00 m ad 1,00 m della savanella centrale.

Nella sezione di monte l'energia E_m riferita alla sezione di valle è:

$E_m = e_m + 1{,}00 = 5{,}43 + 1{,}00 = 6{,}43$ m.

Ipotizzando che nel tratto, di breve lunghezza e gradualmente raccordato, vi sia una perdita di carico del 10%, l'energia a valle E_v sarà:

$E_v = e_v = 6{,}43 \times 90\% = 5{,}87$ m.

Il tirante idrico corrispondente a tale energia vale h_v = 2,42 m.

3° tratto - tra le sezioni A1 e B

Sezione composta di progetto (sezione tipo 3) con fondo ribassato di 0,60 m.

Condizioni di moto uniforme:

h_o = 2,44 m, v_o = 8,1 m/s, e_o = 5,77 m.

Come si vede il tirante e l'energia coincidono praticamente con i corrispondenti valori prima calcolati a valle del raccordo. Si formerà un tronco di corrente veloce ritardata.

4° tratto - tra le sezioni B e C

Tratto di raccordo (lunghezza 60,00 m) tra la sezione composta di progetto (sezione tipo 3) e la sezione composta esistente (sezione tipo 2), con altezza variabile da 1,00 m a 0,00 m della savanella centrale, pendenza del fondo pari allo 0,25%.

Nella sezione di monte l'energia E_m riferita alla sezione di valle è:

$E_m = e_m + 0,15 = 5,77 + 0,15 = 5,92$ m - (v_m = 8,1 m/s).

Ipotizzando che nel tratto, in relazione alla lunghezza del raccordo, la perdita di carico si compensi con la differenza di quota tra le sezioni (0,15 m):

$E_v = e_v$ = 5,77 m.

Il tirante idrico corrispondente a tale energia vale h_v = 1,97 m - (v_v = 8,64 m/s).

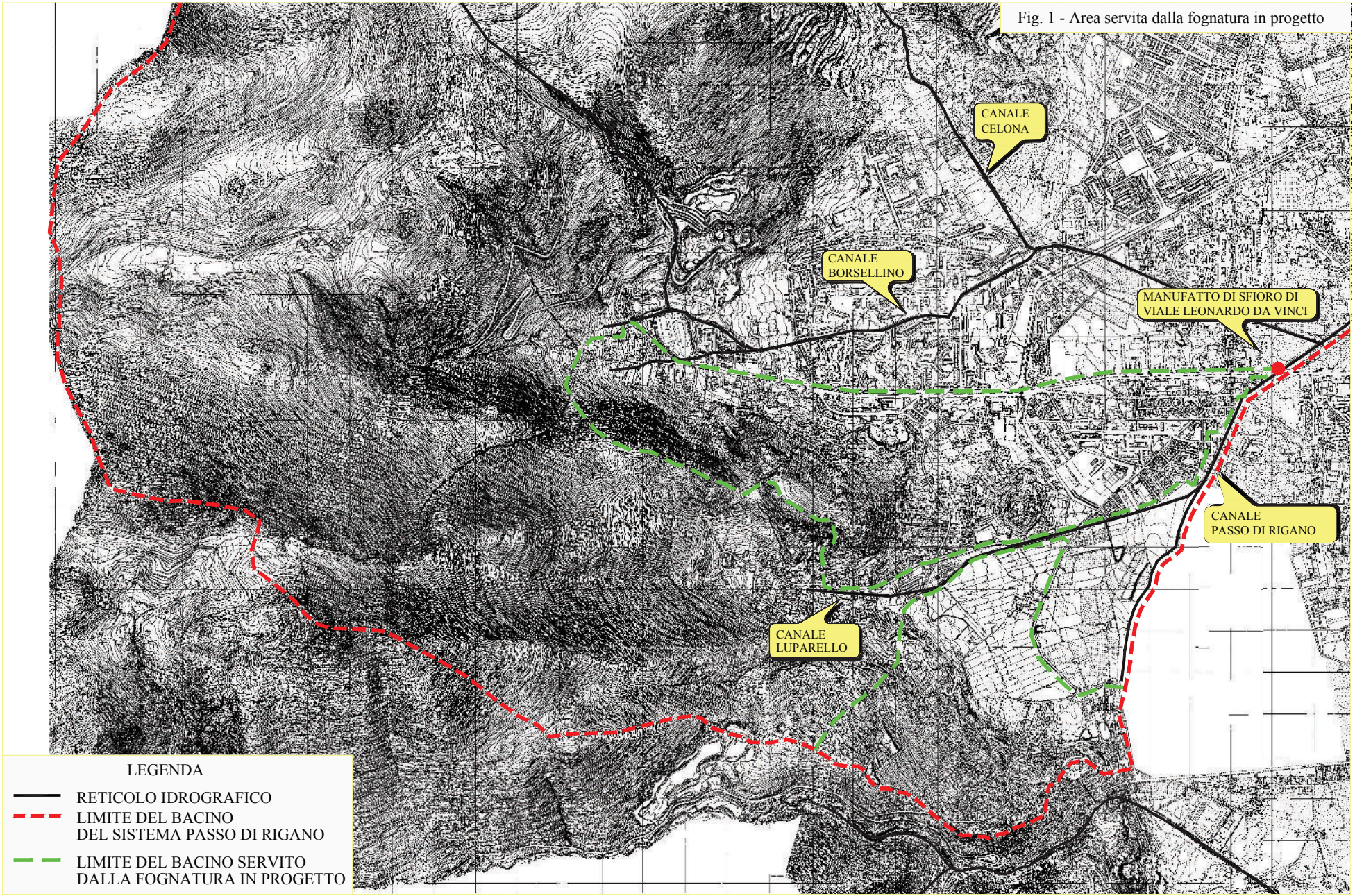
5° tratto - a valle della sezione C

Il canale è caratterizzato dalla sezione trasversale composta esistente (sezione tipo 2).

In moto uniforme, per Q = 104 m³/s è: h_o = 2,10 m, v_o = 8,1 m/s, e_o = 5,41 m.

Poichè nella sezione iniziale il tirante idrico sarà pari a 1,97 m, con energia maggiore della e_o, si formerà un tronco di corrente veloce ritardata, che raggiungerà in breve spazio le condizioni di moto uniforme.

Fig. 1 - Area servita dalla fognatura in progetto



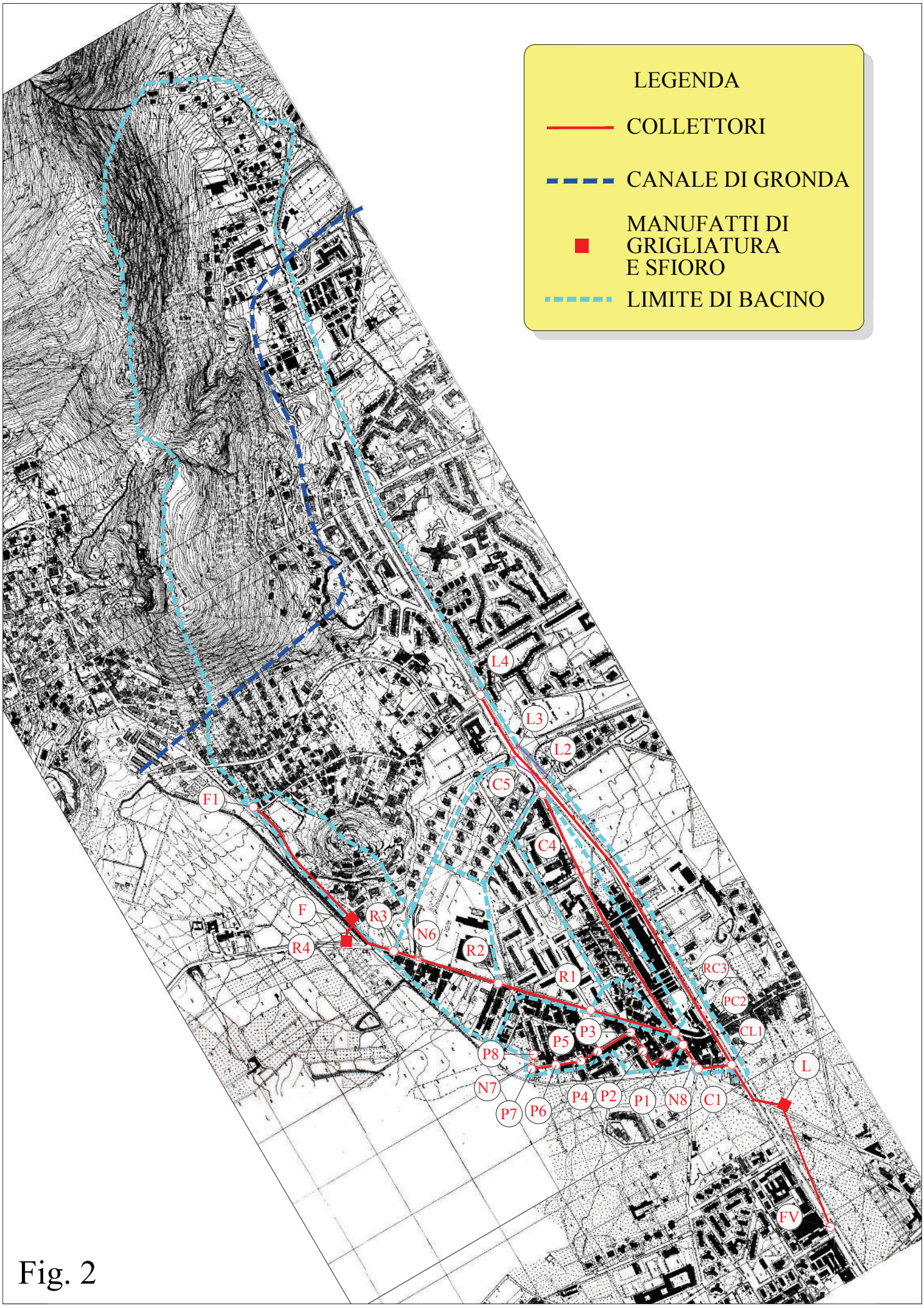

LEGENDA
COLLETTORI
CANALE DI GRONDA
MANUFATTI DI GRIGLIATURA E SFIORO
LIMITE DI BACINO
L4
L3
L2
C5
C4
F1
F
R3
R4
N6
R2
R1
RC3
PC2
CL1
P3
P5
P8
N7
P7
P6
P4
P2
P1
N8
C1
L
FV

Fig. 2

Tab. N1 - Collettore di via Falconara

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]	pop. progr. [ab]	Qn [l/s]	Vn [m/s]
F1-F	496	0,015	Ø630	-	-	1.100	1.100	3,06	0,671

Tab. N2 - Collettore di via Roccazzo

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]	pop. progr. [ab]	Qn [l/s]	Vn [m/s]
F						1.100			
R4						1.100			
R4 - R3	74	0,005	Ø400	0,50	140	70	2.270	6,31	0,700
N6						**42**			
R3 - R2	318	0,010	Ø400	1,60	140	224	2.536	7,04	0,918
R2 - R1	271	0,010	Ø800	9,20	140	1.288	3.824	10,62	0,946
R1 - RC3	258	0,010	Ø1.000	9,90	100	990	4.814	13,37	0,985

Tab. N3 - Collettore di via Petrulla - via Asmara - via Dogali - via Adua

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]		Qn [l/s]	Vn [m/s]
P8 - P7	32	0,024	Ø315	0,42	140	59	59	0,16	0,403
N7						**115**			
P7 - P6	70	0,015	Ø315	0,12	140	17	191	0,53	0,501
P6 - P5	64	0,030	Ø400	0,69	140	97	288	0,80	0,699
P5 - P4	56	0,030	Ø400	0,36	140	50	338	0,94	0,730
P4 - P3	114	0,010	Ø630	0,65	140	91	429	1,19	0,507
P3 - P2	72	0,020	Ø630	0,24	140	34	463	1,29	0,660
P2 - P1	90	0,005	Ø630	0,08	140	11	474	1,32	0,406
P1 - PC2	56	0,005	Ø800	0,39	140	55	529	1,47	0,412

Tab. N4 - Collettore di via Castellana

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]		Qn [l/s]	Vn [m/s]
C5 - C4	270	0,020	Ø500	2,70	140	378			
C4 - RC3	550	0,010	Ø800	4,00	140	560	938	2,61	0,620
RC3						4.814			
RC3 - PC2	34	0,005	Ø1.500	1,10	140	154	5.906	16,41	0,772
PC2						529			
N8						**144**			
PC2 - C1	90	0,005	Ø1.500	5,00	140	700	7.279	20,22	0,826
C1 - CL1	105	0,005	Ø1.500	1,00	140	140	7.419	20,61	0,831

Tab. N5 - Collettore di via Leonardo da Vinci

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]		Qn [l/s]	Vn [m/s]
				22,15	100	2.215			
				27,02	70	1.891	4.106	11,41	
							4.106	11,41	
CL1						7.419	11.525	32,01	
CL1 - L	148	0,005	Ø2.000						

Tab. N6 - Collettore di via Sabratha

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]	pop. progr. [ab]	Qn [l/s]	Vn [m/s]
1 - N1	64	0,005	Ø315	0,30	140	42	**42**	0,12	0,274

Tab. N7 - Collettore da via Derna a via Petrulla

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]		Qn [l/s]	Vn [m/s]
1 - 2	8	0,035	Ø315	0,25	140	35	35	0,10	0,395
2 - 4	20	0,035	Ø315		140	0	35	0,10	0,395
4 - 6	61	0,035	Ø315		140	0	35	0,10	0,395
6 - 10	87	0,040	Ø315		140	0	35	0,10	0,415
10 - 12	46	0,030	Ø315	0,29	140	40	75	0,21	0,477
12 - 15	74	0,020	Ø315	0,29	140	40	115	0,32	0,477
15 - 17	50	0,020	Ø315		140	0	115	0,32	0,477
17 - N2	10	0,010	Ø315		140	0	**115**	0,32	0,371

Tab. N8 - Collettore di via Massaua - via Sciara Sciat - via Salernitano - via Agordat

tratto	lunghezza [m]	pendenza	sez. circolare PEAD	S_{parz} [Ha]	densità [ab/Ha]	popolaz. [ab]		Qn [l/s]	Vn [m/s]
1 - 3	50	0,055	Ø315	0,14	140	20	20	0,06	0,401
3 - 7	92	0,022	Ø315	0,35	140	49	69	0,19	0,417
7 - 10	56	0,010	Ø315	0,19	140	27	96	0,27	0,353
10 - 13	90	0,015	Ø315	0,12	140	17	113	0,31	0,425
13 - 16	90	0,005	Ø315	0,00	140	0	113	0,31	0,291
16 - N3	30	0,010	Ø315	0,22	140	31	**144**	0,40	0,399

Tab. M1 - Collettore di via Falconara

tratto	lunghezza [m]	pendenza	S_{parz} [Ha]	φ_{parz}	sezione circolare PEAD liscio	T = 15 anni u [l/s×Ha]	T = 15 anni Q [m³/s]	T = 15 anni grado di riempimento	T = 15 anni v [m/s]	T = 30 anni u [l/s×Ha]	T = 30 anni Q [m³/s]	T = 30 anni grado di riempimento	T = 30 anni v [m/s]
F1-F	496	0,015	20,00	0,30	DN630	41	0,83	0,71	3,9	48	0,96	0,80	3,9

Tab. M2 - Collettore di via Roccazzo

tratto	lunghezza [m]	pendenza	S_{parz} [Ha]	φ_{parz}	sezione circolare PEAD liscio	T = 15 anni u [l/s×Ha]	T = 15 anni Q [m³/s]	T = 15 anni grado di riempimento	T = 15 anni v [m/s]	T = 30 anni u [l/s×Ha]	T = 30 anni Q [m³/s]	T = 30 anni grado di riempimento	T = 30 anni v [m/s]
R4 - R3	74	0,005	0,50	0,21	DN400	19	0,01	0,22	0,8	25	0,01	0,25	0,9
R3 - R2	318	0,010	7,60	0,21	DN400	19	0,15	0,53	2,2	24	0,20	0,63	2,3
R2 - R1	271	0,010	9,50	0,80	DN800	82	1,44	0,70	3,8	102	1,79	0,87	3,9
R1 - RC3	258	0,010	9,90	0,72	DN1.000	95	2,61	0,70	4,4	117	3,23	0,86	4,5

Tab. M3 - Collettore di via Petrulla - via Asmara - via Dogali - via Adua

tratto	lunghezza [m]	pendenza	S_{parz} [Ha]	φ_{parz}	sezione circolare PEAD liscio	T = 15 anni u [l/s×Ha]	T = 15 anni Q [m³/s]	T = 15 anni grado di riempimento	T = 15 anni v [m/s]	T = 30 anni u [l/s×Ha]	T = 30 anni Q [m³/s]	T = 30 anni grado di riempimento	T = 30 anni v [m/s]
P8 - P7	32	0,024	0,42	0,80	DN315	162	0,07	0,41	2,5	199	0,08	0,46	2,7
P7 - P6	70	0,015	0,12	0,80	DN315	157	0,09	0,53	2,2	193	0,10	0,60	2,3
P6 - P5	64	0,030	0,83	0,80	DN400	165	0,23	0,49	3,7	204	0,28	0,56	3,9
P5 - P4	56	0,030	0,71	0,80	DN400	166	0,35	0,64	4,1	204	0,43	0,75	4,2
P4 - P3	114	0,010	0,84	0,80	DN630	158	0,46	0,55	2,9	194	0,57	0,62	3,1
P3 - P2	72	0,020	0,36	0,80	DN630	155	0,51	0,47	3,9	191	0,63	0,53	4,1
P2 - P1	90	0,005	0,08	0,80	DN630	147	0,49	0,73	2,3	180	0,60	0,90	2,2
P1 - PC2	56	0,005	0,61	0,80	DN800	146	0,58	0,49	2,4	178	0,71	0,55	2,5

Tab. M4 - Collettore di via Castellana

tratto	lunghezza [m]	pendenza	S_{parz} [Ha]	φ_{parz}	sezione circolare PEAD liscio	T = 15 anni u [l/s×Ha]	T = 15 anni Q [m³/s]	T = 15 anni grado di riempimento	T = 15 anni v [m/s]	T = 30 anni u [l/s×Ha]	T = 30 anni Q [m³/s]	T = 30 anni grado di riempimento	T = 30 anni v [m/s]
C5 - C4	270	0,020	2,70	0,80	DN500	145	0,39	0,54	3,6	176	0,48	0,61	3,8
C4 - RC3	550	0,010	4,00	0,80	DN800	141	1,29	0,64	3,8	172	1,57	0,75	3,9
RC3 - PC2	34	0,005	28,60	0,61	DN1.500	106	3,98	0,57	3,9	132	4,96	0,65	4,1
PC2 - C1	90	0,005	5,00	0,80	DN1.500	107	4,56	0,62	4,0	133	5,67	0,72	4,1
C1 - CL1	105	0,005	1,00	0,80	DN1.500	105	4,59	0,62	4,0	130	5,69	0,73	4,1

Tab. M5 - Collettore di via Leonardo da Vinci

tratto	lunghezza [m]	pendenza	S_{parz} [Ha]	φ_{parz}	sezione circolare PEAD liscio	T = 15 anni u [l/s×Ha]	T = 15 anni Q [m³/s]	T = 15 anni grado di riempimento	T = 15 anni v [m/s]	T = 30 anni u [l/s×Ha]	T = 30 anni Q [m³/s]	T = 30 anni grado di riempimento	T = 30 anni v [m/s]
L4 - L3	254	0,005	60,22	0,44	DN1.500	52	3,14	0,49	3,7	66	3,98	0,57	3,9
L3 - L2	704	0,005	17,90	0,34	DN1.500	44	3,47	0,52	3,7	56	4,35	0,60	3,9
L2 - CL1	350	0,005	2,10	0,80	DN1.500	45	3,58	0,53	3,8	56	4,48	0,61	4,0
CL1 - L	148	0,005	44,40	0,68	DN2.000	877	7,03	0,51	4,5	0	8,72	0,59	4,8