



Ministero delle
Infrastrutture e dei
Trasporti

FSC

Fondo per lo Sviluppo
e la Coesione



REGIONE CAMPANIA

PIANO OPERATIVO INFRASTRUTTURE FSC 2014-2020
PROGETTO FINANZIATO CON LA DELIBERAZIONE CIPE N.54/2016

Accordo Quadro triennale per l'Affidamento di Servizi di Ingegneria ed Architettura:

Progetto di fattibilità tecnica ed economica e/o progettaz. Definitiva e/o esecutiva e/o attività di supporto per l'esecuzione nella Regione Campania di interventi sui sistemi di mobilità ex Delib. G.R. 104/2018 -109/2018 e ss.mm.ii

Lotto n. 2 - CUP B49J18002160001 - CIG 7518817412

CONTRATTO ATTUATIVO: COMUNE DI AVELLINO

TITOLO INTERVENTO: Rigenerazione urbana di via Francesco Tedesco - Borgo Ferrovia Porta EST per le Universiadi

CUP G37H18000460006

Responsabile del procedimento: Arch. Giuseppina Cerchia

PROGETTO DEFINITIVO

PROGETTAZIONE A CURA DEL RTI:

MANDATARIA:

MANDANTI:



ING. D. BONADIES

Via Strada del colle, 1A
06132 Perugia (PG)
P.Iva 02776790541



ING. N. SARACA

Via A. Gramsci,34
00197 Roma (RM)
P.Iva 00987261005



ING. D. ROMANO

Via Masone, 5
24121 Bergamo (BG)
P.Iva 02141540167

Responsabile delle integrazioni fra le diverse prestazioni specialistiche: **ING. D. BONADIES**

Elaborato:

R.09

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

data:

LUGLIO 2020

scala:

N.A.

Codice Commessa:

REV.

data

verificato

approvato

R.U.P. Arch. Paolo Freschi

Direttore dell'esecuzione del contratto: Ing. Umberto Pisapia

Indice

1. Premessa	2
2. Valutazione delle massime portate di pioggia	3
2.1 Introduzione	3
2.2 Leggi di variazione dei coefficienti di crescita con il periodo di ritorno.....	6
2.2.1 Pluviometrica.....	6
2.3 Stima del valor medio	7
2.3.1 Leggi di probabilità pluviometrica.....	7
2.3.2 Calcolo della portata bianca.....	9
2.4 Dimensionamento delle sezioni	11
2.5 Verifiche.....	18
2.5.1 Verifica del grado di riempimento.....	18
2.5.2 Verifica della velocità massima	18
3. Sistema di raccolta e convogliamento acque meteoriche esistente	20
4. Conclusioni	20

Tabella 1 - Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Campania

6

Tabella 2 - Valori teorici del coefficiente di crescita probabilistico K_T per le piogge in Campania, per alcuni valori del periodo di ritorno T

6

Tabella 3 - Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche.....

8

Relazione idrologica e idraulica

I. Premessa

La presente relazione tecnica e di calcolo ha per oggetto la soluzione progettuale individuata per il sistema di drenaggio delle acque meteoriche relativi ai lavori di rigenerazione urbana di via Francesco Tedesco – Borgo Ferrovia nella città di Avellino, tenendo conto delle problematiche legate all'idraulica del territorio e relativa sostenibilità.

Come meglio descritto nella relazione generale e nella relazione geologica, si tratta di interventi che prevedono la regimentazione delle acque meteoriche del tratto stradale, utilizzando canalette e tubazioni, che tendono nel complesso a regimentare la portata idraulica ed a prevenire fenomeni di allagamenti del tratto stradale, migliorando le condizioni morfologiche e conferendo nel tempo una certa stabilità alle aree al contorno dell'asse stradale. In particolare la presente relazione presenterà la verifica idraulica del sistema di drenaggio, raccolta e convogliamento delle acque meteoriche lungo il tratto stradale oggetto di intervento.

Una rete di drenaggio urbana è costituita di norma da una serie di canali, che percorrono tutte le strade da servire da cui allontanano le acque. Per idraulica del territorio si intende quella disciplina che si occupa del governo delle acque superficiali in relazione alle peculiarità antropiche e alle condizioni fisiche del territorio in cui si trovano a fluire. Le soluzioni tecniche previste per la rete di drenaggio in oggetto hanno necessariamente implicato la caratterizzazione dei deflussi delle acque di origine meteorica e come queste debbano essere raccolte e convogliate affinché vengano rispettati i principi di gestione del rischio idrogeologico del territorio. Lungo l'intera rete stradale oggetto di intervento, infatti, sono previsti interventi atti a ripristinare e adeguare il sistema di collettamento delle acque meteoriche, prevedendo la realizzazione, tra l'altro, di nuove zanelle e canalette stradali. Sono presenti, lungo lo sviluppo della rete stradale, diversi impluvi naturali già stabilizzati o da stabilizzare, nei quali continueranno ad essere collettati i flussi idrici ricadenti sull'asse stradale.

Per lo studio della rete di drenaggio si parte dall'individuazione del recapito finale delle acque che coincide in genere con un corpo idrico ricettore, ubicato a quota tale che le acque possano esservi addotte per gravità e con una distanza dal centro abitato tale da rendere minimo lo sviluppo

dell'emissario e consentire così l'allontanamento delle acque domestiche nel più breve tempo possibile, in modo tale che i fenomeni di putrefazione non abbiano modo di iniziare.

Il primo passo progettuale è la delimitazione del bacino d'influenza. Una volta delimitato il bacino e delimitati i confini delle aree da drenare si passa al tracciamento della rete di drenaggio e all'individuazione dei tronchi del reticolo principale. In virtù del funzionamento a pelo libero, la rete di drenaggio progettata ricalca il più possibile il reticolo di drenaggio naturale dell'area.

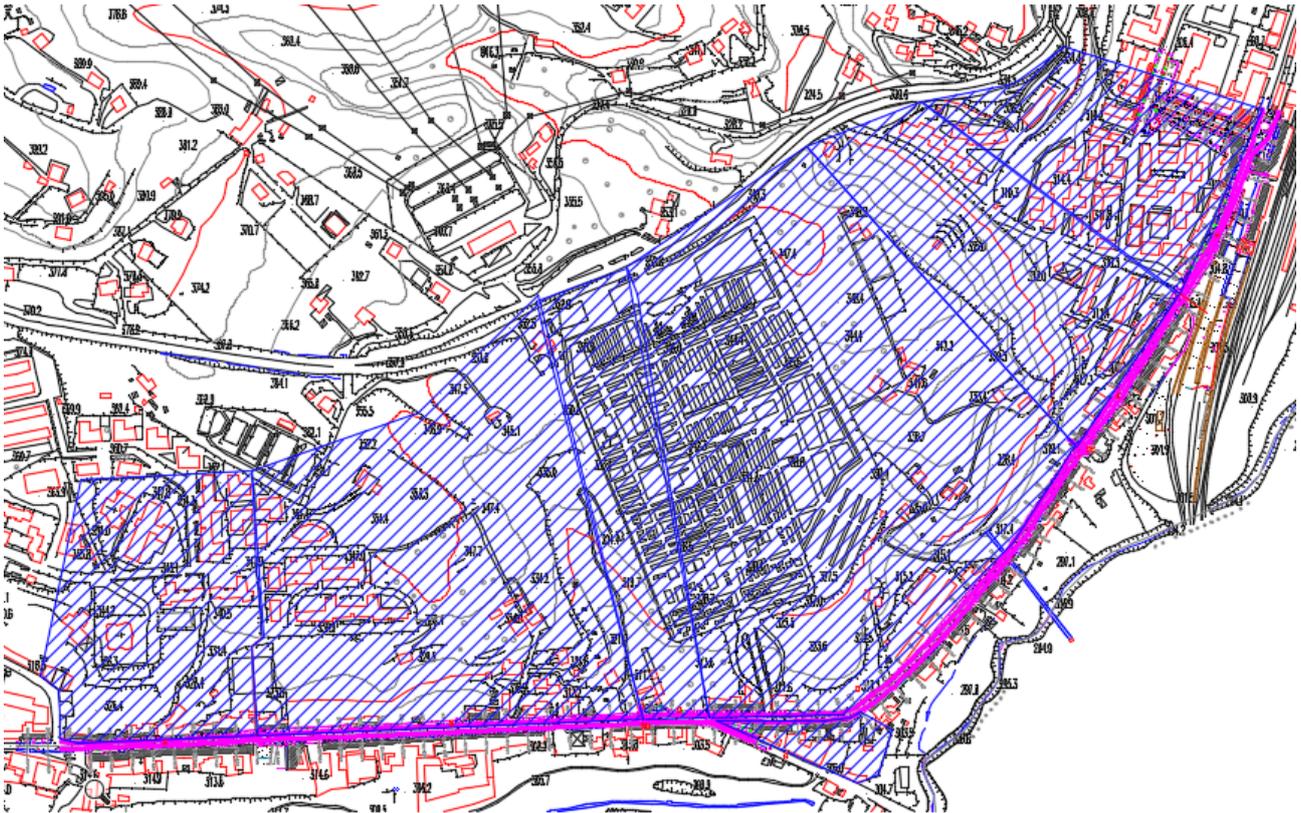


Figura 1 - Suddivisione bacino idrografico in sotto aree

L'intero bacino urbano è stato organizzato in aree omogenee, ad ognuna delle quali è stata attribuita una percentuale di edificazione, al fine di individuare, per ognuna delle stesse, l'aliquota permeabile ed impermeabile. Le aree omogenee sono state individuate in base alle pendenze.

2. Valutazione delle massime portate di pioggia

2.1 Introduzione

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale delle informazioni

idrologiche, che si avvale di modelli concettuali di formazione dei deflussi di piena a partire dalle precipitazioni meteoriche, con un approccio di tipo probabilistico, che associa ad ogni valore della variabile idrologica di riferimento una probabilità che si verifichino eventi con valori superiori.

La valutazione della massima portata di pioggia in una data sezione della rete idrografica viene quindi effettuata in un contesto probabilistico, riferendosi ad un assegnato rischio di superamento in N anni, o al periodo di ritorno T espresso in anni. Per cui non esiste un massimo assoluto della variabile di interesse, ma ad ogni suo valore viene associata una probabilità di superamento in un anno e, quindi un periodo di ritorno, T, inteso come numero medio di anni fra due superamenti successivi della variabile idrologica di interesse.

La metodologia probabilistica adottata nel rapporto VAPI è basata sull’uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente TCEV (Two Component Extreme Value), che interpreta gli eventi massimi annuali come risultato di una combinazione di due popolazioni distinte, di cui la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi, e la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma più intensi. I diversi parametri del modello probabilistico vengono valutati a scale regionali differenti, attraverso una procedura di regionalizzazione gerarchica, in funzione dell’ordine statistico del parametro stesso. Indicando con Q il massimo annuale della portata al colmo e con T il periodo di ritorno, cioè l’intervallo di tempo durante il quale si accetta che l’evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena Q_T corrispondente al prefissato periodo di ritorno T, può essere valutata come:

$$Q_T = k_T \cdot m(Q)$$

Dove:

- $m(Q)$ = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice);
- K_T = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra Q_T e la piena indice.

La legge di variazione di K_T con T si indica come legge di crescita con il periodo di ritorno. Per quanto attiene alla valutazione del fattore probabilistico di crescita, il rapporto VAPI propone la formulazione riportata al paragrafo che segue. Per la valutazione di $m(Q)$, vengono invece indicate quattro differenti metodologie, due di tipo diretto, basate su formule monomie in cui la portata dipende essenzialmente dall’area del bacino, e due di tipo indiretto (la formula razionale

e il modello geomorfoclimatico) in cui la piena indice viene valutata a partire dalle piogge e dipende in maniera più articolata dalle caratteristiche geomorfologiche del bacino (area, percentuale impermeabile, copertura boschiva). Di seguito sono stati descritti in dettaglio i modelli di stima della piena media annua.

2.2 Leggi di variazione dei coefficienti di crescita con il periodo di ritorno

2.2.1 Pluviometrica

Pioggie giornaliere

Fissati i parametri di forma e di scala della distribuzione di probabilità cumulata (DPC) all'interno della sottozona pluviometrica omogenea previamente identificata, resta univocamente determinata la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente di crescita K_T :

$$T = \frac{1}{1 - F_k(k)} = \frac{1}{1 - \exp(\Lambda_1 \cdot e^{-\eta \cdot k} - \Lambda_* \cdot \Lambda_1^{1/\theta_*} \cdot e^{-\eta \cdot k/\theta_*})}$$

I parametri ottenuti per l'intera regione Campania sono riportati in Tabella 1.

θ^*	Λ^*	Λ_1	η
2.136	0.224	41	4.688

Tabella 1 - Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge in Campania

Più utile dal punto di vista pratico è la forma inversa della (1) per cui, fissato un valore T del periodo di ritorno, si ricava il corrispondente valore del coefficiente di crescita K_T . Per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile. Si riportano di seguito, nella Tabella 2, i valori di K_T ottenuti numericamente dalla (1) per alcuni valori del periodo di ritorno.

T (ANNI)	2	5	10	20	50	100	200	1000
K_T (PIOGGE)	0.93	1.22	1.43	1.65	1.98	2.26	2.55	3.26
K_T (PIOGGE)	0.97	1.29	1.63	2.03	2.61	3.07	3.53	4.52

Tabella 2 - Valori teorici del coefficiente di crescita probabilistico K_T per le piogge in Campania, per alcuni valori del periodo di ritorno T

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \Lambda_n \Lambda_*}{\eta} + \frac{\ln \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \ln T$$

La quale, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV in Campania, diventa:

$$K_T = -0.0373 + 0.517 \ln T$$

2.3 Stima del valor medio

2.3.1 Leggi di probabilità pluviometrica

Piogge puntuali

Le leggi di probabilità pluviometriche definiscono come varia la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia su una fissata durata d , $\mu I_m(d)$, con la durata stessa. Tali leggi devono essere strettamente monotone, in quanto mediamente l'intensità di pioggia media per una durata superiore deve essere necessariamente minore di quella per una durata inferiore. Inoltre, per una durata molto piccola devono raggiungere un valore finito, rappresentante al limite per d che tende a zero, la media del massimo annuale dell'intensità di pioggia istantanea. Si è proceduto con la valutazione della media del massimo annuale dell'intensità di precipitazione “ $I_m(d)$ ” di durata “ d ” con la formula:

$$\mu I_m(d) = \frac{I_0}{[1 + d/d_c]^{C-D \cdot z}}$$

dove:

- “ I_0 ” è l'intensità di pioggia corrispondente a piccole durate, ovvero il limite dell'intensità di pioggia per $d \rightarrow 0$, in mm/h, costante per ciascuna delle zone omogenee individuate a scala regionale;
- “ d ” è la durata media delle piogge, in ore;
- “ d_c ” è la durata caratteristica del bacino stimata su base regionale omogenea nelle differenti zone omogenee, in ore;
- “ C ” e “ D ” sono parametri costanti per ciascuna delle zone omogenee;
- “ z ” è la quota media del bacino considerato in metri.

I parametri delle due equazioni sono costanti all'interno di singole aree pluviometriche omogenee, e variano nel passare dall'una all'altra. Per identificare in quale area omogenea rientra il bacino in studio, si può fare riferimento alla corografia in Figura 2. I parametri delle due precedenti equazioni sono forniti in Tabella 5.

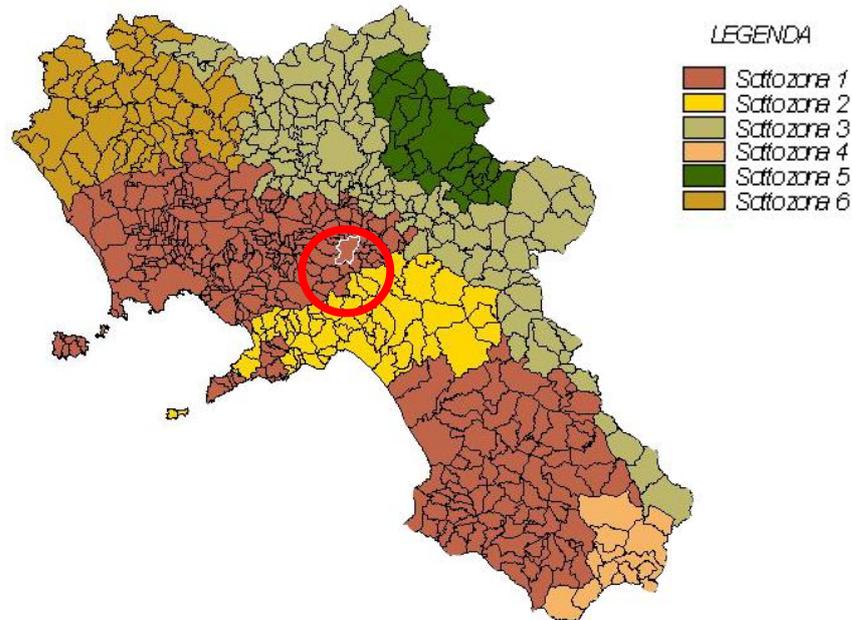


Figura 2 - Territorio campano suddiviso nelle 6 aree pluviometriche omogenee con individuazione del comune di Avellino

Area omogenea	$\mu(I_0)$ [mm/ora]	d_c [ore]	C	$D \cdot 10^5$
1	77.08	0.3661	0.7995	8.6077
2	83.75	0.3312	0.7031	7.7381
3	116.70	0.0976	0.736	8.73
4	78.61	0.3846	0.81	24.874
5	231.8	0.0508	0.8351	10.8
6	87.87	0.2205	0.7265	8.8476

Tabella 3 - Parametri statistici delle leggi di probabilità pluviometriche

KT: coefficiente probabilistico di crescita funzione del periodo di ritorno T; questi valori sono stati forniti dal VAPI, e la legge che li interpola è:

$$KT = -0.0545 + 0.680 \cdot \ln T \quad \text{per } T > 10 \text{ anni}$$

Poiché si è deciso di voler considerare un periodo di ritorno T pari a 20 anni, il coefficiente di crescita KT è stato posto pari al valore di 1.64 come si evince dalla tabella seguente:

T(y)	2	5	10	20	50	100	200
k_T	0.87	1.16	1.38	1.64	2.03	2.36	2.71

2.3.2 Calcolo della portata bianca

Il valore di “QT” si determina con la seguente formula:

$$Q_T = \frac{C^* \cdot K_T \cdot \bar{i}(tr) \cdot A_i}{3.6 \cdot 10^6}$$

- “KT” rappresenta il fattore di crescita probabilistico che viene valutato considerando il periodo di ritorno assunto pari a 10 anni. Il valore di KT è pari a 1,63;
- “Ai” è la superficie totale drenata espressa in m2, competente alla specifica sezione;
- “C*” è il coefficiente di piena che, nei bacini urbani, si determina tramite la formula di Shaake, la quale pone in relazione il coefficiente di piena con le caratteristiche fisiche del bacino stesso:

$$C^* = 0.14 + 0.65 \cdot P_i + 0.05 \cdot P_m$$

dove:

- “Pi” è la frazione impermeabile, ovvero il rapporto tra l’area impermeabile e l’area totale del territorio servito da tutto il collettore a monte della sezione considerata;
- “Pm” è la pendenza idraulica media, espressa in percentuale (%), calcolata mediante la formula di Taylor- Schwartz:

$$P_m = \left(\frac{L_{tot}}{\sum_i \frac{l_i}{\sqrt{i}}} \right)^2$$

con:

- “Ltot” è la lunghezza totale del collettore principale;
- “i” è la pendenza geometrica media del terreno valutata come:

$$i = \frac{\Delta z_i}{l_i}$$

- “Δzi” dislivello del tratto considerato;
- “li” è la lunghezza parziale del singolo tratto del collettore;
- “3,6*10-6” è un fattore correttivo che serve a convertire le unità di misura se Q è in m3/s.

- “ $i(tr)$ ” è il valor medio dei massimi annuali dell’intensità di pioggia di durata “ tr ” sull’area “ A_i ”; esso è espresso in “mm/h” e si ottiene attraverso la seguente relazione:

$$\bar{i}(t_r) = \frac{I_0}{\left(1 + \frac{t_r}{d_c}\right)^\beta}$$

- “ I_0 ” è il limite dell’intensità di pioggia per “ $d \rightarrow 0$ ” in “mm/h”;
- “ d_c ” è una durata caratteristica degli scrosci di pioggia (ore);
- “ β ” è un parametro di forma dipendente dal clima, dalla durata media del singolo evento e dal numero medio di eventi in un anno.

In particolare, si ha:

$$\beta = C - D \cdot z = 0,6923$$

dove:

- “ C ” e “ D ” sono delle costanti relative ad una data zona omogenea;
- “ z ” è la quota media.

Nel caso in esame, il comune di Fisciano nell’area omogenea A_I , caratterizzata dai seguenti parametri:

AREA A1		
DATI		
Io	77,08	mm/ora
dc	0,3661	ore
dc	21,966	min
C	0,7995	
D	3,61E-05	
β	0,79	
Kt	1,64	20 ANNI
Z	310	mslm

Figura 3 - Parametri VAPI per la nostra area d'interesse

Il tempo di ritardo “ tr ” è stato valutato con la seguente relazione:

$$tr = 1,40 \cdot L^{0,24} \cdot P_i^{-0,24} \cdot P_m^{-0,16} \quad [\text{minuti}]$$

dove:

- “Pi” è il rapporto tra l’area impermeabile e l’area totale del territorio servito da tutto il collettore;
- “Pm” è la pendenza idraulica media, espressa in %, calcolata mediante la formula di Taylor- Schwartz:
- “L” è la lunghezza totale del collettore principale.

Di seguito si riportano i dati relativi alla popolazione, fabbisogno idrico della popolazione ed estensione della nostra area di interesse con relativa determinazione della portata bianca:

TRATTO	Aperm (m ²)	Aimp (m ²)	AA bacino (m ²)	i	Li (m)	Li/i ^{0,5}	Σ(Li/i ^{0,5})	Pm (%)	Pi (-)	tr min	c (-)	i _m (d) (mm/h)	Qb (m ³ /s)
A	48 223	26 468	74 691	0,01	284	2810,467	2810,467	0,010	0,354	14,812	0,371	51,344	0,395
B	137 059	28 375	165 434	0,02	463	2966,313	2966,313	0,024	0,172	17,501	0,253	48,565	0,564
C	42 615	9 200	51 815	0,001	80	2704,494	2704,494	0,001	0,178	19,379	0,255	46,818	0,172
D	129 363	97 763	227 126	0,01	600	8485,281	8485,281	0,005	0,430	18,890	0,420	47,259	1,252
E	34 176	42 181	76 357	0,010	373	3760,367	3760,367	0,010	0,552	14,173	0,500	52,058	0,552
F	32 921	25 564	58 485,00	0,009	400	4175,966	4175,966	0,009	0,437	15,490	0,425	50,610	0,349
G	3 143,00	5 837,00	8 980,00	0,01	376	3645,455	3645,455	0,011	0,650	13,444	0,563	52,902	0,074

Figura 4 - Calcolo portate bianche

2.4 Dimensionamento delle sezioni

Effettuata la stima delle portate, l’obiettivo che si presenta è quello del dimensionamento degli specchi nei vari tratti della rete di regimazione delle acque bianche studiata nella presente esercitazione.

Nello specifico si procede al dimensionamento del collettore principale scelto facendo riferimento ai vari tratti in cui esso è stato suddiviso. Nella tabella seguente si riportano i dati di partenza relativi al dimensionamento.

TRATTO	l m	z _i m	z _j m	i
A	284	317,6	320,5	0,01
B	463	320	308,72	0,02
C	80	308,62	308,55	0,001
D	600	302,25	305,25	0,01
E	373	305,25	301,58	0,01
F	400	305,25	301,58	0,01
G	376	308	304	0,01

Figura 5 - Dati di progetto per il dimensionamento delle sezioni

Di seguito sono riportate le formule rappresentative del metodo:

$$\frac{h_r}{D_r} = \frac{h}{D}$$

$$\frac{Q_u}{Q_{u,r}} = \frac{A}{A_r} \cdot \frac{K_{st}}{K_{st,r}} \cdot \left[\frac{R_i}{R_{i,r}} \right]^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{\frac{i}{i_r}} = \frac{K_{st}}{K_{st,r}} \cdot \left[\frac{D}{D_r} \right]^{\frac{8}{3}} \cdot \sqrt{\frac{i}{i_r}}$$

da cui D_u è pari a:

$$D_u = \left(\frac{Q_u}{Q_r} \frac{k_r}{k \sqrt{i}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Allo stesso modo si procede per le condizioni di stato critico:

$$\frac{Q_c}{Q_{c,r}} = \frac{\sqrt{\frac{g \cdot A^3}{L}}}{\sqrt{\frac{g \cdot A_r^3}{L_r}}} = \sqrt{\left[\frac{A}{A_r} \right]^3 \cdot \frac{L_r}{L}} = \left[\frac{D}{D_r} \right]^{\frac{5}{2}}$$

da cui D_c :

$$D_c = \left(\frac{Q_c}{Q_r} \right)^{\frac{2}{5}}$$

$$\frac{V_u}{V_{u,r}} = \frac{K_{st}}{K_{st,r}} \cdot \left[\frac{R_i}{R_{i,r}} \right]^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{\frac{i}{i_r}} = \frac{K_{st}}{K_{st,r}} \cdot \left[\frac{D}{D_r} \right]^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{\frac{i}{i_r}}$$

$$\frac{V_c}{V_{c,r}} = \frac{\sqrt{\frac{g \cdot A}{L}}}{\sqrt{\frac{g \cdot A_r}{L_r}}} = \sqrt{\left[\frac{A}{A_r} \right] \cdot \frac{L_r}{L}} = \sqrt{\frac{D}{D_r}}$$

Per i singoli tratti del collettore principale sono stati ottenuti i diversi diametri mostrati nella seguente tabella riassuntiva.

In particolare, come si osserva dal dimensionamento della sezione per il primo tratto A, si ottengono dei valori del diametro pari a 450 mm.

"Rigenerazione urbana di via Francesco Tedesco - Borgo Ferrovia
Porta EST per le Universiadi - CUP G37H18000460006"

Qb	Qb (50%)	Qb (50%)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0,395	0,198	0,198

z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
320,5000	284	0,01

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza				Ipotesi di alveo a forte pendenza					
Sezione circolare				Sezione circolare					
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \frac{K_r}{K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$	h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/5}$		
Q _{Ru}	18,26	[m ³ /s]		Q _{Rc}	1,47	[m ³ /s]			
K=	100	[m ^{1/3} /s]		K=	100	[m ^{1/3} /s]			
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			
D	0,378	[m]	378	[mm]	D	0,448	[m]	448	[mm]
D _{comm} =	400	[mm]	0,4	[m]	D _{comm} =	450	[mm]	0,45	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,1975	[m ³ /s]	Q _b	0,1975	[m ³ /s]	Q _b	0,1975	[m ³ /s]	Q _b	0,1975	[m ³ /s]
h	0,250	[m]	h	0,324	[m]	h	0,218	[m]	h	0,306	[m]
h/d	0,625		h/d	0,809		h/d	0,485		h/d	0,681	
A	0,083	[m ²]	A	0,109	[m ²]	A	0,076	[m ²]	A	0,115	[m ²]
P	0,729	[m]	W	0,315	[m]	P	0,692	[m]	W	0,420	[m]
R	0,1133	[m]	formula	-0,003		R	0,110	[m]	formula	0,008	
formula	0,0020		v	1,815	[m/s]	formula	0,020		v	1,714	[m/s]
v	2,3910	[m/s]				v	2,585	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 6 - Dimensionamento alveo circolare tratto A

Di seguito si riporta il dimensionamento dei restanti tratti.

Tratto B:

Qb	Qb (40%)	Qb (50%)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0,564	0,282	0,282

z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
320,5000	463	0,02

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza				Ipotesi di alveo a forte pendenza					
Sezione circolare				Sezione circolare					
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \frac{K_r}{K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$	h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/5}$		
Q _{Ru}	18,26	[m ³ /s]		Q _{Rc}	1,47	[m ³ /s]			
K=	100	[m ^{1/3} /s]		K=	100	[m ^{1/3} /s]			
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			
D	0,367	[m]	367	[mm]	D	0,517	[m]	517	[mm]
D _{comm} =	400	[mm]	0,4	[m]	D _{comm} =	550	[mm]	0,55	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,2820	[m ³ /s]	Q _b	0,2820	[m ³ /s]	Q _b	0,2820	[m ³ /s]	Q _b	0,2820	[m ³ /s]
h	0,238	[m]	h	0,368	[m]	h	0,201	[m]	h	0,355	[m]
h/d	0,595		h/d	0,920		h/d	0,365		h/d	0,646	
A	0,078	[m ²]	A	0,121	[m ²]	A	0,078	[m ²]	A	0,162	[m ²]
P	0,704	[m]	W	0,217	[m]	P	0,712	[m]	W	0,526	[m]
R	0,1107	[m]	formula	-0,001		R	0,110	[m]	formula	0,000	
formula	0,0015		v	2,332	[m/s]	formula	0,001		v	1,737	[m/s]
v	3,6173	[m/s]				v	3,600	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 7 - Dimensionamento alveo circolare tratto B

Tratto C:

Qb	Qb (40%)	Qb (50%)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0,172	0,086	0,086

z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
320,5000	80	0,01

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza					Ipotesi di alveo a forte pendenza				
Sezione circolare					Sezione circolare				
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \frac{K_r}{K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$		h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/5}$	
Q _{RU}	18,26	[m ³ /s]			Q _{RC}	1,47	[m ³ /s]		
K=	100	[m ^{1/3} /s]			K=	100	[m ^{1/3} /s]		
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		
D	0,278	[m]	278	[mm]	D	0,321	[m]	321	[mm]
D _{comm} =	300	[mm]	0,3	[m]	D _{comm} =	350	[mm]	0,35	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,0861	[m ³ /s]	Q _b	0,0861	[m ³ /s]	Q _b	0,0861	[m ³ /s]	Q _b	0,0861	[m ³ /s]
h	0,182	[m]	h	0,229	[m]	h	0,166	[m]	h	0,220	[m]
h/d	0,606		h/d	0,763		h/d	0,473		h/d	0,630	
A	0,045	[m ²]	A	0,058	[m ²]	A	0,045	[m ²]	A	0,064	[m ²]
P	0,535	[m]	W	0,255	[m]	P	0,531	[m]	W	0,338	[m]
R	0,0838	[m]	formula	0,000		R	0,084	[m]	formula	0,00	
formula	0,0003		v	1,488	[m/s]	formula	0,000		v	1,350	[m/s]
v	1,9207	[m/s]				v	1,921	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 8 - Dimensionamento alveo circolare tratto C

Tratto D:

Qb	Qb (40%)	Qb (50%)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
1,252	0,626	0,626

z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
320,5000	600	0,01

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza					Ipotesi di alveo a forte pendenza				
Sezione circolare					Sezione circolare				
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \frac{K_r}{K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$		h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/5}$	
Q _{RU}	18,26	[m ³ /s]			Q _{RC}	1,47	[m ³ /s]		
K=	100	[m ^{1/3} /s]			K=	100	[m ^{1/3} /s]		
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		
D	0,667	[m]	667	[mm]	D	0,711	[m]	711	[mm]
D _{comm} =	700	[mm]	0,7	[m]	D _{comm} =	750	[mm]	0,75	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,6262	[m ³ /s]	Q _b	0,6262	[m ³ /s]	Q _b	0,6262	[m ³ /s]	Q _b	0,6262	[m ³ /s]
h	0,417	[m]	h	0,518	[m]	h	0,356	[m]	h	0,497	[m]
h/d	0,595		h/d	0,740		h/d	0,475		h/d	0,663	
A	0,239	[m ²]	A	0,305	[m ²]	A	0,207	[m ²]	A	0,311	[m ²]
P	1,233	[m]	W	0,614	[m]	P	1,139	[m]	W	0,709	[m]
R	0,1937	[m]	formula	-0,047		R	0,181	[m]	formula	-0,018	
formula	0,0608		v	2,053	[m/s]	formula	0,158		v	2,015	[m/s]
v	2,6220	[m/s]				v	3,029	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 9 - Dimensionamento alveo circolare tratto D

Tratto E:

Q _b	Q _b (40%)	Q _b (50%)	z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	320,5000	373	0,01
0,552	0,276	0,276			

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza					Ipotesi di alveo a forte pendenza				
Sezione circolare					Sezione circolare				
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$	h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/5}$		
Q _{Ru}	18,26	[m ³ /s]		Q _{Rc}	1,47	[m ³ /s]			
K=	100	[m ^{1/3} /s]		K=	100	[m ^{1/3} /s]			
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			
D	0,432	[m]	432	[mm]	D	0,512	[m]	512	[mm]
D _{comm} =	450	[mm]	0,45	[m]	D _{comm} =	550	[mm]	0,55	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,2758	[m ³ /s]	Q _b	0,2758	[m ³ /s]	Q _b	0,2758	[m ³ /s]	Q _b	0,2758	[m ³ /s]
h	0,291	[m]	h	0,368	[m]	h	0,255	[m]	h	0,351	[m]
h/d	0,646		h/d	0,818		h/d	0,464		h/d	0,639	
A	0,109	[m ²]	A	0,139	[m ²]	A	0,108	[m ²]	A	0,160	[m ²]
P	0,839	[m]	W	0,348	[m]	P	0,823	[m]	W	0,528	[m]
R	0,1294	[m]	formula	0,000		R	0,131	[m]	formula	0,000	
formula	0,0002		v	1,982	[m/s]	formula	0,000		v	1,721	[m/s]
v	2,5394	[m/s]				v	2,558	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 10 - Dimensionamento alveo circolare tratto E

Tratto F:

Q _b	Q _b (40%)	Q _b (50%)	z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	320,5000	400	0,01
0,349	0,175	0,175			

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza					Ipotesi di alveo a forte pendenza				
Sezione circolare					Sezione circolare				
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$	h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/5}$		
Q _{Ru}	18,26	[m ³ /s]		Q _{Rc}	1,47	[m ³ /s]			
K=	100	[m ^{1/3} /s]		K=	100	[m ^{1/3} /s]			
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			
D	0,369	[m]	369	[mm]	D	0,426	[m]	426	[mm]
D _{comm} =	400	[mm]	0,4	[m]	D _{comm} =	450	[mm]	0,45	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,1745	[m ³ /s]	Q _b	0,1745	[m ³ /s]	Q _b	0,1745	[m ³ /s]	Q _b	0,1745	[m ³ /s]
h	0,240	[m]	h	0,303	[m]	h	0,223	[m]	h	0,294	[m]
h/d	0,601		h/d	0,758		h/d	0,495		h/d	0,654	
A	0,079	[m ²]	A	0,102	[m ²]	A	0,079	[m ²]	A	0,110	[m ²]
P	0,709	[m]	W	0,343	[m]	P	0,702	[m]	W	0,428	[m]
R	0,1112	[m]	formula	0,000		R	0,112	[m]	formula	0,000	
formula	-0,0001		v	1,709	[m/s]	formula	0,000		v	1,584	[m/s]
v	2,2140	[m/s]				v	2,222	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 11 - Dimensionamento alveo circolare tratto F

Tratto G:

Qb	Qb (40%)	Qb (50%)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0,074	0,037	0,037

z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
320,5000	376,0000	0,01

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza				Ipotesi di alveo a forte pendenza					
Sezione circolare				Sezione circolare					
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$	h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/5}$		
Q _{Ru}	18,26	[m ³ /s]		Q _{Rc}	1,47	[m ³ /s]			
K=	100	[m ^{1/3} /s]		K=	100	[m ^{1/3} /s]			
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			
D	0,201	[m]	201	[mm]	D	0,230	[m]	230	[mm]
D _{comm} =	250	[mm]	0,25	[m]	D _{comm} =	250	[mm]	0,25	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,0371	[m ³ /s]	Q _b	0,0371	[m ³ /s]	Q _b	0,0371	[m ³ /s]	Q _b	0,0371	[m ³ /s]
h	0,120	[m]	h	0,157	[m]	h	0,120	[m]	h	0,157	[m]
h/d	0,480		h/d	0,628		h/d	0,480		h/d	0,628	
A	0,023	[m ²]	A	0,032	[m ²]	A	0,023	[m ²]	A	0,032	[m ²]
P	0,382	[m]	W	0,242	[m]	P	0,382	[m]	W	0,242	[m]
R	0,0609	[m]	formula	0,000		R	0,061	[m]	formula	0,000	
formula	0,0000		v	1,144	[m/s]	formula	0,000		v	1,144	[m/s]
v	1,5959	[m/s]				v	1,596	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 12 - Dimensionamento alveo circolare tratto G

Sono stati dimensionati e verificati anche i punti di confluenza, di cui si riportano di seguito gli elaborati di calcolo:

"Rigenerazione urbana di via Francesco Tedesco - Borgo Ferrovia
Porta EST per le Universiadi - CUP G37H18000460006"

Qb	Qb (40%)	Qb (50%)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
0,736	0,736	0,368

z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
320,5000	-	0,01

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza				Ipotesi di alveo a forte pendenza					
Sezione circolare				Sezione circolare					
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \frac{K_r}{K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$	h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/3}$		
Q _{Ru}	18,26	[m ³ /s]		Q _{Rc}	1,47	[m ³ /s]			
K=	100	[m ^{1/3} /s]		K=	100	[m ^{1/3} /s]			
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			
D	0,632	[m]	632	[mm]	D	0,758	[m]	758	[mm]
D _{comm}	650	[mm]	0,65	[m]	D _{comm}	800	[mm]	0,8	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	0,7361	[m ³ /s]	Q _b	0,7361	[m ³ /s]	Q _b	0,7361	[m ³ /s]	Q _b	0,7361	[m ³ /s]
h	0,332	[m]	h	0,413	[m]	h	0,293	[m]	h	0,397	[m]
h/d	0,511		h/d	0,636		h/d	0,367		h/d	0,497	
A	0,171	[m ²]	A	0,222	[m ²]	A	0,167	[m ²]	A	0,249	[m ²]
P	1,035	[m]	W	0,626	[m]	P	1,040	[m]	W	0,800	[m]
R	0,1649	[m]	formula	0,321		R	0,161	[m]	formula	0,301	
formula	0,2445		v	3,309	[m/s]	formula	0,263		v	2,955	[m/s]
v	4,3130	[m/s]				v	4,408	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 13 - Dimensionamento del punto di confluenza B-C

Qb	Qb (40%)	Qb (50%)
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
1,804	1,804	1,804

z(m s.l.m.)	l(m)	i (m/m)
320,5	-	0,01

DIMENSIONAMENTO ALVEO CIRCOLARE SEZIONE 1

K= 100 [m^{1/3}/s]

Ipotesi di alveo a debole pendenza				Ipotesi di alveo a forte pendenza					
Sezione circolare				Sezione circolare					
h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \frac{K_r}{K \sqrt{i}} \right)^{3/8}$	h/D	0,7		$D = \left(\frac{Q}{Q_r} \right)^{2/3}$		
Q _{Ru}	18,26	[m ³ /s]		Q _{Rc}	1,47	[m ³ /s]			
K=	100	[m ^{1/3} /s]		K=	100	[m ^{1/3} /s]			
Kr=	70	[m ^{1/3} /s]		Kr=	70	[m ^{1/3} /s]			
D	0,885	[m]	885	[mm]	D	1,085	[m]	1085	[mm]
D _{comm}	900	[mm]	0,9	[m]	D _{comm}	1100	[mm]	1,1	[m]

Moto uniforme			Stato critico			Moto uniforme			Stato critico		
Q _b	1,8040	[m ³ /s]	Q _b	1,8040	[m ³ /s]	Q _b	1,8040	[m ³ /s]	Q _b	1,8040	[m ³ /s]
h	0,609	[m]	h	0,782	[m]	h	0,529	[m]	h	0,757	[m]
h/d	0,677		h/d	0,869		h/d	0,481		h/d	0,688	
A	0,458	[m ²]	A	0,587	[m ²]	A	0,452	[m ²]	A	0,697	[m ²]
P	1,737	[m]	W	0,608	[m]	P	1,685	[m]	W	1,019	[m]
R	0,2636	[m]	formula	0,000		R	0,268	[m]	formula	0,000	
formula	0,0003		v	3,075	[m/s]	formula	0,001		v	2,589	[m/s]
v	3,9389	[m/s]				v	3,988	[m/s]			

Alveo a forte pendenza

Figura 14 - Dimensionamento del punto di confluenza D-E

2.5 Verifiche

È necessario controllare che le ipotesi fatte sulla natura dell'alveo siano rispettate, una volta assegnata la portata di progetto, il diametro nominale, pendenza e scabrezza. In seconda battuta bisogna fare una valutazione dell'altezza effettiva del tirante idrico a lordo del franco di sicurezza che per la sezione circolare, deve risultare minore del punto di instabilità della scala di deflusso delle portate (Q-h).

2.5.1 Verifica del grado di riempimento

Noti i valori di altezza effettiva del tirante idrico, si è passati alla valutazione del grado di riempimento la cui verifica è condotta al fine di garantire alcuni requisiti importanti:

- Garantire che la condotta non vada in pressione;
- Garantire che vi sia un franco al di sopra del livello idrico per il convogliamento di corpi più grandi che si possono avere nei fenomeni di piena;
- Assicurare una sufficiente aerazione.

In particolare, per la cunetta della sezione mistilinea si assume:

$$\frac{h}{D} \leq 0,5$$

per garantire, come detto sopra, la non fuoriuscita delle acque nere dalla cunetta nella sezione rettangolare. Tale valore limite va progettato e poi verificato con la portata definita “Q_{m,n,prog}” relativa ad una portata nera amplificata del coefficiente di punta “k_P” e divisa per il coefficiente di riduzione 0.8.

2.5.2 Verifica della velocità massima

Indipendentemente dalla forma della sezione, è necessario controllare che la velocità massima, relativa alla portata di progetto, sia inferiore ad un valore soglia posto a:

$$v_{\max} \leq 5 \frac{m}{s}$$

al fine di scongiurare pericoli di erosione della condotta.

La velocità massima, detta anche velocità di tempo bagnato, si ha dove il tirante idrico è minore, quindi per alvei a debole pendenza si valuta in corrispondenza dell'altezza di stato critico “h_c”, mentre per alvei a forte pendenza, in corrispondenza dell'altezza di stato uniforme “h_u”.

In alcuni casi la verifica della velocità massima può risultare non soddisfatta; per ovviare a tale problema o si effettua una diversa scelta progettuale in riferimento alla sezione oppure, o si può prevedere il cambio di pendenza con la presenza di pozzetti di salto. Tipicamente, i pozzetti di salto oltre ad essere previsti per dissipare la troppa velocità, vengono inseriti anche per risolvere problemi geometrici dovuti al fatto che in alcuni tratti vi è la necessità di collegare spechi con diametri differenti.

Le verifiche risultano tutte soddisfatte.

3. Sistema di raccolta e convogliamento acque meteoriche esistente

Ad oggi, lungo la sede stradale oggetto di intervento, risultano presenti manufatti atti alla raccolta e convogliamento delle acque meteoriche, che di fatto non sono parte di un sistema separato, ma convogliano le acque all'interno della fognatura (mista) diretta al depuratore, già in affanno per i flussi di fognatura mista che provengono dai Comuni a monte di Avellino.

L'idea progettuale è pertanto quella di realizzare una rete chiusa sfruttando parte degli elementi esistenti, al fine di diversificare i flussi, attraverso la realizzazione della nuova rete di scolo relativa alla raccolta ed allontanamento delle acque meteoriche attraverso caditoie e tubazioni.

Tali acque, saranno poi convogliate nel corpo idrico ricettore posto a SUD di Via Francesco Tedesco (Fenestrelle) tramite degli scarichi già presenti lungo Via Francesco Tedesco e individuati in sede di sopralluogo congiunto con i tecnici comunali.



Figura 15 -Individuazione scarichi Fenestrelle presenti su via F. Tedesco

La rete dedicata alle acque bianche ex novo interesserà il tratto di Via Francesco Tedesco a partire dalla Caserma della Polizia Municipale fino all'ingresso dell'HUB (per un totale di 1.875ml), lasciando invariata l'organizzazione della rete (il cui scolo delle acque della piattaforma avviene tramite delle griglie che rimarranno in funzione) nelle aree prospicienti la Stazione Ferroviaria e lungo Via Pasquale Venezia.

4. Conclusioni

Così come risulta dai calcoli idraulici e di verifica, relativi ai diversi tratti del sistema di convogliamento, si evidenzia che con le opere di regimentazione previste nel presente progetto viene garantito il corretto collettamento di tutte le acque meteoriche.

Le verifiche effettuate hanno evidenziato che la massima portata (ventennale) transitante nelle diverse sezioni determina un tirante idrico h , e conseguente franco di sicurezza f , tale da garantire la gestione di fenomeni meteorici anche molto intensi e quindi con periodi di ritorno ancor più elevati di quelli di assunti nei calcoli progetto.

Le ulteriori opere di sistemazione degli elementi esistenti, inoltre, permettono di eliminare i fenomeni di allagamento della carreggiata stradale, garantendo, allo stesso tempo, un miglioramento generale del sistema di regimentazione delle acque meteoriche lungo l'intero sviluppo dell'intervento.

