



# COMUNE DI NAPOLI

Direzione Lavori Pubblici  
SERVIZIO FOGNATURA

REALIZZAZIONE DI UN NUOVO MANUFATTO FOGNARIO  
LUNGO LA VIA GIACINTO GIGANTE DA PIAZZA MUZI A PIAZZA CANNETO  
PER L'ALLEGGERIMENTO DELLE PORTATE RELATIVE AL BACINO  
SOTTESO RETE FOGNARIA DI PIAZZA IMMACOLATA

## PROGETTO ESECUTIVO

### RELAZIONE IDRAULICA

TAV. : B

REDATTO:

SERVIZIO FOGNATURA

GRAFICA

APPROVATO:

CONSULENZA:

Responsabile Unico Procedimento :

Dott. Ing. E. Fanelli

DATA:

NOVEMBRE 2005

SCALA:

n.

Aggiornamento economico  
Settembre 2009  
Progettista: Ing. Serena Riccio

Gruppo di Progettazione :

Geom. L. Camerlingo

Sig. P. Sorvino

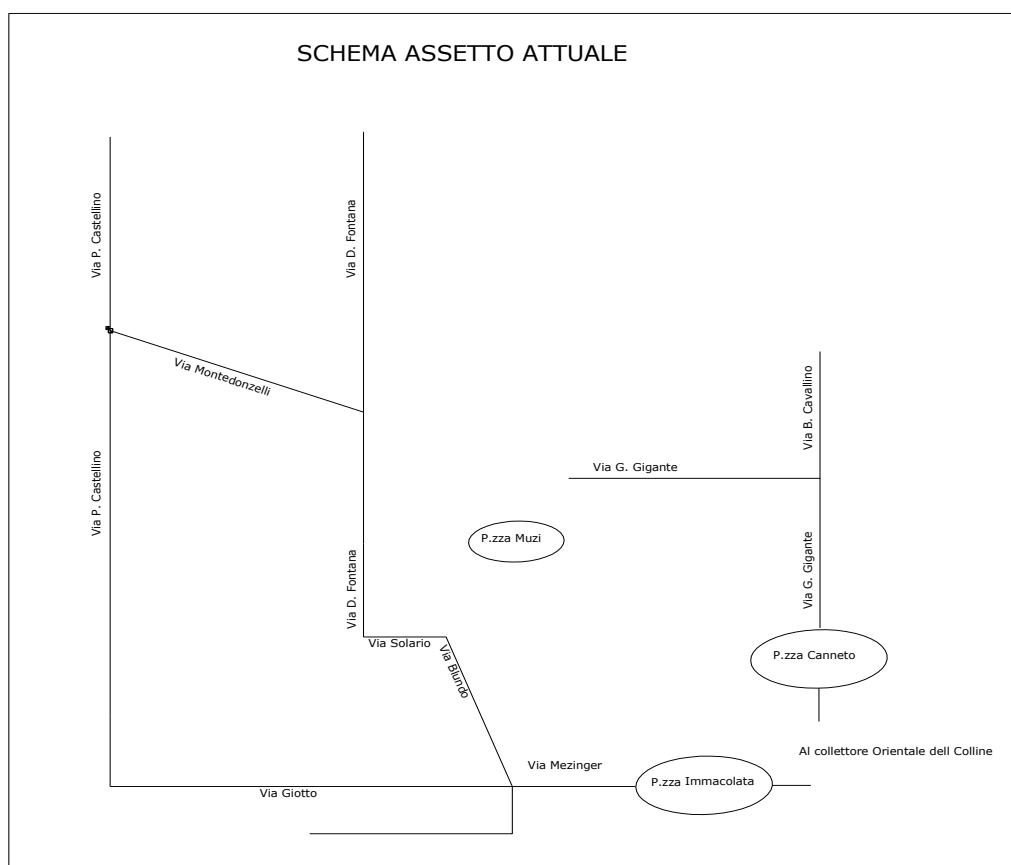
## INDICE

	<b>Pag.</b>
<b>1   PREMESSA .....</b>	<b>1</b>
<b>2   OPERE DI PROGETTO .....</b>	<b>2</b>
<b>3   DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE DI PROGETTO.....</b>	<b>3</b>
3.1   DEFINIZIONE DEL BACINO COLANTE .....	3
3.2   LEGGE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA .....	3
3.3   MODELLO DI TRASFORMAZIONE DEGLI AFFLUSSI IN DEFLUSSI .....	5
3.4   DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE DI PROGETTO .....	1
3.5   DIMENSIONAMENTO DEI POZZETTI DI SALTO .....	2

## 1 Premessa

L'area di intervento ricade nel quartiere Vomero del Comune di Napoli e si estende da P.zza Muzii a P.zza Canneto, comprendendo la Via G. Gigante.

Le opere di progetto sono finalizzate ad alleggerire il nodo idraulico di P.zza Immacolata dove attualmente, attraverso la fogna di Mezinger arrivano le acque provenienti da Via D. Fontana – Via Blundo, Via P. Castellino e Via Tino da Camaino (cfr. schema fig. 1).



**Fig 1- Schema idraulico stato attuale**

Dette acque, previa derivazione delle acque nere e di prima pioggia, raggiungono il Pozzo a Vortice di Piazza Immacolata e, mediante una galleria profonda, vengono recapitate nel collettore Orientale delle Colline.

Alla luce dei frequenti allagamenti che interessano la Piazza e dei dissesti che in seguito alle recenti piogge settembrine hanno riguardato il manufatto fognario di Via Blundo, si è reso necessario prevedere un progetto finalizzato alla razionalizzazione del sistema fognario afferente alla P.zza Immacolata.

Nell'assetto progettuale si prevede, infatti, di derivare la maggior parte delle acque provenienti dalla fogna di Via D. Fontana all'altezza di P.zza Muzii, in un nuovo manufatto da realizzare in Via G. Gigante con recapito nel Pozzo a vortice di Piazza Canneto. Prima dell'immissione nella galleria di adduzione al Pozzo a Vortice si prevede la derivazione delle acque nere e di prima pioggia che raggiungeranno mediante il sistema fognario esistente, la fogna di Via Imbriani.

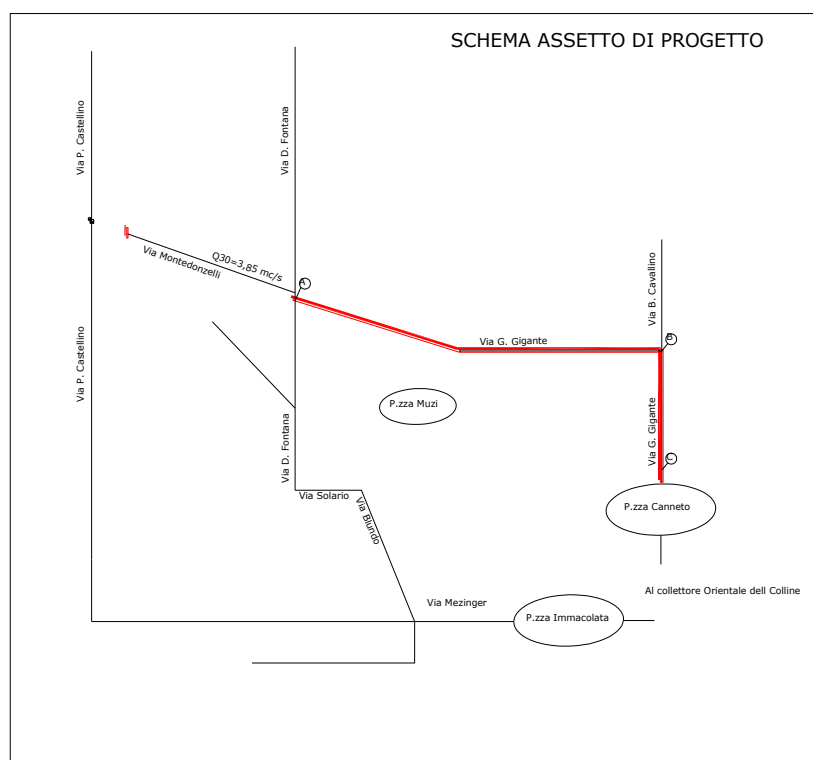
In questa relazione verranno descritte le metodologie di calcolo impiegate per il dimensionamento delle opere previste in questo progetto.

## 2 Opere di progetto

Le opere di progetto consistono, sinteticamente, in:

1. Manufatto di derivazione in P.zza Muzii da realizzare sulla fogna di Via Domenico Fontana per derivare una portata massima stimata in 5 mc/s;
2. Realizzazione del nuovo collettore in Via G. Gigante caratterizzato da: un primo tratto (L~430m) a speco circolare del DN 1500; un secondo tratto (L~180m) a speco circolare del DN 1800 mm e ultimo tratto della lunghezza di circa 10 m a sezione rettangolare in c.a., di dimensioni trasversali 2,00 x 2,20m con fondo rivestito in basolato.

Lo schema relativo alle opere di progetto è riportato nello stralcio successivo



**Fig 2- Schema idraulico stato di progetto**

### 3 Dimensionamento delle opere di progetto

Per il dimensionamento delle opere di progetto sono stati preliminarmente definiti i bacini afferenti alla fogna di Via D. Fontana e Via G. Gigante. Successivamente, sono state stimate le portate meteoriche riferite ad un periodo di ritorno pari a 10 anni. Note le portate di progetto sono state determinate le caratteristiche geometriche e di idrauliche dei collettori mediante la formula di Gauckler e Strickler, in ipotesi di moto uniforme, imponendo che in corrispondenza della massima portata i gradi di riempimento delle fogne di progetto garantissero, al di sopra del pelo libero, un adeguato franco.

#### 3.1 DEFINIZIONE DEL BACINO COLANTE

La delimitazione del bacino è stata svolta assumendo le tre sezioni di calcolo lungo la fogna di progetto. La prima sezione di calcolo A è stata posta in corrispondenza dell'opera di derivazione, da ubicare in P.zza Muzii; la seconda sezione, B, è stata posta in corrispondenza di Via G. Gigante, all'altezza della confluenza con la fogna di Via Traversa G. Gigante; la terza sezione, C, è stata posta in corrispondenza dell'immissione nella galleria di adduzione al Pozzo a Vortice di P.zza Canneto. I bacini sono stati caratterizzati assumendo un coefficiente di afflusso,  $\phi$ , variabile da 0,7 a 0,83, corrispondente ad una percentuale di aree impermeabili pari al 90%

Nella tabella successiva sono riportati i bacini relativi all'assetto di progetto:

Sezione	Area (ha)	$\phi$
A	30,30	0,83
B	52,00	0,8
C	53,10	0,8

#### 3.2 LEGGE DI PROBABILITÀ PLUVIOMETRICA

La determinazione delle portate pluviali, afferenti alla rete di drenaggio urbana di progetto, si è effettuata sulla scorta della curva di probabilità pluviometrica della Città di Napoli

Tale legge è espressa da una relazione a tre componenti così definita:

$$(1) \quad h[t, T] = K_T \frac{m[I_0] \cdot t}{\left(1 + \frac{t}{d_c}\right)^{C-D \cdot z}}$$

dove:

- $d$  = durata evento meteorico (ore)

- $m[I_0]$  = medio del massimo annuale riferita alla sottozona omogenea considerata (mm/h)
- $z$  = quota media del bacino (m)
- $dc$  = durata critica (ore)
- $C, D$  = parametri di regressione lineare

Il valore dei parametri statistici della legge sono quelli determinati mediante regressione lineare delle altezze di pioggia del pluviografo di Napoli –Fuorigrotta:

<b>m(I<sub>0</sub>) (mm/h)</b>	<b>tc (ore)</b>	<b>C-Dz</b>
180.2	0.128	0.82

Inserendo i valori su indicati si ottiene l'espressione:

$$(2) \quad h[t, T] = K_T \frac{180.2 \cdot t}{\left(1 + \frac{t}{0.128}\right)^{0.82}}$$

Il parametro  $K_T$  rappresenta il fattore di crescita e il suo valore è fornito dalla funzione di distribuzione di probabilità cumulata  $F(k)$  del modello T.C.E.V.

$$(3) \quad T = 1/(1-F(k)) = 1/(1 - \exp(-\Lambda_1 x e^{-(\eta x k)} - \Lambda^* x \Lambda_1^{(1/\theta^*)} x e^{-(\eta x k / \theta^*)}))$$

con:

$\theta^*$	$\Lambda^*$	$\Lambda_1$	$\eta$
2.536	0.224	37	4.909

Nell'espressione precedente  $T$  rappresenta il periodo di ritorno e rappresenta il numero medio di anni che bisogna attendere perché l'evento ad esso riferito si verifichi almeno una volta e risulta, pertanto, legato al rischio di insufficienza.

Per i sistemi fognari urbani generalmente il dimensionamento viene svolto valori del tempo di ritorno inferiori alla vita utile dell'opera, pertanto sussiste la certezza che in qualche occasione l'opera risulti insufficiente. D'altronde per evitare ciò sarebbe necessario incrementare, e non di poco, il valore di  $T$  di progetto e, conseguentemente, le dimensioni e il costo delle opere

Nel caso specifico sono stati considerati gli eventi con periodi di ritorno di  $T = 10$ , per il quale il valore di  $K_T$  fornito dall'espressione precedente è:

- $K_{10}=1.4$

La legge di probabilità assume dunque la forma:

$$(4) \quad ht = 1.4 \cdot \frac{180.2 \cdot t}{\left(1 + \frac{t}{0.128}\right)^{0.82}}$$

### 3.3 MODELLO DI TRASFORMAZIONE DEGLI AFFLUSSI IN DEFLUSSI

Per la determinazione delle massime portate pluviali è stato applicato il metodo *dell'invaso lineare* che rappresenta un modello concettuale di trasformazione afflussi – deflussi, diffusamente utilizzato nella pratica tecnica.

Secondo tale metodo il legame esistente tra la portata  $Q(t)$ , defluente in una assegnata sezione ed il volume d'acqua  $W(t)$  che si deve immagazzinare sulla superficie  $A$  del bacino sotteso dalla rete fognaria a monte, affinché attraverso la stessa sezione possa defluire la portata  $Q(t)$ , è un legame lineare espresso dalla relazione:

$$(5) \quad Q(t) = W(t)/K$$

Con  $K$  costante di invaso lineare, avente le dimensioni di un tempo.

L'applicazione del modello adottata è quella del *metodo italiano* per il quale l'espressione di  $K$  è fornita dal rapporto tra il volume totale invasato nella rete fognaria e sulla relativa superficie drenata in concomitanza con il deflusso della portata  $Q(t)$  e la portata stessa. In tal modo il metodo risulta di agevole utilizzo per la progettazione di una rete di collettori o per la verifica della rete allorquando siano note tutte le caratteristiche dei collettori a monte della sezione d'esame.

La costante di invaso  $K$  può essere espressa in funzione delle caratteristiche morfologiche del bacino drenato e della rete fognaria afferente. Per la progettazione della rete in oggetto la stima della costante di invaso è stata effettuata utilizzando la relazione proposta da Desbordes:

$$(6) \quad K \cdot \frac{4.19A^{0.30}}{I_m^{0.45}(100i)^{0.38}} - 0.21 \quad (\text{min})$$

Dove:

$A$  è la superficie del bacino in ettari;

$i_m$  è la pendenza media del collettore principale (m/m);

$I_m$  è la percentuale di area edificata.

L'espressione su scritta vale nell'ambito di bacini caratterizzati da una pendenza compresa tra 0.004 e 0.047. Inoltre, è opportuno sottolineare che tale espressione è stata tarata su bacini urbani reali strumentati con dispositivi di misura delle piogge e delle portate. Conseguentemente la metodologia di calcolo trova ordinaria ed indiscutibile applicazione in contesti omogenei.

L'idrogramma di piena è dato dall'integrale, rispetto al tempo  $t$ , dell'equazione del serbatoio lineare e l'equazione di continuità:

$$(7) \quad I(t)d(t) = dW(T) + Q(T)dt$$

Con:

I(t) afflusso netto sul bacino (mc/s);

W (t) volume immagazzinato a monte (mc);

Q portata in uscita dalla sezione (mc/s).

Introducendo l'ipotesi di afflusso netto I (t) costante e pari a  $i(t)$  A si ha, al termine dell'afflusso ( $t_p$ ), la portata al colmo pari a:

$$(8) \quad Q_m = \varphi i(t_p) S (1 - e^{-\varphi t_p / K})$$

Dove:

$\varphi$  è il coefficiente di afflusso;

$i(t_p)$  è l'intensità di pioggia corrispondente alla durata della pioggia  $t_p$ .

Il massimo valore della portata è quello relativo alla durata critica  $t_c$ , che si ottiene eguagliando a zero la derivata della espressione precedente rispetto a  $t_p$ .

Il valore  $t_c$  si ottiene risolvendo per tentativi, rispetto ad  $t$ , la seguente espressione:

$$m = (c/K + r) e^{-r} / (1 - e^{-r}).$$

Dove:

$m$  è l'esponente del denominatore della espressione della curva di probabilità pluviometrica a tre parametri (cfr. par. precedente);

$c$  è la durata critica dell'evento meteorico

$K$  è la costante di invaso;

$r$  è il rapporto tra durata dell'afflusso  $t_p$  e  $K$

Pertanto, la portata al colmo di piena è data dall'espressione:

$$(9) \quad Q = \varphi \cdot i \cdot A \cdot (1 - e^{-r})$$

Sulla base della metodologia illustrata sono state determinate le portate al colmo di piena relative alle sezioni di calcolo individuate.

I risultati dei calcoli sono riportati nella tabella successiva. In particolare si osserva che attualmente la portata meteorica afferente alla fogna di Via D. Fontana, in corrispondenza della sezione di derivazione di progetto è pari a 7,39 mc/s. Nell'assetto di progetto, deviando una portata pari a 5 mc/s proseguiranno, a valle, verso il nodo di P.zza Immacolata, 4,20 mc/s anzichè 9,20 mc/s.



COMUNE DI NAPOLI

IV DIREZIONE CENTRALE LL.PP.

Servizio Progettazione Realizzazione e Manutenzione Fognature e Imp. Idrici

Portate di Calcolo Collettori Principali

Sezione	Tratto	Note	Area del tratto (ha)	Tratto di monte (ha)	Area del tratto di monte (ha)	Area totale del bacino (ha)	Area urbanizzata del bacino	Area non edificata	% area edificata	Lunghezza asta principale (m)	Pendenza media dell'asta - i <sub>in</sub> (%)	Percentuale area edificata	Coefficiente di Afflusso φ	K di Desbordes	durata critica - t <sub>c</sub> (min)	Q <sub>5</sub> (m <sup>3</sup> /s)	coefficiente udometrico - u <sub>5</sub> (l/s*ha)	Q <sub>10</sub> (m <sup>3</sup> /s)	coefficiente udometrico - u <sub>10</sub> (l/s*ha)	portata assetto di progetto (m <sup>3</sup> /s)
	Via D. Fontana	collettore esistente immissione in sinistra	21,00		21,0	18,9	2,1	0,90	1434	3,00	0,90	0,83	7	9,6	<b>3,94</b>	188	<b>4,69</b>	223		
	Via Montedonzelli		9,30		9,3	8,4	0,9	0,90	1422	4,60	0,90	0,83	4	7,2	<b>2,27</b>	244	<b>2,70</b>	290		
	Via D. Fontana	collettore esistente	0,00	30,30	30,3										<b>6,21</b>	205	<b>7,39</b>	244		
<b>A</b>	<b>P.zza Muzii</b>	<b>Collettore di Progetto</b>																<b>5,00</b>		<b>5,00</b>
	Via Blundo - P.zza Immacolata	a valle confl D. Fontana	6,50	parziale Via Fontana	0,00	6,5	5,5	1,0	0,90	538	4,10	0,90	0,83	4	5,7	<b>1,50</b>	230	<b>1,80</b>	<b>278</b>	<b>4,19</b>
	Via B. Cavallino - Via Gigante	collettore esistente	15,70		15,7	11,8	3,9	0,75	1236	8,00	0,75	0,73	4	7,1	<b>3,22</b>	205	<b>3,83</b>	244		
	P.zza Muzi - Via G. Gigante	collettore esistente	5,70		6,0	5,4	0,6	0,90	421	4,76	0,90	0,83	4	6,5	<b>1,55</b>	287	<b>1,85</b>	308		
<b>C</b>	<b>Via G. Gigante - P.zza Canneto</b>	<b>Collettore di Progetto</b>	<b>1,1</b>	<b>Via B. Cavallino - Via Gigante; P.zza Muzi - Via G. Gigante</b>	<b>21,70</b>	<b>22,80</b>	<b>18,17</b>	<b>0,8</b>				<b>0,8</b>	<b>0,8</b>			<b>4,78</b>	209	<b>5,68</b>	249	<b>10,68</b>

Realizzazione di un nuovo manufatto fognario lungo Via G. Gigante da Piazza Mizi a Piazza Canneto per l'alleggerimento delle portate relative al bacino sotteso dalla rete fognaria di P.zza Immacolata – Progetto Esecutivo

### 3.4 DIMENSIONAMENTO DEL COLLETTORE DI PROGETTO

Il dimensionamento è stato effettuato determinando le condizioni di deflusso delle portate meteoriche, con periodo di ritorno decennale, calcolate sulla base dei criteri già descritti, in ipotesi di moto uniforme. Secondo quest'ipotesi la corrente scorre in un alveo cilindrico con la superficie libera a distanza costante dal fondo; in essa le caratteristiche idrauliche (velocità, sezione, portata) non variano nello spazio e nel tempo.

La letteratura tecnica fornisce numerosi esempi di formule per il calcolo delle caratteristiche in moto uniforme. Nel caso in esame, per la verifica dei collettori, è stata adottata la formula di Gauckler e Strickler.

Questa si esprime come segue:

$$(10) \quad V = K \times R^{(2/3)} \times I^{(1/2)}$$

che combinata opportunamente con quella di continuità:

$$(11) \quad Q = V \times \sigma$$

fornisce:

$$(12) \quad Q = K \times \sigma \times R^{(2/3)} \times i^{(1/2)}$$

I simboli indicano le seguenti grandezze:

V (m/s),	la velocità in moto uniforme;
$K' (m^{1/3}/s)$ ,	il coefficiente di scabrezza secondo Gaukler-Strickler;
R (m)	il raggio idraulico espresso come rapporto tra la sezione idrica e il contorno bagnato;
i,	la pendenza del collettore;
Q (mc/s),	la portata;
$\sigma$ (mq),	la sezione idrica.

La formula consente, fissata la geometria della sezione idrica, di determinare le caratteristiche idrauliche della corrente che si instaurano al passaggio delle varie portate.

Per quanto concerne il valore del coefficiente di scabrezza  $K'$ , questo dipende dalla natura delle pareti che costituiscono lo speco. Nel caso in esame trattandosi di tubazioni in lisce si è fissato  $K'=80$

Si osserva infine che trattandosi di correnti idraulicamente veloci, il grado di riempimento dei manufatti di progetto è stato calcolato con riferimento al tirante di stato critico.

Nella tabella seguente è riportato l'esito di dette verifiche.

	Q	i	Sezione	Dimensionii	hu	hc	hc/D(oH)	vu	Fr
sezione	(mc/s)	(%)			(m)	(m)	(-)	(m/s)	(-)
A	5,00	1,5	circolare	1500 mm	0,8	1,16	0,77	5,3	2,00
B	10,68	1,5	circolare	1800 mm	1,14	1,6	0,8	6,3	2,00
C	10,68	1,5	rettangolare	2,00x2,20 m	0,99	1,43	0,65	5,4	2,5

### 3.5 DIMENSIONAMENTO DEI POZZETTI DI SALTO

Lungo il tracciato dei manufatti di progetto sono previsti diversi salti di fondo, di altezza variabile tra 1,20 e 1,40 m e dettagliatamente caratterizzati negli allegati grafici.

La necessità di preveder tali salti scaturisce da due esigenze:

- limitare la velocità di deflusso nel collettore;
- limitare le profondità di scavo.

Di contro la presenza di un salto, soprattutto se di entità rilevante e per collettori di dimensioni superiori a 500mm può comportare, in assenza di particolari accorgimenti:

- 1- erosione alla base del salto;
- 2- erosione sulla parete frontale al salto.

Al fine di evitare ciò, in corrispondenza di tutti i salti di fondo è prevista la protezione della base con materiale resistente all'erosione (basolato). Inoltre, la lunghezza del pozzetto, nel senso longitudinale della corrente, è stata calcolata in funzione del profilo superiore della vena fluida in corrispondenza del salto. Per assicurare che in corrispondenza del salto la vena fluida non impatti contro la parete detta lunghezza è stata posta pari a circa 3,00m.