

+ S.P.Q.R.

COMUNE DI ROMA

DIPARTIMENTO XII - LAVORI PUBBLICI E MANUTENZIONI E
MANUTENZIONE URBANA

**CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO DEI CONDOTTI
FOGNARI DELLA CITTA' DI ROMA**

1) PREMESSA:

La rete di fognatura romana è nella quasi totalità una rete di tipo misto, che raccoglie sia le acque meteoriche sia le acque nere del bacino idraulico di pertinenza.

La scelta del sistema unitario era stata fatta fin da epoca remota - basti pensare che la prima fognatura romana è la **Cloaca Massima** la cui costruzione, secondo Plinio, risale a Tarquinio Prisco (circa 550 anni a.C.) - e conseguentemente si procedeva, alla fine del secolo scorso, alla costruzione dei due **collettori bassi** di destra e sinistra paralleli al fiume Tevere, che oltre a realizzare il sistema d'allontanamento delle acque reflue dal centro della Città, hanno consentito di evitare le inondazioni causate dal rigurgito del fiume nella rete fognante.

Detta scelta peraltro rappresentava altresì l'unico modo di sfruttare, senza intervenire in modo distruttivo sul tessuto urbano, i grandi collettori Romani e Medioevali che già costituivano un sistema d'allontanamento unitario delle acque.

In base anche a questa scelta l'Amministrazione Comunale, al fine di ottenere l'ottimizzazione, dal punto di vista tecnico economico, delle opere fognarie, insediò nel 1960 una Commissione che definì i criteri con cui si sarebbero dovuti dimensionare i condotti fognari, stabilendo le curve di pioggia che dovevano essere assunte per la determinazione delle portate di pioggia.

Tali curve, la cui descrizione matematica verrà riportata più avanti, sono state tracciate in base agli eventi meteorici verificatisi nella Città in un periodo di circa 70 anni escludendo solo un massimo assoluto senza precedenti verificatosi una volta soltanto nel periodo di 68 anni (pari a 125 mm di pioggia in 1h e 10').

Il dimensionamento dei condotti fognari è eseguito considerando la contemporaneità della portata zenitale, ottenuta dalle citate curve di pioggia, con la massima portata d'acque nere attesa nel bacino.

Di seguito sono illustrate in dettaglio le formule utilizzate per il calcolo delle portate, per il dimensionamento delle sezioni e per la verifica delle velocità di deflusso.

2) CALCOLO DELLE PORTATE ZENITALI

Per il calcolo delle portate zenitali si adottano le seguenti formule, in funzione dell'estensione del bacino:

A. Per estensioni inferiori a **40 ha** si adotta la formula empirica:

$$Q_z = p * r * \Psi * A$$

ove:

Q_z = portata acque pluviali in m³/s

p = afflusso meteorico in m³/s*ha

r = coefficiente di ritardo pari a $1/A^{1/6}$

Ψ = coefficiente di afflusso in fogna

A = area del bacino in ha

il coefficiente **p** di afflusso meteorico è stato dedotto dalla formula:

$$p = (10.000 * i)/(1.000 * 3.600)$$

essendo:

$$i = H/t$$

ove:

H = altezza di pioggia in mm.

t = tempo di durata della pioggia espresso in ore.

B) Per estensioni superiori a **40 ha** si adotta la formula del coefficiente udometrico:

$$Q_z = U * A$$

dove:

U = coefficiente udometrico

A = superficie del bacino

2.1) Coefficiente udometrico

La determinazione del coefficiente udometrico è effettuata con il metodo cinematico del Turazza, adottando la formula:

$$U = (\Psi * m * 10000 * H)/3600 * (t + \tau)$$

dove:

U = coefficiente udometrico

H = altezza di pioggia

t = tempo di durata della pioggia critica

τ = tempo di corrivazione

Ψ = coefficiente di afflusso

m = rapporto tra la portata massima e media del tempo t + τ

si assume uguale a 1,4 per tenere conto dell'invaso dei condotti di fogna e dei veli d'acqua superficiali.

2.2) Tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione è calcolato, in prima approssimazione, considerando una velocità media di scorrimento dell'acqua nei condotti fognari, pari a 1,00 m/s con la formula:

$$\tau = (L/(V * 3600)) + 0,05$$

ove il termine di 0,05 ore tiene conto del tempo necessario alla prima acqua caduta per raggiungere la fogna.

In base a tale valore si calcola la portata zenitale che sommata alla portata nera consente di dimensionare il condotto fognario.

Per ogni tronco della rete si può così determinare, in moto uniforme, una velocità di scorrimento.

Il nuovo tempo di corrivazione è quindi ottenuto calcolando la velocità media di tutto il bacino affluente ad ogni sezione mediante le formule:

a) tronchi in serie:

$$V_m = (\Sigma L)/\Sigma (L/V)$$

b) tronchi in parallelo:

$$V_m = \Sigma (V/L)/(\Sigma 1/L)$$

con L e V rispettivamente lunghezza e velocità di deflusso del bacino; per i tronchi del reticolo idrografico non sostituiti da manufatti fognari è mantenuta la velocità media di scorrimento di 1,00 m/s.

Con il nuovo tempo di corrivazione, calcolato sulla base delle velocità sopraindicate, vengono ricalcolate le portate zenitali.

Nel caso in cui il tempo di corrivazione risulta inferiore a 0,25 ore, si assume questo valore nei calcoli.

2.3) Tempo di durata della pioggia critica

Il tempo di durata della pioggia critica si assume uguale al tempo di corrivazione, in modo così da ottenere così il massimo di portata affluente dal bacino.

2.4) Altezza di pioggia

Per i bacini idraulici aventi estensione inferiore a 1.000 Ha si adotta la formula:

$$H = a * t^n$$

ove:

$$a = 111,6 \text{ e } n = 0,73 \text{ per } t \leq 0,807 \text{ ore}$$

$$a = 102,0 \text{ e } n = 0,31 \text{ per } t > 0,807 \text{ ore}$$

Per tenere conto della riduzione dell'intensità di pioggia con l'ampiezza del bacino, i parametri **a** e **n**, sopra indicati, sono corretti con le formule:

$$a' = a * (1 - 0,052 A + 0,002 A^2)$$

$$n' = n + 0,0175 A$$

con:

A = area del bacino in km²

Per i bacini idraulici di superficie superiore a **1.000 ha** si adotta la relazione:

$$H = (33,72 * e^{-0,117A} + 58,92) * t^{0,485}$$

2.5) Coefficiente di afflusso

Per ogni sezione il coefficiente di afflusso medio Ψ_m è valutato come media ponderale dei valori Φ inerenti alle zone urbanistiche, ricavati dalla scala di Fruhlig, adottando come pesi le superfici.

Il valore così ottenuto si riferisce a piogge della durata di un'ora e di intensità di 45 mm/h.

Per la determinazione del valore del coefficiente di afflusso per l'effettiva durata **t** e per l'effettiva intensità **i** si utilizza la formula:

$$\Psi = \Psi_m * ((i * t)/(45 * 60))^{1/3}$$

3) CALCOLO DELLE PORTATE NERE

La determinazione delle massime portate di acque usate, che si riversano in fognatura, è effettuata sulla base della popolazione gravitante nelle singole zone urbanistiche previste dal Piano Regolatore e della dotazione idrica.

A tale dotazione idrica sono attribuiti un coefficiente di restituzione in fogna variabile da **0,80** a **0,75** e due coefficienti di maggiorazione, ciascuno pari a **1,5**, per tenere conto delle punte stagionali e giornaliere.

La portata nera minima è determinata pari alla metà della portata nera media, essendo quest'ultima uguale alla portata nera massima depurata dei due coefficienti di maggiorazione per punte stagionali e giornaliere.

La portata nera minima è utilizzata per la verifica delle velocità minime di deflusso nei condotti di fognatura.

4) DIMENSIONAMENTO DELLE SEZIONI IDRAULICHE

Il dimensionamento delle sezioni è effettuato, in genere, con la formula del tipo **Chezy**, adottando per il coefficiente di attrito la formula semplificata di **Kutter**, per cui si ottengono le seguenti formule di calcolo:

$$Q = V * A$$

essendo:

A = sezione bagnata

V = velocità di scorrimento nel condotto espressa da:

$$V = \chi * (R * i)^{1/2}$$

dove:

$$\chi = 100 * R^{1/2} / (m + R^{1/2})$$

essendo:

R = raggio idraulico

i = pendenza del fondo

m = coefficiente di scabrezza secondo la scala di Kutter

5) VERIFICA DELLE VELOCITA'

Le sezioni adottate per i condotti di fognatura devono essere tali, per forma e dimensioni, da garantire sia un rapido deflusso delle acque e quindi impedire la sedimentazione delle sostanze sospese, sia una limitata abrasione dei materiali costituenti il condotto fognario per effetto di sostanze sospese che si muovono a velocità eccessivamente elevate.

Per soddisfare a tali esigenze, relativamente alla forma della sezione, è generalmente preferita una sezione di tipo ovoidale, che nei condotti più grandi è dotata di banchina e controbanchina e savanella tale da contenere il doppio della portata nera massima.

Con tale soluzione si ottengono sia velocità minime sufficientemente elevate, sia la possibilità di percorrere la condotta fognaria e quindi effettuare abbastanza agevolmente le operazioni di manutenzione.

Relativamente ai valori di velocità di scorrimento massimi e minimi, dall'esperienza acquisita, si ritiene accettabile un **valore massimo** di **5 m/s** ed un **valore minimo** di **0,5 m/s**, calcolati rispettivamente in corrispondenza della portata massima (portata zenitale più portata nera massima) e della portata nera minima.