

**CALCOLO PER IL DIMENSIONAMENTO  
DELLA TRATTA DELLE ACQUE NERE  
A SERVIZIO DELLA LOTTIZZAZIONE  
DELL'AMBITO DI TRASFORMAZIONE AT2**

**Scelte progettuali generiche per la rete fognaria delle acque nere.**

Indichiamo ora i limiti ed i parametri progettuali scelti per evitare danneggiamenti e malfunzionamenti della rete fognaria, ricordando che tali limiti non sono assoluti bensì vanno interpretati come valori di riferimento entro il quale è opportuno operare.

- E' importante contenere la **velocità** della portata transitante nei condotti entro un limite inferiore di 0.5 m/sec, necessario per garantire l'autolavaggio dei condotti quando in essi transitano solo le portate nere, ed un limite superiore di 2 m/sec tale da evitare l'usura dei tubi.
- Un **rapporto** inferiore al 70 % tra l'**altezza di moto uniforme  $h_0$** , relativa alla condizione di colmo ed il **diametro** del condotto.
- Il **grado di riempimento massimo  $r_c$**  (inteso come il rapporto tra la portata di progetto e quella di riempimento del condotto) deve mantenersi inferiore all'80 %, in modo tale che il deflusso avvenga sempre a pelo libero con un franco di sicurezza. In questo modo si evitano pericolose condizioni di condotte in pressione che riducono la portata espulsa ed aumentano l'usura dei tubi.
- Utilizzare una **pendenza dei tubi** compresa fra l'uno e il venti per mille, assegnando preferibilmente pendenze piccole a tubi di grosso diametro e pendenze elevate a tubi di piccolo diametro. La scelta di questi valori può influire notevolmente sui costi totali, poiché piccole differenze di pendenza, per una tubazione lunga centinaia di metri, comportano significative differenze nella profondità di scavo.
- Per evitare possibili danneggiamenti alle condotte, la loro **profondità minima** di interro sarà pari ad 80 centimetri; la **profondità massima** della quota di posa delle tubazioni non dovrà, nei limiti del possibile, superare i quattro metri.

Il valore delle portate nere è stato determinato come frazione della corrispondente dotazione idrica, considerata per il progetto dell'acquedotto.

**Analisi urbanistica ed analisi dell'uso del suolo.**

L'analisi urbanistica deve permettere di individuare lo sviluppo del territorio nell'arco di 50 anni (tale è il periodo di vita previsto per le opere da dimensionare).

Si rende quindi necessario in primo luogo definire con certezza la perimetrazione delle aree da urbanizzare che dovranno essere servite ed il tipo di insediamenti previsti, definendo poi per ciascuna area le densità abitative.

**Portata nera di progetto.**

Lo studio progettuale in questione è relativo allo sviluppo dell'Ambito di Trasformazione AT2Balzarina nel Comune di Lodi Vecchio per il quale gli strumenti di pianificazione urbanistica vigenti prevedono una destinazione di tipo residenziale.

L'Ambito di Trasformazione oggetto d'intervento presenta una superficie fondiaria di mq. 6863 ed in conseguenza dello sviluppo urbanistico dell'area sullo stesso potranno essere realizzati 3.000 mq di Superficie Lorda di Pavimento.

Facendo riferimento a quanto stabilito dal Documento di Piano del P.G.T. comunale e conformemente alle direttive della Regione Lombardia, il valore degli abitanti insediabili è calcolato nella misura di uno ogni 150 mc di Volumetria linda ammissibile.

Il parametro della volumetria è calcolato moltiplicando la Slp ammissibile per un'altezza di 3,10 ml. Il massimo volume insediabile si attesterà su un valore di 9.300,00 mc (3.000,00 mq x 3,10 ml) mentre il numero degli abitanti equivalenti risulterà pari a 62 unità (9.300,00 mc / 150 ab/mc).

Lo studio progettuale di sviluppo dell'area ha visto, oltre alla definizione dei lotti urbanizzati, anche l'individuazione dei corpi di fabbrica potenzialmente realizzabili; dall'elaborazione progettuale condotta è risultato che il numero di 62 abitanti equivalenti calcolato risulta lievemente sottodimensionato per le capacità edificatorie del comparto e per tale ragione si è optato, a margine di sicurezza, per il dimensionamento del sistema fognario delle acque reflue civili utilizzando il parametro di un abitante equivalente ogni 100 mc di volume residenziale.

Pertanto suddividendo la volumetria complessiva di 9.300,00 mc per il parametro di 1/100 ab/mc si ottiene un valore di 93 abitanti equivalenti complessivi.

Per il dimensionamento del tratto fognario si è tenuto conto del parametro sopra riportato, ma al fine di acconsentire l'uso del tratto fognario anche ad ulteriori futuri sviluppi, si utilizzerà un condotto a diametro maggiore.



EDIFICI	N. piani	SLP (mq)	SF Lotto (mq)	Sup VP (mq)
A1	2 + seminterrato	700	1479	
A2	2 + seminterrato	700	1583	
A3	2 + seminterrato	700	1500	
<b><i>Blocco A</i></b>		<b>2100</b>	<b>3062</b>	
B1	2	130	600	
B2	2	100	385	
B3	2	100	338	
B4	2	120	540	
B5	2	120	680	546
B6	2	100	333	235
B7	2	100	330	212
B8	2	130	595	400
<b><i>Blocco B</i></b>		<b>900</b>	<b>3801</b>	<b>1393</b>
<b>TOT</b>		<b>3000</b>	<b>6863</b>	<b>1393</b>

L'asse fognario principale di raccolta delle acque reflue civili sarà allocato in corrispondenza della sede stradale convogliando le acque dall'area d'inversione di marcia in progetto fino alla rotatoria esistente posizionata lungo Via M.L. King; perpendicolarmente allo stesso si innesteranno due tratti fognari posti in corrispondenza delle vie di penetrazione che costituiranno accesso carraio agli immobili realizzati sui fondi oggetto d'urbanizzazione.

Per un dimensionamento razionale delle linee fognarie disposte in opera si è stabilito di suddividere il sottoservizio in due tratti definiti sulla base del numero di abitanti equivalenti di competenza. Il primo tratto, situato a monte, raccoglierà le acque reflue provenienti dagli insediamenti allocati ad Est, gli insediamenti recapitanti in questo tratto fognario saranno pertanto: A3 (700 mq), B4 (120mq), B5 (120 mq), B6 (100 mq), B7 (100 mq), B8 (130 mq).



L'Slp complessiva d'influenza sarà perciò di 1.270,00 mq pari a 3.937,00 mc a fronte dei quali, in applicazione dei parametri sviscerati in precedenza, si attribuisce un numero di abitanti equivalenti pari a 39,37, arrotondato a 40.

La portata nera civile corrispondente risulta:

$$Q_{nera\ civile} = a \cdot P \cdot 300 \cdot K / 43.200$$

dove:

- $Q_{nera\ civile}$  è la portata nera civile del tratto (l/s)
- $a$  è il coefficiente di afflusso della portata nera = 0.8
- $P$  è la popolazione insistente (A.E.)
- $300\ l/ab\ g$  è la dotazione idrica giornaliera per abitante
- $K$  = coefficiente di contemporaneità (in genere varia da 1,3 ÷ 2)

Determinati questi valori, può essere eseguita la verifica del funzionamento della rete.

In particolare, bisogna verificare che ci siano velocità superiori al limite indicativo di 0.5 m/s, per evitare fenomeni problematici di sedimentazione. I valori ottenuti dalle elaborazioni sono riportati a seguire.

Noti i dati della portata nera civile possiamo dimensionare i condotti verificando che i risultati ottenuti siano accettabili. Da quanto menzionato è possibile in prima battuta calcolare la portata nera rispetto alla quale effettuare la verifica della velocità minima distribuita sulle 12 ore giornaliere:

$$Q_{nera\ civile} = 0.8 \cdot 40 \cdot 300 \cdot 2 / 43.200 = 0,444\ l/s$$

La condotta in progetto per le acque nere è una tubazione in PVC di diametro pari a 200 mm. La pendenza minima del condotto sarà sempre in ogni punto maggiore al 3%.

Applicando per la verifica la formula di Gauckler-Strickler otteniamo che per una portata di 0,44 l/s la velocità minima richiesta per il lavaggio dei condotti non risulta verificata (fare riferimento alla tabella a seguire, linea evidenziata);

E' quindi necessario prevedere la disposizione in testa alla rete di un pozzetto di cacciata (di lavaggio) che possa consentire il raggiungimento della velocità minima di deflusso.

## Gauckler-Strickler

$K_s$	$V = \chi \sqrt{R \times i}$		
90.0000			
$Q = V \times A$			
$\chi = K_s \times R^{1/6}$			
L	Dh	i	r
m	m		m
1.00	0.003	0.0030	0.100

	h	$\chi$	V	Q	V/Vr	Q/Qt	h/r
	m		m/s	mc/s			
1	0.0100	38.8904	0.1719	0.0001	0.2569	0.0048	0.1000
2	0.0200	43.4743	0.2684	0.0004	0.4012	0.0209	0.2000
3	0.0300	46.3162	0.3458	0.0010	0.5168	0.0486	0.3000
4	0.0400	48.3764	0.4115	0.0018	0.6151	0.0876	0.4000
5	0.0500	49.9784	0.4688	0.0029	0.7007	0.1370	0.5000
6	0.0600	51.2730	0.5193	0.0041	0.7761	0.1958	0.6000
7	0.0700	52.3429	0.5640	0.0055	0.8430	0.2629	0.7000
8	0.0800	53.2386	0.6036	0.0071	0.9022	0.3370	0.8000
9	0.0900	53.9925	0.6385	0.0088	0.9544	0.4165	0.9000
10	0.1000	54.6266	0.6690	0.0105	1.0000	0.5000	1.0000
11	0.1100	55.1557	0.6953	0.0123	1.0393	0.5857	1.1000
12	0.1200	55.5899	0.7175	0.0141	1.0724	0.6718	1.2000
13	0.1300	55.9350	0.7355	0.0159	1.0993	0.7564	1.3000
14	0.1400	56.1936	0.7492	0.0176	1.1198	0.8372	1.4000
15	0.1500	56.3647	0.7583	0.0192	1.1335	0.9119	1.5000
16	0.1600	56.4424	0.7625	0.0205	1.1397	0.9775	1.6000
17	0.1700	56.4138	0.7610	0.0217	1.1374	1.0304	1.7000
18	0.1800	56.2504	0.7522	0.0224	1.1243	1.0658	1.8000
19	0.1900	55.8800	0.7326	0.0226	1.0950	1.0745	1.9000
20	0.2000	54.6266	0.6690	0.0210	1.0000	1.0000	2.0000

A tal fine verrà disposto un pozzetto con sifone autoinnescante, con capacità di 170 litri e portata media di cacciata di 3 l/s.

Con tale portata, sommata ai 0,44 l/s delle acque nere avremo una portata complessiva di 3,44 l/s.

Si riverifica quindi la velocità minima la quale sarà molto prossima ai 0,50 m/s (media aritmetica della velocità nella precedente tabella tra le righe 5 ed 6).

Risultano quindi verificati anche i parametri della pendenza, altezza del tirante, percentuale di riempimento e profondità di posa).

Per quanto concerne il tratto terminale della condotta, situato a valle del tratto dimensionato e con sviluppo fino in prossimità della rotatoria, esso sarà asservito al deflusso delle acque reflue provenienti dall'intero ambito di trasformazione, ovvero dai liquami prodotti dai 93 abitanti

equivalenti complessivi calcolati in precedenza e dalla portata di 3 l/s generata dal pozzetto di cacciata.



Analogamente a quanto fatto in precedenza è possibile procedere al calcolo della portata nera nel tratto fognario in come di seguito riassunto:

$$Q_{nera\ civile} = 0.8 \cdot 93 \cdot 300 \cdot 2/43.200 + 3 = 4,03 \text{ l/s}$$

La condotta impiegata per le acque nere è una tubazione in PVC avente diametro pari a 200 mm. La pendenza minima del condotto sarà sempre in ogni punto maggiore al 3%.

Con tale portata facendo riferimento alla precedente tabella la velocità minima sarà di circa 0,51 m/s.

Risultano anche in questo caso verificati i parametri della pendenza, altezza del tirante, percentuale di riempimento e profondità di posa).

I condotti in progetto consentiranno un deflusso, con riempimento pari all'80%, pari a circa 22 l/s. Quindi:

$$22 \text{ l/s} = 0.8 \cdot Ab.eq \cdot 300 \cdot 2/43.200 \text{ da cui deriva}$$

Ab.eq= 1980 dato sicuramente molto maggiore della teorica necessità futura