

Reti di fognatura

Relazione tecnica

1. Premessa

Il nuovo intervento residenziale sorgerà nella zona di espansione posta a nord-est della città di Lodi, e in esso si prevede un insediamento di 400 abitanti teorici, distribuiti in edifici abitativi di diverse dimensioni, serviti da nuove vie di progetto.

L'incremento di carico inquinante generato dal nuovo insediamento residenziale, assumendo indicativamente come base per la residenza il carico unitario $BOD_5 = 60 \text{ g./}(ab. \times \text{giorno})$, ammonta a:

$$60 \text{ g/ab} \cdot \text{g} \times 400 \text{ ab.} = \text{g } 24.000 = \text{kg. } 24,00.$$

L'inserimento del nuovo insediamento nel contesto urbanistico esistente richiede la realizzazione di nuove reti di fognatura separate e vincolate altimetricamente alle quote di scorrimento delle fognature esistenti per ciò che concerne il recapito delle acque nere, mentre, per quanto riguarda le acque meteoriche provenienti dalle superfici scolanti, il recapito è costituito dalla Roggia Squintana, previo accumulo degli apporti superiori a 20 l/sec per ettaro di superficie impermeabile. Il sistema fognario del nuovo insediamento è quindi organizzato con due tipi di canalizzazione tra loro indipendenti. Una prima rete è destinata ad accogliere gli scarichi delle acque nere provenienti dagli insediamenti abitativi; una seconda rete raccoglie le acque meteoriche provenienti dalle coperture degli edifici, da strade e parcheggi.

2. Criteri di progetto

Sia per i collettori delle acque nere che per quelli delle acque bianche posti sulla viabilità principale, si è adottato, come criterio generale, quello di assicurare una conveniente ricopertura degli estradossi dei condotti, per consentire una agevole posa delle condutture di gas, acqua potabile, energia elettrica e rete telefonica.

Si è inoltre avuto cura di verificare che, nei punti di intersezione, non si verifichino interferenze altimetriche, facendo anzi in modo che i condotti delle acque nere sottopassino sempre, con adeguato franco di sicurezza, i condotti di quelle bianche in tutte le situazioni di incrocio.

L'altimetria di progetto del comparto, pur assicurando i requisiti sopra evidenziati per gli incroci, consente di adottare una pendenza dei condotti della fognatura nera dello 0,6% (0,006). Il recapito è previsto nella cameretta d'angolo della fognatura nera esistente sulla via Romero, con la medesima quota del piano di scorrimento. Le camerette di ispezione sono poste a distanze reciproche non superiori a m. 32,00.

La rete di drenaggio delle acque bianche (meteoriche) è stata configurata tenendo conto di alcuni rilevanti vincoli.

L'altimetria del comparto e, quindi, la geometria dei profili dei condotti, rispetto al piano di scorrimento ed alla quota di massimo invaso presunto del corso d'acqua recettore (roggia Squintana), non consentono il recapito diretto per caduta delle acque drenate. Si rende pertanto necessaria la realizzazione di una stazione di sollevamento attrezzata con pompe

adatte a smaltire la portata scaricabile nella roggia Squintana, le quali assumono una funzione sostitutiva, a tutti gli effetti, dell'impianto di laminazione.

La limitazione della portata ammissibile (commisurata a 20 l/sec per ettaro di superficie impermeabile), rende necessario assicurare un adeguato volume di invaso. Il progetto prevede di ottenere tale volume di invaso sostituendo gli ordinari condotti circolari, aventi diametro e pendenze adeguate a smaltire le portate affluenti, con condotti scatolari in c.a. (c.d. supertubi) di sezione interna notevolmente maggiorata (cm 120 di base x cm 80 di altezza) rispetto a quelle strettamente necessarie, in misura tale da totalizzare il volume di accumulo necessario, in relazione all'intera area scolante sottesa.

Le pendenze adottate, per i condotti di drenaggio delle acque meteoriche, sono dello 0,2% (0,002) per i tubi a sezione circolare in PVC, dello 0,1% (0,001) per i condotti scatolari e dello 0,05% per il canale in trincea a cielo aperto che recapita le acque provenienti dai condotti scatolari alla stazione di sollevamento e, da questa, in roggia Squintana.

Le camerette prefabbricate di ispezione sui condotti circolari sono poste a distanze reciproche non superiori a m 35 (in un caso m 37 e in un altro m 36), mentre quelle realizzate in opera sui condotti scatolari sono poste ad una distanza massima reciproca di m 50.

Completano la rete di raccolta delle acque meteoriche le caditoie stradali (a distanze reciproche non superiori a m. 20, se poste in doppio ordine ai lati delle vie, e non superiori a m. 15, se poste in asse alle vie) ed i relativi allacciamenti.

3. Calcoli idraulici

3.1 Condotti delle acque nere

Il dimensionamento dei collettori delle acque nere è stato condotto assumendo l'ipotesi di consumi idrici giornalieri pari a 300 litri/abitante x giorno, con riduzione degli afflussi nella misura del 20%. In tale ipotesi si sarebbero potute adottare sezioni dei condotti molto ridotte, ma del tutto sconsigliabili ai fini della pulizia e manutenzione, rispetto a quelle effettivamente previste in progetto. Per i condotti in PVC posati sulla pubbliche vie si è adottato sempre e solo un diametro minimo esterno pari a mm 315, mentre sulle strade private il diametro esterno minimo previsto è di mm 200. In tutti i casi la portata ammissibile è notevolmente superiore alla portata effettivamente recapitata nelle ore di punta.

3.2 Condotti delle acque bianche

Il calcolo di verifica delle portate dei condotti viene eseguito per le sole aree scolanti A_1 e A_8 (vedi allegato A), in quanto tutte le altre aree recapitano nei condotti scatolari di dimensioni molto maggiori e che assicurano portate ben superiori a quelle strettamente necessarie.

La consistenza dell'impianto fognario di cui si tratta è dunque modesta. Si ritiene pertanto opportuno adottare i seguenti criteri semplificativi per il dimensionamento e la verifica dei condotti:

a) per il calcolo degli afflussi vengono prese in considerazione le sole aree impermeabili e vengono trascurate le aree sistemate a verde;

b) le portate di afflusso ai condotti fognari vengono calcolate utilizzando la formula* $Q = uA\Phi$, dove Q è la portata di afflusso, u il coefficiente udometrico in l/sec x ha, A è l'estensione dell'area scolante in ettari, Φ il coefficiente di deflusso medio ponderale che (si veda Tab. 1 allegata) per l'area A_1 pari a $\Phi_1 = 0,51$, mentre per l'area A_8 è pari a $\Phi_8 = 0,30$
Sotto tali ipotesi semplificative le portate affluenti risultano rispettivamente pari a:

$$Q_1 = u * A_1 * \Phi_1 = 260 * 0,23 * 0,51 = 30,50 \text{ l/s}$$

$$Q_8 = u * A_8 * \Phi_8 = 260 * 0,48 * 0,30 = 37,44 \text{ l/s}$$

La verifica idraulica dei condotti viene effettuata mediante la formula delle portate di Manning - Strickler:

$$Q = K \times S \times R^{2/3} \times I^{1/2}$$

dove:

K = coefficiente di scabrezza, pari a 100 per i tubi in PVC

S = sezione del condotto in m^2

R = raggio idraulico in m.

I = pendenza del tronco di fognatura.

La portata del condotto in PVC SN8 con diametro nominale esterno di mm 315 e interno di mm 297, con pendenza 0,2% (0,002), risulta:

$$Q_t = 100 \times 0,069 \times 0,074^{2/3} \times 0,002^{1/2} = 54,39 \text{ l/s} > 37,44 \text{ l/s}$$

Con un grado di riempimento del 75% del diametro, a parità di scabrezza, sezione e pendenza del condotto, la portata risulta pari al 91,19% della portata a sezione piena e quindi pari a:

$$Q_{t\ 75\%} = 100 \times 0,069 \times 0,074^{2/3} \times 0,002^{1/2} \times 0,9119 = 49,60 \text{ l/s} > 37,44 \text{ l/s}$$

La portata dei condotti scatolari in c.a. con pendenza 0,1% (0,001) è di gran lunga superiore alla massima portata di pioggia affluente nei medesimi e, quindi, non si procede alla loro verifica di portata idraulica.

4. Immissione di acque meteoriche in acque superficiali - volume di accumulo - stazione di sollevamento

4.1 Immissione in acque superficiali

La portata ammissibile affluente al corpo idrico recettore (Roggia Squintana) è commisurata all'estensione dell'intera area scolante impermeabile, in ragione di 20 l/(sec x ha).

L'estensione virtuale dell'area impermeabile viene determinata assumendo le seguenti ipotesi:

- a) il contributo delle superfici verdi interne ai singoli lotti viene considerato nullo in quanto tali aree non saranno dotate di alcun impianto di drenaggio;
- b) per tutte le altre superfici vengono assunti i seguenti coefficienti di deflusso:
 - $\phi_1 = 0,90$ coperture di edifici
 - $\phi_2 = 0,70$ pavimentazioni stradali, parcheggi e marciapiedi in masselli autobloccanti
 - $\phi_3 = 0,30$ pavimentazioni drenanti di aree di parcheggio
 - $\phi_4 = 0,00$ aree verdi

* La formula è quella indicata dalle specifiche tecniche fornite dall'ente gestore della fognatura comunale (ASTEM). Il coefficiente udometrico, sempre in base alle specifiche tecniche citate (v. Tab. 1), per tempi di corrivazione di 5 min. e per le aree impermeabili in esame assume il valore fornito dal prodotto $u = 6,5 \times 40 = 260 \text{ l/s}$.

La superficie dell'intero comparto insediativo è stata suddivisa nei due sub-comparti **S1** e **S2**, ciascuno fornito di una propria rete drenante. Ciascun sub-comparto è stato a sua volta suddiviso in aree scolanti, per ciascuna delle quali è stato calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderato, nonché il coefficiente di deflusso medio ponderato di ciascun sub-comparto.

Non sono state inserite nel novero delle aree scolanti le aree verdi **V1** e **V2**, il parcheggio **P2** ed i tronchi terminali delle strade di collegamento con la via Romero. Per le due aree verdi si è considerato che le precipitazioni che vi ricadono vengano assorbite dal suolo, mentre per il parcheggio (i cui stalli sono totalmente realizzati con pavimentazione drenante) ed i due tronchi stradali (che hanno superfici modeste, rispettivamente l'uno di circa m² 210 e l'altro di circa m² 170, rispetto all'intero comparto), data la loro pendenza verso via Romero, si è ritenuto ragionevole ritenere che le acque da essi scolanti possano essere drenate dalla rete fognaria delle acque bianche di via Romero.

I risultati dei calcoli di determinazione dei coefficienti di deflusso medi ponderati, per ciascuna area scolante e per ciascun sub-comparto, sono riassunti in **Tab. 1** allegata alla presente relazione.

L'intero sub-comparto "**S1**", che comprende le aree scolanti **A1-A2-A3-A4-A5-A6-A7**, ha una superficie totale di **ha 1,3568**, ed un coefficiente di deflusso medio ponderato $\phi_{S1 \text{ pond}} = \mathbf{0,443761}$.

L'intero sub-comparto "**S2**", che comprende le aree scolanti **A8-A9-A10-A11**, ha una superficie totale di **ha 1,4409**, ed un coefficiente di deflusso medio ponderato $\phi_{S2 \text{ pond}} = \mathbf{0,276369}$.

La massima portata meteorica Q_s di cui è ammesso lo scarico diretto nel corpo idrico superficiale roggia Squintana risulta pertanto pari a:

$$Q_s = 20 \times (1,3568 \times 0,443761 + 1,4409 \times 0,276369) = \mathbf{20,01 \text{ l/s}}$$

4.2 Volume di accumulo

Il progetto non prevede una vasca di accumulo vera e propria. I motivi della diversa scelta progettuale discendono dalla difficoltà di una sua collocazione all'interno del comparto (stante il ragguardevole volume), dalla maggiore necessità di controlli e dalla conseguente superiore onerosità di manutenzione. Inoltre, data l'altezza della falda, è sconsigliabile realizzare vasche e manufatti interrati sottofalda che sarebbero soggetti al rischio di spinte elevate soprattutto in caso di eventi alluvionali. La soluzione adottata prevede la realizzazione di condotti di scarico sovradimensionati in misura tale da ottenere il necessario volume di accumulo. Tali condotti, che sostituiscono a tutti gli effetti gli usuali collettori circolari in PVC o in C.A.T., sono costituiti da scatolari in c.a., a sezione rettangolare delle dimensioni di m 1,20 di base e m 0,80 di altezza, con una sezione netta corrente di m² 0,96.

Il calcolo del volume di accumulo necessario viene condotto secondo il metodo delle piogge indicato dall'Autorità d'Ambito di Lodi, al quale si rimanda e che permette di determinare la durata della pioggia critica t_{CR} in ore (h) ed il volume specifico di invaso per ettaro ΔV_{MAX} in m³/ha, mediante l'impegno delle seguenti formule:

- $t_{CR} = \delta\phi - \xi$
- $\Delta V_{MAX} = \eta\phi / (\phi - \psi)^{\kappa}$

dove, per la città di Lodi e per una portata di scarico ammissibile di 20 l/s per ettaro impermeabile, i parametri assumono i valori rappresentati qui di seguito:

η	ψ	κ	δ	ξ
403,000	0,180	0,330	2,021	-0,013

e ϕ è il coefficiente di deflusso medio ponderato dell'area considerata.

Per il sub-comparto "S1" si ottengono i seguenti valori:

- $t_{CRS1} = \delta\phi - \xi = 2,021 \times 0,443761 + 0,013 = 0,91 \text{ h} = 55'$
- $\Delta V_{MAX} = \eta\phi / (\phi - \psi)^K = 403 \times 0,443761 / (0,443761 - 0,180)^{-0,330} = \text{m}^3/\text{ha} \text{ 115,20}$

Il volume d'invaso teorico necessario $C1_t$ risulta pertanto uguale a

$$C1_t = \text{ha } 1,3568 \times \text{m}^3/\text{ha } 115,20 = \text{m}^3 \text{ 156,30}$$

Lo sviluppo del condotto scatolare entro cui recapitano le acque meteoriche scolanti dal sub-comparto "S1" ha uno sviluppo lineare di m 187 e pertanto la sua capacità effettiva di invaso $C1_e$ risulta pari a:

$$C1_e = \text{m } 187 \times \text{m}^2 \text{ 0,96} = \text{m}^3 \text{ 179,52} > \text{m}^3 \text{ 156,30}$$

Per il sub-comparto "S2" si ottengono i seguenti valori:

- $t_{CRS2} = \delta\phi - \xi = 2,021 \times 0,276369 + 0,013 = 0,57 \text{ h} = 34'$
- $\Delta V_{MAX} = \eta\phi / (\phi - \psi)^K = 403 \times 0,276369 / (0,276369 - 0,180)^{-0,330} = \text{m}^3/\text{ha} \text{ 51,46}$

Il volume d'invaso teorico necessario $V2_t$ risulta pertanto uguale a

$$C2_t = \text{ha } 1,4409 \times \text{m}^3/\text{ha } 51,46 = \text{m}^3 \text{ 74,15}$$

Lo sviluppo del condotto scatolare entro cui recapitano le acque meteoriche scolanti dal sub-comparto "S2" ha uno sviluppo lineare di m 95 e pertanto la sua capacità effettiva di invaso $C2_e$ risulta pari a:

$$C2_e = \text{m } 95 \times \text{m}^2 \text{ 0,96} = \text{m}^3 \text{ 91,29} > \text{m}^3 \text{ 74,15}$$

Le capacità di invaso dei condotti scotalari risultano dunque superiori al fabbisogno calcolato. A favore di sicurezza sono stati comunque trascurati i volumi di invaso dei rimanenti condotti fognari circolari e non viene considerato il volume di invaso dei canali a cielo aperto che recapitano le acque meteoriche accumulate nei condotti scotalari alla stazione di sollevamento e che rendono disponibile una capacità di accumulo ulteriore di almeno $\text{m}^3 \text{ 130}$, considerando il loro sviluppo pari a m 130 e la loro sezione pari a $\text{m}^2 \text{ 1,00}$.

Le acque accumulate vengono recapitate, lungo canali in trincea a cielo aperto con pendenza media dello 0,05% (0,0005), nella stazione di sollevamento, mediante la quale si provvede al loro recapito in roggia Squintana, con una portata controllata non superiore a 20,01 l/s.

4.3 Stazione di sollevamento

Le caratteristiche altimetriche del comparto insediativo e della roggia Squintana rendono necessaria la realizzazione di una stazione di sollevamento, per recapitare (sia pure con le prescritte limitazioni) le acque meteoriche nel corso d'acqua recettore.

La configurazione di progetto (v. Tav. 8 e 9 del PAC) prevede che il piano di fondo della stazione (a pianta quadrata con lato di m 1,50) sia posto ad una quota inferiore di m 1,60 rispetto a quella di scorrimento del canale immissario, in corrispondenza della bocca di carico. Essa è attrezzata con due elettropompe, ciascuna delle quali deve assicurare una portata di 20,01 l/s per una prevalenza di m 4,00. Le pompe, corredate dai relativi accessori e impianti per l'installazione, la movimentazione, la manutenzione ed il funzionamento, sono governate da un quadro di comando automatizzato che ne deve prevedere il funzionamento alternato, una volta raggiunto l'invaso indicato sulla tavola di progetto. In caso di mancato funzionamento della pompa di turno, deve essere previsto l'innescò della seconda pompa, una volta raggiunto l'incremento di invaso di ulteriori m 0,10. Il quadro di comando deve inoltre essere provvisto di

dispositivo di innesco di una pompa quando, in caso di scarsa precipitazione, pur non essendo stata raggiunta la quota di primo innesco, persista, all'interno della stazione e per un intervallo di tempo superiore a 24 ore, una quantità d'acqua tale da raggiungere un livello di riempimento della camera della stazione superiore di m 0,10 rispetto al livello di arresto delle pompe.

Le pompe, pur dovendo veicolare acque meteoriche, devono comunque rispondere ai requisiti delle pompe destinate all'evacuazione di acque luride.

L'impianto elettrico di alimentazione delle pompe comprende anche il dispositivo di allarme per segnalazione di blocco o di malfunzionamento delle pompe.

Le acque, veicolate dalle pompe, sono immesse in roggia Squintana tramite condotti di mandata con quota di sbocco in atmosfera superiore a quella di massimo invaso previsto del corso d'acqua recettore e veicolate lungo un canale in terra con quota di fondo non inferiore a quella dell'attuale soglia di base dell'esistente paratoia.

Poiché sussiste la possibilità che l'escursione della falda freatica interessi la parte inferiore dell'edificio costituente la stazione di sollevamento, è prevista la realizzazione di una impermeabilizzazione che eviti l'infiltrazione di acque dall'esterno.

Qualora, per la realizzazione della stazione di sollevamento, si ricorra all'impiego di manufatti prefabbricati, sarà necessario verificare preventivamente la stabilità degli stessi nei confronti della sottospinta idraulica e provvedere, se necessario, al loro zavorramento.

5. Tipologia e caratteristiche dei condotti e dei manufatti

Per i collettori a sezione circolare sia delle acque nere che delle acque bianche meteoriche si prevede l'impiego di tubi in PVC pesante (tipo SN 8 - norma UNI EN 1401-1), con giunto a bicchiere e guarnizione di tenuta in neoprene. La scelta del materiale è correlata alla necessità di ridurre al massimo la scabrezza, in considerazione delle pendenze disponibili ed anche in presenza di modesti afflussi. Allo scopo di garantire la manutenzione e l'ispezionabilità dei condotti, sulle strade pubbliche sono previsti tubi con diametro minimo esterno di mm 315.

Il rinterro di tutti i condotti in PVC, ai fini della loro protezione dalle sollecitazioni prodotte dai carichi veicolari, dovrà essere effettuato realizzando sottofondo di posa, rinfianco e cappa di idoneo spessore e ben costipati, in materiale sciolto (sabbioncino o sabbia e ghiaietto), con conveniente ricopertura.

I condotti delle acque meteoriche con funzione di accumulo sono previsti, come già detto, in condotti scatolari rettangolari in c.a.

Le camerette di ispezione sono previste di tipo prefabbricato in c.a. per i condotti circolari in PVC. Quelle di ispezione e quelle terminali dei condotti scatolari sono previste in c.a. gettate in opera. Le aperture delle camerette terminali di sbocco in canali a cielo aperto, come pure l'apertura di immissione nella stazione di sollevamento sono munite di grigliatura anti-intrusione. I chiusini sono circolari, in ghisa sferoidale di tipo carrabile per traffico medio, con diametro interno di mm. 600. Le caditoie sono previste a griglia (sempre in ghisa sferoidale e di tipo carrabile) in asse alle strade, per le aree di parcheggio, per i piazzali o per gli slarghi; sono invece previste a bocca di lupo quando sono localizzate in corrispondenza dei cordoli dei marciapiedi.

Lodi, 29.04.2013

IL PROGETTISTA

TAB. 1 - Coefficienti medi ponderali di deflusso

LEGENDA S1 coperture S2 pavim autoblocc S3 pavim dren S4 verde

Sub-comparto "S1"

Area scol	S1 mq	..	S2	..	S3	..	S4	..	sup tot mq	S tot ha	· pond
A1	0,00	0,90	1.181,00	0,70	1.080,00	0,30	0,00	0,00	2.261,00	0,23	0,5089341
A2	585,00	0,90	295,00	0,70	0,00	0,30	1.835,00	0,00	2.715,00	0,27	0,2699816
A3	818,00	0,90	1.311,00	0,70	0,00	0,30	1.051,00	0,00	3.180,00	0,32	0,5200943
A1-2-3	1.403,00	0,90	2.787,00	0,70	1.080,00	0,30	2.886,00	0,00	8.156,00	0,82	0,433742
A4	448,00	0,90	1.144,50	0,70	0,00	0,30	690,50	0,00	2.283,00	0,23	0,5275296
A1-2-3-4	1.851,00	0,90	3.931,50	0,70	1.080,00	0,30	3.576,50	0,00	10.439,00	1,04	0,4542533
A5	367,50	0,90	180,50	0,70	0,00	0,30	657,00	0,00	1.205,00	0,12	0,3793361
A6	0,00	0,90	284,00	0,70	370,00	0,30	0,00	0,00	654,00	0,07	0,4737003
A7	330,00	0,90	243,00	0,70	150,00	0,30	547,00	0,00	1.270,00	0,13	0,4032283
A1-2-3-4-5-6-7	2.548,50	0,90	4.639,00	0,70	1.600,00	0,30	4.780,50	0,00	13.568,00	1,36	0,4437611

Sub-comparto "S2"

Area scol	S1 mq	..	S2	..	S3	..	S4	..	sup tot mq	S tot ha	· pond
A8	948,00	0,90	851,50	0,70	0,00	0,30	2.999,50	0,00	4.799,00	0,48	0,30199
A9	818,00	0,90	417,00	0,70	0,00	0,30	2.035,00	0,00	3.270,00	0,33	0,3144037
A10	390,00	0,90	517,00	0,70	0,00	0,30	2.063,00	0,00	2.970,00	0,30	0,2400337
A8-9-10	2.156,00	0,90	1.785,50	0,70	0,00	0,30	7.097,50	0,00	11.039,00	1,10	0,2889981
A11	493,00	0,90	497,50	0,70	0,00	0,30	2.379,50	0,00	3.370,00	0,34	0,235
A8-9-10-11	2.649,00	0,90	2.283,00	0,70	0,00	0,30	9.477,00	0,00	14.409,00	1,44	0,2763689

Lodi, 29.04.2013

IL PROGETTISTA