

RELAZIONE IDRAULICA
RETE DI FOGNATURA METEORICA
NUOVO CAPANNONE INDUSTRIALE
LOC. NOCE DI S.NICOLO' A TREBBIA - ROTTOFRENO

- 1. PREMESSA E STATO DI FATTO**
- 2. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE FOGNARIA**
- 3. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE**
- 4. CALCOLO DELLA PORTATA**
- 5. INVASO DI LAMINAZIONE**
- 6. CALCOLO DELLA BOCCA TARATA**
- 7. RISULTATI FINALI**

il tecnico progettista



Piacenza, rev.01 del 13.10.23

1. PREMESSA E STATO DI FATTO

La presente relazione tecnica ha per oggetto il dimensionamento della rete di smaltimento acque meteoriche provenienti dal nuovo insediamento industriale ubicato in Loc. Noce di S.Nicolò a Trebbia in comune di Rottofreno (PC).

La superficie oggetto di intervento è pari complessivamente a 30.000 mq di cui 12.600 mq di superficie coperta e 17.400 mq di piazzali e viabilità esterni.

Il recapito fognario è individuato nel Canale Rio Ziano gestito dal Consorzio di Bonifica di Piacenza, che scorre in adiacenza al lotto suindicato.

2. DIMENSIONAMENTO DELLA RETE FOGNARIA

La scelta progettuale della tipologia delle tubazioni dipende dall'affidabilità a lungo termine, dalla conducibilità dal punto di vista idraulico, dalla resistenza all'abrasione a fronte di un costo iniziale inferiore, ovvero si potrà optare per condotte in materiale plastico come PEAD o PVC oppure su tubi prefabbricati in calcestruzzo armato. Nel caso in esame sono da preferirsi le tubazioni in PVC, in quanto si tratta di condotte estremamente affidabili, presentano una eccellente conducibilità dal punto di vista idraulico, sono estremamente resistenti all'abrasione ed hanno un'elevata rigidità circonferenziale, ovvero dal punto di vista sia idraulico sia statico (a breve ed a lungo termine) danno ottimi risultati.

Il parametro determinante per garantire una buona conducibilità idraulica alle acque di scarico convogliate nella tubazione è rappresentato dalla scabrezza idraulica k , ossia la rugosità interna della condotta, che, in favore di sicurezza, è possibile assumere pari a 0,25 mm, corrispondente circa ad un coefficiente di scabrezza secondo Strickler pari a $90 \text{ m}^{1/3}/\text{sec}$.

In particolare si fa riferimento alla formula di Gauckler – Strickler:

$$V = K_s \cdot R(h)^{2/3} \cdot J^{1/2}$$

ed all'equazione di continuità:

$$Q = A(h) \cdot V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot V$$

in cui:

V	= velocità di scorrimento (m/sec)
D	= diametro interno della tubazione (mm)
J	= pendenza motrice (m/m)
Q	= portata (mc/sec)
K_s	= scabrezza di esercizio = $90 \text{ (m}^{1/3}/\text{sec)}$

$R(h)$ = raggio idraulico del canale (m) = $A(h) / P(h)$, in cui $P(h)$ rappresenta il perimetro bagnato dalla sezione idrica espresso in funzione della quota di riempimento h

La verifica non verrà effettuata sulla base del funzionamento a bocca piena del collettore fognario, ma occorre stabilire un opportuno franco di sicurezza che consenta una completa ed efficace aerazione della canalizzazione ed impedisca ai fenomeni ondosi, che possono innescarsi sulla superficie libera, di occludere momentaneamente lo speco provocando fenomeni di battimento pericolosi per la durata e la stabilità della condotta.

Per condotte circolari, quale è quella di progetto, si assume generalmente un valore del franco pari a 0,70 volte il diametro interno della condotta, al quale corrispondono i seguenti valori di velocità e portata rapportati al funzionamento a bocca piena:

$$V = 1,119 \cdot V_{b.p.}$$

$$Q = 0,837 \cdot Q_{b.p.}$$

Per quanto riguarda i vincoli sulle velocità di defluimento delle acque di scarico, occorre fare riferimento alla Circolare del Ministero dei LL.PP. n.11633 del 07/01/1974 (contenente istruzioni per la progettazione delle fognature), la quale indica quale velocità minima necessaria alla rimozione ed al trasporto dei materiali sedimentati un valore pari a 0,5 – 0,6 m/sec, mentre per quanto riguarda la velocità massima viene posto un valore pari a 4,0 – 7,0 m/sec, dipendente sia dal materiale costituente il condotto che dalla rarità dell'evento meteorico critico, oltre il quale potrebbero aversi, a lungo termine, problemi di abrasione sulla superficie interna della tubazione. A tale proposito occorre precisare che l'abrasione del fondo e delle pareti della canalizzazione è causata dall'azione meccanica esercitata dal materiale solido (in particolare dalla sabbia) trasportato dalla corrente idrica.

Sono pertanto soggette ad abrasione soprattutto le canalizzazioni con pendenze medio – alte, destinate al trasporto di acque pluviali che trascinano in fognatura materiali provenienti dalla disgregazione del manto stradale, dalle pavimentazioni e, più in generale, dal bacino tributario. Nel caso in esame la scelta del PVC appare adeguata in quanto tale materiale possiede un'ottima resistenza all'abrasione, mentre l'adozione di tubazioni o scatolari prefabbricati in calcestruzzo non preoccupa da questo punto di vista in quanto verranno posati con pendenze estremamente ridotte alle quali corrisponderà una minore velocità di deflusso e quindi un minor rischio di usura.

Per verificare la rete di convogliamento delle acque bianche occorre considerare le caratteristiche delle superfici di scorrimento coinvolte ed il regime pluviometrico della zona, valutare la tipologia delle tubazioni, la pendenza di posa dei collettori e verificare infine che la capacità idraulica di smaltimento della rete risulti compatibile con l'evento meteorico di progetto.

Nel caso in esame il lotto ricade sulla cella pluviometrica del PAI (Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Po) denominata **DT106** caratterizzata dai seguenti parametri:

DT106 con T = 20 anni

a = 40,79 mm/h

n = 0,290

DT106 con T = 100 anni

a = 52,53 mm/h

n = 0,282

e si riferiscono ad una linea segnalatrice di possibilità pluviometrica espressa come segue:

$$h = a * d ^ n$$

in cui:

h - rappresenta l'altezza media di pioggia di durata unitaria espressa in mm

d - rappresenta la variabile dell'espressione, ossia la durata di pioggia espressa in ore

n - rappresenta l'esponente di scala

Dato che il Consorzio di Bonifica di Piacenza richiede di fare riferimento ad un tempo di ritorno pari a 50 anni, occorre eseguire un'interpolazione dei valori suddetti, utilizzando per tale operazione anche quelli disponibili per T=200 e T=500 anni, ricavando quanto segue:

a = 46,81 mm/h

n = 0,286

Nella pagina successiva sono riassunte le elaborazioni sviluppate con foglio elettronico "excel".

DT106 - DATI PAI		
T	a	n
20	40,79	0,290
100	52,53	0,282
200	57,55	0,280
500	64,18	0,277

INTERPOLAZIONE POLINOMIALE EXCEL:

$$y = b * x^a$$

INTERPOLAZIONE PARAMETRO a

a	0,141864
b	26,92763

INTERPOLAZIONE PARAMETRO n

a	-0,0143
b	0,302174

VALORI INTERPOLATI		
T	a	n
20	41,19	0,289
50	46,91	0,286
100	51,75	0,283
200	57,10	0,280
500	65,03	0,276

3. CALCOLO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Avendo ottenuto da ARPAE il benessere a smaltire nel sottosuolo mediante un sistema drenante le acque meteoriche provenienti dalla copertura, il calcolo del volume di laminazione verrà riferito alle sole aree esterne pavimentate.

In base alle prescrizioni del Consorzio di Bonifica di Piacenza in corrispondenza dello scarico nel canale a cielo aperto la portata critica deve essere laminata secondo un **coefficiente udometrico u pari a 5 l/sec/ha**, ovvero la portata critica Q_{cr} massima scaricabile è pari a:

$$Q_{cr} = A_{totale} * u = 17.400 \text{ mq} * 5 \text{ l/sec/ha} = 8,70 \text{ l/sec}$$

Allo scopo di abbattere la portata critica al valore di cui sopra è necessario mettere a disposizione un volume di invaso a monte la cui entità risulti sufficiente alla laminazione richiesta.

La determinazione della durata critica per il volume di invaso T_{cr} ossia la durata dell'evento meteorico di progetto per la quale si ha il massimo volume invaso W si ottiene dalla seguente relazione (**Metodo delle sole piogge**):

$$T_{cr} = Q_{cr} / (2,78 * A_{totale} * \phi_{,mediato} * a * n)^{1/(n-1)}$$

Per determinare il coefficiente di afflusso, che esprime la quantità di acqua che affluisce nella rete di fognatura rispetto al volume totale della precipitazione di progetto, occorre effettuare una media pesata sulle aree dei vari sottobacini dell'area in oggetto ovvero:

A totale = 17.400 mq

A piazzali e viabilità = 16.400 mq (coeff. afflusso = 0,9)

A fascia rispetto Rio Ziano inghiaia = 1.000 mq (coeff. afflusso = 0,2)

Il coefficiente di afflusso mediato è pari a:

$$\phi = (\sum A_i * \phi_i) / A_{totale} = 0,860$$

ovvero si ottiene:

Tcr = 13,43 ore

La determinazione del massimo volume di invaso W si ottiene dalla seguente relazione:

$$W = 10 * A_{totale} * \phi_{,mediato} * a' * T_{,cr}^{n'} - 3,6 * Q_{,cr} * T_{,cr} = 1.050,31 mc$$

Tale volume rappresenta la cubatura necessaria a laminare la portata critica al valore imposto dall'Ente gestore del canale di recapito secondo un coefficiente udometrico u pari a 5 l/sec/ha.

4. CALCOLO DELLA PORTATA

Il metodo della corrivazione discende dall'antica formula razionale e il modello è costituito da una rete di canali che si ipotizzano in moto uniforme.

La formula per determinare la portata critica in questo caso è la seguente:

$$Q_{cr} = \phi * i * A / 3600$$

in cui:

Qcr è la portata critica espressa in l/sec

ϕ è il coefficiente di afflusso in rete, adimensionale

i è l'intensità di pioggia in corrispondenza del tempo di corrivazione Tc espressa in mm/h

A è l'area del bacino espressa in mq

Nel caso in esame è possibile determinare il tempo di corrivazione come segue:

$$T_c = T_a + T_r$$

in cui:

T_a = tempo di accesso alla rete = tempo necessario alla singola goccia d'acqua per raggiungere la rete fognaria = mediamente 5-15 minuti - si assume 5 minuti pari a 300 secondi

T_r = tempo di rete = tempo necessario alla singola goccia d'acqua per raggiungere il recapito dal punto più lontano della rete calcolato con la velocità determinata dal rapporto tra la portata Q_r del singolo tratto di fognatura secondo un opportuno franco di riempimento e la lunghezza del percorso L_r fino alla sezione di chiusura

Operando in questo modo si ottiene per la sezione di chiusura finale:

$$T_c = 5,00 + 4,44 = 9,44 \text{ min}$$

da cui:

$$i = h / d = a * d^n / d = a * d^{(n-1)} = a * T_c^{(n-1)} = 175,34 \text{ mm/ora}$$

e quindi:

$$Q_{cr} = \phi * i * A / 3600 = 728,63 \text{ l/sec}$$

Una volta fissati i valori del diametro, della pendenza e della scabrezza idraulica della tubazione, analogamente al metodo dell'invaso, è possibile effettuare la verifica tramite il confronto della portata critica con la portata smaltibile dalla condotta secondo un opportuno franco di riempimento, avendo cura infine di verificare la rispondenza delle caratteristiche cinematiche della corrente fluida a quanto raccomandato dalla normativa ed il rispetto degli elementari criteri di semplicità gestionale della rete.

5. INVASO DI LAMINAZIONE

L'invaso di laminazione sarà costituito in parte da un ipertubo rappresentato da uno scatolare in c.a. prefabbricato di dimensioni interne pari a cm 80x80 ed in parte da una vasca di laminazione in terra da realizzarsi in adiacenza al Rio Ziano sfruttando la fascia di rispetto adiacente di 5,00 m, che avrà una dimensione in pianta pari a m 192,00 x 3,50 m.

L'ipertubo avrà una lunghezza complessiva di 620 ml ovvero produrrà un potenziale invaso di laminazione pari a:

$$\text{Volume ipertubazione} = 620 \times 0,80 \times 0,80 \text{ m} = 396,80 \text{ mc}$$

L'invaso di laminazione in terra avrà come detto una lunghezza di 192 m, sarà largo 3,50 m in sommità e 2,50 m sul fondo e profondo 1,50 m, produrrà quindi un volume di laminazione pari a:

$$\text{Volume invaso terra} = 192 \text{ m} \times (\text{L media} = 2,90 \text{ m}) \times (\text{h} = 1,20 \text{ m}) = 668,16 \text{ mc}$$

Il totale del volume di laminazione disponibile a monte dello scarico nel Rio Ziano sarà dato quindi da:

$$\text{Volume laminazione totale} = \text{W (ipertubo)} + \text{W (vasca)} = 396,80 + 668,16 = 1.064,96 \text{ mc}$$

Tale volume è superiore a quello richiesto come calcolato al cap.3:

$$\text{Volume laminazione totale} = 1.064,96 \text{ mc} > \text{Volume laminazione calcolo} = 1.050,31 \text{ mc}$$

e pertanto risulta sufficiente a laminare la portata in uscita al valore richiesto, ovviamente inserendo allo scarico un dispositivo di riduzione della luce di efflusso in grado di rendere efficace tale volume (vedi capitolo successivo).

Per impedire il danneggiamento dell'arginatura che si determinerà tra il Rio Ziano e la nuova vasca di laminazione da parte degli animali si dovrà provvedere al rivestimento a secco con pietrame di media pezzatura sulla sommità e relative sponde della stessa arginatura, compresa la stesura di un geotessile di separazione tra il terreno sottostante e il pietrame.

6. CALCOLO DELLA BOCCA TARATA

In corrispondenza dello scarico nel Rio Ziano verrà realizzato un pozzettone di scarico all'interno del quale dovrà essere realizzata una bocca tarata in grado di limitare la portata nel tubo di uscita.

La portata Q in uscita da uno stramazzo a parete di area A posto ad una quota H dalla quota idrica di monte è pari a:

$$Q = \mu * A * \text{radq}(2 * g * H)$$

in cui appunto:

Q è la portata espressa in mc/sec da limitare al valore di 8,70 l/sec per la totalità del lotto

μ è il coefficiente di efflusso pari a 0,50 nel caso di uno scarico con tubazione interna

A è l'area della luce di efflusso espressa in mq ovvero l'area della tubazione di scarico

g è l'accelerazione di gravità pari a 9,806 m/sec²

H è il carico idrostatico massimo sulla luce espresso in m = 1,20 in considerando la vasca completamente piena fino al massimo riempimento calcolato

Dalla formula precedente si ottiene:

$$A = 0,00353 \text{ mq}$$

ovvero corrispondente all'incirca ad una tubazione in PEAD o PVC di diametro interno non superiore a 67,0 mm.

In uscita dal pozzetto di calma dovrà essere installata una lamina fissa con foro di uscita di diametro pari a 67 mm, mentre lo scarico ovvero il collegamento al Rio Ziano sarà realizzato con una tubazione in PVC diam.200 mm.

7. RISULTATI FINALI

Come da prescrizioni dell'Ente gestore del recapito denominato Rio Ziano la soluzione di progetto è stata determinata a partire dai dati pluviometrici del PAI.

La rete di fognatura è stata dimensionata sulla base di quanto esposto ai paragrafi precedenti. In particolare per l'ultimo tratto è stata determinata una portata critica Q_{cr} (relativa all'intero comparto in oggetto) pari a 728,63 l/sec con tempo di ritorno di progetto pari a 50 anni.

Dato che occorre laminare tale portata critica al valore imposto dall'ente gestore del recapito costituito dal canale a cielo aperto denominato Rio Ziano pari a 5 l/sec/ha, si stabilisce di realizzare un invaso costituito da una ipertubazione e da una vasca in terra situata al margine del canale di recapito.

Tale vasca avrà una dimensione interna pari a m 192,00 x 2,90 x h = 1,20 mentre l'ipertubazione sarà costituita da uno scatolare in c.a. 80x80 cm di lunghezza complessiva pari a 620 m.

In corrispondenza dello scarico nel Rio Ziano verrà realizzato un pozzettone di dimensioni interne pari a 1,50 x 1,50 m, nel quale saranno installate:

- in ingresso una griglia per trattenere i materiali più grossolani provenienti dalla vasca di laminazione in terra;
- in uscita una lamina fissa con foro di uscita di diametro non superiore a 67 mm con tubazione uscente di recapito al Rio Ziano in PVC diam.200 mm dotata di valvola di non ritorno.

Si raccomanda infine di effettuare una costante manutenzione sia della vasca di laminazione sia del pozzetto di recapito, avendo cura in particolare di rimuovere eventuali sedimenti o altro la cui presenza potrebbe pregiudicare il buon funzionamento del sistema.

Piacenza 13.10.23

