



progetto
**Progetto Opere di Urbanizzazione
EX P.P.E. B1 via Molino Basso
ai sensi dell'art 28/bis DPR 380/2001**

oggetto
**PROGETTO ADEGUAMENTO SEDE STRADALE
opere di pubblica utilità ai sensi
dell' Art. 28 comma 2 DPR 381/2001**

ubicazione intervento
via Molino Basso

tavola n. 012	scala no	rev. PU_00
-------------------------	--------------------	----------------------

descrizione tavola
**DIMENSIONAMENTO CONDOTTA ACQUE
METEORICHE**

progettista
arch. Marco Mengarelli
p.zza Duomo 1 - Osimo
071 72 31 577
335 330 657

committenti
**Mancinelli Alberto
Mancinelli Gina**

COMUNE DI OSIMO

PROVINCIA DI ANCONA

*EX P.P.E. B1 VIA MOLINO BASSO AI SENSI DELL'ART. 28/bis D.P.R.
380/2001*



RELAZIONE SPECIALISTICA FOGNATURA ACQUE BIANCHE

Committenti: Mancinelli Alberto e Mancinelli Gina

Il tecnico

(Arch. Marco Mengarelli)

Sommario

<i>Premessa</i>	3
<i>Descrizione del sistema di smaltimento acque meteoriche</i>	3
<i>Dati tecnici preliminari</i>	3
<i>Calcolo della condotta per le acque meteoriche</i>	6

Premessa

Il presente lavoro è stato redatto con lo scopo di valutare il corretto dimensionamento della rete di fognatura bianca che raccoglie e convoglia le acque di origine meteorica interessanti l'area occupata dalla sede stradale di via Molino Basso prospiciente la lottizzazione oggetto del Permesso di Costruire Convenzionato.

L'intervento è compreso nel novero delle lavorazioni complementari alla realizzazione della lottizzazione della suddetta via Molino Basso. Il sistema interesserà la porzione di strada che inizia dall'incrocio con via Molino Mensa per un tratto di circa 300 m verso valle.

La porzione di manto di strada considerata nella progettazione è pari al marciapiede pedonale e a metà sede stradale: questa risulta infatti a "schiena d'asino" e non è quindi tutta superficie afferente da considerare nel calcolo. Al fine di considerare anche le superfetazioni e le superfici accessorie limitrofe all'area di progetto, si è incrementata forfettariamente la superficie complessiva considerata di un fattore pari al 50% del totale.

Per la stesura della presente si è fatto riferimento alla Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633 del 7 gennaio 1974 "Istruzioni per la progettazione delle fognature e degli impianti di trattamento delle acque di rifiuto" e successive modificazioni.

Descrizione del sistema di smaltimento acque meteoriche

Il sistema progettato prevede delle caditoie a griglia in ghisa sferoidale carrabile poste a intervalli regolari di circa 30 m l'una dall'altra. La pendenza dei tratti delle condotte fognarie è stata assunta come costante e pari al 2‰. Tale scelta progettuale è scaturita dalla necessità di ottenere un idoneo grado di riempimento all'interno della tubazione: essendo le superfici afferenti di ogni tratto di condotta molto ridotte, il quantitativo di acqua raccolto complessivamente dall'impianto risulta limitato, impedendo un comportamento corretto del sistema. Il dislivello complessivo di progetto è pari a ca. 18 m e, vista la ridotta lunghezza totale della condotta, si sono resi necessari dei pozzetti di salto a partire dalla 5a caditoia verso monte.

Dati tecnici preliminari

1. Superfici afferenti:

Lato	Lunghezza (m)	Superficie (mq)
AB	29,98	113,32
BC	29,98	204,65
CD	29,95	191,23
DE	29,99	220,44
EF	30,01	188,53
FG	30,02	187,50
GH	30,00	188,11
HI	30,00	179,70
IL	30,01	125,57
LM	30,00	127,15
TOTALE	299,94	1.726,19

2. **Dimensione minima condotte:** secondo la Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n. 11633 del 7 gennaio 1974 “per fognature miste il minimo condotto da adoperare sarà quello circolare del diametro di 300 millimetri; per reti separate il minimo condotto da adoperare sarà per la rete nera quello circolare del diametro di 200 millimetri e per quella bianca del diametro di 300 millimetri.” Nel caso in oggetto quindi il dimensionamento è iniziato considerando il diametro minimo di 300 mm.
3. **Dati pluviometrici:** per ottenere le informazioni relative alle intensità di pioggia nel comune di Osimo (AN) si è fatto riferimento ai dati reperibili nel portale della Protezione Civile delle Marche e relativi alla stazione di monitoraggio codice n. 2148, i dati registrati sono i seguenti.

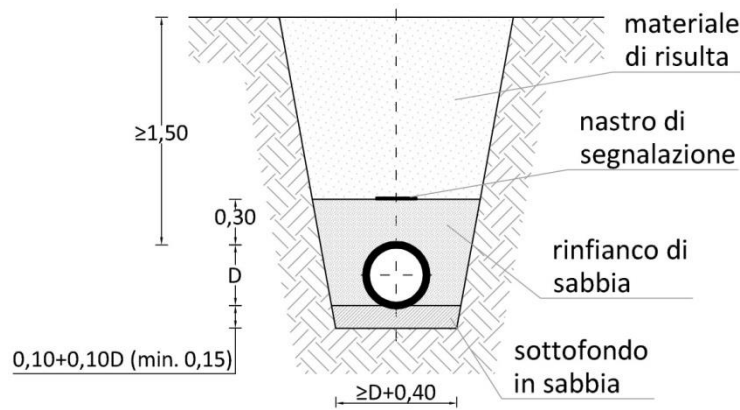
Anno	PIOGGE ORARIE					SCROSCI	
	1	3	6	12	24	15	30
1951	38,6	39,6	43,2	43,2	46	-	-
1952	26,6	27	28,4	39,8	42	-	-
1954	13,6	25,8	33,4	39,6	46,6	-	-
1955	26	41	50,2	54,6	54,6	-	-
1956	13	19	24,4	24,4	27,8	-	-
1957	8,6	15,6	20	32	52,8	-	-
1958	14	14,8	15,6	23,2	39,2	-	-
1959	30	38,8	40	57,4	63,2	-	-
1991	19,6	39,2	51,8	63,4	67,6	12,6	16
1992	11,4	14,2	21,4	25,6	34,4	10,6	11,4
1993	14	17,2	25,2	29,6	35,4	7,4	9,6
1994	11,8	19,4	26	45,4	58,2	5,2	9,2
1995	16,6	28	41,8	46,4	49,8	10,2	10,8
1996	36	52,2	53	78,4	80	11	21,6
1997	14	20,6	27,6	44,2	55,4	10,4	11,6
1998	15,6	19,6	31	53,2	71,8	8,4	11,4
1999	18,8	26,8	38,8	72,4	100,6	8,8	13,8
2000	21,2	30,2	31	34,4	41,4	7,8	15,4
2001	18,8	26	27,8	30	37,2	11,6	15,6
2002	38	39,6	39,6	45,4	63,8	15,8	30,2
2003	11,4	17,4	25,2	38,4	38,8	5,6	8
2004	34,4	40	43,2	44,6	46,4	18,2	30,8
2005	29	43,4	75	90	105,2	12,6	20,2
2006	90,8	148	150,6	167,2	167,2	30,8	52,8
2007	12,8	14,6	23	29	38,8	5,8	7,8
2008	16,2	37,2	63,4	63,6	67,4	8,4	12

4. **Materiale delle condotte:** la scelta del materiale costituente le condotte è ricaduta sul PVC, che tra i materiali plastici è quello che ha dato risultati migliori nel settore delle fognature. Presenta infatti una serie di proprietà interessanti quali:
- leggerezza;
 - facile lavorabilità;
 - lunghezze dei tubi facilmente trasportabili (fino a 6 m);
 - buone proprietà idrauliche;

- e. buona resistenza meccanica;
- f. buona resistenza all'aggressione chimica;
- g. buona resistenza all'abrasione.

Come tutte le materie plastiche, però, le sezioni in PVC hanno la tendenza a deformarsi secondo assi diametrali sotto l'effetto del suo stesso peso e dei carichi insistenti. Per ovviare a questo problema occorre procedere con attenzione alla messa in opera, seguendo le indicazioni di seguito riportate.

La larghezza al fondo della trincea deve essere non inferiore alla misura del diametro + 0,40 m per la libera movimentazione dell'operaio. La condotta deve essere posata su un letto di sabbia di spessore non inferiore a 0,15 m. Con sabbia ben costipata devono essere eseguiti il rinfiacco e il rinterro fino a 0,30 m sopra la generatrice superiore del tubo. La profondità della generatrice superiore delle condotte dal piano di campagna deve essere non inferiore a 1,5 m, in quanto questo approfondimento assicura una sufficiente ripartizione dei carichi esterni, anche concentrati, e una garanzia contro il gelo. Al di sopra dello strato sabbioso va posto un nastro segnalatore.



Calcolo della condotta per le acque meteoriche

1. Calcolo dei valori estremi mediante l'elaborazione statistica secondo Gumbel, valutando l'adattamento della distribuzione alla serie mediante il test di Pearson

Per ricavare l'elaborazione statistica secondo Gumbel occorre ordinare in modo decrescente i valori tabellari forniti. Fatto ciò si lavora separatamente per ogni tempo di pioggia, individuando quindi 7 situazioni differenti (15 minuti, 30 minuti, 1, 3, 6, 12, 24 ore).

L'elaborazione statistica secondo Gumbel parte dal presupposto che la probabilità $P(y)$ sia uguale alla frequenza cumulata relativa Fcr . Con $P(y)$ si intende la previsione di quale sarà l'intensità massima di pioggia, questo significa che il valore massimo di precipitazione rilevato corrisponde ad un valore molto vicino al 100%, ad indicare che con quasi assoluta certezza il valore massimo di precipitazione corrisponde al valore massimo effettivamente rilevato dalla stazione di rilevamento. Tale probabilità si calcola con la formula di Weibull:

$$P(y) = Fcr = \frac{\text{numero dell'evento}}{\text{dimensione campione} + 1}$$

Affermare che $P(y) = Fcr$ comporta una successiva verifica da effettuare con il test di Person, se questo risulta verificato l'assunzione è corretta.

Con i dati del campione X , quelli rilevati strumentalmente, si calcola una media detta μ_x , con cui è possibile calcolare $(X - \mu_x)^2$ per ogni elemento del campione stesso. A questo punto è possibile determinare la variabile ridotta Y^* con la formula:

$$Y^* = -\ln(-\ln(P(y)))$$

Si trova un valore della variabile ridotta per ogni elemento del campione X , di cui si calcola la media μ_y e successivamente $(Y^* - \mu_y)^2$ per ogni elemento.

Assumendo $P(y) = Fcr$ è possibile determinare il tempo di ritorno Tr secondo la formula:

$$P(y) = \frac{Tr - 1}{Tr}$$

È così possibile ricavare un tempo di ritorno per ogni elemento del campione, a valori maggiori del campione corrisponderà un tempo di ritorno maggiore, e viceversa.

Con i dati di X e Y^* si crea un grafico a dispersione che rappresenta l'andamento della distribuzione della serie calcolata. Il test di Pearson rileva se tale serie ha degli elementi che si discostano troppo dalla linea di tendenza ottenuta interpolando tutti i punti trovati.

Per valutare se l'andamento è omogeneo e non troppo distante dalla linea di tendenza calcolata occorre calcolare i parametri della distribuzione di Gumbel, α e U . Si determina lo scarto quadratico medio (o deviazione standard) fra i valori della media di X e di Y^* rispetto alla somma dei valori di $(X - \mu_y)^2$ e di $(Y^* - \mu_y)^2$ e si usa tale dato per il calcolo dei coefficienti sopra citati:

$$\text{scarto quadratico medio scm} = \sqrt{\frac{(X - \mu_x)^2}{\text{numero campioni} - 1}}; \sqrt{\frac{(Y - \mu_y)^2}{\text{numero campioni} - 1}}$$

$$\alpha = \frac{\text{scmY}}{\text{scmX}}$$

$$U = \mu_x - \frac{\text{scmY}}{\text{scmX}} \cdot \mu_y$$

Come esempio si riporta il calcolo relativo agli scrosci (15 e 30 minuti) con la determinazione dell'altezza di pioggia critica:

- 15 minuti

TR (anni)	P(y)	α	U	h* critico (mm)
5	0,80	0,08	3,69	16,60
10	0,90	0,08	3,69	20,75
15	0,93	0,08	3,69	23,09
20	0,95	0,08	3,69	24,73
50	0,98	0,08	3,69	29,88
100	0,99	0,08	3,69	33,74
200	1,00	0,08	3,69	37,58

- 30 minuti

TR (anni)	P(y)	α	U	h* critico (mm)
5	0,80	0,04	3,07	27,29
10	0,90	0,04	3,07	35,08
15	0,93	0,04	3,07	39,48
20	0,95	0,04	3,07	42,55
50	0,98	0,04	3,07	52,22
100	0,99	0,04	3,07	59,47
200	1,00	0,04	3,07	66,69

La verifica secondo Pearson risulta soddisfatta. Il periodo di ritorno preso in considerazione per il dimensionamento è pari a 20 anni.

2. Determinazione della equazione di possibilità climatica per un tempo di ritorno pari a 20 anni

Con la determinazione dell'altezza di pioggia critica è possibile calcolare l'equazione di possibilità climatica. Questa è data da:

$$h = at^n$$

Dove:

t = durata della pioggia

h = altezza della pioggia

a = altezza di pioggia in un'ora

n = costante

Per il calcolo di n ed a necessari per determinare le equazioni pluviometriche relative ai vari tempi di ritorno si fa uso quindi delle formule del metodo dei minimi quadrati secondo cui:

$$n = \frac{N \cdot \sum_{i=1}^N X_i Y_{i \text{ mis}} - \sum_{i=1}^N X_i \cdot \sum_{i=1}^N Y_{i \text{ mis}}}{N \cdot \sum_{i=1}^N X_i^2 - (\sum_{i=1}^N X_i)^2}$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^N Y_{i \text{ mis}}}{N} - n \cdot \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

I risultati ottenuti per il tempo di ritorno di 20 anni si dividono in piogge orarie e scrosci e sono i seguenti:

t	h*	Ln (t)	Ln (h*)	Ln (t) · Ln (h*)	(Ln (t)) ²
0,25	24,73	-1,3862944	3,2078352	-4,447003789	1,9218121
0,5	42,55	-0,6931472	3,7507698	-2,599835501	0,480453
1	59,08	0	4,0788945	0	0
Sommatoria	-2,0794415	11,037499	-7,04683929	2,4022651	
t	h*	Ln (t)	Ln (h*)	Ln (t) · Ln (h*)	(Ln (t)) ²
1	59,08	0	4,0788945	0	0
3	89,32	1,0986123	4,4922266	4,935215351	1,206949
6	98,26	1,7917595	4,5876245	8,21991962	3,210402
12	114,39	2,4849066	4,7396301	11,77753847	6,1747611
24	122,75	3,1780538	4,8101298	15,28685154	10,100026
Sommatoria	8,5533322	22,708506	40,21952498	20,692138	
PIOGGE ORARIE			SCROSCI		
n	0,226533359	n	0,628336483		
a	63,69958795	a	61,23360474		

3. Dimensionamento fognatura

Con i dati precedentemente reperiti disponiamo delle equazioni di possibilità climatica per gli scrosci e le piogge orarie relative ad un tempo di ritorno di 20 anni.

$$a' = a \cdot [1 - 0,052 \cdot (S/100) + 0,002 \cdot (S/100)^2]$$

$$n' = n + 0,0175 \cdot (S/100)$$

Per stabilire se applicare tali formule all'equazione climatica delle piogge orarie o degli scrosci è necessario calcolare il tempo di corrivazione Tc nella sezione di chiusura, cioè il tempo impiegato dalla particella d'acqua che cade più lontano dalla sezione di chiusura per raggiungere quest'ultima. Il Tc

è dato dalla somma del tempo di superficie T_s (tempo che la particella d'acqua impiega ad arrivare al collettore) con il tempo profondo T_p (tempo che la particella impiega per percorrere tutti i collettori fino alla sezione di chiusura). Per il calcolo di T_p si considera il percorso più lungo che la particella può compiere e si ottiene un valore di T_p pari a 149,97 secondi, calcolato dividendo la lunghezza del tratto considerato diviso per una velocità ipotizzata di percorrenza di 2 m/s.

Il tempo T_s è invece un tempo stimato che solitamente varia fra i 5 e i 15 minuti, in questo caso, vista la ridotta estensione delle superfici, si prende il valore di 5 minuti (= 300 secondi).

Il tempo di corrivazione finale risulta quindi pari a 0,12 ore, un tempo cioè inferiore all'ora e che ci porta ad utilizzare l'equazione degli scrosci e non delle piogge orarie. In questo caso oltre a raggugliare le precipitazioni all'area è necessario anche modificare il coefficiente n' elevandolo a $4/3$.

Al termine di questi processi correttivi l'equazione pluviometrica da adoperare è la seguente:

$$H = 61,23 T^{0,84}$$

Eseguite queste operazioni preliminari si può procedere al dimensionamento della rete fognaria attraverso due diversi metodi, il razionale e il metodo dell'invaso. Si è deciso di seguire il metodo razionale. Lo si è sviluppato procedendo ad impostare la pendenza, avendo quindi come incognite la velocità di deflusso dell'acqua nei vari collettori e le tensioni tangenziali che agiscono sulle pareti dei singoli collettori.

Con il metodo razionale è possibile determinare subito la portata che si ha nella sezione di chiusura, che risulta pari a 37,05 l/s, che confluiranno nella condotta esistente a valle.

Dal calcolo eseguito si riscontra che, a causa della ridotta estensione delle superfici, il grado di riempimento delle condotte (y/D) non è superiore a 0,20. Tale condizione determina ridotte tensioni tangenziali agenti e modeste velocità di scorrimento dell'acqua.

Ciò non appare evitabile poiché il diametro adoperato è il minimo secondo normativa e pari quindi a 300 mm, in ogni caso **appare garantito un corretto deflusso delle acque e l'impianto è più che sufficiente a soddisfare le esigenze progettuali.**