

PIANO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA IN LOCAL. 'LA CUPA'

(Assetto Urbanistico Indicativo)

RELAZIONE IDRAULICA

BACINO IMBRIFERO SOTTESO

L'intera area oggetto della lottizzazione prevista è divisa in due comparti, la cui area è così composta:

a) Comparto 1: mq 34078 (lotto 1 + lotto 2 + parte area verde sponda destra fosso) + mq 1950 (restante parte verde in sponda destra fosso) + mq 3800 del lotto 3 + mq 7075 del lotto 4 = mq 46903 complessivi.

b) Comparto 2: mq 5600 (lotto 1) complessivi.

Pertanto l'intera lottizzazione interessa mq 52503 in totale.

Suddivisione all'interno dei comparti.

Comparto 1: ipotesi A (con capannoni della maggior dimensione possibile)

- Tetti: mq 7204 lotto 1 + mq 3676 lotto 2 + mq 1500 lotto 3 + mq 1000 lotto 4 per un totale di mq 13541.
- Strade, piazzali e parcheggi: totale di mq 25472.
- Verde: mq 340 (lembo sud-est lotti 1 e 2) + mq 6170 (in riva sinistra e destra del fosso) + mq 1380 lotto 4 per un totale di mq 7890

Comparto 1 : ipotesi B (con capannoni suddivisi in più corpi)

- Tetti: mq 8086 (lotti 1 e 2) + mq 1500 lotto 3 + mq 1000 lotto 4 per un totale di mq 10586
- Strade, piazzali e parcheggi : mq 19912 (lotti 1 e 2) + mq 2300 lotto 3 + mq 4695 lotto 4, per un totale di mq 28427
- Verde : come nell'altra ipotesi, mq 7890.

Comparto 2: (totale = 5600 mq)

- Tetti: mq 1832
- Strade e piazzali: mq 3488



- Verde: mq 280

Per il comparto 1 si nota che, dal punto di vista del deflusso delle acque meteoriche, è leggermente più gravosa l'ipotesi A perché contempla 2955 mq di tetto in più rispetto all'ipotesi B.

Ovviamente però, l'ipotesi B presenta 2955 mq di piazzali e strade in più e quindi le due ipotesi si considerano sostanzialmente equivalenti. Comunque sembra più probabile che si verifichi l'ipotesi B.

Suddivisione idraulica

Dal punto di vista idraulico l'intera area è nettamente divisa in tre porzioni:

1. Quella nel lato sud geografico (a sinistra in pianta) comprendente i lotti 1 e 2, con esclusione del verde presso il fosso, per complessivi mq 29858.
2. Quella del lato nord geografico (a destra in pianta) comprendente i lotti 3 e 4 ed il comparto 2, per complessivi mq 16475.
3. L'area verde in sponda sinistra e destra del fosso per complessivi mq 6170, sulla quale non è prevista alcuna opera di raccolta acque, data l'immediata vicinanza al fosso stesso.

Il dimensionamento della rete idraulica sarà quindi effettuato separatamente per la porzione 1 e per la porzione 2.

Qui di seguito si espone il calcolo della massima piena cinquantennale nell'ipotesi che le acque meteoriche trovino il loro naturale deflusso verso il fosso confinante, nei pressi dei pozzetti 64 e 65.

PORTATA DI MASSIMA PIENA CINQUANTENNALE

(prima porzione)

Tempo di corrivazione

Tale grandezza, come è noto, indica il tempo che impiega una goccia d'acqua a raggiungere la sezione considerata partendo dal punto più lontano del bacino sotteso. Dallo studio della pianta, con riferimento alla porzione 1, emerge che il massimo tragitto vale 0,2 km. Con la formula del Giandotti si è stimato il tempo di corrivazione:

$$t_c = (4 \cdot (A + 1,5 \cdot L)^{0,5}) / (0,8 \cdot (H_m - H_0)^{0,5})$$

dove A è l'area del bacino in kmq (= 0,029858), L è la lunghezza del percorso in km (= 0,2), $H_m - H_0$ è il dislivello medio tra il terreno ed il punto di sbocco delle acque (= 2 metri nel nostro caso) Sostituendo si ha: $t_c = 2,03$ ore, assimilato a 2 ore..

Equazione della pioggia.

Si è scelto di operare con il criterio **scala-invariante** del modello di Gumbel, nel quale la famiglia delle L.S.P.P. (Linee Segnalatrici di Probabilità Pluviometrica) risulta univocamente determinata dalla relazione:

$$h(T) = m_1 * (1 + V * K(T)) * d^n$$

dove $h(T)$ è l'altezza di pioggia in mm, della durata di (d) ore, con un tempo di ritorno di T anni; m_1 è la media in mm dell'altezza di pioggia della durata di 1 ora; V è il coefficiente di variazione globale valutato in base alla matrice delle osservazioni e $K(T)$ è il fattore di frequenza, individuato dalla relazione

$$K(T) = -((6^{0,5})/3,14) * (0,5772 + \text{LogLog}(T/(T-1))).$$

E' disponibile in letteratura l'equazione della pioggia relativa alla stazione di Foligno, che, per un tempo di ritorno di 50 anni, e per una durata pericolosa di 2 ore (pari al tempo di corrivazione) vale:

$$h(50) = 31,4 * (1 + 0,53 * 2,6) * 2^{0,25} = \mathbf{89 \text{ mm}}$$

Coefficiente d'impermeabilità.

Il fattore impermeabilità (manuale Cremonese) varia tra zero e 1, con valori ovviamente più vicini allo zero se si tratta di boschi e terreni agricoli e fa riferimento a piogge di durata = 1 ora.

Trattandosi qui di tetti e piazzali si assume $f_i = 0,9$.

Adattandolo alla precipitazione di 2 ore con la formula del Fantoli si ha: $f_i = (0,9 / 74^{0,33}) * 89^{0,33} = \mathbf{0,95}$, dove 74 sono i mm di pioggia cinquantennale di durata 1 ora.

Coefficiente di ritardo.

Dalla letteratura, per piccoli bacini con limitata pendenza, si desume per tale coefficiente un valore di $\psi = \mathbf{0,85}$.

Portata.

Si può ora calcolare la portata di massima piena con la formula (porre $A = 2,985$ ettari):

$Q = f_i * \psi * h(50) * A/360 = 0,95 * 0,85 * 89 * 2,985/360 = \mathbf{0,595 \text{ metri cubi/secondo}}$.

Inoltre, da **osservazioni sperimentali** valide per queste zone, si è notato che durante violenti temporali aventi durata di 5 – 10 minuti, si determinano portate di 2 litri al secondo per ogni 100 mq di tetto e di 1,5 litri al secondo per ogni 100 mq di piazzale asfaltato.

Come rapida verifica al comparto 1 si ha:

- Ipotesi A: $135,41 * 2 + 254,72 * 1,5 = 653 \text{ litri/secondo}$
- Ipotesi B: $105,86 * 2 + 284,27 * 1,5 = 638 \text{ litri/secondo}$.

Facendo dunque riferimento a tali dati sperimentali (più gravosi del dato teorico), si è determinata l'area di influenza sia di tetto che di piazzale o di strada relativa ad ogni singolo pozzetto e quindi la portata che ciascun pozzetto introduce nella rete, ottenendo quindi per semplice sommatoria la portata di piena fluente in ciascun tronco di tubazione. I dati sono riportati nelle tabelle allegate, ed il totale complessivo delle portate è risultato pari a **449 litri al secondo** per i lotti 1 e 2, più **239 litri al secondo** (vedi a pag. 6) per i lotti 3 e 4 e comparto 2, per una portata totale di **688 litri/secondo** in accordo soddisfacente col valore prima stimato col calcolo della piena cinquantennale, essendo solo del 15% superiore.

Con tale portata complessiva si dimensionerà la condotta che allontanerà le acque meteoriche dalla lottizzazione, senza aggravio del fosso e dei terreni agricoli circostanti.

Suddivisione delle condotte.

Allo scopo di separare le acque meteoriche provenienti dalle **strade e dai piazzali privati**, suscettibili di contenere olii od altre sostanze inquinanti, si è previsto di raccogliere a parte con pozzetti muniti di griglia che immettono quindi in una apposita condotta, riportata nel disegno in colore **rosso**. I diametri dei vari tronchi sono indicati nel disegno allegato. Il valore finale massimo della portata in uscita dal pozzetto 64 è pari a 288,4 litri al secondo in un diametro interno di 60 cm, in cemento.

L'altra tubazione, che raccoglierà le **acque dei soli tetti**, è rappresentata nel disegno in colore **verde**.

Sempre con riferimento ai lotti 1 e 2, la portata finale massima entrante nel pozzetto 65 sarà costituita da 122 litri/secondo proveniente dal pozzetto 26, più altri 49,3 litri/secondo provenienti dal pozzetto 61. Pertanto dal pozzetto 65 a regime defluirà un totale di $286,3 + 122 + 40,3 = \text{circa } 449 \text{ litri/secondo}$.

Dissabbiatore (lotti 1 e 2).

La portata proveniente dai piazzali privati e dalle strade, prima di entrare nel disoleatore, attraverserà il dissabbiatore costituito da una vasca larga 1 metro e profonda 1,2 metri. Pertanto la sezione è $A = 1,2 \text{ mq}$, la portata $Q = 0,288 \text{ mc/sec}$ e quindi la velocità vale $Q/A = 0,24 \text{ metri/secondo}$, assai adatta a provocare la sedimentazione delle sabbie. Essendo la lunghezza della vasca pari a metri 7, si ha un tempo minimo di attraversamento pari a 29 secondi (con la portata massima); tale tempo è sufficiente a far precipitare particelle dotate di velocità di caduta maggiore od uguale a 4 cm al secondo, cioè particelle di calcare (densità = 2,7) aventi un diametro di 0,2 mm, avendo assunto la viscosità dell'acqua pari ad 1,3 centipoise, nell'applicazione della legge di Stokes.

Disoleatore (lotti 1 e 2).

I primi 5 mm di precipitazione provenienti dai 19806 mq di strade e piazzali privati, dopo aver attraversato il dissabbiatore, entrano in una vasca avente il volume di 99 metri cubi (lunga metri 10, larga metri 3,15 e profonda metri 3,15), sufficiente ad accoglierli.

Una volta riempita, un idoneo meccanismo devia l'intera portata uscente dal dissabbiatore e la convoglia verso il pozzetto 65.

In tempi successivi poi il volume di 99 mc viene gradualmente svuotato da una pompa ed inviato alla vasca di raccolta terminale della **fognatura nera**, rappresentata in colore **nero** nel disegno. Da qui sarà poi pompata nella fognatura comunale.

Verifica di alcuni tronchi di tubazione:

- 1) Dal pozzetto 65 al fosso: portata = 449 litri/sec, tubo in cemento fi 70 cm interno, coefficiente di scabrezza = 0,23 nella formula di Bazin, pendenza pari al 5 per mille, scorrimento a canaletta: applicando le opportune formule di idraulica si ottiene che tale portata defluisce con un battente di 42 cm rispetto al fondo del tubo.
- 2) Dal pozzetto n. 64 al dissabbiatore, (condotta color **rosso**): portata = 286 litri/sec, tubo fi 60 cm, stessa pendenza: battente = 36 cm rispetto al fondo.
- 3) Dal pozzetto n. 26 al n. 65, condotta colore **verde**: portata = 122 litri/secondo, tubo fi 50 cm, stessa pendenza: battente = 24 cm sul fondo.
- 4) Dal pozzetto n. 25 al n. 26, stessa condotta: portata = 85 litri/sec, tubo fi 40 cm in cemento, stessa pendenza: battente = 22 cm sul fondo.

- 5) Dal pozzetto n. 45 al n. 64, fognatura **rosso**: portata = 203 litri/sec, tubo fi 50 cm in cemento, stessa pendenza: battente = 33 cm sul fondo.

Dal calcolo risulta che i tubi in cemento fi = 30 cm, per portate di 70 litri al secondo, determinano un battente di 27 cm sul fondo; i tubi da 40 cm per portate di 150 litri/sec hanno un battente di 35 cm sul fondo. Portate inferiori a 30 litri/sec si possono smaltire con tubi in cemento da 30 cm oppure con il PVC da 20 cm, nel quale si determinerà un battente massimo di 14 cm, sempre a parità di pendenza ed adottando il valore di 0,04 per il coefficiente di scabrezza.

Comunque, tutti i tronchi di tubazione sono in grado di convogliare portate anche superiori a quelle calcolate.

Seconda porzione della lottizzazione (parte destra in planimetria, cioè lato nord).

Questa seconda porzione è una superficie di 16475 mq di cui 4332 mq è costituita da tetti, 10143 mq è costituito da piazzali, strade, parcheggi e 2000 mq da verde.

Dai tetti proverrà una portata massima di 87 litri/secondo e dalla restante superficie (detratta l'area verde) una portata massima di 152 litri/secondo, per un totale di **239 litri / secondo**.

Dissabbiatore

La portata proveniente dai piazzali privati e dalle strade, prima di entrare nel disoleatore, attraverserà il dissabbiatore costituito da una vasca larga 0,90 metri e profonda 1,1 metri. Pertanto la sezione è $A = 0,99$ mq, la portata $Q = 0,239$ mc/sec e quindi la velocità è $v = Q/A = 0,24$ metri/secondo, assai adatta a provocare la sedimentazione delle sabbie. Essendo la lunghezza della vasca pari a metri 7, si ha un tempo minimo di attraversamento pari a 29 secondi (con la portata massima); tale tempo è sufficiente a far precipitare particelle dotate di velocità di caduta maggiore od uguale a 4 cm al secondo, cioè particelle di calcare (densità = 2,7) aventi un diametro di 0,2 mm, avendo assunto la viscosità dell'acqua pari ad 1,3 centipoise, nell'applicazione della legge di Stokes.

Disoleatore

I primi 5 mm di precipitazione provenienti dai 10143 mq di strade e piazzali privati, dopo aver attraversato il dissabbiatore, entrano in una vasca avente il volume di 51 metri cubi (lunga 5,30 metri, larga metri 3,10 e profonda metri 3,10), sufficiente ad accoglierli.

Una volta riempita, un idoneo meccanismo devia l'intera portata uscente dal dissabbiatore e la convoglia verso il collettore generale dell'intera lottizzazione.

In tempi successivi poi il volume di 51 mc viene gradualmente svuotato da una pompa ed inviato alla vasca di raccolta terminale della fognatura nera, rappresentata in colore nero nel disegno, e distinta da quella del lato sud. Da qui sarà poi pompata nella fognatura comunale.

Dimensionamento delle tubazioni.

È stato fatto in modo identico a quello seguito per la zona sud della lottizzazione.

Pertanto si rimanda alla didascalia riportata sul disegno.

Collettore finale.

La portata complessiva dell'intera lottizzazione ammonterà a **688 litri/secondo**, come mostrato in un paragrafo precedente, dove si è già accennato al fatto che tutto questo volume d'acqua non potrà essere scaricato nei fossi esistenti, per non provocare un notevolissimo aggravio della situazione esistente.

Questa, già adesso è caratterizzata da alquanto estesi allagamenti nei pressi della ferrovia (posta ad ovest della lottizzazione) ogni qualvolta si verificano piogge consistenti.

Pertanto è prevista un tubo collettore di 70 cm in acciaio, interrato ed in pressione, capace di smaltire l'intera portata, alimentato in una apposita vasca di carico (volume = metri cubi 3*3*3) nel punto in cui tutte le acque si riuniscono.

Questa condotta sboccherà nel sottopasso della ferrovia seguendo il tracciato indicato nel catastale allegato, previo consenso dei proprietari delle particelle interessate.

Essendoci un dislivello motore di metri 3 su una lunghezza di 340 metri, la condotta potrà smaltire 850 litri/secondo, più che sufficiente alla bisogna (calcolo effettuato col metodo di Colebrook).

Tablelle dei pozzetti.

Nella seguente tabella sono riportati i dati relativi ai pozzetti della zona sud della lottizzazione

Pozzetto	Tetto: mq	Portata l/sec	Strada o piazzale mq	Portata l/sec		Pozzetto	Tetto: mq	Portata l/sec	Strada o piazzale mq	Portata l/sec
1	160	3.2	235	3.52		33	/	/	420	6.3
2	160	3.2	242	3.63		34	/	/	300	4.5
3	160	3.2	263	3.94		35	/	/	570	8.6
4	160	3.2	224	3.36		36	/	/	675	10.1
5	160	3.2	132	2		37	/	/	563	8.5
6	160	3.2	268	4		38	/	/	500	7.5
7	160	3.2	116	1.74		39	/	/	350	5.3
8	160	3.2	253	3.8		40	/	/	355	5.3
9	160	3.2	113	1.7		41	/	/	290	4.4
10	160	3.2	116	1.74		42	/	/	400	6
11	160	3.2	138	2.1		43	/	/	481	7.2
12	160	3.2	218	3.3		44	/	/	412	6.18
13	160	3.2	136	2		45	/	/	455	6.8
14	160	3.2	255	3.8		46	112	2.24	600	9
15	160	3.2	113	1.7		47	112	2.24	387	5.8
16	160	3.2	270	4		48	112	2.24	530	8
17	146	3	165	2.5		49	112	2.24	170	2.6
18	146	3	170	2.6		50	112	2.24	335	5
19	146	3	206	3.1		51	112	2.24	370	5.6
20	146	3	367	5.5		52	112	2.24	170	2.6
21	146	3	180	2.7		53	112	2.24	335	5
22	146	3	360	5.4		54	112	2.24	370	5.6
23	264	5.3	217	3.3		55	112	2.24	170	2.6
24	264	5.3	286	4.3		56	112	2.24	335	5
25	264	5.3	270	4		57	112	2.24	370	5.6
26	264	5.3	235	3.5		58	112	2.24	170	2.6
27	264	5.3	272	4		59	112	2.24	335	5
28	264	5.3	502	7.5		60	112	2.24	370	5.6
29	264	5.3	390	5.9		61	112	2.24	294	4.4
30	264	5.3	300	4.5		62	112	2.24	85	1.3
31	264	5.3	400	6		63	112	2.24	300	4.5
32	264	5.3	183	2.7						

Nella seguente tabella sono riportati tutti i dati relativi ai singoli pozzetti della parte nord della lottizzazione.

Pozzetto Lotti 3 e 4	Tetto mq	Portata l/sec	Strada, piazzale mq	Portata l/sec		Pozzetto Comparto 2	Tetto mq	Portata l/sec	Strada, piazzale mq	Portata l/sec
1	115	2,3	325	4,88		1A	/	/	592	8,88
2	115	2,3	206	3,09		2A	/	/	592	8,88
3	/	/	244	3,66		3A	167	3,33	140	2,1
4	465	9,24	150	2,25		4A	167	3,33	132	1,98
5	390	7,8	150	2,25		5A	167	3,33	280	4,2
6	285	5,7	150	2,25		6A	167	3,33	200	3
7	130	2,6	200	3		7A	167	3,33	400	6
8	/	/	676	10,1		8A	167	3,33	2,22	3,33
9	/	/	564	8,46		9A	167	3,33	150	2,25
10	125	2,5	363	5,45		10A	167	3,33	150	2,25
11	125	2,5	241	3,62		11A	167	3,33	160	2,4
12	125	2,5	143	2,15		12A	167	3,33	285	4,27
13	125	2,5	264	3,96		13A	167	3,33	185	2,77
14	125	2,5	820	12,3						
15	125	2,5	300	4,5						
16	125	2,5	265	3,98						
17	125	2,5	830	12,5						
18	/	/	400	6						
19	/	/	150	2,25						
20	/	/	175	2,63						
21	/	/	150	2,25						

FOGNATURA NERA

L'intera area oggetto della lottizzazione prevista ammonta a 52503 mq, così suddivisa:

- a) mq 40085 mq di piazzali, parcheggi, strade ed aree verdi
- b) mq 8086 costituita da coperture di capannoni (lotti 1 e 2) nel comparto 1, da 2500 mq (lotti 3 e 4) sempre del comparto 1 e da 1832 mq nel comparto 2.

Pertanto si prevedono 3 fognature nere distinte a servizio dei capannoni sopra specificati.

Fognatura nera: lotti 1 e 2 comparto 1

Per la stima della massima portata si è assunto che, con i capannoni tutti realizzati ed operativi, mediamente non sarà superato il valore di n. 15 persone al lavoro per ogni 800 mq di superficie agibile.

Tale assunto, per una superficie totale di circa 8000 mq agibili, conduce ad una stima di circa 150 persone al lavoro.

Il valore della massima portata non si desume ragionando sugli scarichi organici provenienti dai bagni, bensì ipotizzando nei capannoni lavori manuali che richiedano per esempio il lavaggio delle mani a fine turno.

Si perviene così a stimare n. 5 rubinetti da 6 litri/minuto aperti contemporaneamente per ogni 15 persone, il che porta a 50 rubinetti e cioè ad una portata totale di 5 litri al secondo.

E più che sufficiente dunque una condotta in PVC o polietilene da 20 cm di diametro interno con pendenza del 5 per mille, per tutti i tronchi.

Infatti, con una pendenza del 5 per mille, una portata di 5 litri/secondo ed una scabrezza pari a 0,06 nella formula di Bazin, si ottiene il deflusso con un battente di 5 cm sul fondo. La portata massima smaltibile con tale tubo è pari a 15 litri/secondo, ampiamente superiore a quella sopra stimata.

Tale condotta sboccherà in una vasca da 8 metri cubi, situata nella parte più bassa della lottizzazione, presso il disoleatore.

Da qui, si provvederà al sollevamento saltuario, asservito a galleggiante, tramite due pompe, tipo Flygt o similari, ciascuna da 7 metri di prevalenza, e potenza di 2,3 kW, una di riserva all'altra.

Una simile pompa, pur assumendo un rendimento elettromeccanico globale pari al 30%, è in grado di sollevare di 7 metri una portata pari a 10 litri/secondo, più che sufficiente allo scopo.

Quando si tratterà di svuotare la vasca (99 metri cubi) contenente i 5 mm di pioggia provenienti da strade e piazzali, occorrerà un tempo di funzionamento pari a :

$$99.000 / 10 = 9900 \text{ secondi}$$

cioè due ore e 45 minuti, suddivise in vari intervalli di tempo.

Fognatura nera: lotti 3 e 4, comparto 1.

(Idem per comparto 2, con superficie coperta di 1832 mq)

In questo caso la superficie coperta è di 2500 mq.

Ragionando in modo simile a quanto esposto in precedenza, si perviene ad una portata erogata dai rubinetti pari a 1,6 litri/secondo.

Tale portata sboccherà in una vasca da 2,5 metri cubi situata (come mostrato nel disegno) a pochissima distanza dalla fognatura comunale.

Da questa vasca, due pompe sommerse (tipo Flygt o similari, una è di riserva) provvederanno al sollevamento saltuario, asservito a galleggiante.

La potenza elettrica sarà di 1 kW.

Un'altra coppia di pompe sarà installata nel lato ovest di questa porzione di lottizzazione, presso il disoleatore, in una vasca da 4 mc, in cui confluiranno i 5 mm di prima pioggia più la fognatura nera del comparto 2.

In questo caso le pompe avranno una potenza di 2,3 kw ciascuna.

IL PROGETTISTA

(Parte idraulica)

Ing. Pietro Petesse

