



COMUNE DI FANO
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

**RELAZIONE GEOLOGICO TECNICA SUL PROGETTO
PLANOVOLUMETRICO UNITARIO COMPARTI ST6 P67 E
ST6 P26 IN VIA LAGO DI COMO SITO IN FANO**

**STUDIO IDROLOGICO-IDRAULICO
INTEGRAZIONI**

COMMITTENTE:
SABATINI MARCO
FEDUZI MAURIZIO
**CENTRO DELL'ISOLANTE
DUE SRL**

Dott. Geol. COSTANZI CRISTIAN

Via Einaudi, 68 – 61032 Fano (PU)



Ditta : SABATINI MARCO – FEDUZI MAURIZIO
CENTRO DELL'ISOLANTE
COMUNE DI FANO

STUDIO IDROLOGICO E IDRAULICO PER IL DIMENSIONAMENTO E VERIFICARE L'IDONEITA' DELLA TRINCEA DRENANTE A SMALTIRE LE ACQUE BIANCHE DEL PIANO PLANOVOLUMETRICO UNITARIO ST6_P67 E ST 6_P26, IN VIA LAGO DI COMO, IN COMUNE DI FANO.

1. Premesse

A seguito della Conferenza dei Servizi del 22/11/2012, è stato redatto, ad integrazione della precedente documentazione inviata, il presente lavoro che ha per oggetto lo studio idrologico ed idraulico relativo alla progettazione e al dimensionamento della trincea drenante per lo scarico delle acque derivanti dal nuovo comparto edificatorio "ST6_P67 e ST6_P26".

La definizione delle verifiche idrauliche, è stata condotta, sulla base della determinazione della portata, considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni con le precipitazioni massime di breve durata inferiori all'ora e le piogge orarie, calcolato sulla base dei dati pluviometrici reperiti dalla rete meteo-idro-pluviometrica della Regione Marche (Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile) e sulla base di dati pluviometrici in nostro possesso.

2. Ubicazione dell'area

L'area in oggetto è ubicata nel comune di FANO, in località Ponte Sasso, tra Via Lago di Como e via Lago di Nemi ed è posta ad un quota di circa 3-5 metri sul livello del mare. La zona di studio è semi pianeggiante con quote massime dell'ordine dei 5.0 m.

s.l.m. ed è compresa nella carta topografica d'Italia IGM al Foglio 281 di Senigallia, sezione n. 281020 di Mondolfo.

3. Caratteristiche del bacino imbrifero

Geologicamente l'area si trova sulle alluvioni terrazzate del sistema fluviale F. Metauro, F. Cesano più precisamente si trova all'interno del III° ordine delle alluvioni composte prevalentemente da depositi ghiaiosi, talora parzialmente sabbiosi con intercalazioni argilloso-limose.

Tali depositi poggiano su un substrato di età pleistocenica Inferiore composto da argille marnose azzurre, siltoso-sabbiose.

In fase di campagna geognostica è stato intercettato il livello statico della falda nella sola prova CPT 1, alla profondità di -6.00 m dal p.c., considerata però una falda discontinua, limitata per spessore ed estensione; in base alle misurazioni del livello piezometrico rilevato in pozzi limitrofi e dai dati bibliografici, si può ipotizzare che la falda sia posta ad una quota superiore ai 15 metri di profondità.

All'interno dell'area ed in un intorno significativo non sono presenti corsi d'acqua, si segnala la sola presenza di una scolina lungo la strada comunale. La rete idrografica principale è rappresentata dal F. Metauro e F. Cesano che si trova a diverse centinaia di metri dall'area d'intervento. Mentre il Rio Crinaccio è posto in sinistra idrografica a circa 500 metri di distanza dall'area d'intervento.

Sulla base di quanto esposto, ai fini del calcolo idraulico per la portata, quale coefficiente di deflusso viene assunto il valore medio di 0.725.

Tale valore oltre ad essere in linea con quanto suggerito da diversi autori, appare il giusto compromesso tra un valore molto basso da attribuire in corrispondenza delle zone più boschive e i valori decisamente più alti in corrispondenza delle aree coltivate e delle aree urbanizzate.

Le reti progettate sono del tipo ad "acque separate" per lo smaltimento distinto delle acque scure e delle acque bianche. Le acque bianche verranno convogliate e smaltite all'interno della trincea drenante (vedi tavola n. 7 "Opere di urbanizzazione rete acque bianche con particolari costruttivi – giugno 2013").

Le precipitazioni piovane sono stimate con legge della pioggia ricavata dai dati raccolti nella stazione meteorologica di Fano, con un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Il coefficiente di afflusso medio è stimato in funzione della natura dei terreni naturali e di futura edificazione. In particolare si è utilizzato un coefficiente di deflusso pari a :

1.00 strade e marciapiedi pubblici;

0,20 giardini pubblici;

0.60 parcheggi drenanti;

1.00 coperture fabbricati.

La definizione delle verifiche idrauliche, è stata condotta, sulla base della determinazione della portata massima piena per un tempo di ritorno considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni con le precipitazioni massime di breve durata inferiori all'ora e le piogge orarie, calcolato sulla base dei dati pluviometrici reperiti dalla rete meteo-idro-pluviometrica della Regione Marche (Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile) e sulla base di dati pluviometrici in nostro possesso.

4. Dati pluviometrici ed elaborazione statistica delle piogge

Per valutare la portata di deflusso nella sezione di chiusura considerata, con un dato "tempo di ritorno", si deve valutare l'entità del fenomeno piovoso per il bacino imbrifero e per il tempo dato.

Il "tempo di ritorno" è un indicatore di rischio, definito come durata media in anni del periodo in cui il valore della variabile idrologica considerata viene superato una sola volta.

Le informazioni sulla pluviometria dell'area di interesse, sono riassunte nei parametri "a" ed "n" della curva segnalatrice di possibilità climatica , che relaziona le altezze di pioggia con le durate di pioggia per un dato tempo di ritorno, attraverso la nota formula:

$$h = a t^n$$

dove:

***h* é l'altezza di pioggia espressa in mm;**

***t* é la durata dell'evento in ore;**

***a* (mm/ora) ed *n* sono i parametri caratteristici della curva.**

Per curva di possibilità climatica si intende quella curva che rappresenta l'insieme dei punti con la stessa probabilità di non essere superati.

Per la determinazione della *curva segnalatrice di possibilità climatica* relativa all'area d'interesse, si é eseguita un'elaborazione statistica dei dati pluviometrici della stazione più rappresentativa.

4.1 Dati pluviometrici

Sono stati considerati i dati pluviometrici editi e forniti dalla rete meteo-idro-pluviometrica della Regione Marche (Dipartimento per le Politiche Integrate di Sicurezza e per la Protezione Civile - Servizio Meteorologico Regionale) e sulla base di dati pluviometrici in nostro possesso, per la stazione pluviografica di Fano, che risulta essere la più vicina al bacino imbrifero in studio tra quelle dotate di pluviometro registratore (Pr), necessario per l'estrapolazione probabilistica delle curve di possibilità climatica.

Per le calcolazioni idrologiche ed idrauliche che seguiranno si sono ricercate, per la stazione di Fano, le serie storiche delle altezze di pioggia conseguenti alle precipitazioni di massima intensità registrate al pluviografo per tempi di pioggia di 10,15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore. Le altezze di pioggia di durata inferiore a 1 ora sono pubblicate solo saltuariamente sugli annuali. Per questi ultimi casi occorre utilizzare approcci di calcolo diversi o in alternativa adattare con molta cautela i numerosi dati bibliografici relativi ai bacini di grandi dimensioni. Nello studio dei deflussi di aree di limitata estensione i dati raccolti da tali strumenti possono essere utilizzati solo indirettamente, per fornire una caratterizzazione climatica della zona. Le piogge di breve durata sono invece segnalate dai pluviografi, capaci di registrare e i dati relativi ad eventi di durata inferiore al giorno.

Le serie storiche analizzate constano di 56 anni di osservazione, dal 1951 al 2007 (Tab. 1).

STAZIONE DI FANO	
ANNO	DURATA

	10 m	15 m	20 m	30 m	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
1951					29	40	44.4	63.6	79.4
1952		12.8			20.6	20.8	23.6	31.4	40.4
1953		12.8		19	40	55	67	79.2	84.4
1954		12.4	13.6		15.6	18.8	25.2	36.2	42.6
1955		13.2		19	39	53.6	64.2	64.2	74.4
1956				29	31.2	44.8	46.8	46.8	47.2
1957			20.4	16.6	23	25.4	32.2	34.6	42.6
1958		11.2			16.6	28	30.6	40.6	53.4
1959		14.2	22.4						
1960		20.4		24	29.6	31.4	31.4	32.6	40.8
1961			16.2	22.6	39	56.2	61.8	65.4	65.4
1962					26.2	40	44.6	53.8	55.8
1963					20	40	42.6	47.8	49.2
1964			16.8	34	60	62.4	62.6	81.4	81.4
1965		12			34.8	34.8	34.8	46.4	53
1966		16.6	13	19	21.2	39	60	98.2	113.4
1967		20.8	13		22.8	31.8	32	32	32
1968					12.6	16.4	29.2	36.8	51.2
1969			10.6		47	62.2	63.6	63.6	63.6
1970			11	18	48	60	62.2	76.2	80.6
1971	12	11.4			15.2	18.6	25.6	36	58.2
1972			17.2		17.2	27.6	28	31.6	33.6
1973				27	24	51.6	74.2	100.8	132.8
1974					17.2	22.4	26.8	37.4	40.8
1975			32		32.4	36.4	45	67	81.6
1976		16			32	36.4	44.6	57.8	104.8
1977		11			25.8	29	29	36.2	45

1978					27	52.8	57.6	61	61.2
1979			24		24.2	65.4	104.2	123.2	154.8
1980									
1981		19	10.6		23.6	25.6	32	51.2	85.2
1982									
1983		11.6			40.4	60.2	68.2	68.2	70.6
1984		13.4			17.4	19.2	30.6	43.8	47.4
1985			18		32	36	37.4	45	50
1986		14		20	31.4	33	40	67.4	86.6
1987		14			25	30.6	33.4	40	47.4
1988				22					
1989	14	16.2		24					
1990		11.8		14.4	28	38.6	38.6	40.2	40.2
1991		10.2		15.8	23.8	34.8	46.2	57.2	69
1992		6		7.4	10.2	17.4	24.8	26.8	31.6
1993		10.8		13.6	21.8	33.6	36	36.6	36.6
1994		8.6		9.6	13	27	42.2	58.2	66.4
1995		9.8		16.2	23.8	39.8	49.8	51.8	59.2
1996		14.8		25.2	40.6	56.2	74.6	87.4	53.6
1997		10.4		11.8	21	32.8	40.8	53	54.6
1998		11.4		12.8	20.2	38.6	55	66.8	84
1999		11.6		17.2	24.6	45.4	47.4	48.6	75.8
2000		11.8		16.4	27.2	40.6	46.2	85	85.6
2001		22		26.8	29.8	31	39.8	48.2	49
2002		8.8		14.6	21.6	35.6	37	37	37
2003		15		22.4	33.4	33.4	45.2	55.4	57.6
2004		8.2		15.2	22.4	25.2	29.2	37.2	39.8
2005					46.4	80.8	117.6	138.4	141.8

2006					37.4	43.8	59.2	87.2	110
2007					23.4	24	24.4	40	40

Tab.1 – Precipitazioni in mm di massima intensità con durata di 10, 15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore rilevate alla stazione pluviografica di Fano.

4.2 Elaborazione statistica delle precipitazioni e curve di possibilità climatica

L'analisi dei dati è stata effettuata mediante *la prima legge asintotica del massimo valore di Gumbel* con la quale, data una serie di valori sufficientemente grande della variabile idrologica considerata (x), si determina la probabilità di non superamento legata al tempo di ritorno:

$$P(x) = e^{-e^{-y}},$$

dove:

$P(x)$: probabilità di non superamento della variabile idrologica x ;

$y = \alpha(x - N)$: variabile ridotta associata alla variabile idrologica x ;

$\alpha = \frac{1.283}{\sigma}$: parametro della distribuzione stimato con il metodo dei momenti¹;

$N = \bar{x} - 0.450\sigma$: parametro della distribuzione stimato con il metodo dei momenti¹;

$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$: media delle osservazioni x_i , in numero pari ad n ;

$\sigma = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n-1} - \frac{(\sum x_i)^2}{n(n-1)}}$: scarto quadratico medio del campo osservato.

Mediante la relazione: $P(x) = \frac{T_r - 1}{T_r}$, si lega il tempo di ritorno con la probabilità di non superamento.

¹"Elementi di statistica per l'idrologia" Ugo Maione e Ugo Moisello

Tale legge é stata applicata per le piogge della durata di 10, 15, 20, 30, minuti e 1, 3, 6, 12 e 24 ore, ottenendo le rispettive altezze di pioggia massima con tempi di ritorno pari a 2, 5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni, per la stazione pluviografica considerata (Tab. 2).

Precipitazioni massime secondo Gumbel (in mm)									
Tempo di ritorno	Durata di pioggia								
	10 m	15 m	20 m	30 m	1 h	3 h	6 h	12 h	24 h
<i>Tr = 2 anni</i>	12.77	12.47	16.06	18.05	25.83	35.80	43.21	52.89	60.93
<i>Tr = 5 anni</i>	14.02	15.68	21.42	23.44	34.75	48.43	60.22	73.80	85.74
<i>Tr = 10 anni</i>	14.84	17.80	24.96	27.01	40.66	56.79	71.48	87.65	102.17
<i>Tr = 20 anni</i>	15.64	19.83	28.36	30.44	46.32	64.81	82.28	100.93	117.93
<i>Tr = 50 anni</i>	16.66	22.47	32.77	34.87	53.65	75.19	96.26	118.12	138.33
<i>Tr = 100 anni</i>	17.43	24.45	36.07	38.19	59.15	82.97	106.74	131.01	153.62
<i>Tr = 200 anni</i>	18.20	26.41	39.35	41.49	64.62	90.72	117.18	143.84	168.85

Tab. 2 – Estrapolazione probabilistica con il metodo di Gumbel delle precipitazioni massime (mm) con diversa durata in ore e per diversi tempi di ritorno

Nel campo bilogaritmico la curva segnalatrice di possibilità climatica ha una forma lineare, con coefficiente angolare pari ad “n” ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad “a”.

E’ possibile ora procedere al calcolo di tali curve, per i diversi tempi di ritorno, stimando i parametri “a” ed “n” tramite regressione lineare con il metodo dei minimi quadrati.

I risultati delle interpolazioni e le curve segnalatrici di possibilità climatica per la stazione considerata e per i diversi tempi di ritorno sono di seguito riportate (Tab. 3 - Fig. 1).

Parametri della curva di possibilità climatica		
Tempo di ritorno	a	n
<i>Tr = 2 anni</i>	26.242	0.2732
<i>Tr = 5 anni</i>	35.231	0.2887
<i>Tr = 10 anni</i>	41.185	0.295
<i>Tr = 20 anni</i>	46.898	0.2995
<i>Tr = 50 anni</i>	54.293	0.3039
<i>Tr = 100 anni</i>	59.835	0.3064
<i>Tr = 200 anni</i>	65.357	0.3085

Tab. 3 – Parametri della curva di possibilità climatica per la stazione pluviografica di Fano, per i tempi di ritorno indicati e per tempi di pioggia $10\text{ m} < t < 24\text{ ore}$.

CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' CLIMATICA
 con tempi di ritorno $Tr = 20, 50, 100, 200$ anni
 Stazione di Fano

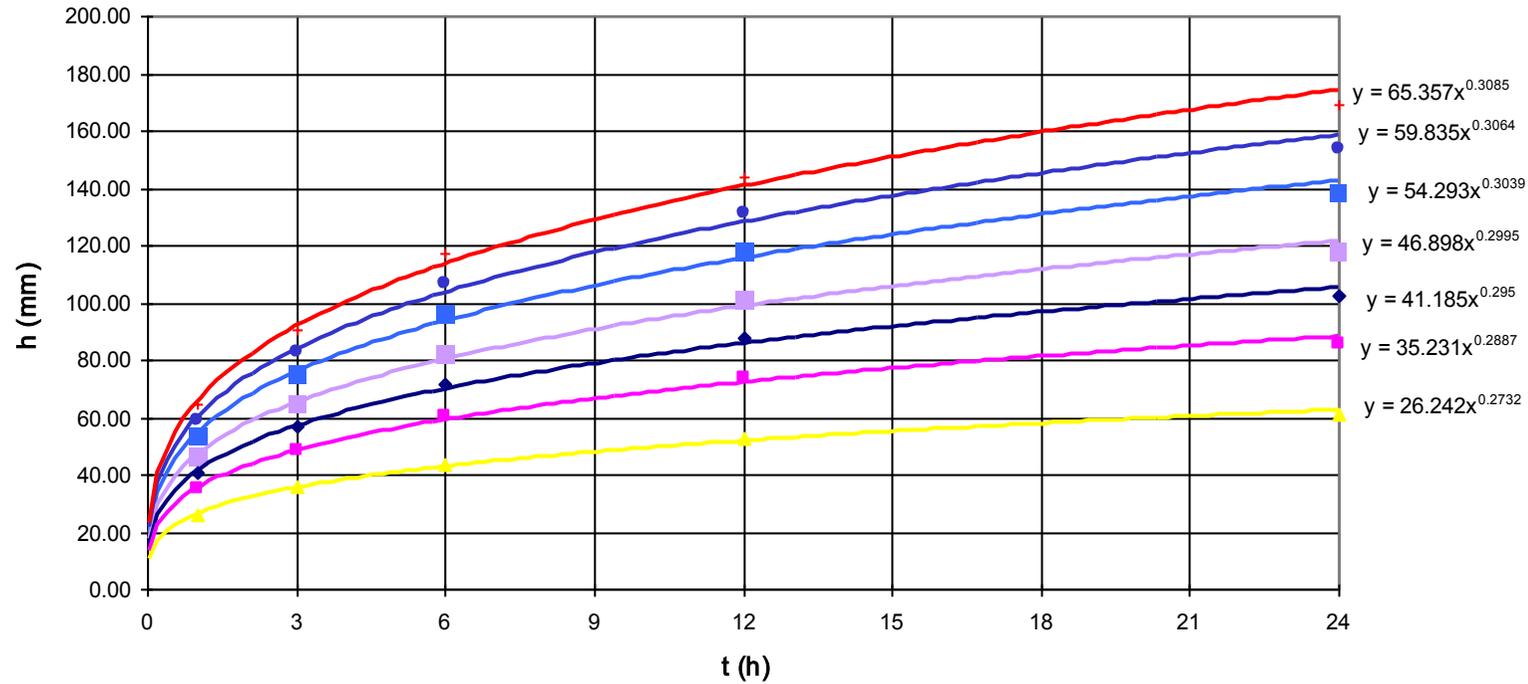


Fig.1

5. Calcolo della portata di piena per l'evento critico

Lo studio idrologico è qui finalizzato alla determinazione della portata al colmo dell'idrogramma di piena causato da una precipitazione assegnata (con dato tempo di ritorno).

In mancanza di informazioni precise sul regime idraulico di un determinato corso d'acqua, si ritiene sufficiente l'adozione di metodi tradizionali, che portano alla determinazione dei valori di picco delle portate di piena alla sezione di chiusura del bacino imbrifero.

Durante una piena il deflusso superficiale dipende quasi esclusivamente dall'intensità di precipitazione, dalla capacità di infiltrazione e dai caratteri morfologici del bacino imbrifero.

Le portate di piena, per i diversi tempi di ritorno considerati, vengono valutate *con la formula razionale*, direttamente dedotta dal "metodo cinematico", nell'ipotesi che la durata t_p della pioggia critica sia pari al tempo di corrivazione τ_c ; in quanto, secondo tale metodo, la pioggia più gravosa è quella che dura come il tempo di corrivazione del bacino, per il quale l'intero bacino può essere considerato contribuente.

5.1 Tempo di corrivazione

Si è quindi evidenziata la necessità di valutare il tempo di corrivazione per il bacino in esame, per definire la durata critica dell'evento di pioggia da considerare nella formula razionale.

Il *tempo di corrivazione* rappresenta il tempo in cui una particella d'acqua raggiunge la sezione di chiusura considerata, dal punto idraulicamente più lontano del bacino imbrifero.

La valutazione del tempo di corrivazione si basa su correlazioni empiriche determinate da diversi Autori, ognuna delle quali fornisce risultati più o meno attendibili, in funzione delle caratteristiche geomorfologiche e di estensione del bacino imbrifero.

Le formule normalmente adottate in studi idrologici sono quelle di Pasini, Kirpich e di Giandotti².

Per il bacino in studio, il calcolo del tempo di corrivazione viene effettuato attraverso la formula di Pasini, in considerazione alle caratteristiche di applicabilità delle espressioni stesse, fornite dalle note critiche della bibliografia generalmente utilizzata e legate alle esperienze dalle quali le relazioni empiriche sono scaturite.

Infatti, la formula di Kirpich si adatta bene solo alla rappresentazione di piccoli bacini ($S < 1 \text{ Km}^2$) ma caratterizzati da forma allungata e soprattutto notevole acclività.

Le formule di calcolo che si è deciso adottare necessitano, come dati di input, di alcuni valori relativi alle caratteristiche morfologiche ed altimetriche del bacino imbrifero sotteso alla sezione di chiusura e più precisamente:

- $S = 4915.80 \text{ m}^2$ superficie del bacino imbrifero;
 $L = 300 \text{ m}$ lunghezza;
 $Z = 3.5 \text{ m}$ quota della sezione considerata;
 $H = 4.0 \text{ m}$ altitudine media del bacino imbrifero sotteso;
 $\Delta H = 1.5 \text{ m}$ dislivello tra la quota massima del corso d'acqua e la sezione di chiusura;
 $i = \Delta H/L = 0.005$ pendenza media dell'asta principale.

Viene di seguito esposta la formula di calcolo ed i risultati del tempo di corrivazione, espresso in ore; i simboli indicati rappresentano le grandezze precedentemente elencate:

formula di Giandotti:

$$\tau_c = \frac{4\sqrt{S/L} + 1.5\sqrt{L}}{0.8\sqrt{(H-Z)/L}}$$

$$\tau_c = 1.29 \text{ h}$$

²"Idraulica agraria" N. Matarrese - Laterzi

formula di Pasini:

$$\tau_c = 0.108 (S L)^{1/3} / i^{0.5}$$

$$\tau_c = 0,17 \text{ h}$$

Dai risultati così ottenuti s'evidenzia una sostanziale convergenza dei valori del tempo di corrivazione ottenuti con le formule di Pasini e Giandotti; a favore di sicurezza si assumerà, nelle calcolazioni successive, la formula di Pasini che dà il valore del tempo di corrivazione più piccolo.

5.2 Calcolo delle portate di piena per l'evento critico

Assumendo una durata di pioggia critica t_p coincidente con il tempo di corrivazione τ_c , dalle curve di possibilità climatica già determinate per diversi tempi di ritorno (Cap. 4.2), si ricavano le altezze di pioggia critica h_c e quindi le intensità di pioggia critica $i_c = h_c/\tau_c$.

Il calcolo delle portate massime avviene mediante l'applicazione della nota formula razionale:

$$Q_{(Tr)} = \frac{K_r \times K \times h_c(Tr, \tau_c) \times A}{3.6 \times \tau_c}$$

dove:

- $Q_{(Tr)}$:** portata in funzione del tempo di ritorno (m^3s^{-1});
- K_r :** coefficiente di ragguaglio;
- K :** coefficiente di deflusso;
- $h_c(Tr, \tau_c)$:** altezza di pioggia in funzione del tempo di ritorno e del tempo di corrivazione (mm);
- A :** superficie del bacino tributario (km^2);
- τ_c :** tempo di corrivazione (ore);
- Tr :** tempo di ritorno (anni).

Il coefficiente di deflusso K , viste le caratteristiche dei suoli e di vegetazione, è stato

assunto pari a 0,725.

Il coefficiente di ragguglio K_r é stato posto cautelativamente uguale all'unit .

Avendo assunto per il bacino imbrifero alla sezione di chiusura considerata, un tempo di corricazione $\tau_c = 0.12$ ore, si ottiene:

$$Q_2 = 0.09 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

$$Q_5 = 0.12 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

$$Q_{10} = 0.13 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

$$Q_{20} = 0.15 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

$$Q_{50} = 0.18 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

$$Q_{100} = 0.19 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$$

Calcolo delle portate derivanti dall'apporto idrico proveniente dalle superfici impermeabilizzate del comparto ST6_P67 e ST6_P26:

1.0 = strade e marciapiedi pubblici;

0,20 = giardini pubblici;

0.60 = parcheggi con grigliato;

1.0 = coperture fabbricati.

Per le calcolazioni che seguiranno si assume come portata di verifica la portata di massima piena cinquantenaria pari a $0.18 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$.

5.3 Caratterizzazione idrologica dell'area in studio

L'analisi dei dati disponibili, in prossimit  dell'area in studio   stata condotta con le metodologie sopra richiamate allo scopo di caratterizzare, da un punto di vista ingegneristico, le precipitazioni estreme di prefissata durata e il valore del relativo tempo di ritorno.

La zona in esame, contenuta all'interno del territorio provinciale di Pesaro e Urbino, pu  essere considerata, in base agli usuali criteri, un'area climaticamente omogenea.

In tale la densità della rete pluviometrica del Servizio Idrografico è sufficientemente elevata.

La stazione pluviografica più vicina all'area di indagine, caratterizzata da dimensione campionaria degli eventi massimi annuali registrati superiore a venti anni, è risultata quella di Fano, appartenente alla rete agro-meteorologica della Regione Marche.

5.4 Acque di raccolta – dati di progetto e tempi di ritorno

Non potendo disporre di una serie continua di dati per $t < 1$ ora di estrapolano quelli di maggiore significatività. Si segnala una situazione critica relativa ad una pioggia intensa e di breve durata pari a 32.0 mm in 20 minuti nel periodo 1951-2007.

Il dato critico che si assume come dato di progetto e ricollegabile direttamente, senza alcuna elaborazione statistica, ad un tempo di ritorno $Tr=50$ anni, è particolarmente elevato per l'area in studio. Di fatto la relazione che lega il tempo di ritorno alla probabilità che si verifichi l'evento atteso è espressa dalla formula:

$$P(h_d)=1-1/Tr = (Tr-1)/Tr$$

La tabella mostra i valori della probabilità di pioggia in funzione di Tr

Tr	P(hd)
10	0.90
20	0.95
30	0.98
50	0.99

Per un tempo di ritorno di $Tr=50$ anni la probabilità che l'altezza di pioggia non superi mai quella calcolata è del 99%, ovvero si ha l'1% di possibilità che questa venga superata una volta in 50 anni.

Per il calcolo delle reti fognarie è prassi adottare $Tr=10$ anni edito da vari testi come ad esempio il Manuale dell'Ingegnere Nuovo Colombo.

Mentre per il calcolo della fognatura acque bianche in questione si è preso, a titolo cautelativo un $Tr=50$ anni.

Dalle sopra esposte considerazioni si prende come riferimento la pioggia di 32.0 mm con durata 20 minuti, pari a 96.0 mm/h, ricadente nell'intervallo degli 1951-2007 presso la stazione di Fano, come dai seguenti schemi riepilogativi dei principali eventi:

PRECIPITAZIONI MASSIME DI BREVE DURATA						
	15 min		20 min		30 min	
	Data	mm	Data	mm	Data	mm
Fano	02/07/1960	20.4	03/09/1957	20.4	11/07/1956	29
	17/09/1966	16.6	10/06/1959	22.4	28/07/1960	24
	09/06/1967	20.8	26/07/1975	32	09/08/1964	34
	24/08/1981	19	28/06/1979	24	31/08/1973	27
	11/08/2001	22	26/08/1985	18	11/08/2001	26.8
	Max/h	88.0 mm/h		96.0 mm/h		68.0 mm/h

6. Verifiche idrauliche scarico acque bianche

6.1 Calcolo dei volumi raccolti e delle portate

L'area è divisa in due comparti:

Sub-comparto ST6_P67;

Totale superficie = 1299.19 mq così ripartita:

Coperture fabbricati, strade e marciapiedi = 474.14 mq (sup. imp.)

Aree verdi = 825.05 mq (sup. perm.)

Sub-comparto ST6_P26;

Totale superficie = 3616.61 mq così ripartita:

Coperture fabbricati, strade e marciapiedi = 1129.11 mq

Parcheggi con grigliato = 549.76 mq

Aree verdi= 1937.74 mq

Superfici totali:

Sub-comparto n.1 + Sub-comparto n. 2

Totale superficie = 4915.80 mq così ripartita:

Coperture fabbricati, strade e marciapiedi = 1603.25 mq

Parcheggi con grigliato = 549.76 mq

Aree verdi = 2762.79 mq

La portata fluente ad un recapito di raccolta, secondo il metodo razionale della corrivazione, è data da:

$$Q = (\varphi \times i \times A)/360 \text{ (m}^3/\text{s)}$$

$$i = h/t \text{ (mm/h)}$$

dove: h=altezza di pioggia al tempo t (mm); t=tempo di pioggia (h); i=intensità di pioggia (mm/h); A=superficie del bacino sotteso (ha); φ = coefficiente di deflusso.

Attribuendo gli appropriati coefficienti di deflusso (φ) ne deriva:

Sub-comparto ST6_P67	Mq	Coefficiente di deflusso φ	i= mm/h	Q m³/sec
Superfici	1299.19			
Coperture fabbricati, strade e marciapiedi	474.14	1.00	96.0	0.0126
Aree verdi	825.05	0.20	96.0	0.0044
Totale				0.0170

Sub-comparto ST6_P26	Mq	Coefficiente di deflusso ϕ	$i=$ mm/h	Q m ³ /sec
Superfici	3616.61			
Coperture fabbricati, strade e marciapiedi	1129.11	1.00	96.0	0.030
Parcheggi con grigliato	549.76	0.60	96.0	0.0087
Aree verdi	1937.74	0.20	96.0	0.0103
Totale				0.049

Totale comparto	Mq	Coefficiente di deflusso ϕ	$i=$ mm/h	Q m ³ /sec
Superfici	4915.80			
Coperture fabbricati, strade e marciapiedi	1603.25	1.00	96.0	0.042
Parcheggi con grigliato	549.76	0.60	96.0	0.0087
Aree verdi	2762.79	0.20	96.0	0.0147
Totale				0.0654

La portata critica, corrispondente al tempo di pioggia imposto a 20 minuti, intensità oraria 96 mm/h, estrapolata dalla stazione pluviometrica di Fano ammonta in complessivi 0.0654 mc/sec, suddivisi in sub-comparto n. 1 = 0.0170 mc/sec e sub-comparto n. 2 = 0.049 mc/sec, dato per il dimensionamento delle trincee drenante, recettore delle fognature bianche.

Si precisa che la portata critica è stata determinata a titolo maggiormente cautelativo considerando il tempo di pioggia imposto a 20 minuti, intensità oraria 96 mm/h anziché 91.2 mm/h come indicato nella nota del Comune di Fano.

7. Verifica trincea drenante

Considerata la permeabilità intrinseca dei terreni in posto, che è stata determinata dai dati bibliografici presenti in letteratura e dai dati in possesso di questo studio

attribuendo per terreni aventi le stesse caratteristiche granulometriche di una sabbia-limosa, con permeabilità $K=0.000255 \text{ cm/sec}$.

Per il dimensionamento della trincea drenante si è provveduto quindi al seguente calcolo.

Se si convoglia l'acqua in uno spazio avente determinata permeabilità, la portata è data dalla seguente formula $Q = K \cdot i \cdot A$

dove:

i = gradiente idraulico A =superficie trincea (ha); K = coefficiente di permeabilità.

$K=0.000255 \text{ cm/sec}$; $i=15$ metri; $A=50 \text{mq}$

Trincea totale:

$K=0.000255 \text{ cm/sec}$; $i=15$ metri; $A=50 \text{mq}$

Dai dati sopradescritti ne deriva una portata : $Q=0.19 \text{ mc/sec}$.

Per una portata totale in uscita della trincea di 0.19 mc/sec .

Considerato che la portata totale in uscita del sub-comparto 1 "ST6_p67" e del sub-comparto n. 2 "ST6_P26" è: 0.19 mc/sec che risulta maggiore di quella in entrata del sub-comparto 1: 0.0170 mc/sec e del Sub-comparto 2: 0.049 mc/sec , per totali 0.0654 mc/sec , derivante dall'apporto delle fogne acque bianche, il dimensionamento risulta soddisfatto.

Le verifiche hanno dimostrato che il dimensionamento della trincea drenante è verificato soddisfacendo il fabbisogno proveniente dallo scarico della fognatura acque bianche di lottizzazione.

Tabella riassuntiva:

Comparti	Portata uscita Trincea drenante	in	Portata entrata fognatura acque bianche	in	
	Q m³/sec		Q m³/sec		
Sub-comparto n. 1	0.095		0.0170		VERIFICATA
Sub-comparto n. 2	0.095		0.049		VERIFICATA
Superficie totale	0.19		0.0654		VERIFICATA

Tabella riassuntiva con i dati di portata (Tr=50 anni) scaturiti dalla curva di possibilità climatica di Gumbell e la formula di Pasini:

Comparti	Portata uscita Trincea drenante	in	Portata entrata fognatura acque bianche	in	
	Q m³/sec		Q m³/sec		
Superficie totale	0.19		0.18		VERIFICATA

7. Conclusioni

Lo studio effettuato ha verificato la trincea drenante in progetto in funzione delle portate attese con Tr=50 anni e il tempo di pioggia imposto a 20 minuti, intensità oraria 96 mm/h, soddisfacendo il fabbisogno proveniente dallo scarico della fognatura acque bianche di lottizzazione.

Tabella riassuntiva:

Comparti	Portata uscita	in	Portata entrata	in	

	Trincea drenante	fognatura acque bianche	
	Q m³/sec	Q m³/sec	
Sub-comparto n. 1	0.095	0.0170	VERIFICATA
Sub-comparto n. 2	0.095	0.049	VERIFICATA
Superficie totale	0.19	0.0654	VERIFICATA

Tabella riassuntiva con i dati di portata (Tr=50 anni) scaturiti dalla curva di possibilità climatica di Gumbell e la formula di Pasini:

Comparti	Portata in uscita Trincea drenante	Portata in entrata fognatura acque bianche	
	Q m³/sec	Q m³/sec	
Superficie totale	0.19	0.18	VERIFICATA

La trincea drenante prevista in progetto, quale recettore finale delle acque bianche, svolgerà una funzione solo a titolo provvisorio fino a quando non verrà realizzato il nuovo collettore fognario lungo via Lago di Como; si prevede quindi, di eseguire una predisposizione per collegare le acque bianche raccolte all'interno del nuovo comparto unitario alla nuova fognatura acque bianche che dovrà essere realizzata lungo via Lago di Como.

Le verifiche hanno dimostrato che la trincea drenante di progetto sarà in grado di smaltire le portate attese, escludendo qualsiasi rischio di impaludamento e danni alle strutture limitrofe. Oltre alla funzione idraulica svolta dalla trincea ci conforta rilevare che è presente un livello idrico confinato e limitato con modesta estensione alla profondità di -6.0 m dal p.c. e che la falda idrica è posta ad una profondità maggiore di -15 m dal p.c., escludendo possibili oscillazioni della stessa. In fase esecutiva, la trincea drenante andrà verificata e dimensionata, previo indagini geologiche specifiche e prove in sito (prove di permeabilità e portata in foro) atte a verificare l'esatta permeabilità dei terreni disperdenti in posto.

INDICE

1. PREMESSE	2
2. UBICAZIONE DELL'AREA.....	2
3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO.....	3
4. DATI PLUVIOMETRICI ED ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE	4
4.1 DATI PLUVIOMETRICI	5
4.2 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA	8
5. CALCOLO DELLA PORTATA DI PIENA PER L'EVENTO CRITICO.....	12
5.1 TEMPO DI CORRIVAZIONE	12
5.2 CALCOLO DELLE PORTATE DI PIENA PER L'EVENTO CRITICO	14
5.3 CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL'AREA IN STUDIO.....	15
5.4 ACQUE DI RACCOLTA – DATI DI PROGETTO E TEMPI DI RITORNO.....	16
6. VERIFICHE IDRAULICHE SCARICO ACQUE BIANCHE	18
6.1 CALCOLO DEI VOLUMI RACCOLTI E DELLE PORTATE	18
7. VERIFICA TRINCEA DRENANTE.....	20
7. CONCLUSIONI	22