



COMUNE DI FANO
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

STUDIO IDROLOGICO ED IDRAULICO VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PER L'INVARIANZA IDRAULICA DELLE TRASFORMAZIONI TERRITORIALI DI CUI ALL'ART.10, COMMA 4, DELLA L.R. 22/2011 E SECONDO I "CRITERI, MODALITÀ E INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE" APPROVATI CON DGR N. 53 DEL 27/01/2014 (B.U.R. MARCHE N.19 DEL 17/02/2014) RELATIVO AL PIANO ATTUATIVO DEL COMPARTO DENOMINATO: ST6_P52 "COMPARTO RESIDENZIALE DI RICUCITURA METAURLIA", NEL COMUNE DI FANO

INVARIANZA IDRAULICA

COMMITTENTI:
SORCINELLI GIANFRANCO
SANTINI LUCIANA

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

INDICE

1. PREMESSE	3
2. UBICAZIONE DELL'AREA.....	4
3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO	4
3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FOGNANTE	5
4. DATI PLUVIOMETRICI ED ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE.....	6
4.1 DATI PLUVIOMETRICI	6
4.2 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA	10
5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL'AREA IN STUDIO	13
5.1 ACQUE DI RACCOLTA – DATI E TEMPI DI RITORNO	13
6. INVARIANZA IDRAULICA.....	15
7. CONCLUSIONI	20

1. PREMESSE

La presente verifica di compatibilità idraulica è stata eseguita su incarico dei sig.ri SORCINELLI GIANFRANCO e SANTINI LUCIANA con lo scopo di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica sul presente Piano Attuativo del lotto sito in Fano, loc. Metaurilia lungo la Strada Statale Adriatica, l'area è censita al Nuovo Catasto Terreni al Foglio 78 mappali 464,465,466,469,470,472.

Con l'entrata in vigore della verifica di compatibilità idraulica degli strumenti di pianificazione territoriale e per l'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche, richieste dall'art. 10, comma 4 della legge regionale 22/11, per la definizione delle misure compensative rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

In sintesi l'obiettivo dell'invarianza idraulica è quello di accollarsi, attraverso opportune azioni compensative, gli oneri del consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

La definizione della compatibilità idraulica è stata condotta anche considerando le precipitazioni massime di breve durata inferiori all'ora e le piogge orarie, calcolate 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 possesso.

2. UBICAZIONE DELL'AREA

L'area in esame, ubicata in località loc. Metaurilia lungo la Strada Statale Adriatica, ricade nel Foglio F. 269 Sez. III della Carta Topografica d'Italia (Fano) SERIE 25 EDIZIONE 1 I.G.M.

L'area è individuata al N.C.T. al Foglio n° 78 mappali 464,465,466,469,470,472, del Comune di Fano.

3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO

L'area in oggetto è ubicata in Comune di Fano, in prossimità della S.N.A.S., ad un quota di circa 10 metri sul livello del mare (vedi Corografia in scala 1:25.000).

La zona di studio è pianeggiante con quote massime dell'ordine dei 10/14 m. s.l.m. e si trova nel F. 269 Sez. III della Carta Topografica d'Italia (Fano) SERIE 25 EDIZIONE 1 I.G.M.

Geologicamente l'area si trova sulle alluvioni terrazzate deposte dal F. Metauro, più precisamente si trova all'interno del III ordine delle alluvioni; dal punto di vista litologico tali terreni sono costituiti da alluvioni ghiaiose, parzialmente sabbiose con intercalazioni di argille limoso sabbiose, nell'area in esame il deposito ghiaioso ha una notevole potenza. (superiore ai 25-30 metri)

Dal punto di vista strutturale i dati bibliografici disponibili (F. 110 della Carta Geologica d'Italia) non evidenziano lineazioni di rilievo.

L'area in oggetto non presenta segni evidenti di instabilità, né si osservano fenomeni franosi nelle immediate vicinanze, né tantomeno si ipotizzano pericoli futuri di instabilità data la morfologia del luogo semi pianeggiante.

All'interno dell'area d'intervento e nelle immediate vicinanze non sono presenti corsi d'acqua che possano determinare problemi legati ad eventuali esondazioni; il comparto si trova infatti in sponda destra del F. Metauro ad una distanza dal letto di circa 1.700 metri ed in sponda sinistra del rio Marsigliano che dista diverse centinaia di metri.

Dalla visione del RIM (reticolo idrografico minore) sulle aree potenzialmente esondabili, l'unica zona più prossima all'area d'intervento è rappresentata dal Rio Marsigliano (codice PS091) che dista diverse centinaia di metri dalla lottizzazione e che di fatto non può assolutamente interferire con la previsione urbanistica.

Il Rio di Marsigliano è un modesto rio che scende dalle colline in direzione normale alla linea di costa, esplicando una spiccata azione erosiva. Con frequenti tempi di ritorno (1-5) si assiste a fenomeni di allagamento fino all'interruzione della circolazione stradale lungo la S.S. n° 16. Le cause principali sono dovute alla forte erosione (per ablazione e colamenti) dei terreni argillosi retrostanti, interrimento dell'alveo; scarsa manutenzione, probabile insufficienza delle sezioni di efflusso, stretta angolazione subito a monte della S.S. n° 16.

Durante le prove penetrometriche è stato raggiunto il livello statico della falda freatica ad una profondità di 2 metri dal piano campagna; considerata la natura prevalentemente incoerente dei terreni presenti nell'area e considerata la granulometria medio-elevata degli stessi, si può affermare che la falda abbia una scarsa capacità di risalita.

3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FOGNANTE

Le reti progettate saranno di tipo ad "acque separate" per lo smaltimento distinto delle acque scure e delle acque bianche. Le acque bianche verranno convogliate all'interno di vasche d'invarianza e smaltite attraverso una trincea drenante di superficie pari ad almeno 45 m², posta, con la parte terminale, alla profondità di 1,0 mt. dal p.c.

Le acque nere verranno smaltite nella fognatura esistente lungo la Statale Adriatica n. 16.

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

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

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

Dott. Geol. CENCIONI CARLO
Via Il Strada, 6/A – 61032 Fano (PU)

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.

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).

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

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
Tr = 2 anni	12.77	12.47	16.06	18.05	25.83	35.80	43.21	52.89	60.93
Tr = 5 anni	14.02	15.68	21.42	23.44	34.75	48.43	60.22	73.80	85.74
Tr = 10 anni	14.84	17.80	24.96	27.01	40.66	56.79	71.48	87.65	102.17
Tr = 20 anni	15.64	19.83	28.36	30.44	46.32	64.81	82.28	100.93	117.93
Tr = 50 anni	16.66	22.47	32.77	34.87	53.65	75.19	96.26	118.12	138.33
Tr = 100 anni	17.43	24.45	36.07	38.19	59.15	82.97	106.74	131.01	153.62
Tr = 200 anni	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 bilogarithmico 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”.

É 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 riportati.

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

Parametri della curva di possibilità climatica per la stazione pluviografica di Fano, per i tempi di ritorno indicati e per tempi di pioggia 10 min < t < 24 ore.

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

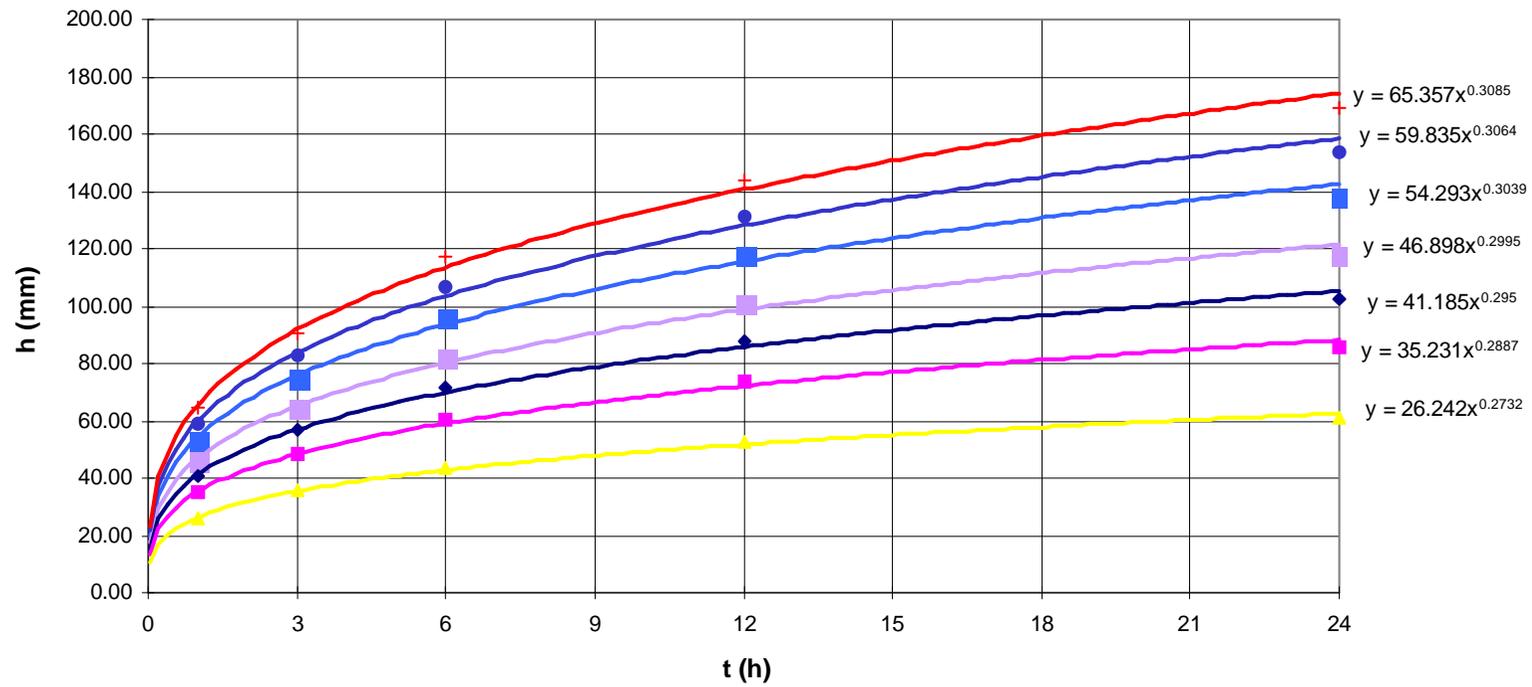


Fig.1

5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL'AREA IN STUDIO

L'analisi dei dati disponibili in prossimità dell'area in studio è 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, può essere considerata, in base agli usuali criteri, un'area climaticamente omogenea. In tale area 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.

5.1 ACQUE DI RACCOLTA – DATI E TEMPI DI RITORNO

Non potendo disporre di una serie continua di dati per $t < 1$ ora si 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 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(h _d)
10	0,90
20	0,95
30	0,97
50	0,98

Per un tempo di ritorno di $Tr=50$ anni la probabilità che l'altezza di pioggia non superi mai quella calcolata è del 98%, ovvero si ha il 2% 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, a titolo cautelativo, è prudentiale usare un $Tr=50$ anni.

Per il calcolo, come prima accennato, si farà riferimento alla 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	29,0
	17/09/1966	16,6	10/06/1959	22,4	28/07/1960	24,0
	09/06/1967	20,8	26/07/1975	32,0	09/08/1964	34,0
	24/08/1981	19,0	28/06/1979	24,0	31/08/1973	27,0
	11/08/2001	22,0	26/08/1985	18,0	11/08/2001	26,8
	Max/h	88,0 mm/h		96,0 mm/h		68,0 mm/h

6. INVARIANZA IDRAULICA

Come previsto dall'art. 10 comma 4 della L.R. 22/11, e secondo i "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), al fine di evitare effetti negativi sul coefficiente di deflusso delle superfici impermeabilizzate, ogni trasformazione del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative rivolte al principio dell'invarianza idraulica.

Per poter progettare e dimensionare tali misure compensative occorre partire dai dati urbanistici dell'area che si intende trasformare e che, nel caso in esame, sono i seguenti: superficie complessiva pari a 3.904 m², di cui 351 m² occupati da superfici impermeabili (coperture fabbricati), 922 m² occupati da superfici semi-permeabili (parcheggi e percorsi pedonali realizzati con autobloccanti di tipo filtrante e grigliati carrabili) e 2.631 m² occupati da superfici permeabili (verde pubblico e privato).

Partendo dai dati urbanistici di progetto si ritiene di realizzare una vasca di laminazione, che andrà nuovamente verificata e calcolata in fase esecutiva.

Come previsto dal Titolo III par. 3.4 (contenuti dell'invarianza idraulica) della D.G.R. n. 53 del 27/01/2014, per le previsioni degli strumenti di pianificazione territoriale, generale e attuativa vigenti alla data di entrata in vigore dei criteri in esso definiti può essere adottato, per il dimensionamento della capacità di invaso, un volume pari a 350 m³ per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata a patto che si ricada nei casi a) e b) del sopra citato paragrafo. Il piano attuativo, ricoprendo una superficie complessiva di 3.904 m² rientra nel punto b) relativo a modesta impermeabilizzazione potenziale (superficie tra 0,1 e 1 ha).

DATI URBANISTICI DI PROGETTO

Totale comparto	m ²	Coefficiente di deflusso φ	Superfici considerate per l'invarianza m ²
Superficie totale	3.904		
Coperture fabbricati	351	1,00	351
Parcheggi e percorsi pedonali con grigliato	922	0,50	461
Verde pubblico e privato	2.631	0,20	526,2
Totale			1338,2

In base ai criteri precedentemente ricordati (350 m³ per ha di superficie impermeabilizzata) per il dimensionamento della vasca risulta essere il seguente:

(1338,2 m² x 350 m³)/10.000 = 46,9 m³ valore arrotondato a 47 m³ (vasca di laminazione)

Tale vasca verrà posizionata al di sotto della zona a verde privato. (vedi carta delle fognature acque bianche allegata al progetto).

Il valore sopra calcolato è stato verificato tramite l'applicazione della formula del titolo III par. 3.4 "Contenuti dell'invarianza idraulica" secondo "i criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati dalla DGR n. 53 del 27.01.2014, di cui di seguito si riportano le indicazioni e i tabulati di calcolo

$$w = w^{\circ} (\frac{\varnothing}{\varnothing})^{(1/(1-n))} - 15| - W^{\circ} P \quad (1)$$

essendo $w^\circ = 50 \text{ mc/ha}$, $\varphi =$ coefficiente di deflusso dopo la trasformazione, $\varphi^\circ =$ coefficiente di deflusso prima della trasformazione, I e P espressi come frazione dell'area trasformata e $n=0,48$ (esponente delle curve di possibilità climatica di durata inferiore all'ora, stimato nell'ipotesi che le percentuali della pioggia oraria cadute nei 5', 15' e 30' siano rispettivamente il 30%, 60% e 75%, come risulta – orientativamente - da vari studi sperimentali; si veda ad es. CSDU, 1997). Per le classi denominate come “Significativa” e “Marcata” impermeabilizzazione come di definite nel Titolo III del DGR 53/2014 è ammesso l'utilizzo di un valore diverso del parametro n qualora opportunamente motivato da un'analisi idrologica specifica contestualizzata al sito oggetto di trasformazione.

Il volume così ricavato è espresso in m^3/ha e deve essere moltiplicato per l'area totale dell'intervento (superficie territoriale, St), a prescindere dalla quota P che viene lasciata inalterata. Per la stima dei coefficienti di deflusso φ e φ° si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\varphi^\circ = 0.9 \text{Imp}^\circ + 0.2 \text{Per}^\circ \quad (2-a)$$

$$\varphi = 0.9 \text{Imp} + 0.2 \text{Per} \quad (2-b)$$

in cui Imp e Per sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice $^\circ$) o dopo (se non c'è l'apice $^\circ$). Il calcolo del volume di invaso richiede quindi la definizione delle seguenti grandezze:

- quota dell'area di progetto che viene interessata dalla trasformazione (I); è da notare che anche le aree che non vengono pavimentate con la trasformazione, ma vengono sistemate e regolarizzate, devono essere incluse a computare la quota I;
- quota dell'area di progetto non interessata dalla trasformazione (P): essa è costituita solo da quelle parti che non vengono significativamente modificate, mediante regolarizzazione del terreno o altri interventi anche non impermeabilizzanti;
- quota dell'area da ritenersi permeabile (Per): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;

- quota dell'area da ritenersi impermeabile (Imp): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Oltre che alla superficie territoriale S_t , il calcolo dei valori I , P , Imp e Per , può essere riferito anche alla superficie dell'intero bacino scolante, S_b , di cui l'area dell'intervento fa parte. In questo caso, il volume w ottenuto con la formula (1) [mc/ha] deve essere moltiplicato per la superficie S_b [ha]. Nei due casi si ottiene un valore sostanzialmente equivalente e la scelta della superficie di riferimento è essenzialmente legata a motivi di praticità. In caso di significative discrepanze nei due valori calcolati, si consiglia di adottare il valore più cautelativo. Si noti che gli indici Imp ed I , Per e P sono concettualmente diversi: Imp e Per servono a valutare il coefficiente di deflusso convenzionale (che esprime la capacità del lotto di accettare le piogge prima di generare deflussi superficiali), mentre I e P rappresentano le porzioni rispettivamente urbanizzata e inalterata (agricola) del lotto oggetto di intervento.

In fase esecutiva verranno limitate le impermeabilizzazioni delle superfici scoperte, privilegiando l'utilizzo di pavimentazioni permeabili o semipermeabili.

Calcoli invarianza:

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA				
<i>(inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)</i>				
Superficie fondiaria =	3.904.00 mq	inserire la superficie totale dell'intervento		
ANTE OPERAM				
Superficie impermeabile esistente =	0.00 mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzatore/betonella		
Imp ₀ =	0.00			
Superficie permeabile esistente =	3.904.00 mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzatore/betonella		
Per ₀ =	1.00			
Imp ₀ +Per ₀ =	1.00	corretto: risulta pari a 1		
POST OPERAM				
Superficie impermeabile di progetto =	812.00 mq	inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzatore/betonella		
Imp =	0.21			
Superficie permeabile progetto =	3.092.00 mq	inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzatore/betonella		
Per =	0.79			
Imp+Per =	1.00	corretto: risulta pari a 1		
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA				
Superficie trasformata/livellata =	3.904.00 mq			
I =	1.00			
Superficie agricola inalterata =	0.00 mq			
P =	0.00			
I+P =	1.00	corretto: risulta pari a 1		
CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM				
$\phi' = 0.9 \xi I_{\mu\alpha} + 0.2 \xi II_{\beta\rho}$ =	0.9	x	0.00 + 0.2 x 1.00 = 0.20	ϕ'
$\phi = 0.9 \xi I_{\mu\alpha} + 0.2 \xi II_{\beta\rho}$ =	0.9	x	0.21 + 0.2 x 0.79 = 0.35	ϕ
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO				
$w = w' ((ff')/(1-n)) - 151 - w'P$ =	50	x	2.13 - 151 x 1.00 - 50 x 0.00 =	47.00 mc/ha w
$W = w \times$ Superficie fondiaria (ha) =			47.00 x 3.904 : 10.000 =	47.00 mc W
DIMENSIONAMENTO STROZZATURA				
Portata ammissibile (Q _{agr.} = 20 l/sec/ha)	7.81	l/sec	portata ammissibile effluente al ricettore	
Battente massimo	0.80	m	battente sopra l'asse della condotta di scarico dell'invaso di laminazione	
DN max condotta di scarico	64.67	mm		
si adotta condotta DN	100.00	mm		
Portata uscente con la condotta adottata	18.68	l/sec		

Il calcolo sopra riportato fornisce anche le seguenti informazioni:

1. la portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ettaro in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni è risultata pari a 7,81 l/sec/ha (portata ammissibile effluente al ricettore).
2. Con un battente massimo sopra l'asse della condotta di scarico della vasca di laminazione di 0,80 m e una strozzatura con tubazione DN 100 mm si ottiene una porta uscente di 18,7 lt/sec.

Il troppo pieno e lo scarico della prevista vasca di laminazione verrà convogliato e smaltito attraverso una trincea drenante; per i relativi calcoli e dimensionamento della trincea drenante si rimanda alla relazione idrologica-idraulica specifica.

In base a tali dati, e tenuto conto che la trincea drenante avrà una profondità massima di 1,0 mt al fine di rispettare la distanza minima di almeno un metro dal livello statico dell'acquifero, la vasca di laminazione dovrà avere lo sfioratore del troppo pieno e la condotta di scarico ad una profondità di 0,2 mt dal piano campagna.

Lo scarico non potrà, ovviamente, essere realizzato per gravità, ma dovrà essere collegato ad un impianto di sollevamento posto alla base della vasca, per scopi precauzionali si consiglia di realizzare un impianto di sollevamento dotato di due pompe così da garantirne il funzionamento in caso di guasto di una delle due.

La trincea verrà nuovamente verificata in fase esecutiva qualora verranno apportate modifiche alle superficie impermeabilizzate. I sondaggi eseguiti all'interno dell'area di variante hanno permesso di individuare un pacco alluvionale costituito da ghiaia e sabbia, rinvenibile dalla profondità di 0,40 metri, con falda posta a 2,0 m dal p.c. tale stratigrafia consentirebbe il pieno smaltimento del troppo pieno e dello scarico di fondo delle acque bianche con l'utilizzo della trincea drenante, tale sistema sarà compatibile con la falda freatica rilevata in quanto lo scarico previsto rispetterà la distanza minima di almeno un metro dal livello statico dell'acquifero.

In zona non sono presenti pozzi ad uso idropotabile con acqua destinata al consumo umano, quindi tale sistema di smaltimento delle acque, risulta pienamente compatibile con l'ambiente circostante e la vincolistica presente.

7. CONCLUSIONI

A seguito della verifica di compatibilità idraulica, con lo scopo di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza delle trasformazioni territoriali di cui all'art.10, comma 4, della L.R. 22/2011 e dei "criteri, modalità e indicazioni tecnico-operative" approvati con D.G.R. n. 53 del 27/01/2014 (BUR Marche n.19 del 17/02/2014), si è proceduto a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche richieste da tale legge Regionale. Tale verifica ha appurato che per l'attuazione del piano attuativo è necessario realizzare una vasca di laminazione avente volume pari a 47 m³, che andrà nuovamente verificata e calcolata in fase esecutiva, note le superfici impermeabilizzate.

Tale vasca verrà posizionata nel verde privato (vedi carta delle fognature acque bianche allegata al progetto).

La portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ha, in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni è risultata pari a 7.81 l/sec/ha (portata ammissibile effluente al ricettore).

Con un battente massimo sopra l'asse della condotta di scarico della vasca di laminazione di 0,80 m e una strozzatura con tubazione DN 100 mm si ottiene una porta uscente di 18,7 lt/sec.

Il troppo pieno e lo scarico di fondo della prevista vasca di laminazione verrà convogliato e smaltito, attraverso una trincea drenante; per i relativi calcoli e dimensionamento della trincea drenante si rimanda alla relazione idrologica-idraulica specifica.

La trincea verrà nuovamente verificata in fase esecutiva qualora verranno apportate modifiche alle superficie impermeabilizzate. I sondaggi eseguiti all'interno dell'area di variante hanno permesso di individuare un pacco alluvionale costituito da ghiaia e sabbia, rinvenibile dalla profondità di 0,40 metri, con falda posta a 2,0 m dal p.c. tale stratigrafia consentirebbe il pieno smaltimento del troppo pieno e dello scarico di fondo delle acque bianche con l'utilizzo della trincea drenante, tale sistema sarà compatibile con la falda freatica rilevata in quanto lo scarico previsto rispetterà la distanza minima di almeno un metro dal livello statico dell'acquifero.

In zona non sono presenti pozzi ad uso idropotabile con acqua destinata al consumo umano, quindi tale sistema di smaltimento delle acque, risulta pienamente compatibile con l'ambiente circostante e la vincolistica presente.

In fase esecutiva verranno limitate le impermeabilizzazioni delle superfici scoperte, privilegiando l'utilizzo di pavimentazioni permeabili o semipermeabili.

Fano, lì 04/11/2014