



**COMUNE DI FANO**  
PROVINCIA DI PESARO E URBINO

**VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA AI SENSI  
DEGLI ARTT. 10 E 13 DELLA L.R. 22/11 SULLA VARIANTE  
AL P.R.G. PER LA REALIZZAZIONE DEL COMPARTO  
ST3 P12 A DESTINAZIONE RESIDENZIALE DI  
COMPLETAMENTO B3.1 CON UN PARCHEGGIO  
PUBBLICO ADIACENTE ALL'AREA DELL'EX FORO  
BOARIO, IN COMUNE DI FANO**

**COMPATIBILITA' IDRAULICA  
INTEGRAZIONI**

**COMMITTENTE:**

**IMMOBILIARE VERBENA**

**di Adanti Ombretta & C. s.a.s.**

**Dott. Geol. Cristian Costanzi**

Via Einaudi, 68 – 61032 Fano (PU)

**Ditta : IMMOBILIARE VERBENA di ADANTI  
OMBRETTA & C. s.a.s.  
COMUNE DI FANO**

**VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA AI SENSI DEGLI ARTT. 10 E 13 DELLA L.R. 22/11 SULLA VARIANTE AL P.R.G. PER LA REALIZZAZIONE DEL COMPARTO ST3\_P12 A DESTINAZIONE RESIDENZIALE DI COMPLETAMENTO B3.1 CON UN PARCHEGGIO PUBBLICO ADIACENTE ALL'AREA DELL'EX FORO BOARIO, IN COMUNE DI FANO**

**1. Premesse**

In ottemperanza alle richieste formulate dalla Provincia di Pesaro e Urbino Servizio 4.2, con nota prot. n. 75480 del 31.10.2012, è stato redatto il presente lavoro che ha per oggetto la verifica di compatibilità idraulica, redatta ai sensi degli artt. 10 e 13, della Legge n. 22/11 atta a valutare la pericolosità presente e potenziale sull'area e le possibili alterazioni del regime idraulico. Tale verifica prevede anche delle soluzioni tecniche e sostenibili per l'assetto idraulico del territorio.

Altresì si andranno a definire le modalità operative e le indicazioni tecniche, richieste dall'art. 10 della legge regionale 22/11, per la definizione delle misure compensative rivolte al perseguimento dell'invarianza idraulica delle trasformazioni territoriali.

In sintesi si proporranno opportune azioni compensative al fine 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, 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, presso l'ex Foro Boario, ad un quota di circa 10/11 metri sul livello del mare. La zona di studio è pianeggiante con quote massime dell'ordine dei 12 m. s.l.m. ed è compresa nella carta topografica d'Italia IGM al Foglio 269 sezione III.

## **3. Caratteristiche del bacino imbrifero**

Geologicamente l'area si trova sulle alluvioni terrazzate del F. Metauro, più precisamente si trova all'interno del III° ordine delle alluvioni composte prevalentemente da depositi ghiaiosi, talora parzialmente sabbiosi con intercalazioni di argille limoso sabbiose ; nell'area in esame il deposito ghiaioso ha una potenza superiore ai 25-30 metri.

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

Dal punto di vista strutturale i dati bibliografici disponibili non evidenziano lineazioni di rilievo.

In fase di campagna geognostica, non è stato intercettato il livello statico della falda ma solamente livelli umidi alla profondità di -9.00 dal p.c., in base alle misurazioni del livello piezometrico rilevato in pozzi limitrofi e dai dati bibliografici, si può ipotizzare che lo stesso sia posto ad una quota di circa 12-15 mt. di profondità.

Non sono presenti nelle vicinanze dell'area d'intervento corsi d'acqua che possano determinare problemi legati all'esondazione.

### **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 di prima e seconda pioggia e smaltite attraverso una trincea drenante di circa 30 mq, posta, con la parte terminale alla profondità di circa -5.50 m dal p.c..

Le acque di prima pioggia e le acque nere verranno smaltite nella fognatura esistente su via L. Manara.

#### **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:

$h$  è l’altezza di pioggia espressa in mm;

$t$  è 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 è 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’extrapolazione 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).

<b>STAZIONE DI FANO</b>									
<b>ANNO</b>	<b>DURATA</b>								
	<b>10 m</b>	<b>15 m</b>	<b>20 m</b>	<b>30 m</b>	<b>1 h</b>	<b>3 h</b>	<b>6 h</b>	<b>12 h</b>	<b>24 h</b>
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 momenti<sup>1</sup>;

$N = \bar{x} - 0.450\sigma$  : parametro della distribuzione stimato con il metodo dei momenti<sup>1</sup>;

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

$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i x_i^2}{n-1} - \frac{(\sum_i x_i)^2}{n(n-1)}}$  : 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).

---

<sup>1</sup>"Elementi di statistica per l'idrologia" Ugo Maione e Ugo Moisello

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

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).

<b>Parametri della curva di possibilità climatica</b>		
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>a</b>	<b>n</b>
<b>Tr = 2 anni</b>	26.242	0.2732
<b>Tr = 5 anni</b>	35.231	0.2887
<b>Tr = 10 anni</b>	41.185	0.295
<b>Tr = 20 anni</b>	46.898	0.2995
<b>Tr = 50 anni</b>	54.293	0.3039
<b>Tr = 100 anni</b>	59.835	0.3064
<b>Tr = 200 anni</b>	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 m < t < 24 ore.*

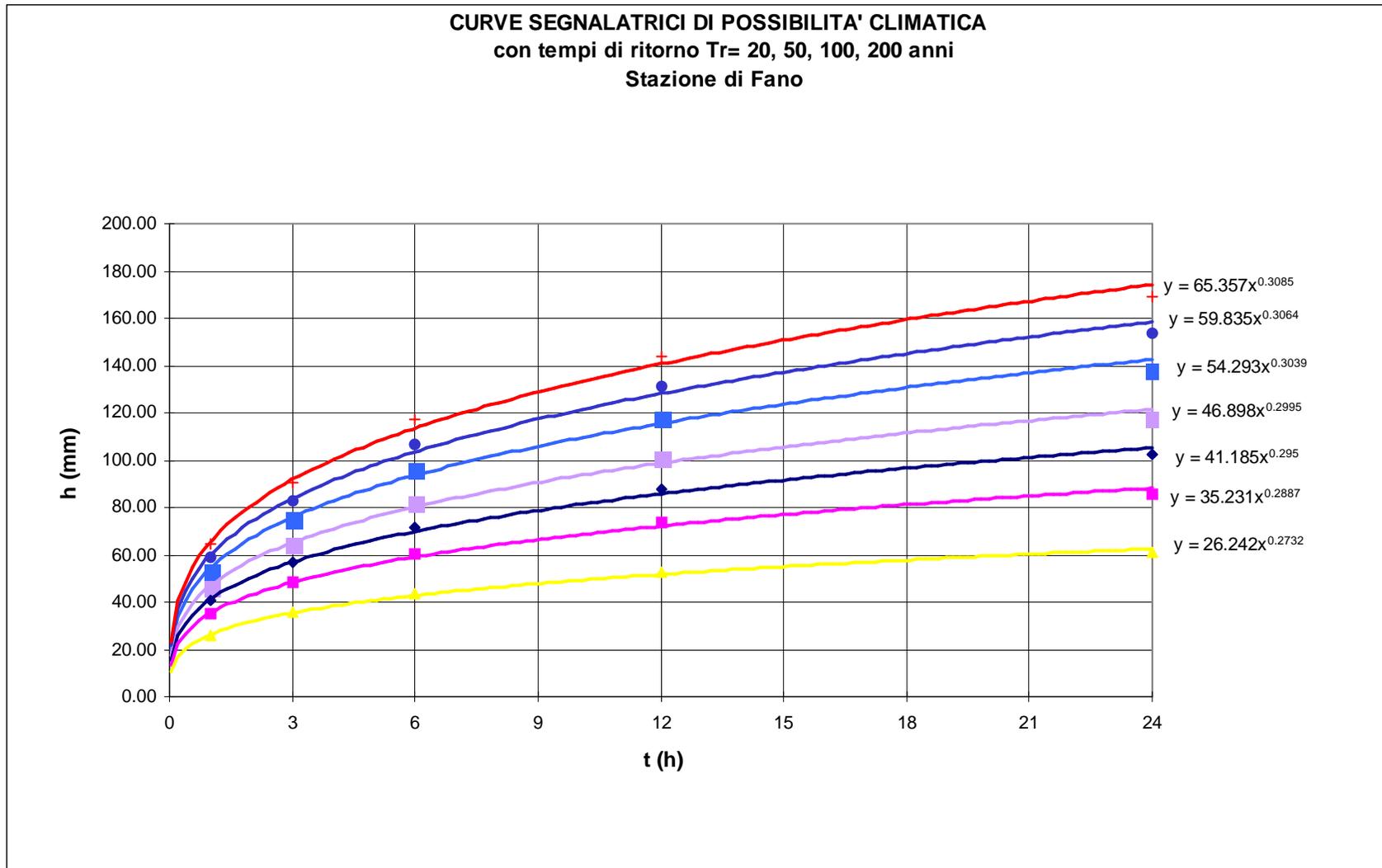


Fig.1

## **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 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 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(h <sub>d</sub> )
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, a titolo cautelativo è prudentiale usare un  $Tr=50$  anni.

Per il calcolo si dovrà 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
	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. Verifica di Compatibilità idraulica**

La verifica di compatibilità idraulica, redatta ai sensi dell'art. 10, della Legge n. 22/11, si pone come finalità di valutare la pericolosità presente e potenziale sull'area e le possibili alterazioni del regime idraulico. Tale verifica valuta ed eventualmente prevede delle soluzioni tecniche corrette e sostenibili per l'assetto idraulico del territorio.

Non sono presenti nelle vicinanze dell'area d'intervento corsi d'acqua/scoline o canalizzazioni che possano determinare problemi legati all'esondazione.

A conclusione della verifica di compatibilità idraulica, ai sensi dell'art. 10 della L.R. 22/11, si ritiene che l'area di variante la si considera priva di pericolosità idrauliche o potenziali sull'area in studio, ritenendo pienamente compatibili anche la realizzazione dei piani interrati.

### **6.1 Invarianza idraulica**

Come previsto dall'art. 10 della L.R. 22/11, 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. Quindi partendo dai dati urbanistici dell'area che si intende trasformare che occupa una superficie complessiva di 2.274 mq., si prevede una trasformazione di un terreno a parcheggio (P2\_pr) in zona residenziale di completamento (B3.1) con parcheggio pubblico (P2\_pr). La zona residenziale di completamento avrà una superficie di 1.330 mq e la zona a parcheggio pubblico avrà una superficie pari a 943 mq.

Verrà realizzata una vasca di prima pioggia le cui acque verranno convogliate e smaltite direttamente all'interno della fognatura acque nere che passa lungo via L.Manara.

Mentre partendo dai dati urbanistici di progetto si ritiene di realizzare una vasca di laminazione che andrà nuovamente verificata e calcolata in fase esecutiva, note con certezza le superfici impermeabilizzate, prevedendo di invasare un volume pari a 350 mc per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata come previsto dall'art. 13 lett. b) della L.R. 22/11.

Dati urbanistici di progetto:

Totale comparto	Mq	Coefficiente di deflusso $\phi$	Superfici considerate per l'invarianza Mq
Superficie totale	2274		
Strade e marciapiedi	200	1.00	200
Parcheggi con grigliato	600	0.60	360
Verde pubblico e privato	674	0.30	202.2

Coperture fabbricati	800	1.00	800
Totale			1562

Tale vasca verrà posizionata probabilmente al di sotto della zona a verde pubblico e comunque nella zona più lontana possibile dalla fascia di rispetto della “zona di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano”. (vedi TAV. 1 - progetto di massima per smaltimento fognatura acque bianche).

Di seguito vengono riportate le calcolazioni di massima per il dimensionamento della vasca:

$$(1562 \text{ mq} \times 350 \text{ mc})/10.000 = 55 \text{ mc (vasca di laminazione/seconda pioggia)}$$

La portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto non sarà superiore a quella desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ha, in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni.

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, qualora verranno apportate modifiche alle superfici impermeabilizzate, verrà nuovamente verificata in fase esecutiva. Dai sondaggi eseguiti all'interno dell'area di variante, è emerso un pacco alluvionale costituito da ghiaia, rinvenibile dalla profondità di -3.80/-4.60 metri, con falda posta a -12.00/-15.00 m dal p.c. che consentirebbe il pieno smaltimento del troppo pieno e dello scarico di fondo delle acque bianche attraverso il sistema di trincee drenanti, compatibile anche con la falda freatica rilevata e comunque, lo scarico previsto rispetterà la distanza minima di almeno un metro dal livello statico dell'acquifero. Dalla visione della tavola 2.1 a corredo della variante, a firma dell'arch. Remigio Bursi, si rileva che parte dell'area d'intervento destinata a parcheggio, ricade all'interno dell'area di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. Ma dalle indagini eseguite all'interno dell'area, è emerso che il pacco alluvionale caratterizzato da alta vulnerabilità, risulta protetto da una coltre argillosa-limosa di 4/5 metri che di fatto protegge la sottostante falda acquifera, quindi un sistema di smaltimento attraverso l'utilizzo di una trincea drenante non crea preclusioni al suo utilizzo; Per di più, lo smaltimento con la trincea drenante avverrà ad una distanza di almeno 15/20 metri dalla fascia di rispetto della "zona di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano".

Per il calcolo dei volumi d'invaso, note le superfici impermeabilizzate, si potrà ricorrere anche alle formule presenti all'interno del regolamento alla L.R. 22/11, che risulta in fase di approvazione della Giunta Regionale di cui di seguito si riportano le indicazioni:

$$w = w^{\circ} (\phi / \phi^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15I - W^{\circ}P \quad (1)$$

essendo  $w^{\circ} = 50$  mc/ha,  $\phi =$  coefficiente di deflusso dopo la trasformazione,  $\phi^{\circ} =$  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 seguito definite nel presente Titolo 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 mc/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  $\varphi$  e  $\varphi^\circ$  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  $\text{Imp}$  e  $\text{Per}$  sono rispettivamente le frazioni dell'area totale da ritenersi impermeabile e permeabile, prima della trasformazione (se connotati dall'apice<sup>o</sup>) o dopo (se non c'è l'apice<sup>o</sup>). 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 ( $\text{Per}$ ): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione;
- quota dell'area da ritenersi impermeabile ( $\text{Imp}$ ): tale grandezza viene valutata prima e dopo la trasformazione.

Oltre che alla superficie territoriale  $St$ , il calcolo dei valori  $I$ ,  $P$ ,  $\text{Imp}$  e  $\text{Per}$ , può essere riferito anche alla superficie dell'intero bacino scolante,  $Sb$ , 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.

Per meglio illustrare la differenza, si consideri il caso ideale di un lotto che viene trasformato da area agricola/incolto a verde urbano senza elementi di impermeabilizzazione. In tal caso, i coefficienti di deflusso rimangono uguali nelle condizioni ante operam e post operam [ $(\phi/\phi^0) = 1$ ] e il volume di invaso richiesto è:

$$w = 50 \times (1) (1/(1-n)) - 15 \times I - 50 \times P = 50 - 15 \times I - 50 \times P \text{ [mc/ha]}$$

Se metà del lotto viene mantenuto in condizioni agricole,

$$w = 50 - 15 \times 0,5 - 50 \times 0,5 = 18,5 \text{ [mc/ha]}$$

mentre se tutto il lotto viene sistemato a verde,

$$w = 50 - 15 \times 1 - 50 \times 0 = 35 \text{ [mc/ha]}$$

L'esempio serve ad illustrare il concetto per cui ad ogni regolarizzazione delle superfici (riduzione delle scabrezze e delle depressioni superficiali, miglioramento delle condizioni di drenaggio...) si associa una perdita di capacità di invaso. In letteratura (CSDU, 1997) si trovano indicazioni riguardo al fatto che l'invaso specifico di superfici urbanizzate, anche se permeabili, può essere valutato cautelativamente in 15 mc/ha, mentre di regola si suppone che superfici non urbanizzate abbiano una capacità di invaso di 50 mc/ha. Quindi anche in assenza di impermeabilizzazioni il principio dell'invarianza idraulica richiede di tenere conto del volume di invaso perso, cosa che viene fatta di regola con l'utilizzo corretto della formula (1).

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

## **7. Conclusioni**

A seguito della verifica di compatibilità idraulica, redatta ai sensi degli artt. 10 e 13, della Legge Regionale n. 22/11, l'area di trasformazione urbanistica risulta esente da possibili pericolosità idrauliche o potenziali, ritenendo pienamente compatibili anche la realizzazione dei piani interrati.

Verrà realizzata una vasca di prima pioggia le cui acque verranno convogliate e smaltite direttamente all'interno della fognatura acque nere che passa lungo via L.Manara.

Mentre partendo dai dati urbanistici di progetto si ritiene di realizzare una vasca di laminazione che andrà nuovamente verificata e calcolata in fase esecutiva, note con certezza le superfici impermeabilizzate, prevedendo di invasare un volume pari a 350 mc per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata come previsto dall'13 lett. b) della L.R. 22/11.

Dati urbanistici di progetto:

Totale comparto	Mq	Coefficiente di deflusso $\varphi$	Superfici considerate per l'invarianza Mq
Superficie totale	2274		
Strade e marciapiedi	200	1.00	200
Parcheggi con grigliato	600	0.60	360
Verde pubblico e privato	674	0.30	202.2
Coperture fabbricati	800	1.00	800
Totale			1562

Tale vasca verrà posizionata probabilmente al di sotto della zona a verde pubblico e comunque nella zona più lontana possibile dalla fascia di rispetto della "zona di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano". (vedi TAV. 1 - progetto di massima per smaltimento fognatura acque bianche).

Di seguito vengono riportate le calcolazioni di massima per il dimensionamento della vasca:

**(1562 mq x 350 mc)/10.000 = 55 mc (vasca di laminazione/seconda pioggia)**

La portata massima in uscita allo scarico nella configurazione di progetto non sarà superiore a quella desumibile da un coefficiente Udometrico di 20 l/sec per ha, in riferimento ad elaborazioni di pioggia per Tr 50 anni.

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, qualora verranno apportate modifiche alle superficie impermeabilizzate, verrà nuovamente verificata in fase esecutiva. Dai sondaggi eseguiti all'interno dell'area di variante, è emerso un pacco alluvionale costituito da ghiaia, rinvenibile dalla profondità di -3.80/-4.60 metri, con falda posta a -12.00/-15.00 m dal p.c. che consentirebbe il pieno smaltimento del troppo pieno e dello scarico di fondo delle acque bianche attraverso il sistema di trincee drenanti, compatibile anche con la falda freatica rilevata e comunque, lo scarico previsto rispetterà la distanza minima di almeno un metro dal livello statico dell'acquifero. Dalla visione della tavola 2.1 a corredo della variante, a firma dell'arch. Remigio Bursi, si rileva che parte dell'area d'intervento destinata a parcheggio, ricade all'interno dell'area di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano. Ma dalle indagini eseguite all'interno dell'area, è emerso che il pacco alluvionale caratterizzato da alta vulnerabilità, risulta protetto da una coltre argillosa-limosa di 4/5 metri che di fatto protegge la sottostante falda acquifera, quindi un sistema di smaltimento attraverso l'utilizzo di una trincea drenante non crea preclusioni al suo utilizzo; Per di più, lo smaltimento con la trincea drenante avverrà ad una distanza di almeno 15/20 metri dalla fascia di rispetto della "zona di salvaguardia delle acque superficiali e sotterranee destinate al consumo umano".

Per il calcolo dei volumi d'invaso, si potrà ricorrere anche alle formule presenti all'interno del regolamento alla L.R. 22/11, che risulta in fase di approvazione della Giunta Regionale e riportate al Capitolo 6.1.

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

## ***INDICE***

<b>1. PREMESSE .....</b>	<b>2</b>
<b>2. UBICAZIONE DELL'AREA .....</b>	<b>3</b>
<b>3. CARATTERISTICHE DEL BACINO IMBRIFERO.....</b>	<b>3</b>
<b>3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA FOGNANTE.....</b>	<b>3</b>
<b>4. DATI PLUVIOMETRICI ED ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PIOGGE .....</b>	<b>4</b>
4.1 DATI PLUVIOMETRICI .....	4
4.2 ELABORAZIONE STATISTICA DELLE PRECIPITAZIONI E CURVE DI POSSIBILITÀ CLIMATICA .....	7
<b>5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA DELL' AREA IN STUDIO .....</b>	<b>11</b>
5.1 ACQUE DI RACCOLTA – DATI E TEMPI DI RITORNO .....	11
<b>6. VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA .....</b>	<b>12</b>
6.1 INVARIANZA IDRAULICA.....	13
<b>7. CONCLUSIONI .....</b>	<b>18</b>