



**Comune di San Benedetto del Tronto**

PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

**PIANO PARTICOLAREGGIATO  
DI INIZIATIVA PUBBLICA  
IN ATTUAZIONE AL PRG VIGENTE  
ZONA MARINA DI SOTTO - PIAZZA SAN PIO X**

**PPSPX**

**PROGETTAZIONE**

SETTORE SVILUPPO E QUALITA' DEL  
TERRITORIO E DELL'ECONOMIA LOCALE

DIRIGENTE DEL SETTORE

ing. G.Polidori

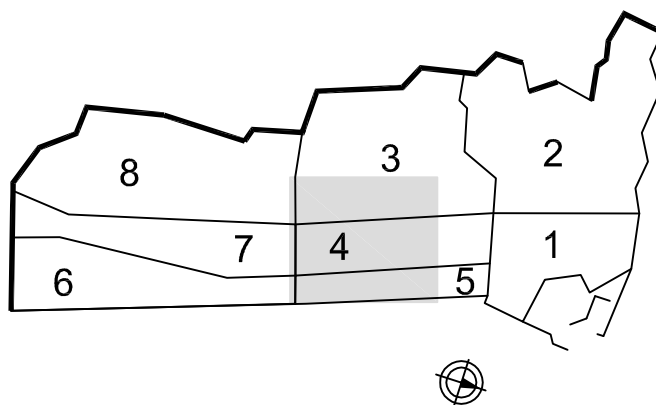
Servizio Pianificazione Urbanistica, Sviluppo  
Sostenibile e S.I.T.

ing. M.Cicchi

per.ed. G.Ciarrocchi

geom. M.Forlini

dott. G.Tiburtini



**TECNICO INCARICATO**

STUDIO ASSOCIATO DI GEOLOGIA E GEOTECNICA MARUCCI

Dott.Geol. Cinzia Marucci

Collaboratore

ing. Massimo Livio Maravalle

**VERIFICA PER L'INVARIANZA IDRAULICA**

(ai sensi dell art. 10 L.R. 22/2011)

**ELAB. 23**

**Relazione tecnica**

**Giugno 2014**

## Indice generale

1. PREMESSA.....	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....	4
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	5
4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	6
5. DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO.....	7
6. CONFRONTO CON EVENTUALI DISPOSIZIONI PIU' RESTRITTIVE.....	8
7. INDICAZIONI SULLE MISURE DI PERSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA.....	9
7.1 Schema di valutazione dell'invarianza idraulica.....	9
7.1.1 Volumi minimi di invaso.....	12
7.1.2 Protezione e regolazione delle portate.....	32
7.2 Valutazione degli interventi utili a garantire l'invarianza idraulica.....	36
7.2.1. Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree pubbliche.....	36
7.2.1.1 Interventi realizzabili nel sottosuolo e/o invisibili).....	36
7.2.1.2 Interventi realizzabili nel soprassuolo e/o visibili).....	39
7.2.2 Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree private.....	45
8. MISURE PER L'INVARIANZA IDRAULICA.....	46
8.1 Prescrizioni per le aree che diverranno pubbliche.....	46
8.2 Prescrizioni per le aree fondiarie o assimilabili.....	47
9. IPOTESI DI INTERVENTO PER IL CONSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA PER LE SUPERFICI PUBBLICHE.....	50
9.1 Ambito 1.....	51
9.2 Ambito 2a.....	53
9.3 Ambito 2b.....	54
9.4 Ambito 3a.....	55
9.5 Ambito 3b.....	56
9.6 Ambito 3c.....	57
9.7 Ambito 4.....	58
9.8 Ambito 5.....	59
10. ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELLE MISURE E DEGLI INTERVENTI PER L'INVARIANZA IDRAULICA DI UNA SUPERFICIE FONDIARIA (O ASSIMILABILE).....	60

## 1. PREMESSA

Il Comune di San Benedetto del Tronto, nell'ambito della progettazione del “**Piano particolareggiato di iniziativa pubblica in attuazione al P.R.G. vigente Zona Marina di sotto – Piazza San Pio X**”, con Determinazione n°437 29/04/2014 (Reg-SETT\_SVILTERR 2014/35 Classifica XI.4.3) ha incaricato la dott. Geol. Cinzia Marucci dello Studio Associato di Geologia e Geotecnica Marucci di redigere la **Verifica per l'invarianza idraulica**, ai sensi dell' art. 10, comma 3 della L.R. 22 del 23.11.2011.

Lo studio, redatto con la collaborazione dell'Ing. Massimo Maravalle, è stato condotto sulla base delle seguenti norme:

- art.10, comma 3 della Legge Regionale n.22/2011 (Norme in materia di riqualificazione urbana sostenibile e assetto idrogeologico e modifiche alle Leggi regionali 5 agosto 1992, n. 34 "Norme in materia urbanistica, paesaggistica e di assetto del territorio" e 8 ottobre 2009, n. 22)
- D.G.R. n.53 del 21.01.2014 (CRITERI, MODALITA' E INDICAZIONI TECNICO-OPERATIVE PER LA REDAZIONE DELLA VERIFICA DI COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE TERRITORIALE E PER L'INVARIANZA IDRAULICA DELLA TRASFORMAZIONI TERRITORIALI), pubblicata sul B.U.R. della Regione Marche n.19 del 17.02.2014 (d'ora in avanti *Criteri*).

Inoltre sono stati perseguiti, per quanto possibile, i principi contenuti nelle:

- “LINEE GUIDA” generali, pubblicate in data 04.04.2014, e richiamate nel Titolo I della D.G.R. n.53/2014, seppur non vincolanti, ma di natura esplicativa dei contenuti dei *Criteri*; nello specifico si è consultata la parte “B” (Sviluppo della Verifica per l'invarianza idraulica) delle Linee Guida.

La L.R. n.22/2011, all'articolo 10, comma 3 prevede che *"Al fine altresì di evitare gli 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 perseguimento del principio dell'invarianza idraulica della medesima trasformazione"*.

La D.G.R. n.53/2014 contiene i criteri tecnici utili alla definizione delle Verifiche di Compatibilità Idraulica (V.C.I.), nonché i principi per il perseguimento dell'Invarianza idraulica (I.I.), il tutto in attuazione di quanto previsto all'art.10, comma 4 della L.R. n.22/2011.

Al paragrafo 3.3 della D.G.R. n.53/2014 è previsto che “gli enti competenti al rilascio dei titoli abilitativi ad attività di trasformazione del suolo provocanti una variazione della permeabilità superficiale accertano siano applicate le previsioni del titolo III” della delibera stessa. Le *Linee*

*Guida ribadiscono che “l'applicazione delle misure per l'invarianza idraulica, qualora richieste, costituisce ulteriore elemento da soddisfare per il rilascio del titolo abilitativo alla realizzazione degli interventi edilizi”.*

L'intervento proposto comporta **la trasformazione del suolo con conseguente variazione della permeabilità superficiale**, pertanto deve prevedere misure compensative allo scopo di perseguire il principio di invarianza idraulica.

In sintesi l'obiettivo dell'invarianza idraulica richiede a chi propone una trasformazione di uso del suolo 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. Il criterio deve tener conto dell'effettivo grado di consumo della risorsa associato ad ogni singolo intervento, e richiedere azioni compensative proporzionate di conseguenza.

Anche le misure da applicare sono diversificate in funzione della consistenza della trasformazione ed a tal fine vengono indicate, al titolo III dei *Criteri*, le soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

Si riporta al capitolo 5 la **determinazione della classe dell'intervento** in funzione delle soglie dimensionali definite nella tabella n.1 della D.G.R n.53/2014.

Alla presente relazione si allegano i seguenti elaborati grafici:

- **Tavola 23.1: Uso del suolo ante e post-operam**
- **Tavola 23.2: Zonizzazione di progetto con indicazioni delle misure per l'invarianza idraulica delle aree pubbliche**

## 2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dal “Piano particolareggiato di iniziativa pubblica in attuazione al P.R.G. vigente Zona Marina di sotto – Piazza San Pio X” è situata alla periferia sud di S. Benedetto del Tronto capoluogo; confina a sud con il fosso dell'Acquachiara, ad est con la linea ferroviaria “Ancona- Pescara”; ad ovest si estende poco oltre la Strada Statale n. 16 e verso Nord, fino a via Serpieri.

L'area d'intervento ha un'estensione di circa 17 ettari ed interessa aree ancora libere inserite in un contesto densamente urbanizzato.

L'area è suddivisa in n. 5 ambiti che comprendono edifici residenziali, edifici pubblici, verde pubblico e privato, parcheggio, nuove viabilità, piste ciclabili, orti urbani ecc.

Nella nuova Carta Tecnica Regionale, l'area in oggetto è individuata nella sezione 32707 mentre catastalmente è compresa nei fogli 16a 16b e 17

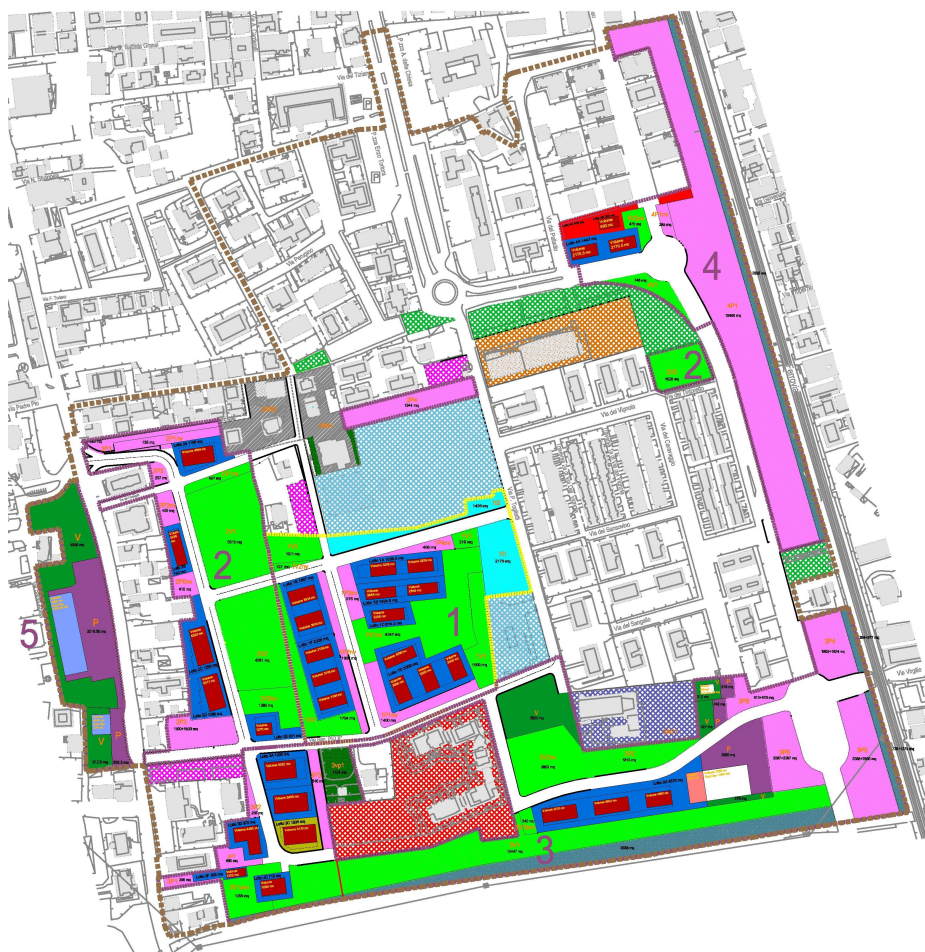


Figura 1: Zonizzazione di progetto del Piano Particolareggiato

### 3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'area interessata dal Piano Particolareggiato appartiene alla fascia costiera ed è situata al piede del sistema collinare inciso da vari fossi con andamento ovest-est.

In particolare l'area di studio è situata in sinistra idrografica del fosso dell'Acquachiara il cui bacino ha una superficie di circa 2,1 Km<sup>2</sup> e una lunghezza dell'asta principale di circa 3,25 m.

I vari ambiti, esclusi il n. 5, si sviluppano nella zona pianeggiante, ad Est della S.S. 16. L'ambito 5, situato ad Ovest della strada statale, si trova sulla fascia di raccordo con la zona collinare.

Dal punto di vista geologico la zona pianeggiante è interessata dalla seguente successione stratigrafica (ambiti 1-2-3-4):

- ***coltre colluviale*** di spessore variabile, derivanti dai rilievi collinari, formata da limi sabbioso-argillosi, con elementi ghiaiosi dispersi;
- ***sabbie litoranee di origine marina***, di spessore variabile, con livelli limosi di esiguo spessore e con ghiaie disperse;
- ***formazione di base costituita da argille sabbiose*** di colore grigio-azzurro, stratificate.

L'ambito 5, situato nella fascia di raccordo, si imposta direttamente sulla formazione argillosa, ricoperta in superficie da uno spessore variabile di limi sabbioso-argillosi colluviali con elementi ghiaiosi dispersi.

#### 4. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'area d'intervento è compresa in una zona quasi completamente urbanizzata e pertanto, la circolazione idrica di superficie è regolata principalmente dalla rete fognaria esistente e dalle canalizzazioni di superficie.

Per quanto riguarda la circolazione idrica profonda, da quanto risulta dalle indagini geognostiche reperite eseguite in zona, è presente una falda acquifera all'interno delle sabbie limose litoranee, tamponante inferiormente dalle argille di base.

Il livello della falda si rileva a circa 2,0 m di profondità dall'attuale piano campagna ed è soggetto ad oscillazioni stagionali, anche di una certa entità.

Nella realizzazione delle diverse soluzioni per garantire l'invarianza idraulica bisogna tener conto della scarsa capacità di assorbimento dei terreni oltre una certa profondità .

**In fase di progettazione esecutiva, la permeabilità dei terreni, dovrà essere valutata mediante opportune indagini dirette.**

## 5. DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO

Le misure da applicare per il perseguimento del principio dell'invarianza idraulica, in termini di prestazioni attese, sono diversificate in funzione della consistenza della trasformazione.

A tal fine vengono indicate, al titolo III dei *Criteri*, le soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

I parametri di riferimento sono l'estensione superficiale dell'intervento ed il grado di impermeabilizzazione.

Per la computazione della superficie di intervento viene considerata la somma delle superfici dei singoli ambiti, considerando anche la porzione di territorio oggetto di riqualificazione urbanistica. Tale superficie ha un'estensione di 171.812 mq.

Poiché l'estensione in superficie supera il valore di 10 ha, occorre valutare il parametro IMP (coefficiente di impermeabilità), indice della frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile dopo la trasformazione.

Tale parametro, con le ipotesi progettuali previste, assume il valore pari a 0,53.

In tali condizioni, l'intervento proposto ricade nella ***quarta classe di intervento ("marcata impermeabilizzazione potenziale")***, secondo quanto stabilito dalla tabella n.1 della D.G.R. n.53/2014.



## 6. CONFRONTO CON EVENTUALI DISPOSIZIONI PIU' RESTRITTIVE

La D.G.R. n.53/2014, al TITOLO III, prescrive che i criteri di invarianza idraulica vadano confrontati con eventuali disposizioni più restrittive ovvero più cautelative nei confronti della sicurezza approvate dalle norme di attuazione dei piani di bacino ovvero analoghi strumenti redatti dalle Autorità di Bacino / Distretto ricadenti all'interno del territorio regionale. A tal proposito, l'intervento in esame viene realizzato in un'area posta tra il Fosso Fornace ed il Fosso Acquachiara.

Per tale macroarea, il PAI (Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino Regionale delle Marche, approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n. 116 del 21/01/2004, non ha individuato alcun livello di rischio.

Pertanto non sono previste altre disposizioni da osservare.

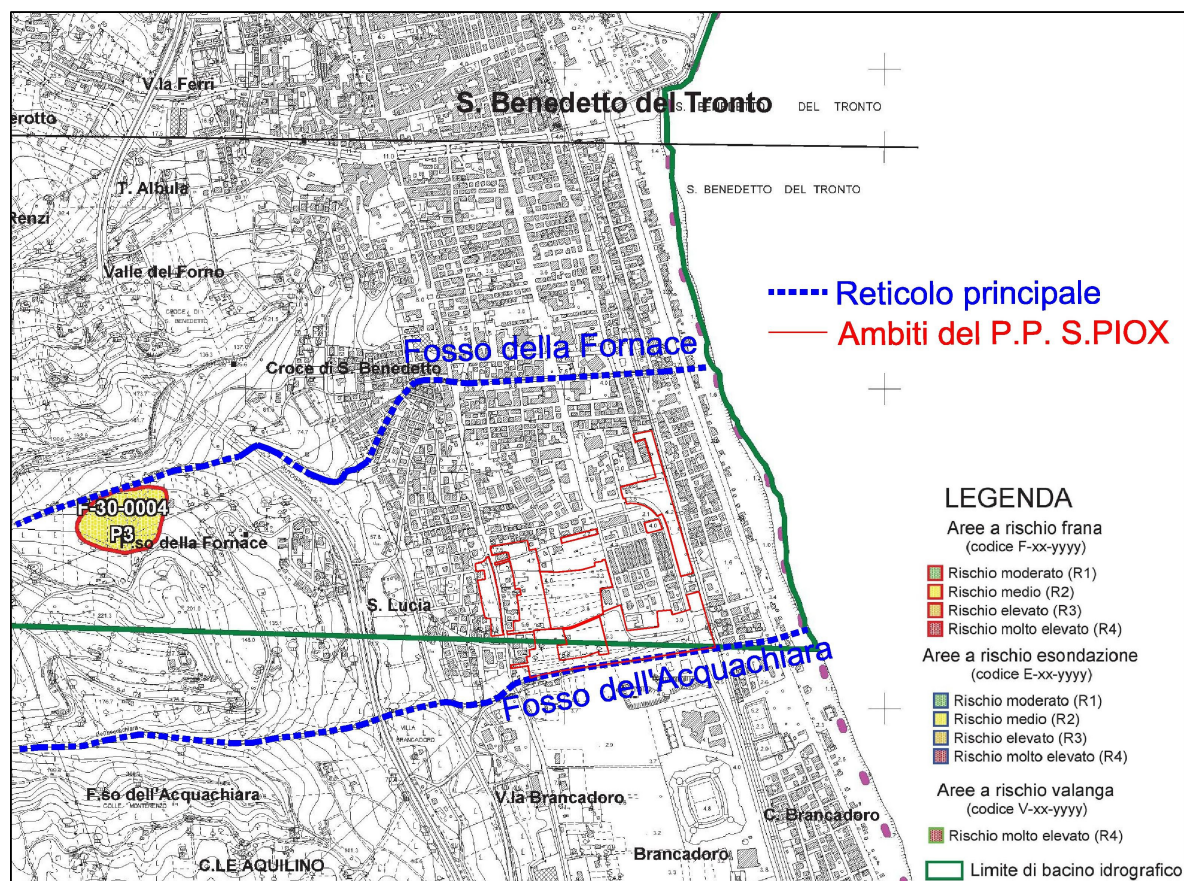


Figura 2: Stralcio del PAI dell'Autorità di Bacino Regione Marche (Tav Ri75)

## **7. INDICAZIONI SULLE MISURE DI PERSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA**

Allo scopo di determinare le misure per il perseguimento del principio dell'invarianza idraulica, occorre conoscere con esattezza l'entità e la tipologia di trasformazioni del suolo in ogni suo punto.

Non essendo possibile determinare, in sede di redazione dello Strumento Urbanistico Attuativo, alcune scelte che saranno di natura soggettiva e specifica per ogni singolo intervento, ai sensi del punto 3.4 della D.G.R. n.53/2014, viene redatto uno **schema di valutazione dell'invarianza idraulica** (paragrafo 7.1) e vengono analizzate **alcune ipotesi di interventi** utili a garantire la stessa (paragrafo 7.2).

### ***7.1 Schema di valutazione dell'invarianza idraulica***

Per redigere una valutazione analitica dell'invarianza idraulica, occorrerebbe definire in dettaglio, sia per le aree pubbliche che private:

- la tipologia di trasformazione del suolo con individuazione dei materiali
- l'impostazione altimetrica degli interventi
- il sistema di drenaggio delle acque meteoriche.

Allo scopo di semplificare l'approccio al problema, viene operata una distinzione tra gli interventi da realizzarsi su aree che diverranno pubbliche e gli interventi da realizzarsi sulle superfici fondiarie ed assimilabili. Tale approccio, pur costituendo un'approssimazione (in quanto le misure di mitigazione da realizzarsi per le superfici pubbliche sottendono un bacino urbano che congloberà anche le superfici fondiarie), si rende inevitabile anche alla luce dell'attuazione del piano per ambiti e, all'interno di ciascun ambito, per unità minime di intervento.

Pertanto l'attuazione delle misure per l'invarianza idraulica avverrà in maniera distinta e separata.

- per le aree che diverranno pubbliche
- per le superfici fondiarie od assimilabili ad esse.

L'intervento in esame è inquadrabile nella **quarta classe di intervento**, secondo la classificazione di cui alla tabella 1 – paragrafo 3.4 - dei *Criteri* e come indicato nel capitolo 5 della presente relazione. Pertanto, la trasformazione correlata all'intervento proposto determinerà una **marcata impermeabilizzazione potenziale**.

L'intervento, così inquadrato, dovrà garantire il perseguimento dell'invarianza idraulica attraverso:

- a) la realizzazione di un volume minimo di invaso
- b) la realizzazione di manufatti di protezione e di regolazione delle portate, allo scopo di garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una determinata durata di pioggia e per un tempo di ritorno pari a 30 anni.

Mentre la determinazione dei volumi di cui al punto a) può essere effettuata separando i volumi di competenza delle superfici fondiarie (o assimilabili) dai volumi di competenza delle superfici che diverranno pubbliche, non è altrettanto immediata la determinazione dei meccanismi atti a garantire il principio di cui al punto b) nel caso in cui si volesse separare l'approccio al modello di laminazione per le aree fondiarie (ed assimilabili) e per le aree pubbliche.

Pertanto, pur prevedendo la realizzazione separata dei volumi o delle misure richieste per il perseguimento dell'invarianza idraulica, è stato necessario simulare comunque il comportamento globale delle aree in trasformazione al fine di valutare i meccanismi di laminazione, ritardo e regolazione delle portate.

In tale ottica, si è ipotizzato che le superfici fondiarie (od assimilabili) saranno caratterizzate da valori dei coefficienti IMP e PER pari rispettivamente a 0,65 e 0,35. Sulla base di tale assunzione sono stati determinati i coefficienti medi IMP e PER correlabili agli interi ambiti; i valori ottenuti hanno permesso di determinare i coefficienti di deflusso rappresentativi degli interi ambiti, al lordo delle superfici fondiarie. In tal modo si è potuto giungere alla determinazione di un'ipotesi di idrogramma di piena convenzionale, rappresentativo dell'intera rete di drenaggio delle acque meteoriche delle aree in trasformazione.

Si sottolinea che **le valutazioni effettuate hanno carattere indicativo, in quanto non è possibile definire nel dettaglio la sistemazione delle aree pubbliche né tanto meno quella delle aree private.**

Le ipotesi assunte per la formulazione delle prime indicazioni hanno tenuto conto dell'influenza delle modalità di sistemazione delle aree verdi; esse, infatti, rappresentano un'aliquota importante delle aree oggetto di trasformazione; per tale motivo la definizione della soluzione suggerita è scaturita da un processo iterativo in cui si sono ipotizzate 3 possibili modalità di sistemazione delle aree verdi:

1. nel primo caso si sono ipotizzate le aree verdi altimetricamente a raso o in rilievo rispetto al contesto, e quindi, se idraulicamente sature, in grado di sversare le acque meteoriche sulle aree circostanti;
2. nel secondo caso si sono ipotizzate tutte le aree verdi a raso o in rilievo, ad eccezione di parte delle aree verdi ricadenti all'interno dell'ambito 3 (più precisamente quelle poste a

confine con il Fosso dell'Acquachiara) che sono state ipotizzate lievemente depresse rispetto al contesto e quindi non in grado di sversare sulle aree circostanti;

3. nel terzo caso si sono ipotizzate tutte le aree verdi sistemate lievemente depresse e quindi non in grado di sversare sulle aree circostanti.

L'analisi, sia qualitativa che quantitativa, dei risultati preliminari ottenuti applicando la formula di determinazione del volume minimo di invaso ha messo nettamente in evidenza la maggior raccomandabilità della terza soluzione, che è stata quindi quella qui adottata.

Si precisa che lo scenario **progettuale definito dalla progettazione esecutiva degli interventi edilizi (sulle aree fondiarie private) e sulle aree pubbliche, può discostarsi da quello qui ipotizzato ma sarà cura del progettista operare le compensazioni riguardanti l'invarianza idraulica mediante opportuni accorgimenti esecutivi che dovranno riportare le medesime condizioni di sicurezza e invarianza definite dalla presente relazione**. All'interno di ogni ambito lo scenario **definitivo** sarà determinato:

- dalle scelte di dettaglio operate in fase di progettazione esecutiva delle opere di urbanizzazione (per le aree che diverranno pubbliche)
- dalla progettazione e sistemazione dei singoli lotti (per le aree private) in sede di rilascio di permesso di costruire
- dalla effettiva rete di drenaggio delle acque meteoriche che verrà realizzata.

Per le ragioni sopra esposte, **come previsto al paragrafo 3.4 dei Criteri, il calcolo di dettaglio** delle misure relative all'invarianza idraulica, nonché la progettazione esecutiva delle stesse, **può avvenire:**

- **nell'ambito della progettazione delle opere di urbanizzazione per gli interventi su aree pubbliche**
- **in sede di Permesso di Costruire (o altro titolo richiesto) per quelli su aree private.**

**La progettazione ed il dimensionamento delle misure relative all'invarianza idraulica per le aree pubbliche e per le aree private non potrà prescindere dalle considerazioni di carattere globale che qui si espongono.** Infatti, l'approccio all'invarianza idraulica per un singolo lotto, se decontestualizzato, porterebbe alla determinazione di scelte che soddisfano i soli principi relativi alla prima classe di intervento. **Occorrerà invece attuare, anche nel singolo lotto, i principi relativi alla quarta classe di intervento, in quanto il contributo di ogni area**

**determinerà il soddisfacimento globale delle misure necessarie all'intero piano.**

#### *7.1.1 Volumi minimi di invaso*

Nell'ambito del presente studio è stato effettuato un **pre-calcolo dei volumi minimi di invaso di ciascun ambito**. Si riporta di seguito il riepilogo dei calcoli per la determinazione dei volumi minimi di invaso per ciascun ambito.

## Ambito 1

### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>	
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	953,38	1,00	953,38	2,94		
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00		
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00		
	Aree depresse o non in grado di sversare	31.450,62	0,00	0,00	97,06		
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00		
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00		
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00		
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00		
	<b>TOTALI</b>	<b>32.404,00</b>			<b>953,38</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP°</b>				<b>0,03</b>		
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>				<b>953,38</b>		
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	7.007,00	1,00	7.007,00	21,62		
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00		
	Stalli di sosta semiperemabili	1.501,00	0,50	750,50	4,63		
	Aree depresse o non in grado di sversare	8.969,00	0,00	0,00	27,68		
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00		
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00		
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00		
	Nuove superfici fondiarie	14.927,00	0,65	9.702,55	46,07		
	<b>TOTALI</b>	<b>32.404,00</b>			<b>17.460,05</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP</b>				<b>0,54</b>		
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>				<b>17.460,05</b>		

### Ambito 1

#### DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	m <sup>2</sup>	32.404,00	
	Superficie oggetto di trasformazione	m <sup>2</sup>	32.404,00	
	Superficie inalterata	m <sup>2</sup>	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	953,38	
	Imp <sup>°</sup>	frazione	0,029422	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	31.450,62	
	Per <sup>°</sup>	frazione	0,970578	
	Imp <sup>°</sup> + Per <sup>°</sup>	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ <sup>°</sup> (coefficiente di deflusso)		0,22	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	17.460,05	
	Imp	frazione	0,538824	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	14.943,95	
	Per	frazione	0,461176	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,58	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ <sup>°</sup>		2,62	
	w <sup>°</sup> (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	302,88	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>981,45</u></b>	

## Ambito 2a

### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>	
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	2.536,00	1,00	2.536,00	9,64		
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00		
	Incolto	7.670,26	0,19	1.457,35	29,16		
	Aree depresse o non in grado di sversare	16.095,74	0,00	0,00	61,20		
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00		
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00		
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00		
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00		
	<b>TOTALI</b>	<b>26.302,00</b>		<b>3.993,35</b>	<b>100,00</b>		
	<b>IMP°</b>		<b>0,15</b>				
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>3.993,35</b>				
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	9.357,70	1,00	9.357,70	35,58		
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00		
	Stalli di sosta semipermeabili	612,50	0,50	306,25	2,33		
	Aree depresse o non in grado di sversare	11.009,80	0,00	0,00	41,86		
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00		
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00		
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00		
	Nuove superfici fondiarie	5.322,00	0,65	3.459,30	20,23		
	<b>TOTALI</b>	<b>26.302,00</b>		<b>13.123,25</b>	<b>100,00</b>		
	<b>IMP</b>		<b>0,50</b>				
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>		<b>13.123,25</b>				



**Ambito 2a**

**DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)**

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	mq	26.302,00	
	Superficie oggetto di trasformazione	mq	26.302,00	
	Superficie inalterata	mq	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	3.993,35	
	Imp°	frazione	0,151827	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	mq	22.308,65	
	Per°	frazione	0,848173	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ° (coefficiente di deflusso)		0,31	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	13.123,25	
	Imp	frazione	0,498945	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	mq	13.178,75	
	Per	frazione	0,501055	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,55	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ°		1,79	
	w° (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	138,74	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>364,91</u></b>	

## Ambito 2b

### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub>x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	0,00	1,00	0,00	0,00	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00	
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	1.944,00	0,00	0,00	100,00	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	1.944,00		0,00	100,00	
	<b>IMP°</b>			<b>0,00</b>		
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>			<b>0,00</b>		
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	1.148,73	1,00	1.148,73	59,09	
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00	
	Stalli di sosta semipermeabili	675,00	0,50	337,50	34,72	
	Aree depresse o non in grado di sversare	120,27	0,00	0,00	6,19	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Nuove superfici fondiarie	0,00	0,65	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	1.944,00		1.486,23	100,00	
	<b>IMP</b>			<b>0,76</b>		
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>			<b>1.486,23</b>		

**Ambito 2b**

**DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)**

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	mq	1.944,00	
	Superficie oggetto di trasformazione	mq	1.944,00	
	Superficie inalterata	mq	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	0,00	
	Imp°	frazione	0,000000	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	mq	1.944,00	
	Per°	frazione	1,000000	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ° (coefficiente di deflusso)		0,20	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	1.486,23	
	Imp	frazione	0,764522	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	mq	457,77	
	Per	frazione	0,235478	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,74	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ°		3,68	
	w° (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	596,21	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>115,90</u></b>	

## Ambito 2c

### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	0,00	1,00	0,00	0,00	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00	
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	1.625,00	0,00	0,00	100,00	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	1.625,00		0,00	100,00	
		<b>IMP°</b>	<b>0,00</b>			
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>	<b>0,00</b>				
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	0,00	1,00	0,00	0,00	
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00	
	Stalli di sosta semipermeabili	0,00	0,50	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	1.625,00	0,00	0,00	100,00	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Nuove superfici fondiarie	0,00	0,65	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	1.625,00		0,00	100,00	
		<b>IMP</b>	<b>0,00</b>			
	<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>	<b>0,00</b>				

Per l'ambito 2c, adottando come soluzione progettuale quella di impostare le aree verdi lievemente depresse rispetto all'intorno, si determina un coefficiente IMP pari a 0, sia per lo stato ante operam e che per lo stato post operam.

Dunque non si rende necessario reperire ulteriore volume di invaso.

### Ambito 3a

#### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	5.478,00	1,00	5.478,00	9,59	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	21.286,42	0,30	6.385,93	37,26	
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	22.640,22	0,00	0,00	39,63	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	7.723,79	0,48	3.707,42	13,52	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>57.128,43</b>		<b>15.571,35</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP°</b>		<b>0,27</b>			
<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>15.571,35</b>				
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	22.057,26	1,00	22.057,26	38,61	
	Agricolo	1.400,00	0,25	350,00	2,45	
	Stalli di sosta semipermeabili	709,00	0,50	354,50	1,24	
	Aree depresse o non in grado di sversare	22.524,17	0,00	0,00	39,43	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Nuove superfici fondiarie	10.438,00	0,65	6.784,70	18,27	
	<b>TOTALI</b>	<b>57.128,43</b>		<b>29.546,46</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP</b>		<b>0,52</b>			
<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>		<b>29.546,46</b>				

### Ambito 3a

#### DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	mq	57.128,43	
	Superficie oggetto di trasformazione	mq	55.728,43	
	Superficie inalterata	mq	1.400,00	orti
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	0,975494	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,024506	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	15.571,35	
	Imp°	frazione	0,272567	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	mq	41.557,08	
	Per°	frazione	0,727433	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ° (coefficiente di deflusso)		0,39	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	29.546,46	
	Imp	frazione	0,517194	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	mq	27.581,97	
	Per	frazione	0,482806	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,56	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ°		1,44	
	w° (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	84,71	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>483,93</u></b>	

### Ambito 3b

#### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	445,00	1,00	445,00	15,19	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00	
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	2.484,80	0,00	0,00	84,81	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>2.929,80</b>		<b>445,00</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP°</b>	<b>0,15</b>				
<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>	<b>445,00</b>					
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	2.204,40	1,00	2.204,40	75,24	
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00	
	Stalli di sosta semipermeabili	0,00	0,50	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	725,40	0,00	0,00	24,76	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Nuove superfici fondiarie	0,00	0,65	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>2.929,80</b>		<b>2.204,40</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP</b>	<b>0,75</b>				
<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>	<b>2.204,40</b>					

**Ambito 3b**

**DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)**

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	mq	2.929,80	
	Superficie oggetto di trasformazione	mq	2.929,80	
	Superficie inalterata	mq	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	445,00	
	Imp°	frazione	0,151888	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	mq	2.484,80	
	Per°	frazione	0,848112	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ° (coefficiente di deflusso)		0,31	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	2.204,40	
	Imp	frazione	0,752406	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	mq	725,40	
	Per	frazione	0,247594	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,73	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ°		2,37	
	w° (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	248,30	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>72,75</u></b>	



### Ambito 3c

#### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	984,00	1,00	984,00	16,18	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00	
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	5.098,77	0,00	0,00	83,82	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>6.082,77</b>		<b>984,00</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP°</b>			<b>0,16</b>		
	<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>			<b>984,00</b>		
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	4.078,34	1,00	4.078,34	67,05	
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00	
	Stalli di sosta semipermeabili	0,00	0,50	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	2.004,43	0,00	0,00	32,95	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Nuove superfici fondiarie	0,00	0,65	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>6.082,77</b>		<b>4.078,34</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP</b>			<b>0,67</b>		
<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>			<b>4.078,34</b>			

**Ambito 3c**

**DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)**

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	m <sup>2</sup>	6.082,77	
	Superficie oggetto di trasformazione	m <sup>2</sup>	6.082,77	
	Superficie inalterata	m <sup>2</sup>	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	984,00	
	Imp <sup>°</sup>	frazione	0,161768	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	5.098,77	
	Per <sup>°</sup>	frazione	0,838232	
	Imp <sup>°</sup> + Per <sup>°</sup>	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ <sup>°</sup> (coefficiente di deflusso)		0,31	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	4.078,34	
	Imp	frazione	0,670474	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	2.004,43	
	Per	frazione	0,329526	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,67	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ <sup>°</sup>		2,14	
	w <sup>°</sup> (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	200,35	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>121,87</u></b>	

### Ambito 4

#### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	2.062,90	1,00	2.062,90	7,94	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00	
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	23.027,34	0,00	0,00	88,61	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	897,76	0,80	718,21	3,45	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>25.988,00</b>		<b>2.781,11</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP°</b>			<b>0,11</b>		
<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>			<b>2.781,11</b>			
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	9.932,17	1,00	9.932,17	38,22	
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00	
	Stalli di sosta semipermeabili	3.811,61	0,50	1.905,81	14,67	
	Aree depresse o non in grado di sversare	10.007,22	0,00	0,00	38,51	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Nuove superfici fondiarie	2.237,00	0,65	1.454,05	8,61	
	<b>TOTALI</b>	<b>25.988,00</b>		<b>13.292,03</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP</b>			<b>0,51</b>		
<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>			<b>13.292,03</b>			

### Ambito 4

#### DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	mq	25.988,00	
	Superficie oggetto di trasformazione	mq	25.988,00	
	Superficie inalterata	mq	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	2.781,11	
	Imp°	frazione	0,107015	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	mq	23.206,89	
	Per°	frazione	0,892985	
	Imp° + Per°	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ° (coefficiente di deflusso)		0,27	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	mq	13.292,03	
	Imp	frazione	0,511468	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	mq	12.695,98	
	Per	frazione	0,488532	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,56	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ°		2,03	
	w° (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	180,10	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>468,03</u></b>	

## Ambito 5

### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	0,00	1,00	0,00	0,00	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00	
	Incolto	11.015,00	0,19	2.092,85	100,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	11.015,00		2.092,85	100,00	
	<b>IMP°</b>		<b>0,19</b>			
<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>2.092,85</b>				
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	4.860,00	1,00	4.860,00	44,12	
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00	
	Stalli di sosta semipermeabili	1.075,00	0,50	537,50	9,76	
	Aree depresse o non in grado di sversare	5.080,00	0,00	0,00	46,12	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	0,00	0,80	0,00	0,00	
	Nuove superfici fondiarie	0,00	0,65	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	11.015,00		5.397,50	100,00	
	<b>IMP</b>		<b>0,49</b>			
<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>		<b>5.397,50</b>				

### Ambito 5

#### DETERMINAZIONE DEL VOLUME MINIMO DI INVASO – TITOLO III FORMULA (1)

	<i>Descrizione grandezza</i>	<i>u.m.</i>	<i>quantità</i>	<i>note</i>
INDIVIDUAZIONE DELL'INTERVENTO E DELLA TRASFORMAZIONE	Superficie totale del fondo o del lotto	m <sup>2</sup>	11.015,00	
	Superficie oggetto di trasformazione	m <sup>2</sup>	11.015,00	
	Superficie inalterata	m <sup>2</sup>	0,00	
	I (% dell'area che viene trasformata)	frazione	1,000000	
	P (% dell'area che viene lasciata inalterata)	frazione	0,000000	
	I+P	frazione	1,00	VERIFICATO
	Classe di intervento			titolo III, tabella 1
ANTE OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	2.092,85	
	Imp <sup>°</sup>	frazione	0,190000	Linee guida (2-a)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	8.922,15	
	Per <sup>°</sup>	frazione	0,810000	
	Imp <sup>°</sup> + Per <sup>°</sup>	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ <sup>°</sup> (coefficiente di deflusso)		0,33	Linee guida (2-a)
POST OPERAM	Superficie impermeabile equivalente	m <sup>2</sup>	5.397,50	
	Imp	frazione	0,490014	Linee guida (2-b)
	Superficie permeabile equivalente	m <sup>2</sup>	5.617,50	
	Per	frazione	0,509986	
	Imp + Per	frazione	1,00	VERIFICATO
	φ (coefficiente di deflusso)		0,54	Linee guida (2-b)
ELABORAZIONI	<i>n</i>		0,48	
	(1/(1-n))		1,92	
	φ/φ <sup>°</sup>		1,63	
	w <sup>°</sup> (volume convenzionale di invaso prima della trasformazione)	mc/ha	50,00	
	w (volume minimo di invaso specifico)	mc/ha	113,04	
	<b><u>W (volume minimo di invaso)</u></b>	<b><u>mc</u></b>	<b><u>124,52</u></b>	

## Ambito R

### DETERMINAZIONE DEI COEFFICIENTI DI IMPERMEABILITA'

	<i>Descrizione tipo di suolo</i>	<i>Superficie S<sub>i</sub>(mq)</i>	<i>Coefficiente parziale di impermeabilità IMP<sub>i</sub></i>	<i>S<sub>i</sub> x IMP<sub>i</sub></i>	<i>% area</i>	<i>note</i>
ANTE OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	311,09	1,00	311,09	4,87	
	Agricolo con edifici sparsi (se in grado di sversare)	0,00	0,30	0,00	0,00	
	Incolto	0,00	0,19	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Aree verdi a raso	0,00	0,22	0,00	0,00	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	6.081,58	0,80	4.865,26	95,13	
	Edificato intensivo	0,00	0,92	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>6.392,67</b>		<b>5.176,35</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP°</b>		<b>0,81</b>			
<b>Sup. Impermeabile° equivalente</b>		<b>5.176,35</b>				
POST OPERAM	Strade, piazze, parcheggi, specchi d'acqua	724,30	1,00	724,30	11,33	
	Agricolo	0,00	0,25	0,00	0,00	
	Stalli di sosta semipermeabili	0,00	0,50	0,00	0,00	
	Aree depresse o non in grado di sversare	0,00	0,00	0,00	0,00	
	Aree verdi a raso	230,57	0,22	50,73	3,61	
	Aree verdi in rilievo	0,00	0,48	0,00	0,00	
	Edificato semintensivo	5.437,80	0,80	4.350,24	85,06	
	Nuove superfici fondiarie	0,00	0,65	0,00	0,00	
	<b>TOTALI</b>	<b>6.392,67</b>		<b>5.125,27</b>	<b>100,00</b>	
	<b>IMP</b>		<b>0,80</b>			
<b>Sup. Impermeabile equivalente</b>		<b>5.125,27</b>				

Per l'ambito R, l'analisi delle permeabilità ante operam e post operam permette di affermare che gli interventi previsti non determinano un incremento di superficie impermeabile equivalente.

Pertanto non sono previsti volumi minimi di laminazione.

## Riepilogo dei volumi minimi determinati

<b>RIEPILOGO DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO PER I SINGOLI AMBITI</b>												
<i>Ambito</i>	<i>Sup. Totale (mq)</i>	<b>ANTE OPERAM</b>					<b>POST OPERAM</b>					<i>Volume minimo di invaso (n=0,48) (mc)</i>
		<i>IMP°<sub>i</sub></i>	<i>PER°<sub>i</sub></i>	<i>Superficie impermeabile equivalente (mq)</i>	<i>IMP°</i>	<i>IMP<sub>i</sub></i>	<i>PER<sub>i</sub></i>	<i>Superficie impermeabile equivalente (mq)</i>	<i>IMP</i>	<i>IMP</i>		
1	32.404,00	0,03	0,97	953,38		0,54	0,46	17.460,05				981,45
2a	26.302,00	0,15	0,85	3.993,35		0,50	0,50	13.123,25				364,91
2b	1.944,00		1,00			0,76	0,24	1.486,23				115,90
2c	1.625,00		1,00				1,00					
3a	57.128,43	0,27	0,73	15.571,35	0,19	0,52	0,48	29.546,46			0,53	483,93
3b	2.929,80	0,15	0,85	445,00		0,75	0,25	2.204,40				72,75
3c	6.082,77	0,16	0,84	984,00		0,67	0,33	4.078,34				121,87
4	25.988,00	0,11	0,89	2.781,11		0,51	0,49	13.292,03				468,03
5	11.015,00	0,19	0,81	2.092,85		0,49	0,51	5.397,50				124,52
R	6.392,67	0,81	0,19	5.176,35		0,80	0,20	5.125,27				
<b>TOTALI</b>	<b>171.811,67</b>			<b>31.997,39</b>				<b>91.713,52</b>				<b>2.733,36</b>



### 7.1.2 Protezione e regolazione delle portate

Il perseguimento del principio dell'invarianza idraulica comprende anche la realizzazione di manufatti di protezione e di regolazione delle portate, allo scopo di garantire la conservazione della portata massima defluente **dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, per una determinata durata di pioggia e per un tempo di ritorno pari a 30 anni.**

Al fine di valutare l'entità della regolazione della portata si rende necessario lo studio dell'idrogramma di piena del Fosso Acquachiara; tale idrogramma andrà poi confrontato con quello della rete di drenaggio del Piano in esame.

Per quanto concerne il Fosso Acquachiara, esso è stato opportunamente studiato, dal punto di vista idrologico, nell'ambito della Verifica di Compatibilità Idraulica "completa", redatta per il medesimo piano ai sensi della L.R. n.22/2011 e della D.G.R. n.54/2014.

Da tale analisi sono scaturiti i seguenti dati riferibili ad un evento caratterizzato da tempo di ritorno pari a 30 anni ed al bacino sotteso dalla sezione n.10 (corrispondente al bacino sotteso dal probabile punto di restituzione al Fosso delle acque bianche collettate dalla rete di drenaggio a servizio del Piano):

- **Superficie bacino sotteso di superficie: 1,92kmq**
- **Tempo di corrivazione: 0,59 ore**
- **Portata al colmo: 12,1 mc/s.**

Tali valori consentono di determinare l'idrogramma convenzionale semplificato, di forma triangolare, definito in modo univoco dai tre parametri: **portata al colmo**, tempo nel quale si **verifica il colmo** di portata dall'inizio dell'evento di piena e **tempo dal colmo** all'esaurimento della piena.

**Per quanto concerne, invece, la rete di drenaggio** a servizio del Piano, è stato necessario valutare un idrogramma convenzionale sulla base di valutazioni idrologiche come di seguito esposto.

**La superficie drenata è pari a circa 169.700mq circa**

**Il tempo di corrivazione è pari a 0,39 ore**; tale valore non è stato determinato con le classiche formule empiriche in quanto il deflusso avverrà all'interno di condotte con velocità diverse da quelle che si avrebbero in un alveo naturale; esso è stato determinato sommando il tempo di accesso alla rete di drenaggio ed il tempo di percorrenza della stessa.

Il coefficiente di deflusso è stato dedotto dalle valutazioni necessarie per la determinazione del

volume minimo di invaso.

Si riporta di seguito la determinazione, **col metodo razionale di Turazza, della portata al colmo** per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

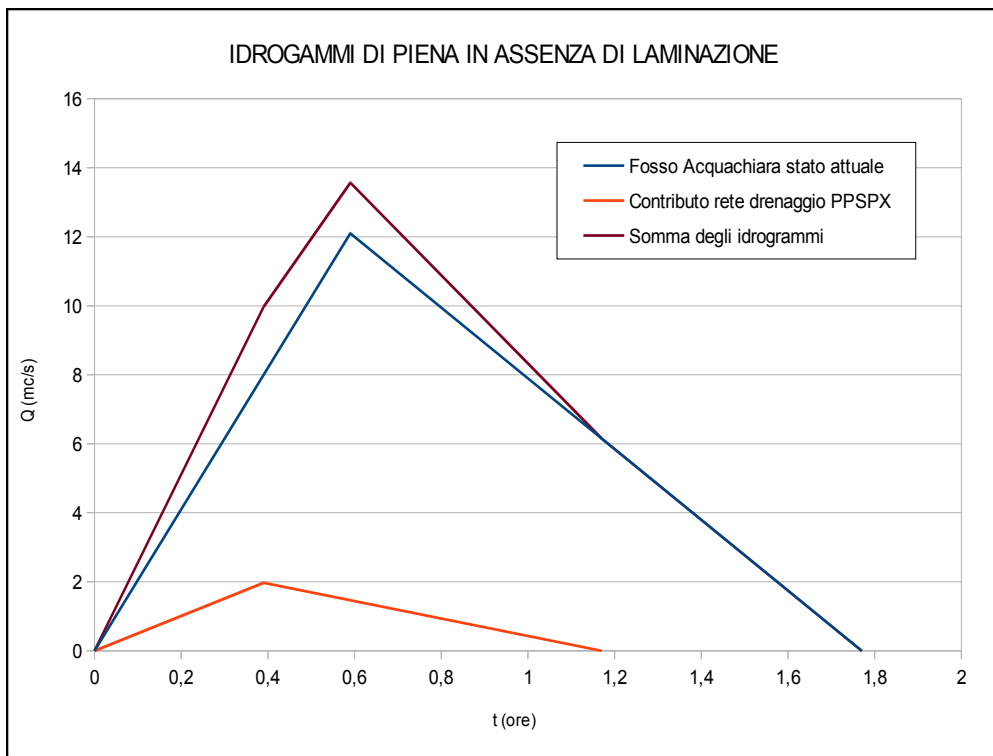
<b>Calcolo portata di progetto (Turazza)</b>			
<i>Equazione climatica</i>			
Tr (anni)		30	
n=		0,4535	
a=		47,006	
<i>Tempo di corrivazione</i>			
$t_c$ =		0,39	ore
<b>Altezza massima di pioggia</b>			
$h(\tau_c)$ =		30,7	mm
<b>Portata di progetto</b>			
	$h$ =	30,7	mm
	$\varphi$ =	0,5300	
	$Q$ =	<b>1,9662512</b>	$m^3/s$

Si ricava una portata al colmo pari ad **1,97 mc/s**, corrispondente ad un coefficiente udometrico pari a circa 116 l/s/ha.

Sulla base dei dati esposti, è stato possibile graficizzare, per un evento trentennale:

- l'idrogramma di piena riferibile al Fosso Acquachiara
- l'idrogramma di piena riferibile alla rete di drenaggio
- l'idrogramma risultante dalla somma dei due contributi (fosso+rete drenaggio) in assenza di meccanismi di laminazione.

Si riporta di seguito il grafico recante i tre idrogrammi.



Come è possibile osservare, in assenza di meccanismi di laminazione si avrebbe, a causa della vicinanza temporale dei picchi di piena, un non trascurabile incremento di portata al colmo per il Fosso. Tale incremento è stato quantificato in 1,46mc/s, per cui si determinerebbe l'innalzamento di portata al colmo del Fosso da 12,1mc/s a 13,56mc/s.

Al fine di garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, occorrerà produrre meccanismi di sfasamento della restituzione al Fosso delle acque collettate dalla nuova rete di drenaggio. L'entità dello sfasamento deve essere tale da permettere la restituzione durante la fase di esaurimento della piena del fosso.

Da valutazioni effettuate, risulta sufficientemente cautelativo imporre un tempo minimo di detenzione prima della restituzione al corpo ricettore pari a 0,95 ore.

Quindi occorrerà verificare, di caso in caso, che **i volumi minimi calcolati siano sufficienti a garantire anche la detenzione dei volumi in entrata per un tempo minimo pari a 0,95 ore in coincidenza di eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.**

A tal scopo sarà utilizzata la curva di possibilità pluviometrica determinata nel presente studio; se ne riportano i parametri:

- Per piogge di durata superiore all'ora:

$$“a” = 56,096 \quad “n” = 0,3505$$

- Per piogge di durata inferiore all'ora:

$$“a” = 47,006 \quad “n” = 0,4535$$

**Una volta trascorso il tempo minimo di detenzione sarà possibile effettuare la restituzione con una portata massima e complessiva (riferita all'intero piano) corrispondente al coefficiente udometrico pari a 20 l/s/ha.** Il tutto sempre da riferirsi ad eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

Dunque a valle dei dispositivi che garantiranno lo stoccaggio dei volumi minimi di invaso occorrerà predisporre manufatti atti a garantire la regolazione delle portate in uscita.

**In previsione di eventi di maggior criticità, sarò necessario predisporre gli opportuni meccanismi di sicurezza.**

## **7.2 Valutazione degli interventi utili a garantire l'invarianza idraulica**

Vengono di seguito fornite delle indicazioni operative sulle modalità di applicazione della DGR 53/2014, suggerendo tipologie di opere più idonee al piano particolareggiato in oggetto.

In linea generale si fa riferimento alle soluzioni tipologiche suggerite nelle “Linee Guida”.

La scelta definitiva delle misure per l'invarianza idraulica può risultare la somma di più soluzioni tipologiche opportunamente combinate.

### **7.2.1. Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree pubbliche**

#### **7.2.1.1 Interventi realizzabili nel sottosuolo e/o invisibili**

I volumi di invaso necessari saranno realizzati nel sottosuolo.

Tali volumi avranno sempre e comunque una funzione di detenzione; è consigliabile che esse abbiano anche una funzione di infiltrazione, anche allo scopo di agevolare lo svuotamento dopo l'evento di pioggia.

Tra le varie soluzioni possibili si possono prendere a riferimento le seguenti.

- 1. Sistemi modulari geocellulari ad elevato indice alveolare**, aventi sia funzione di detenzione che di infiltrazione.



**2. Volumi realizzati mediante l'utilizzo di elementi modulari in propilene con forma a cupola ribassata, eventualmente sopraelevati con piedini in PVC che fungeranno da cassero a perdere per il getto di pilastri in calcestruzzo. Tale soluzione si presta anche all'alloggiamento di sottoservizi non ispezionabili, nonché alla realizzazione di piccoli volumi di ridotto spessore.**  
Nel caso si adotti questa soluzione occorrerà considerare opportunamente i sovraccarichi, nonché considerare come volume di invaso il volume al netto degli elementi di sostegno.





**3. Sovradimensionamento dei collettori delle acque bianche.** In questo caso si considererà solamente il volume disponibile in eccesso rispetto al grado di riempimento necessario al deflusso in sicurezza della massima portata prevedibile.

Tale soluzione si presta ad essere attuata in territori pianeggianti. Tuttavia, proprio in tale contesto, occorre considerare attentamente eventuali controindicazioni ed effetti dannosi derivanti dalle interconnessioni con gli allacci privati, nonché dalle pressioni determinate dai fenomeni di rigurgito ed invaso nella condotta.

**4. Realizzazione di cisterne sotterranee.** Esse, oltre alla funzione di detenzione, potrebbero avere anche la funzione di infiltrazione (compatibilmente con la presenza della falda). Tali cisterne potranno essere realizzate in elementi prefabbricati di materiale vario, oppure potranno essere realizzate mediante la posa di condotte di grande diametro, od altri sistemi che il progettista riterrà opportuno.

A tali cisterne potrà essere assegnata anche una funzione di raccolta di acque da poter riutilizzare per usi non potabili. In tal caso il volume di laminazione andrà sommato al volume previsto per la raccolta, ed il volume correlato alla sola laminazione andrà svuotato nel più breve tempo possibile.

**5. Utilizzo di conglomerati bituminosi drenanti per la finitura delle superfici stradali.** In tal caso occorrerà predisporre la fondazione e/o il cassonetto stradale in modo da agevolare la raccolta delle acque drenate in maniera opportuna.

**Per tutte le soluzioni sopra descritte va attentamente valutata l'interazione con la falda acquifera, sia dal punto di vista idraulico e quindi degli effetti negativi di eventuali meccanismi di scambio, sia dal punto di vista ambientale per quanto la contaminazione della falda.**

#### *7.2.1.2 Interventi realizzabili nel soprassuolo e/o visibili)*

Vengono di seguito proposti interventi che possono essere realizzati a cielo aperto.

Tali volumi di invaso potranno avere una funzione di detenzione, o di infiltrazione, oppure una doppia funzione di detenzione ed infiltrazione.

In questo caso risulta di difficile attuazione il reperimento in maniera concentrata dei volumi necessari, per cui si consiglia la dislocazione diffusa degli interventi da attuare.

Tra le varie soluzioni possibili, vengono indicate alcune riportate di seguito:

- 1. La creazione di microaree permeabili il più possibile diffuse in modo da favorire i meccanismi di infiltrazione.** Tali aree, puntuali o lineari a verde, potrebbero essere ubicati lungo i marciapiedi od a bordo di essi, con lo scopo di raccogliere le acque di precipitazione diretta sulle aree limitrofe, favorendone l'infiltrazione nel sottosuolo.

Tali aree potranno prevedere strati di raccolta inferiore, ove l'acqua viene contenuta prima di essere infiltrata nel terreno sottostante.







## 2. Realizzazione di bacini di detenzione mediante realizzazione di aree verdi depresse.

Tali aree, con opportuni accorgimenti possono essere utilizzate in condizioni di tempo asciutto con funzioni ricreative.

Per questi invasi i *Criteri* prescrivono il contenimento dei tiranti idrici ammessi entro la misura di un metro.

Per il piano in esame si consiglia di non superare il tirante pari a 75 cm e di mettere in atto tutte le precauzioni e gli accorgimento utili a scongiurare situazioni di pericolo.





**3. Realizzazione di bacini di infiltrazione e sistemi di bioritenzione**, costituiti generalmente da superfici depresse ove il substrato viene realizzato con materiale drenante, Detto substrato può essere ricoperto con terreno vegetale allo scopo di allestire zone verdi con vegetazione più o meno fitta. Un esempio di tali sistemazioni sono i cosiddetti "rain garden".

I sistemi qui descritti possono essere abbinati alla soluzione delle aree verdi depresse, allo scopo di garantire, per piogge ordinarie, il perfetto drenaggio della porzione fruibile dell'area verde.



**4. Realizzazione di fossati e/o canali allo scopo di creare un bacino di detenzione a sviluppo lineare.** Tale soluzione si presta ad essere attuata ove la conformazione planimetrica non permette di realizzare bacini tradizionali e quando si vuole far assolvere al bacino anche una funzione di trasferimento.

In ogni caso, per evitare problemi di natura igienico-sanitaria, si consiglia il rivestimento dei canali o il ricorso ad altre soluzioni.





**5. Realizzazione di vassoi.** Trattasi di zone depresse ad andamento lineare aventi una funzione di detenzione delle acque raccolte. Ad esse è possibile associare anche una funzione di infiltrazione

**Anche per questa soluzione è necessario valutare l'interazione con la falda acquifera.**

### 7.2.2 Indicazioni sugli interventi attuabili per le aree private

Nell'ambito di ciascuna superficie fondiaria (od assimilabile) potrà perseguirsi il principio di invarianza idraulica proporzionalmente alla propria superficie di competenza.

Per quanto concerne le misure attuabili, oltre a quelle proposte per le aree pubbliche è possibile prevedere, a titolo esemplificativo:

- **invasi in copertura** allo scopo di escludere dal calcolo del volume minimo di laminazione la superficie impermeabile corrispondente all'impronta dell'edificio sul fondo (nel caso di edificio regolare in altezza); l'invaso potrà avvenire in modo lineare o in modo diffuso, ossia "spalmato" sull'intera superficie del tetto in caso di copertura piana;
- **cisterne di raccolta delle acque dei tetti**; esse, se posizionate totalmente o parzialmente al di sopra del piano campagna hanno il duplice vantaggio:
  - di permettere lo svuotamento del volume di laminazione con meccanismi a gravità
  - di garantire la raccolta delle acque meteoriche raccolte dalle coperture ed immagazzinarle parzialmente per un successivo riuso; si evidenzia che i volumi di tali cisterne, destinati all'invarianza idraulica, vanno svuotati successivamente all'evento di pioggia in previsione di un potenziale ed imminente successivo evento che possa necessitare della disponibilità di un nuovo volume di laminazione; pertanto per ogni cisterna di raccolta occorrerà prevedere che una frazione del volume possa essere destinata all'immagazzinamento delle acque da riutilizzare, mentre una frazione (corrispondente al volume minimo di laminazione) va svuotata e resa nuovamente disponibile in tempi brevi.
  - si propone la non computazione del volume tecnico necessario all'alloggiamento delle cisterne, in modo da garantire il decoro architettonico dei maggiori volumi necessari, nonché stimolare comportamenti virtuosi volti a garantire volumi di stoccaggio superiori ai minimi richiesti dalla norma.
- **realizzazione di tetti verdi e/o giardini pensili**
- come extrema ratio, **realizzazione di volumi di detenzione nel sottosuolo**

## 8. MISURE PER L'INVARIANZA IDRAULICA

Le misure atte a garantire il perseguimento dell'invarianza idraulica dell'intero piano attuativo andranno realizzate separatamente:

- per le aree che diverranno pubbliche
- per le superfici fondiariae o ad esse assimilabili.

Per le ragioni esposte ai capitoli precedenti, pur essendo tecnicamente consigliabile un'attuazione globale e concentrata delle misure, risulterà necessario prevedere un'attuazione per stralci e per tale ragione, per le aree che diverranno pubbliche si provvederà ambito per ambito.

Ciascun area fondiaria (od assimilabile) dovrà garantire la propria autonomia funzionale per quanto concerne il soddisfacimento dei requisiti per l'invarianza idraulica.

In ogni caso, nell'ambito della progettazione di dettaglio delle opere di urbanizzazione, nonché nell'ambito della progettazione dei singoli interventi sulle aree fondiariae, deve essere redatta una verifica dell'invarianza idraulica che tenga conto delle considerazioni di carattere globale contenute nel presente studio e quindi attuando i principi e le misure previste **per la quarta classe d'intervento.**

**Si sottolinea che, oltre alla determinazione del volume minimo di invaso, occorrerà verificare la necessità di determinare un ulteriore volume di invaso atto a garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, come meglio illustrato al paragrafo 7.1.2.**

### 8.1 Prescrizioni per le aree che diverranno pubbliche

Le aree ricadenti all'interno del piano andranno compartimentate idraulicamente allo scopo di non determinare, all'interno delle stesse, lo sversamento e/o il drenaggio di acque meteoriche derivanti dalla precipitazione sui suoli esterni al piano.

Allo scopo di garantire la suddetta compartimentazione occorrerà:

- impedire che le acque meteoriche (o di altra origine) ruscellanti sul piano campagna delle aree limitrofe penetrino nei singoli ambiti per deflusso superficiale;
- impedire che le acque collettate dai sistemi di drenaggio delle aree poste idraulicamente a monte (sia esistenti che future) vengano sversate nelle reti di drenaggio di nuova realizzazione a servizio degli ambiti; qualora la circostanza appena descritta si rendesse necessaria, occorrerà perseguire l'invarianza idraulica relativamente al bacino sotteso dalla ulteriore rete di drenaggio separatamente ed a monte dell'immissione, ma sempre

inquadrandolo l'ulteriore bacino nella quarta classe di intervento; inoltre occorrerà garantire che, in ogni punto della rete di drenaggio a servizio del presente intervento venga mantenuta inalterata la portata al colmo;

- attuare tutte le misure che si renderanno necessarie in seguito a valutazioni specifiche e di dettaglio che verranno fatte in fase esecutiva per ogni singolo ambito di intervento.
- Le aree verdi dovranno essere realizzate lievemente depresse o comunque in modo da evitare lo sversamento delle acque meteoriche sulle aree circostanti;
- le linee delle acque nere dovranno essere sempre idraulicamente separate dalle linee delle acque bianche, evitando ogni possibile interconnessione
- i chiusini di ispezione delle reti pubbliche delle acque nere devono essere a tenuta stagna e le guarnizioni di tenuta e/o gli altri meccanismi che ne garantiscono la tenuta dovranno essere mantenuti in efficienza nel tempo.
- i chiusini di ispezione delle reti pubbliche delle acque bianche devono essere dotati di coperchi incernierati e non devono essere ad apertura facilitata.

## **8.2 Prescrizioni per le aree fondiarie o assimilabili**

Per le aree fondiarie o assimilabili è necessario che:

1. la sistemazione delle superfici sia tale da garantire, per il parametro IMP (condizione post operam), un valore inferiore o uguale a 0,65
2. gli scarichi provenienti dagli edifici siano impostati con fondo tubo a quota superiore all'estradosso delle condotte pubbliche nel punto di allaccio.
3. le linee delle acque nere siano sempre idraulicamente separate dalle linee delle acque bianche.
4. le linee delle acque nere provenienti dagli edifici siano dotate di dispositivi antireflusso (preferibilmente a doppio piattello) con dispositivo di chiusura d'emergenza azionabile manualmente;
5. i dispositivi di cui al punto precedente:
  - siano dotati di aperture per la pulizia e l'ispezione, e che dette aperture siano a tenuta (preferibilmente con guarnizioni solidali ai corpi di apertura o coperchi);
  - siano installati in pozzetti di ispezione da ubicarsi in zone comuni o condominiali degli edifici in modo da essere raggiunti agevolmente e consentire all'utente comune di azionare il dispositivo manuale di chiusura di emergenza;
  - siano mantenuti in buone condizioni di efficienza, con operazioni di ispezione e



manutenzione da programarsi secondo frequenze prestabilite e definite dal tecnico incaricato per la progettazione delle misure per l'invarianza idraulica (anche facendo riferimento alle frequenze consigliate dalla casa costruttrice del dispositivo, e prevedendo una sostituzione totale a frequenza pari ad un multiplo della frequenza stabilita per la manutenzione ordinaria);

6. i chiusini di ispezione delle reti private delle acque nere siano a tenuta stagna e le guarnizioni di tenuta e/o gli altri meccanismi che ne garantiscono la tenuta siano mantenuti in efficienza nel tempo
7. i chiusini di ispezione delle reti private delle acque bianche siano dotati di coperchi incernierati e non siano ad apertura facilitata
8. il progettista del singolo intervento valuterà se anche le linee delle acque bianche provenienti dagli edifici debbano essere dotate di dispositivi antireflusso.

Poiché i volumi di laminazione sono dimensionati, come previsto dalla norma, per eventi caratterizzati da un definito tempo di ritorno, non è possibile escludere il verificarsi di eventi maggiormente critici. In tali circostanze si potrebbe determinare la crisi del sistema, e tale scenario potrebbe determinare situazioni pericolose nei confronti di superfici depresse rispetto alla viabilità o più in generale rispetto alle quote delle condotte pubbliche.

Per tale motivo **si sconsiglia la realizzazione di piani interrati o comunque di piani aventi il piano di calpestio posto a quota inferiore rispetto a quella della viabilità.**

Nel caso in cui si volessero realizzare detti piani, sarà opportuno:

1. che gli accessi, sia carrabili che pedonali, siano protetti da una “soglia” o “dosso” idraulicamente efficace, il cui colmo sia posto ad una quota superiore a quella della prospiciente viabilità; l'entità della maggiore quota andrà opportunamente valutata dal progettista dell'intervento;
2. che gli scarichi provenienti da detti livelli non siano collegati a gravità alle condotte pubbliche, bensì siano sollevati meccanicamente oltre una quota che andrà opportunamente valutata dal progettista dell'intervento.

L'elenco di prescrizioni di cui sopra è da ritenersi applicabile, per quanto possibile, anche a tutti gli edifici che, pur non prevedendo piani interrati (o comunque piani aventi il piano di calpestio posto a quota inferiore rispetto a quella della viabilità) sono ubicati nelle aree maggiormente depresse delle aree di intervento.

Al fine di evitare la formazione di aree depresse, si raccomanda l'impostazione delle quote della viabilità in modo tale da non determinare andamenti longitudinali concavi; nei casi in cui non sia

possibile il rispetto di detto criterio occorrerà predisporre opportune misure tecniche allo scopo di evitare gli effetti dannosi conseguenti ad eventuali rigurgiti sul piano campagna e sul piano stradale.

I muretti di recinzione dei lotti, tutti i manufatti e/o opere poste lungo i confini dei lotti (o in prossimità di essi) dovranno avere superfici tali da sversare le acque di precipitazione diretta all'interno del lotto anziché su suolo pubblico. In generale **non si dovranno verificare sversamenti su suolo pubblico di acque derivanti da precipitazione diretta sui singoli lotti o sulle superfici fondiarie (ed assimilabili).**

Nel caso di realizzazione di invasi in copertura, di tetti verdi o di opere similari, la domanda di Permesso di Costruire (o altro titolo edilizio necessario) sarà accompagnata da una dichiarazione del tecnico progettista dell'intervento con cui si garantisca che, nella modellazione per il dimensionamento delle strutture dell'edificio, si terrà conto dei sovraccarichi correlati all'invaso previsto.

## **9. IPOTESI DI INTERVENTO PER IL CONSEGUIMENTO DELL'INVARIANZA IDRAULICA PER LE SUPERFICI PUBBLICHE**

Di seguito, vengono proposte le soluzioni per il perseguimento dell'invarianza idraulica relativamente alle aree pubbliche dei vari ambiti, predimensionando le misure e gli interventi da realizzare, schematizzati nell'**elaborato 23.2 “Zonizzazione di progetto con indicazione delle misure per l'invarianza idraulica delle aree pubbliche”**.

I volumi precalcolati nella presente trattazione sono indicativi e modificabili in funzione della specificità della trasformazione del suolo che si attuerà per ciascun ambito.

In ogni caso, oltre ai volumi minimi di invaso da calcolarsi con i criteri di cui al paragrafo 3.4 della DGR n.53/2014, occorrerà garantire il mantenimento della portata al colmo per il corpo ricettore. A tale scopo per ciascun ambito si garantirà la conservazione delle portate in uscita nella condizione ante operam per un tempo pari a 0,95 ore.

Nel caso si ricorra a soluzioni comportanti funzioni di detenzione, occorrerà garantire lo svuotamento dei volumi detenuti in modo da rendere nuovamente disponibili detti volumi per un successivo (e potenzialmente imminente) evento di pioggia.

Inoltre, laddove è prevista una soluzione che comporti una funzione di infiltrazione, è **necessario verificare puntualmente la reale capacità di assorbimento dei terreni e l'interferenza con la falda freatica**; il livello della falda, come detto, da studi ed indagini disponibili, effettuate in zona, si rileva ad una profondità di circa 2,0 m dal piano campagna e pertanto, in base alla effettiva sistemazione altimetrica delle aree d'intervento, deve essere valutata la possibilità di interferenze con la falda.

In fase di progettazione esecutiva delle opere di urbanizzazione, sarà necessario redigere uno studio idraulico di dettaglio sull'invarianza idraulica, che tenga conto delle effettive quote altimetriche di progetto, nonché del progetto definitivo ed esecutivo della rete di drenaggio delle acque bianche. Tale studio non potrà comunque prescindere dalle valutazioni globali della presente relazione che tiene conto dell'intera superficie in trasformazione del Piano particolareggiato e della sua classificazione come quarta classe d'intervento.

Il dimensionamento degli interventi per il perseguimento del principio di invarianza idraulica fa riferimento alle specifiche previsioni del progetto preliminare del Piano Particolareggiato (**vedi elaborato 23.1 “Uso del suolo ante e post operam”**), ed eventuali interventi che comportino una diversa sistemazione e quindi impermeabilizzazione delle superfici dovranno essere attentamente valutati nella progettazione di dettaglio delle opere di urbanizzazione.

Occorrerà infine valutare la necessità di ulteriori incrementi dei volumi di laminazione correlati

al trasporto solido determinato dalle acque di dilavamento. Secondo studi recenti l'entità del trasporto solido specifico, in ambito urbano, si attesta su valori pari a circa 30kg/ha/anno.

Si riportano di seguito le ipotesi di intervento per i singoli ambiti.

Tali ipotesi prevedono il ricorso, ove possibile, ad invasi a cielo aperto; con tale finalità vengono perseguiti i seguenti obiettivi:

- *limitare il costo specifico del volume di laminazione*
- *incentivare così eventuali sovradimensionamenti dei volumi allo scopo di incrementare il livello di sicurezza idraulica oltre il minimo richiesto dalla norma*
- *coniugare l'aspetto funzionale delle opere con caratteristiche di arredo urbano creando una serie di "giardini dell'acqua".*

Per ciascuna soluzione occorrerà valutare in fase esecutiva, in base alle effettive quote delle aree sistemate ed alle quote di progetto dei collettori della rete di drenaggio, opportuni dispositivi e/o meccanismi di svuotamento dei volumi determinati.

Nella tavola 2 vengono riportate schematicamente le opere necessarie per l'invarianza idraulica, descritte di seguito.

### **9.1 Ambito 1**

E' stato determinato il volume minimo di invaso relativamente alle trasformazioni operate sulle sole aree che diverranno pubbliche (17.477 mq), escludendo le superfici fondiarie o assimilabili.

Pertanto si ottiene un volume minimo di invaso pari a 414 mc, inferiore al valore di 981 mc già determinato nel paragrafo 7.1.1 e relativo all'intero ambito (comprensivo delle superfici fondiarie).

Occorre verificare se risulti necessario reperire ulteriore volume allo scopo di garantire la detenzione dei volumi in entrata, per un tempo pari a 0,95ore in occasione di eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

Pertanto, viene stimato l'idrogramma di piena semplificato relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito; il tempo di corrivazione è pari a 0,22 ore, con una portata al colmo trentennale pari a 0,23mc/s; il volume necessario alla detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95ore, risulta pari a 278mc, e quindi risulta ampiamente compreso nel volume minimo di laminazione già determinato.

Per questo ambito vengono ipotizzati invasi a cielo aperto, concepiti quali dispositivi di detenzione:

- un *canale o "vassoio"* che viene sovrappassato dalla pista ciclabile in n.2 punti e confluisce,

lungo il percorso, in un bacino di detenzione. Alla base del canale verrà posto in opere uno strato di materiale granulare drenante, di idonea granulometria.

- un *bacino di detenzione* a cielo aperto, anche esso con materiale granulare alla base.

Il canale è lungo 125 m ed ha una capacità di laminazione, considerando anche lo strato di materiale granulare alla base, pari a 2,7 mc/m ; dunque il volume di laminazione complessivo del canale è pari a 337,5 mc.

Il bacino di detenzione, considerando anche lo strato di materiale granulare alla base, ha un volume utile per la laminazione pari a circa 100 mc.

**Il volume totale di laminazione è pari a 437,5 mc.**

## 9.2 Ambito 2a

Viene determinato il volume minimo di invaso relativamente alle trasformazioni sulle sole aree che diverranno pubbliche (20.980 mq) , escludendo le superfici fondiarie o assimilabili.

Pertanto viene determinato un volume minimo di invaso pari a 264mc, inferiore al valore di 364,91 mc già determinato nel paragrafo 7.1.1 e relativo all'intero ambito (comprensivo delle superfici fondiarie).

Occorre verificare se risulti necessario reperire ulteriore volume allo scopo di garantire la detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95 ore in occasione di eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.

Dall'idrogramma di piena semplificato, relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito, si è determinato il tempo di corrivazione pari a 0,24 ore, con una portata al colmo trentennale pari a 0,28 mc/s. Il volume necessario alla detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95 ore risulta pari a 357 mc, e quindi in questo caso il volume minimo di invaso non risulta sufficiente ed occorrerà reperire un volume complessivo pari a 357mc.

E' stato ipotizzato un *invaso a cielo aperto*, concepito quale dispositivo sia di detenzione che di infiltrazione.

Ad una superficie permanentemente occupata dall'acqua (superficie circa 410mq), verrà associato un anello circostante di ampiezza variabile avente superficie pari a 1370 mq (comprensiva dei 410mq della superficie permanentemente occupata dall'acqua) che potrà essere invasa con un tirante massimo pari a 30cm, **determinando così un volume di invaso pari a 375mc.**

### **9.3 Ambito 2b**

In questo ambito non sono previste superfici fondiarie, e quindi il volume minimo di invaso corrisponde a quello già calcolato, pari a 115,9mc.

L'elevato valore del volume specifico di invaso rende superflua la verifica correlata alla detenzione dei volumi in entrata.

E' stato ipotizzato un dispositivo di detenzione costituito da una condotta circolare di grande diametro che verrà posizionata a pendenza trascurabile per non generare deflussi; dunque la condotta non fungerà da collettore bensì da semplice detentore del volume di laminazione.

La condotta avrà diametro interno pari a 1,2m e lunghezza pari a 105 m.

**Il volume totale di laminazione è pari a 118mc.**

#### **9.4 Ambito 3a**

E' stato determinato il volume minimo di invaso relativamente alle trasformazioni operate sulle sole aree che diverranno pubbliche (46.690,43mq), escludendo le superfici fondiarie o assimilabili.

Pertanto si ottiene un volume minimo di invaso pari a 366 mc, inferiore al valore di 483,93 mc già determinato nel paragrafo 7.1.1 e relativo all'intero ambito (comprensivo delle superfici fondiarie).

Per verificare la necessità di reperire ulteriore volume allo scopo di garantire la detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95ore in occasione di eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni, viene stimato l'idrogramma di piena semplificato relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito. Si determina un tempo di corrivazione pari a 0,28 ore, con una portata al colmo trentennale pari a 0,6mc/s; il volume necessario alla detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95 ore risulta pari a 906 mc, e quindi, in questo caso, il volume minimo di invaso pari a 366 mc non risulta sufficiente. Occorrerà reperire un volume complessivo pari a 906 mc.

Viene ipotizzato il ricorso ad un insieme di invasi posti in serie:

- Un canale o "vassoio" a cielo aperto avente lunghezza pari a 86 m con una capacità di laminazione, considerando anche lo strato di materiale granulare alla base, pari a 2,7 mc/m ; dunque il volume di laminazione complessivo del canale è pari a 232 mc. Questo canale avrà anche funzione di infiltrazione;
- un bacino avente funzione di detenzione ed infiltrazione. Esso sarà realizzato nella fascia immediatamente a nord del Fosso Acquachiarà e sarà caratterizzato da uno sviluppo longitudinale, con lunghezza complessiva pari a 150m, altezza massima di invaso pari a 50cm, larghezza alla base pari a 4,6 m, sezione trasversale pari a 4,62mq; il volume totale invasabile sarà pari a 693mc. In questo caso, a vantaggio di sicurezza, la capacità di detenzione dello strato drenante posto alla base del bacino, non viene considerata.

**Il volume totale di laminazione è pari a 925 mc.**



### **9.5 Ambito 3b**

In questo ambito non sono previste superfici fondiarie, quindi il volume minimo di invaso corrisponde a quello già calcolato, pari a 72,75mc.

L'elevato valore del volume specifico di invaso rende superflua la verifica correlata alla detenzione dei volumi in entrata.

E' stato ipotizzato un dispositivo di detenzione costituito da una condotta circolare di grande diametro, che verrà posizionata a pendenza trascurabile per non generare deflussi; quindi la condotta non fungerà da collettore bensì da semplice detentore del volume di laminazione.

La condotta avrà diametro interno pari a 1,5m e lunghezza pari a 42m.

**Il volume totale di laminazione è pari a 74mc.**

### **9.6 Ambito 3c**

In questo ambito non sono previste superfici fondiarie, quindi il volume minimo di invaso corrisponde a quello già calcolato, pari a 121,87 mc.

L'elevato valore del volume specifico di invaso rende superflua la verifica correlata alla detenzione dei volumi in entrata.

Viene ipotizzato un dispositivo di detenzione ed infiltrazione costituito da un canale a sezione trapezia rovescia. Tale canale avrà lunghezza complessiva pari a 82 m e sezione trasversale pari a 1,5 mq.

**Il volume totale di laminazione è pari a 123 mc.**

## 9.7 Ambito 4

Per questo ambito, il volume minimo di invaso, relativamente alle aree che diverranno pubbliche (23.751mq), è pari 407 mc, inferiore al valore di 468,03 mc già determinato nel paragrafo 7.1.1 e relativo all'intero ambito (comprensivo delle superfici fondiarie o assimilabili).

Occorre verificare se risulti necessario reperire ulteriore volume per garantire la detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95 ore in occasione di eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni. Dall'idrogramma di piena semplificato, relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito, viene determinato il tempo di corrivazione pari a 0,15 ore, con una portata al colmo trentennale pari a 0,45mc/s. Il volume necessario alla detenzione dei volumi in entrata, per un tempo pari a 0,95 ore, è pari a 362 mc, e pertanto risulta compreso nel volume minimo di laminazione già calcolato.

Sono stati ipotizzati due distinti dispositivi:

- una *condotta circolare di grande diametro*, che verrà posizionata a pendenza trascurabile per non generare deflussi, in corrispondenza della corsia centrale del parcheggio situato più a nord; la condotta non fungerà da collettore bensì da semplice detentore del volume di laminazione.

La condotta avrà diametro interno pari a 1,0 m e lunghezza pari a 124 m.

Il volume totale di laminazione è pari a 99,2 mc.

- un *canale o "vassoio" a sezione trapezia rovescia*. Tale canale avrà lunghezza complessiva pari a 248 m e larghezza variabile da 6,5 a 20 m

**Il volume totale di laminazione è pari a 450 mc.**

La funzione di infiltrazione verrà garantita dalla posa in opera di uno strato di materiale granulare al di sotto del fondo del canale, per uno spessore pari a circa 70 cm che, a vantaggio di sicurezza, non è stato computato come volume di laminazione.

## **9.8 Ambito 5**

Viene determinato il volume minimo di invaso relativamente alle trasformazioni operate sull'intera area (11.015mq).

Si è così determinato un volume minimo di invaso pari a 124,52 mc.

Occorre verificare se risulti necessario reperire ulteriore volume allo scopo di garantire la detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95ore in occasione di eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni. Pertanto viene stimato l'idrogramma di piena semplificato relativo alla rete di drenaggio delle acque meteoriche dell'ambito; si ricava un tempo di corrivazione pari a 0,06 ore, con una portata al colmo trentennale pari a 0,33mc/s; il volume necessario alla detenzione dei volumi in entrata per un tempo pari a 0,95ore risulta pari a 106mc, e quindi risulta già conglobato nel volume minimo di laminazione precedentemente calcolato.

Per questo ambito vengono ipotizzate le seguenti misure:

- Invaso sul tetto degli edifici, con tirante medio pari a 2cm (volume di invaso pari a 32 mc)
- Bacino di detenzione a sviluppo longitudinale, disposto lungo il confine est, avente lunghezza complessiva pari a 78 m, larghezza media pari a 2m e massimo tirante idrico pari a 0,6m (volume di invaso pari a 93mc)

**Dunque il volume totale di laminazione è pari a 125mc.**

## 10. ESEMPIO DI DETERMINAZIONE DELLE MISURE E DEGLI INTERVENTI PER L'INVARIANZA IDRAULICA DI UNA SUPERFICIE FONDIARIA (O ASSIMILABILE)

Si suppone di voler determinare e dimensionare le misure e gli interventi per il perseguimento del principio dell'invarianza idraulica relativamente all'intervento di costruzione di un nuovo edificio su un lotto di superficie pari a 1200 mq.

Si suppone che il lotto, nella condizione ante-operam sia totalmente permeabile ( $PER^{\circ} = 1$ ) mentre, nella condizione post-operam, si ipotizza che si raggiunga un livello di impermeabilizzazione medio globale tale da determinare, per il coefficiente IMP, un valore massimo pari a 0,65.

Si ipotizza che l'edificio di progetto sia regolare in altezza (assenza di rastremazioni) e che "l'impronta" a terra della sagoma volumetrica sia pari a 505 mq.

Le caratteristiche delle superfici, a trasformazione avvenuta, saranno le seguenti:

<i>Tipo di superficie superficie</i>	<i>Estensione</i>
a) impronta a terra della sagoma volumetrica	505 mq
b) marciapiede perimetrale ed altre zone pavimentate	160 mq
c) muretti di recinzione e pensilina ingresso pedonale	36 mq
d) posti auto semipermeabili	112,5 mq
e) aree sistemate a verde (lievemente depresse)	386,5 mq

Da quanto esposto, si determina un esatto valore globale di IMP (frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile dopo la trasformazione) pari a 0,64.

L'applicazione della formula (1) del paragrafo 3.4 dei *Criteri*, permette di determinare un volume specifico minimo di invaso pari a 465 mc/ha, **da cui si ricava che per il lotto in oggetto occorre reperire un volume minimo di invaso pari a 55,8 mc.**

Gli interventi previsti per il perseguimento dell'invarianza idraulica sono:

- realizzazione di una copertura piana allo scopo di invasare su di essa un volume proporzionato alla sola quota di impermeabilizzazione dovuta all'impronta dell'edificio
- realizzazione di una cisterna di raccolta per il volume eccedente quello invasato sulla copertura.

Allo scopo di determinare il volume invasabile sulla copertura si è considerato che l'edificio ha una sagoma la cui impronta è pari a 505 mq. Tale superficie risulta pari al 66% della superficie impermeabile equivalente del lotto trasformato, per cui il **volume massimo invasabile sul tetto è pari a 36,8 mc.**

Si realizzerà sulla copertura un invaso di volume pari a 36 mc, corrispondente ad un **tirante**

**idrico medio pari a 7cm.**

**La volumetria rimanente, pari a 19,8 mc, verrà alloggiata in una cisterna di raccolta delle acque piovane;** essa, vista la natura pianeggiante del lotto e dell'intera area, potrà essere realizzata in elevazione al duplice scopo:

- di permettere sempre lo svuotamento a gravità
- di coniugare, durante la stagione estiva, le operazioni di svuotamento con il contestuale trasferimento a serbatoi secondari destinati ad un successivo uso irriguo.

Infine occorrerà garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione; pertanto bisognerà prevedere meccanismi di sfasamento della restituzione, garantendo un tempo minimo di detenzione pari a 0,95 ore, per eventi caratterizzati da tempo di ritorno pari a 30 anni.