

LUOGO	COMUNE DI VICENZA			 <b>CROSARA BALLERINI</b> <b>INGEGNERI</b> Viale Q. Sella, 85 36100 Vicenza Tel 0444 541888 Fax 0444 1833898
TITOLO	PU1 - PIAZZA UNIVERSITÀ E PIAZZA DELLE PIARDE			
COMMITTENTE	ZACCARIA MAILA E SARA VIPROF S.r.l.			
ALLEGATO	Relazione idraulica di accompagnamento alla "Asseverazione" D.G.R.V. n.2948 del 06.10.2009			
SCALA	Revisione	Data	Motivazione	ALL.  <b>A</b>
-	2			
ARCHIVIO	1			
22/22	0	maggio 2022	PRIMA EMISSIONE	
Il Committente			Il Tecnico	

## INDICE

<b>1. Premessa e quadro normativo di riferimento</b>	<b>2</b>
<b>2. Contenuti generali della valutazione di compatibilità idraulica</b>	<b>3</b>
<b>3. Inquadramento ambito di intervento</b>	<b>6</b>
<b>4. Inquadramento geologico</b>	<b>8</b>
<b>5. Il piano di assetto idrogeologico (P.A.I.)</b>	<b>9</b>
<b>6. I principali parametri idraulici di dimensionamento</b>	<b>12</b>
6.2. Il tempo di ritorno	18
6.3. Le superfici scolanti	19
6.4. Punti di scarico esistenti	19
6.6. Il tempo di corrivazione	23
6.7. Il calcolo della portata meteorica	25
<b>7. Calcolo dei volumi di invaso</b>	<b>26</b>
7.1. Modello di calcolo analitico	26
7.2. Schema di calcolo semplificato	27
7.3. Volumi efficaci di invaso	28
<b>8. Conclusioni</b>	<b>29</b>
<b>9. Allegati</b>	<b>30</b>

## **1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO**

Con il presente documento viene redatta la relazione di accompagnamento all'asseverazione relativa al Piano Urbanistico Attuativo – PU1 "Piazza Università e Parco delle Piarde" sito in viale Margherita, nel Comune di Vicenza.

In base alle disposizioni contenute nella Delibera della Giunta Regionale n.3637 del 13 dicembre 2002, pubblicata nel BUR n.18 del 18.02.2003, di recepimento delle disposizioni di cui alla L. 267/98, tutti gli strumenti urbanistici adottati dopo il 18.02.2003, o la cui fase di controdeduzione non sia conclusa entro tale data, devono produrre lo studio di compatibilità idraulica. Successivamente, con il D.G.R.V. n. 2948 del 06.10.2009 la Giunta Regionale si propone di approvare il documento recante "Modalità operative e indicazioni tecniche", allegato A alla sopra citata deliberazione. Tale documento specifica che "Per le varianti agli strumenti urbanistici che non comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico, deve essere prodotta, dal tecnico progettista, una asseverazione della non necessità della valutazione idraulica".

L'intervento in oggetto riguarda la riqualificazione dell'area sita lungo viale Margherita, ex sede del distributore l'Esso. Il progetto prevede la realizzazione di nuovi edifici a destinazione commerciale e dei relativi standard urbanistici, come richiesto dai regolamenti vigenti.

A tal proposito si evidenzia fin da ora che, ai fini del calcolo idraulico, l'area risulta essere già in gran parte impermeabilizzata e dotata di tre punti di scarico già autorizzati. Pertanto, sulla base di quanto detto finora, non comportando le opere in progetto una trasformazione territoriale significativa tale da comportare la modifica del regime idraulico, non si ritiene necessaria la redazione di una Valutazione di Compatibilità Idraulica.

## **2. CONTENUTI GENERALI DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA**

Per completezza di trattazione si riportano di seguito, come indicato nel documento allegato alla Legge del 3 agosto 1998 n. 267, le principali indicazioni tecniche per la redazione della "Valutazione di compatibilità idraulica".

Il presente studio ha lo scopo di valutare, per le nuove previsioni urbanistiche, le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni del regime idraulico che possono causare.

La "valutazione" si rende necessaria solo per gli strumenti urbanistici che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico.

Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame.

Il grado di approfondimento e di dettaglio della valutazione di compatibilità idraulica dovrà essere rapportato all'entità, e soprattutto, alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche.

Lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare.

Nella valutazione devono essere verificate le variazioni di permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali nonché devono essere individuate idonee misure compensative, come nel caso di zone non a rischio di inquinamento della falda, il reperimento di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici.

Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aeree prodotte dalle trasformazioni dell'uso del suolo, e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti. In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Al riguardo si segnala la possibilità di utilizzare, se opportunamente realizzate, le zone a standard "Fc" a Parco Urbano (verde pubblico) prive di opere, quali aree di laminazione per le piogge aventi maggiori tempi di ritorno.

È da evitare, ove possibile, la concentrazione degli scarichi delle acque meteoriche, favorendo invece la diffusione sul territorio dei punti di recapito con l'obiettivo di ridurre i colmi di piena nei canali recipienti e quindi con vantaggi sull'intero sistema di raccolta delle acque superficiali.

Ove le condizioni della natura del sottosuolo e delle qualità delle acque lo consentano, si può valutare la possibilità dell'inserimento di dispositivi che incrementino i processi di infiltrazione nel sottosuolo.

Resta del tutto evidente la necessità che la valutazione di compatibilità idraulica non debba fermarsi ad analizzare aspetti meramente quantitativi, ma debba verificare anche la compatibilità delle acque scaricate con l'effettiva funzione del ricettore.

Per quanto attiene le condizioni di pericolosità derivanti dalla rete idrografica maggiore si dovranno considerare quelle definite dal Piano di Assetto Idrogeologico.

Potranno altresì considerarsi altre condizioni di pericolosità, per la rete minore, derivanti da ulteriori analisi condotte da Enti o soggetti diversi.

Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quella del piano campagna.

Lo studio di compatibilità idraulica può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

Gli interventi realizzati in conseguenza dello studio di compatibilità idraulica sono ragguagliabili agli oneri di urbanizzazione primaria.

A seguito della D.G.R. 1322/2006 viene inoltre introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in base all'effetto atteso dell'intervento.

La classificazione è riportata nella seguente tabella.

<i>CLASSE DI INTERVENTO</i>	<i>DEFINIZIONE</i>
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione comprese fra 0,1 e 1,0 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	-intervento su superfici di estensione comprese fra 1,0 e 10 ha; -interventi su superfici di estensione oltre i 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di *trascurabile impermeabilizzazione potenziale* è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di *modesta impermeabilizzazione potenziale*, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- nel caso di *significativa impermeabilizzazione potenziale*, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area di trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di *marcata impermeabilizzazione potenziale* è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Il principio fondamentale che deve essere rispettato rimane quello di **invarianza idraulica** delle trasformazioni del territorio, che viene così definito: "*Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa*".

### **3. INQUADRAMENTO AMBITO DI INTERVENTO**

L'ambito oggetto dell'intervento di riqualificazione è l'area sita lungo viale Margherita composta: dal sedime del distributore di benzina dismesso, dalle aree annesse e dalla viabilità comunale.

Considerata la destinazione d'uso precedente, da un punto di vista idraulico, per la stima dei valori di portata scolante nello stato attuale, l'ambito è stato considerato in gran parte già impermeabilizzato all'interno di un contesto urbano consolidato. Si evidenzia, inoltre, che l'area, come detto, è già dotata di tre distinti punti di scarico autorizzati sul Fiume Retrone.

L'area è censita presso il Catasto di Vicenza al Foglio 7 mappali 758-760-766 (proprietà Zaccaria) e 762 (proprietà Esso S.r.l.).



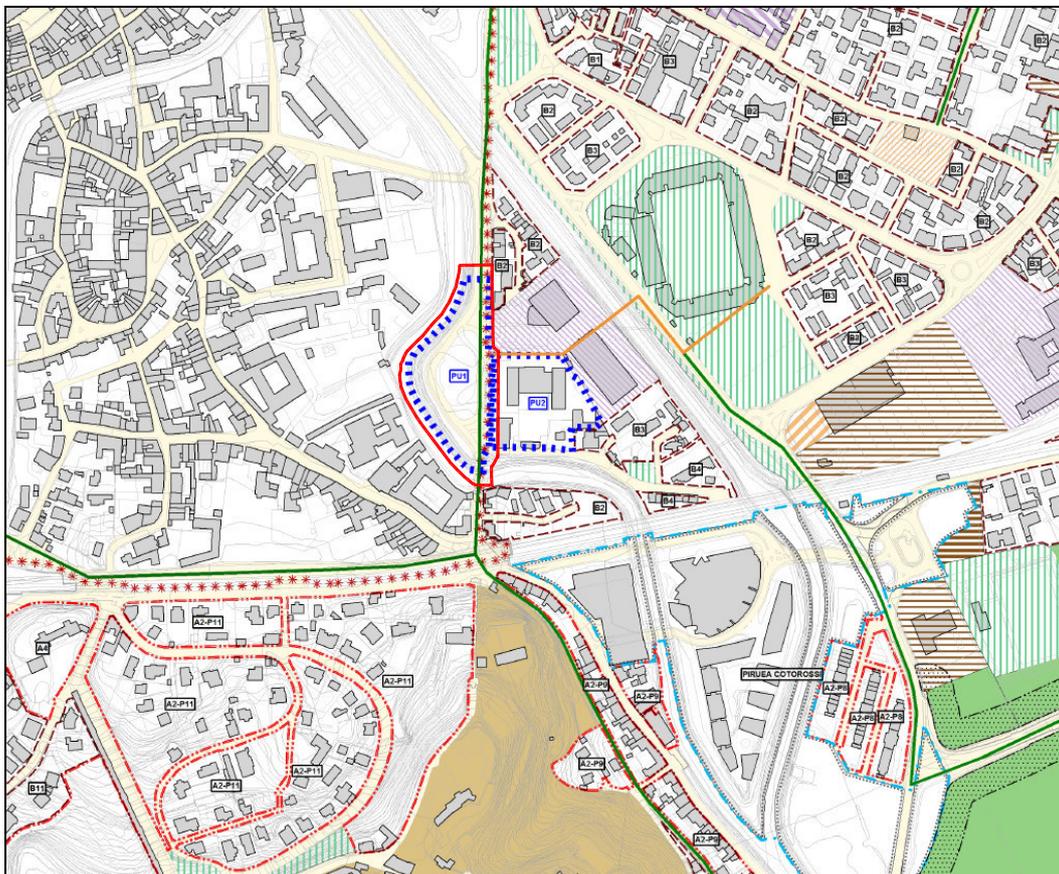
*Inquadramento ambito da ortofoto*

L'area, come si può notare dall'ortofoto, è lambita a ovest dal fiume Retrone, mentre, a circa 150 m scorre, parallelamente a viale dello Stadio, il fiume Bacchiglione.

Come già evidenziato in premessa la normativa vigente è basata sul principio dell'invarianza idraulica; pertanto, ogni intervento urbanistico che comporti una trasformazione territoriale dovrà essere accompagnato da opportuni sistemi di mitigazione che mantengano lo stato di fatto da un punto di vista idraulico. Tali aspetti saranno approfonditi nel seguito.

Si evidenzia, inoltre, che l'ambito è facilmente individuabile nella cartografia della zonizzazione del Piano degli Interventi del Comune di Vicenza come area PU1.

Si riporta di seguito un estratto dell'Elaborato 3 – Zonizzazione del Piano degli Interventi con individuato l'ambito di intervento.



*Estratto Zonizzazione – Elaborato 3 – Foglio 5 (Piano degli Interventi)*

Il progetto prevede la riqualificazione dell'area su cui sorgeva il benzinaio dismesso mediante la rimodellazione degli argini, la realizzazione di nuovi edifici e dei relativi standards urbanistici, come previsto dai regolamenti vigenti.

Nello specifico, è prevista la costruzione di due nuovi edifici a destinazione commerciale, la realizzazione di parcheggi, di aree a verde e di un percorso ciclopedonale collegato alla nuova passerella sul fiume Retrone.

Gli edifici, identificati nella planimetria di progetto come Edificio 1 ed Edificio 2, avranno rispettivamente superficie pari a 468 mq e 1.332 mq. Le aree destinate alla sosta avranno un'estensione pari a circa 2.175 mq; mentre, i percorsi pedonali occuperanno circa 2.130 mq.

#### 4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

La relazione Geologica del Piano di Assetto del Territorio del Comune di Vicenza, redatta nel novembre 2009 dallo Studio Mastella, descrive il territorio comunale come un'area dalla forma abbastanza regolare con confini frastagliati e caratterizzata dall'alternarsi di colline calcaree, vallecole infracollinari, pianure alluvionali recenti e pianure alluvionali antiche consolidate.

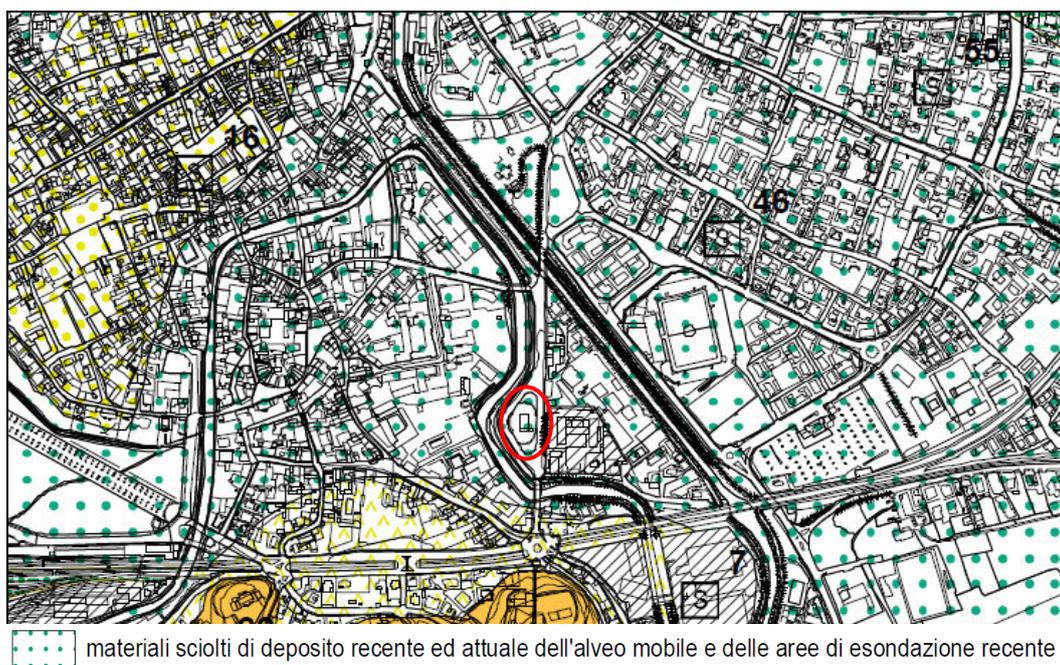
Vicenza si colloca tra i lembi estremi settentrionali dei Monti Berici e le ultime propaggini orientali dei Lessini. La parte di pianura, in generale, presenta una pendenza media da nord ovest a sud est di circa 0,1 % passando da una quota di 44 m s.l.m. a una quota di 26 m s.l.m..

L'area in esame rientra in un'area sub-pianeggiante.

Sotto l'aspetto geomorfologico il territorio comunale di Vicenza presenta un aspetto articolato attribuibile alle condizioni litologiche dell'area, caratterizzata da terreni alluvionali solcati da numerosi corsi d'acqua e da rilievi collinari carbonatici.

Per quanto riguarda l'inquadramento idrogeomorfologico le informazioni di seguito riportate sono state, invece, dal Piano di Assetto del Territorio e, in particolare, dalla Carta Geolitologica e dalla Carta Idrogeologica.

L'ambito si trova su terreni composti da materiali sciolti di deposito recente e attuale dell'alveo mobile e delle aree di esondazione recente; si tratta, nello specifico, di depositi alluvionali e fluvioglaciali a tessitura prevalentemente argillosa, limitati alle aree meridionali del territorio comunale.



Estratto Carta Geolitologica – Elaborato A (Piano di Assetto del Territorio)

## **5. IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)**

La redazione del Piano di Assetto Idrogeologico (relativamente ai Bacini dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione) da parte delle Autorità Competenti e delle Autorità di Bacino presenta come scopo primario quello di individuare e classificare opportunamente le zone soggette a pericolosità idraulica e geologica e a rischio idraulico.

Tra le prerogative del P.A.I. si evidenziano quelle di individuare delle strategie di gestione del territorio che mirano alla conservazione e tutela dello stesso, ricorrendo ove necessario anche agli strumenti normativi; di indicare, infine, politiche per la riduzione del rischio attraverso nuove modalità di comportamento e attraverso la realizzazione di opere che garantiscano la sicurezza del territorio o, al contrario, con la rimozione di quelle che possano metterlo a rischio. Il Piano classifica i territori in funzione delle condizioni di pericolosità e rischio, per entrambe le quali valgono le medesime norme, nelle seguenti classi:

- PERICOLOSITA':
  - P1 (pericolosità moderata);
  - P2 (pericolosità media);
  - P3 (pericolosità elevata);
  - P4 (pericolosità molto elevata);
  - Area fluviale
  - Zone di attenzione
- RISCHIO:
  - R1 (rischio moderato);
  - R2 (rischio medio);
  - R3 (rischio elevato);
  - R4 (rischio molto elevato).

### **5.1. Pericolosità e rischio idraulico e geologico**

Nella fase iniziale di stesura del P.A.I., noto l'evento di progetto e per tutte le tratte fluviali arginate riconosciute come critiche, un approccio metodologico semplificato ha consentito di delimitare l'estensione delle aree allagabili. L'impiego di modelli bidimensionali ha successivamente reso possibile estendere le perimetrazioni anche alle tratte fluviali non arginate o non necessariamente appartenenti al reticolo idrografico di pianura, individuando così le tratte potenzialmente esondabili e le corrispondenti aree allagabili.

Particolare attenzione è stata dedicata alle tratte sede di rotta storica o critiche secondo la modellazione matematica.

La pericolosità si traduce in rischio non appena gli effetti dei fenomeni naturali implicano un costo socioeconomico concreto, da valutarsi in relazione alla vulnerabilità ed all'indice di valore attribuibile a ciascun elemento coinvolgibile.

Con il termine di rischio, ed in riferimento a fenomeni di carattere naturale, si intende il prodotto di tre fattori:

- La pericolosità o probabilità di accadimento dell'evento calamitoso (**P**). La pericolosità dell'evento va riferita al tempo di ritorno,  $T_r$ , che rappresenta l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento viene uguagliata e superata mediamente una sola volta;
- il valore degli elementi a rischio, intesi come persone, beni localizzati, patrimonio ambientale (**E**);
- la vulnerabilità degli elementi a rischio (**V**), cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento calamitoso.

Si definisce il **danno** come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:

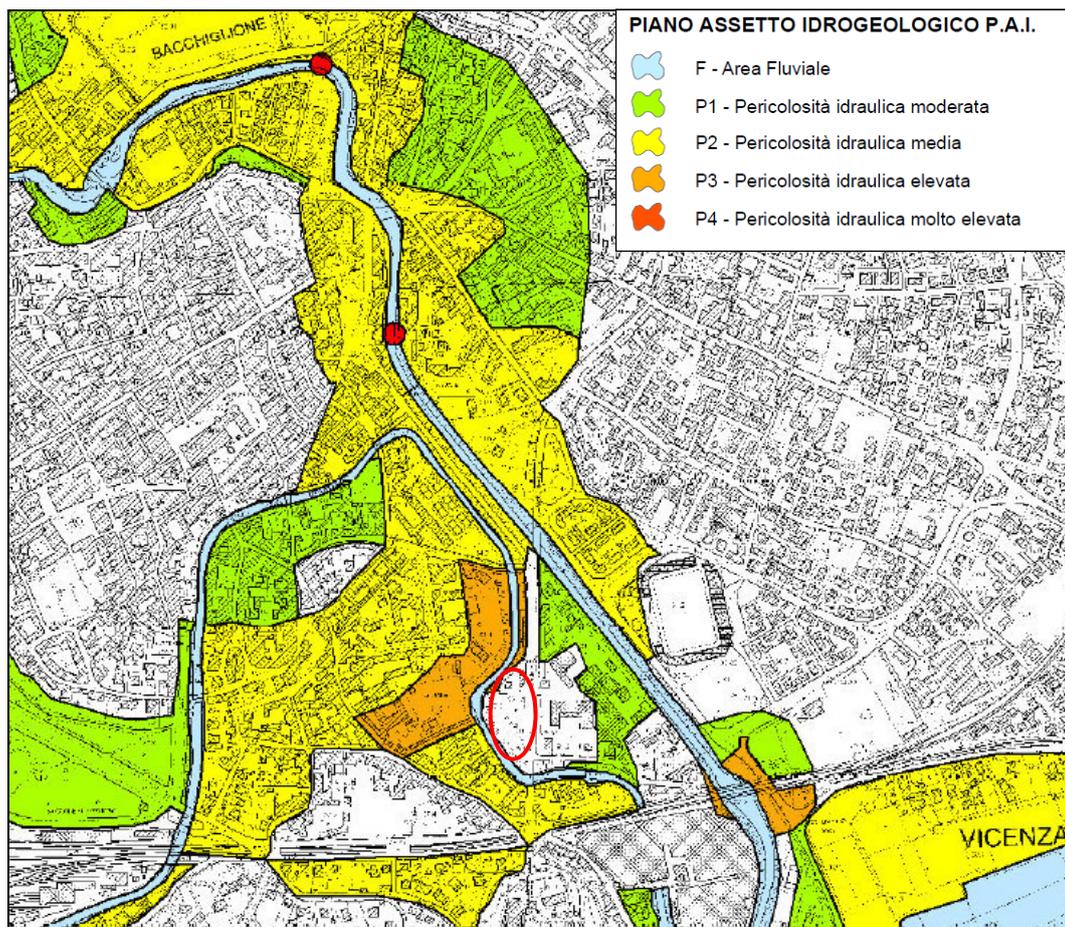
$$D = E \times V$$

Il rischio può essere determinato a livello teorico, mediante una formulazione di questo tipo:

$$R = P \times E \times V = P \times D$$

In base ai criteri classificativi del rischio disposti nell'Atto di Indirizzo e Coordinamento (D.P.C.M. 29/9/98), le diverse situazioni sono aggregate in quattro classi di rischio a gravosità crescente alle quali sono attribuite le seguenti definizioni:

- **R1 Moderato**: per il quale i danni sociali, economici e al patrimonio ambientale sono marginali;
- **R2 Medio**: per il quale sono possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agibilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- **R3 Elevato**: per il quale sono possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, l'interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;
- **R4 Molto elevato**: per il quale sono possibili la perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, la interruzione di funzionalità delle attività socioeconomiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale.



*Estratto Tav. 40 – Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Brenta-Bacchiglione*

Dalla Carta della Pericolosità Idraulica allegata al Piano di Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione, si evince che l'ambito di intervento ricade all'esterno della perimetrazione delle aree classificate a pericolosità idraulica.

## 6. I PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

### 6.1. Le curve di possibilità pluviometrica

I dati per la stima della portata meteorica sono stati forniti dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Meteorologico dell'ARPAV e si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica più gravosa di Vicenza, ovvero quella di Vicenza (città).

La serie dei valori di pioggia forniti da questa stazione copre un arco temporale che inizia nell'aprile 1997 e termina a maggio 2009.

L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora e per le precipitazioni di più ore consecutive. L'ARPAV fornisce direttamente i parametri di Gumbel da utilizzare in base alla durata delle precipitazioni e le altezze di pioggia (in mm) al variare del tempo di ritorno.

Di seguito si riportano le tabelle, prodotte dal Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio Servizio Meteorologico, riguardanti la stazione pluviografica di Vicenza (città):

- Massime precipitazioni annue per la durata di 5 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 5 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	10
<b>Deviazione standard (mm)</b>	3,04
<b>Alfa</b>	2,963
<b>Mu</b>	8,51
<i>Precipitazioni di durata 5 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	9,6
5 anni	13
10 anni	15,2
20 anni	17,3
50 anni	20,1
100 anni	22,1
200 anni	24,2

- Massime precipitazioni annue per la durata di 10 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 10 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	15,77
<b>Deviazione standard (mm)</b>	4,51
<b>Alfa</b>	4,386
<b>Mu</b>	13,56
<i>Precipitazioni di durata 10 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	15,2
5 anni	20,1
10 anni	23,4
20 anni	26,6
50 anni	30,7
100 anni	33,7
200 anni	36,8

- Massime precipitazioni annue per la durata di 15 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 15 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	18,18
<b>Deviazione standard (mm)</b>	4,99
<b>Alfa</b>	4,861
<b>Mu</b>	15,74
<i>Precipitazioni di durata 15 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	17,5
5 anni	23
10 anni	26,7
20 anni	30,2
50 anni	34,7
100 anni	38,1
200 anni	41,5

- Massime precipitazioni annue per la durata di 30 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 30 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	23,93
<b>Deviazione standard (mm)</b>	8,56
<b>Alfa</b>	8,333
<b>Mu</b>	19,74
<i>Precipitazioni di durata 30 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	22,8
5 anni	32,2
10 anni	38,5
20 anni	44,5
50 anni	52,3
100 anni	58,1
200 anni	63,9

- Massime precipitazioni annue per la durata di 45 minuti:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 45 minuti</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	28,43
<b>Deviazione standard (mm)</b>	11,78
<b>Alfa</b>	11,468
<b>Mu</b>	22,66
<i>Precipitazioni di durata 45 minuti con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	26,9
5 anni	39,9
10 anni	48,5
20 anni	56,7
50 anni	67,4
100 anni	75,4
200 anni	83,4

- Massime precipitazioni annue per la durata di 1 ora:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 1 ora</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	31,02
<b>Deviazione standard (mm)</b>	13,77
<b>Alfa</b>	13,405
<b>Mu</b>	24,26
<i>Precipitazioni di durata 1 ora con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	29,2
5 anni	44,4
10 anni	54,4
20 anni	64,1
50 anni	76,6
100 anni	85,9
200 anni	95,2

- Massime precipitazioni annue per la durata di 3 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 3 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	41,98
<b>Deviazione standard (mm)</b>	15,09
<b>Alfa</b>	14,684
<b>Mu</b>	34,59
<i>Precipitazioni di durata 3 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	40
5 anni	56,6
10 anni	67,6
20 anni	78,2
50 anni	91,9
100 anni	102,1
200 anni	112,4

- Massime precipitazioni annue per la durata di 6 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 6 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	51,78
<b>Deviazione standard (mm)</b>	14,53
<b>Alfa</b>	14,144
<b>Mu</b>	44,66
<i>Precipitazioni di durata 6 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	49,8
5 anni	65,9
10 anni	76,5
20 anni	86,7
50 anni	99,9
100 anni	109,7
200 anni	119,6

- Massime precipitazioni annue per la durata di 12 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 12 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	65,9
<b>Deviazione standard (mm)</b>	15,87
<b>Alfa</b>	15,456
<b>Mu</b>	58,12
<i>Precipitazioni di durata 12 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	63,8
5 anni	81,3
10 anni	92,9
20 anni	104
50 anni	118,4
100 anni	129,2
200 anni	140

- Massime precipitazioni annue per la durata di 24 ore:

<i>Parametri Gumbel per precipitazioni di durata 24 ore</i>	
<b>Numerosità (anni)</b>	12
<b>Media (mm)</b>	82,92
<b>Deviazione standard (mm)</b>	23,55
<b>Alfa</b>	22,936
<b>Mu</b>	71,37
<i>Precipitazioni di durata 24 ore con diversi tempi di ritorno</i>	
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>mm</b>
2 anni	79,8
5 anni	105,8
10 anni	123
20 anni	139,5
50 anni	160,9
100 anni	176,9
200 anni	192,8

Mediante l'interpolazione dei valori appena esposti, il dipartimento dell'ARPAV ha provveduto a fornire i parametri per calcolare le equazioni pluviometriche per ciascun tempo di ritorno. I risultati ottenuti forniscono i valori di a e n nell'equazione  $h = a \cdot t^n$ :

<b>Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata &lt;1h (espressa in ore)</b>		
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>A</b>	<b>n</b>
2 anni	31,589	0,452
5 anni	46,175	0,497
10 anni	55,821	0,515
20 anni	65,070	0,528
50 anni	77,038	0,540

<b>Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata 1-24h (espressa in ore)</b>		
<b>Tempo di ritorno</b>	<b>A</b>	<b>n</b>
2 anni	28,66	0,319
5 anni	42,778	0,268
10 anni	52,121	0,248
20 anni	61,081	0,234
50 anni	72,678	0,221

In allegato le curve di possibilità pluviometrica per i tempi di ritorno di 10, 20 e 50 anni.

## 6.2. Il tempo di ritorno

Il tempo di ritorno rappresenta uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento delle opere idrauliche. In particolar modo il tempo di ritorno rappresenta l'intervallo medio di tempo che statisticamente intercorre affinché un evento di determinata intensità venga uguagliato o superato.

Appare evidente che nell'assunzione del tempo di ritorno, da cui dipende direttamente la curva di possibilità pluviometrica, si debbano considerare anche caratteristiche estrinseche dell'opera, quali l'impatto fisico e sociale della stessa all'interno dell'ambito di intervento, in modo tale che siano minimizzati i rischi di insufficienza dell'opera, piuttosto che i danni.

Nella tabella seguente si riportano i valori indicativi generalmente assunti nella pratica progettuale per diverse tipologie di opera idraulica.

TIPOLOGIA DI OPERA	TEMPO DI RITORNO (anni)
Ponti e difese fluviali	100÷150
Difese di torrenti	20÷100
Dighe	500÷1000
Bonifiche	15÷25
Fognature urbane	5÷10
Tombini e ponticelli per piccoli corsi d'acqua	30÷50
Sottopassi stradali	50÷100
Cunette e fossi di guardia per strade importanti	10÷20

La normativa regionale ha dato indicazioni precise per quanto riguarda l'assunzione del tempo di ritorno per il dimensionamento dei volumi efficaci di laminazione per la verifica del principio di invarianza idraulica.

In particolare, nelle "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" allegata alla D.G.R. n. 1322 del 10/05/2006 si stabilisce che il tempo di ritorno cui fare riferimento è pari a 50 anni.

**Pertanto, nel presente documento, la stima dei volumi efficaci di invaso verrà condotta in riferimento ad un tempo di ritorno di 50 anni.**

### 6.3. Le superfici scolanti

L'area di intervento ha un'estensione complessiva pari a circa 13.277 mq e, allo stato attuale, si presenta già fortemente impermeabilizzata. Il progetto prevede la riqualificazione dell'area mediante la realizzazione di edifici a destinazione commerciale, con annessi standard di verde e parcheggio e la realizzazione di un nuovo percorso ciclopedonale che verrà collegato alla passerella, di futura realizzazione, sul Fiume Retrone.

Si sottolinea che parte delle superfici attualmente impermeabilizzate verranno trasformate in superfici permeabili nell'ambito dell'intervento.

Si riporta, di seguito, la suddivisione delle superfici scolanti interessate dall'intervento in oggetto.

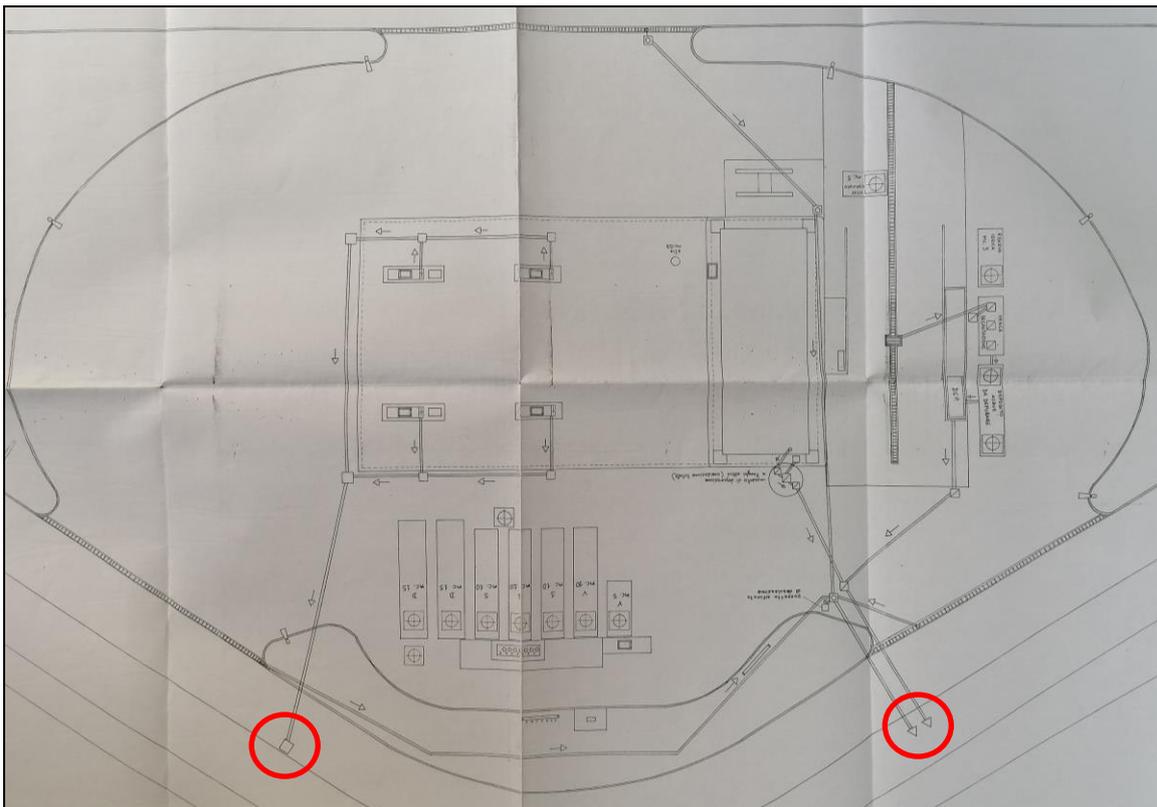
<b>Tabella delle superfici scolanti</b>		
Natura delle superfici scolanti	Stato Attuale (mq)	Stato Futuro (mq)
<b><i>Area totale</i></b>	<b>13.277</b>	<b>13.277</b>
Superficie impermeabile (edifici, viabilità, parcheggi, ...)	7.458	7.419
Superficie a verde	5.819	5.858
<b><i>Percentuale superficie impermeabile</i></b>	<b>56.17 %</b>	<b>55.87 %</b>
<b><i>Percentuale superficie permeabile</i></b>	<b>43.83 %</b>	<b>44.12 %</b>

Si verifica, pertanto, che la configurazione di progetto prevede un lieve incremento della superficie permeabile rispetto allo stato attuale; perciò, in prima ipotesi, si può ritenere che la trasformazione dell'area (che essenzialmente prevede una trasformazione della destinazione d'uso del suolo) risulta essere invariante rispetto allo stato attuale.

### 6.4. Punti di scarico esistenti

L'ambito di intervento, allo stato attuale quasi completamente impermeabilizzato, come detto, è già dotato di tre distinti punti di scarico autorizzati sul Fiume Retrone.

Si riporta di seguito un estratto delle planimetrie, relative allo stato di fatto, reperite presso l'Archivio del Comune di Vicenza, con indicata l'attuale posizione dei punti di scarico.



*Estratto Planimetrie impianti: smaltimento acque*

## 6.5. Il coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso  $\phi$  è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi.

Il coefficiente di deflusso è determinato infatti come il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Il coefficiente di deflusso viene valutato considerando le caratteristiche di permeabilità delle diverse superfici presenti nell'intero bacino scolante.

Per le reti destinate alla raccolta delle acque meteoriche di un centro abitato valgono, di massima, i coefficienti relativi a una pioggia avente durata di un'ora.

<i>Valori del coefficiente di deflusso relativi a una pioggia avente durata oraria</i>	
<i>Tipi di superficie</i>	$\phi$
Tetti metallici	0,95
Tetti a tegole	0,90
Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,7÷0,8
Tetti piani ricoperti di terra	0,3÷0,4
Pavimentazioni asfaltate	0,9
Pavimentazioni in pietra	0,8
Massicciata in strade ordinarie	0,4÷0,8
Strade in terra	0,4÷0,6
Zone con ghiaia non compressa	0,15÷0,25
Giardini	0÷0,25
Boschi	0,1÷0,3
Parti centrali di città completamente edificate	0,70÷0,90
Quartieri con pochi spazi liberi	0,50÷0,70
Quartieri con fabbricati radi	0,25÷0,50
Tratti scoperti	0,10÷0,30
Terreni coltivati	0,20÷0,60

(Fonte: Luigi Da Deppo e Claudio Datei dal volume "Fognature")

Altri utili valori assegnati al coefficiente di deflusso sono proposti nella seguente tabella.

<i>Permeabilità dei vari tipi di rivestimento</i>	
<i>Tipo superficie raccolta</i>	<i>Coefficiente deflusso</i>
Tetti a falde	1,00
Lastricature con fughe ermetiche	1,00
Rivestimenti bituminosi	0,90
Coperture piane con ghiaietto	0,80
Lastricature miste, clinker, piastrelle	0,70
Lastricature medio/grandi con fughe aperte	0,60
Asfalto poroso	0,50÷0,40
Rivestimenti drenanti, superfici a ghiaietto	0,50÷0,40
Griglie in calcestruzzo	0,30÷0,20
Coperture piane seminate a erba	0,30÷0,20
Prati	0,25
Prati di campi sportivi	0,20÷0,00
Superfici coperte di vegetazione	0,20÷0,00

(Fonte: Prof. Liesecke, I.G.G., Università di Hannover)  
(Da "Ciclo delle acque in ambiente costruito" Prof. E.R. Trevisiol)

Sulla base delle indicazioni riportate nella D.G.R. 1322/06 si sono assunti i seguenti valori del coefficiente di deflusso

$\phi = 0,20$  per le superficie a verde permeabili (aree verdi, ecc.);

$\phi = 0,90$  per aree impermeabili (tetti degli edifici, strade, pavimentazioni etc.).

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio  $\phi_{\text{medio}}$ :

$$\phi_m = \sum(S_i \times \phi_i) / S$$

$\phi_m$  = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale;

S = superficie scolante totale (mq);

S<sub>i</sub> = Superfici scolanti omogenee (mq);

$\phi_i$  = coefficiente di deflusso relativo alle S<sub>i</sub>;

Nel caso in esame, si determinano i seguenti valori del coefficiente di deflusso medio:

- **Configurazione attuale - coefficiente di deflusso medio  $\Phi_{\text{medio}} = 0,59$ ;**
- **Configurazione di progetto - coefficiente di deflusso medio  $\Phi_{\text{medio}} = 0,59$ .**

## 6.6. Il tempo di corrivazione

Recenti studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) determinano una stima del tempo di accesso a mezzo del modello del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Per determinare il tempo di corrivazione  $t_c$  nello stato di progetto, area urbanizzata, si deve fare riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui  $t_a$  è il tempo d'accesso alla rete, sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché alla altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto.

Tali studi hanno condotto, per sottobacini sino a 10 ettari, all'equazione:

$$t_{ai} = ((3600^{(n-1)/4} 0,5 l_i) / (s_i^{0,375} (a \phi_i S_i)^{0,25}))^{4/(n+3)}$$

essendo:

$t_{ai}$  = tempo d'accesso dell'*i*-esimo sottobacino [s]

$l_i$  = massima lunghezza del deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [m]

$s_i$  = pendenza media dell'*i*-esimo sottobacino [m/m]

$\phi_i$  = coefficiente di deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [m/m]

$S_i$  = superficie di deflusso dell'*i*-esimo sottobacino [ha]

$a, n$  = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Per la determinazione di  $l_i$  viene proposta l'equazione:

$$l_i = 19,1 (100 S_i)^{0,548}$$

nella quale  $S_i$  è in ettari e la lunghezza  $l_i$  in metri.

Nel caso in esame il sottobacino considerato, per la determinazione del tempo di accesso alla rete, è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Il tempo di rete  $t_r$ , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria;  $t_r$  è quindi determinato dal rapporto la lunghezza della rete e la velocità della corrente

$$t_r = \sum L_i/V_i$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo.

Si determinano i seguenti tempi di corrivazione per i due casi:

- **Stato attuale – tempo di corrivazione  $t_c = 12$  minuti (0,20 ore);**
- **Configurazione di progetto - tempo di corrivazione  $t_c = 14$  minuti (0,23 ore).**

## 6.7. Il calcolo della portata meteorica

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il **metodo razionale**, noto in Italia come **metodo cinematico** o del **ritardo di corrivazione**; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi e generalmente applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

L'ipotesi di base del metodo cinematico prevede l'assunzione di un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione: in tal modo tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima.

La portata massima nella sezione terminale si ha assumendo un tempo di pioggia (durata della precipitazione) pari al tempo di corrivazione calcolato.

La condizione *tempo di pioggia (t) = tempo di corrivazione (tc)* porta ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato da un valore massimo della portata doppio di quello medio; in tale ipotesi tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con le ipotesi di cui sopra e dalla relazione seguente proposta dal **metodo cinematico** si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{max} = \phi_{medio} S h / t$$

in cui:

$Q_{max}$  = portata massima (l/s)

$\phi_{medio}$  = coefficiente di deflusso medio;

S = superficie scolante totale;

h = altezza di pioggia valutata con l'espressione relativa alla curva di possibilità climatica;

t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione  $t_c$ .

Il calcolo della portata massima scolante è stato condotto facendo riferimento ad un tempo di ritorno pari a 20 anni, ottenendo i seguenti risultati:

- **Stato attuale – portata massima  $Q_{max} = 304$  l/s (229 l/s ha);**
- **Configurazione di progetto - portata massima  $Q_{max} = 283$  l/s (213 l/s ha).**

Si verifica quindi che la portata massima scolante superficialmente della configurazione attuale è leggermente inferiore a quella stimata per la configurazione di progetto.

Pertanto, osservando i risultati ottenuti e sottolineando che l'intervento di progetto prevede un lieve aumento della superficie permeabile, si può concludere che l'intervento è da ritenersi migliorativo dal punto di vista idraulico.

## **7. CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO**

Per ottenere un quadro più completo, nel calcolo dei volumi efficaci di laminazione sono stati adottati due diversi approcci, di seguito descritti.

In particolare, sono stati utilizzati:

- un modello di calcolo analitico che simula la variabilità dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, imponendo un valore limite di portata allo scarico;
- uno schema di calcolo semplificato che determina la differenza tra il volume smaltito nello stato attuale e a seguito dell'intervento urbanistico. La differenza ottenuta rappresenterà il volume che dovrà essere invaso.

### **7.1. Modello di calcolo analitico**

Il calcolo dei volumi efficaci di invaso viene condotto imponendo un valore limite di portata scaricata, considerando che la normativa impone che il regime idraulico non venga modificato a seguito degli interventi di urbanizzazione.

Nel caso in oggetto, considerando che l'ambito risulta già urbanizzato e che quindi la portata di deflusso superficiale, nello stato attuale, è strettamente legata alla durata della precipitazione, si è ritenuto opportuno stimare il volume di invaso, applicando un modello a portata variabile. Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito alla sezione di chiusura, il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione.

A tale scopo è stato predisposto un modello che simula il comportamento dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di concentrarli in corrispondenza della sezione di uscita del bacino considerato. Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale considerata tra le piogge orarie) e della portata di deflusso (assegnata come detto variabile, in funzione della durata dell'evento meteorico):

- l'altezza della precipitazione;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematico;
- la portata di deflusso alla sezione di chiusura, relativa allo stato attuale, valutata con l'espressione del metodo cinematica e assumendo il coefficiente di deflusso dello stato attuale;

- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata di deflusso;
- Il volume di invaso superficiale (diffuso sulla superficie scolante) è costituito dalle capacità riempite dalle acque (grondaie, cunette, avvallamenti del terreno, pozzetti, caditoie) e dal velo idrico che scorre sulla superficie stradale (0,5-2 mm) e assunto pari a 0 mc a favore di sicurezza;
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ( $Q_{defluita} \times \text{tempo di pioggia}$ );
- il volume di pioggia da invasarsi ( $V_{invaso} = V_{pioggia} - V_{defluito} - V_{invaso\text{ superficiale}}$ ).

Per l'ambito in oggetto, considerando anche quanto dedotto in precedenza in relazione al lieve incremento della superficie permeabile, si verifica che la portata defluita nello stato attuale risulta sempre superiore alla portata di pioggia calcolata con un tempo di ritorno di riferimento di 50 anni.

Pertanto, dall'applicazione del modello idraulico si verifica la non necessità di realizzare misure di mitigazione idraulica per l'intervento in oggetto.

## **7.2. Schema di calcolo semplificato**

Come secondo approccio è stato utilizzato uno schema semplificato di calcolo, proposto dal Genio Civile di Vicenza, per la determinazione dei massimi volumi di invaso.

Tale schematizzazione considera una precipitazione pari a 100 mm (valore di pioggia oraria superiore alla intensità critica oraria per Tr cinquantennale e suggerito da alcuni Consorzi di Bonifica) distribuita in modo uniforme sull'intera superficie scolante: risulta così noto il volume di precipitazione che investe l'area. Per ogni tipologia di superficie, in funzione del coefficiente di deflusso, si determina il volume infiltrato e quello che di contro defluisce superficialmente.

Tale calcolo viene effettuato sia per la situazione in essere che per quella di progetto: la differenza tra i volumi complessivi di invaso relativi rispettivamente alla configurazione di progetto e allo stato attuale, fornisce il volume efficace che deve essere mitigato, conseguentemente all'incremento della superficie impermeabile, dovuta alla variante.

Nel caso in esame il calcolo effettuato fornisce un valore del volume invasato nello stato futuro inferiore a quello invasato nello stato attuale (la differenza di volume riporta un valore negativo, come deducibile dal foglio di calcolo allegato).

Ciò significa che la configurazione di progetto, da un punto di vista idraulico, risulta migliorativa rispetto allo stato in essere.

A conferma del modello di calcolo analitico, pertanto, anche lo schema semplificato verifica la non necessità di realizzare misure di mitigazione dell'impatto idraulico.

### **7.3. Volumi efficaci di invaso**

Nei paragrafi precedenti si è determinato come l'intervento risulti idraulicamente invariante rispetto allo stato attuale, arrivando, anzi, ad un leggero miglioramento della superficie permeabile.

**Per tale motivo, non si ritiene necessario realizzare un volume di accumulo temporaneo.**

## **8. CONCLUSIONI**

L'intervento di progetto, facente parte del Piano Urbanistico 1 "Piazza Università e Piazza delle Piarde", prevede la riqualificazione dell'area, su cui sorgeva una stazione di servizio, lungo viale Margherita, nel Comune di Vicenza.

Il progetto prevede la realizzazione di due nuovi edifici commerciali con i relativi standard urbanistici e di un nuovo percorso ciclopedonale che si collegherà alla passerella, di futura realizzazione, sul Fiume Retrone.

Le opere, come detto, andranno ad occupare un'area già quasi completamente impermeabilizzata e dotata di tre punti di scarico, già precedentemente autorizzati.

A tal proposito si può quindi concludere che l'intervento, considerato anche il fatto che le opere in progetto prevedono un lieve aumento della superficie permeabile, risulta essere migliorativo rispetto allo stato preesistente e non richiede la realizzazione di misure compensative dell'impatto idraulico.

Si sottolinea, infine, che i tre punti di scarico esistenti verranno utilizzati per convogliare le acque meteoriche provenienti dall'intervento in oggetto.

## **9. ALLEGATI**

### **ALLEGATI DI CALCOLO**

- Elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica;
- Calcoli idraulici – Configurazione stato attuale;
- Calcoli idraulici – Configurazione di progetto;
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia.

**CALCOLI IDRAULICI**  
**Stato Attuale**

**DATI GENERALI**

Comune	<b>Vicenza</b>				
Progetto	<b>Riqualificazione area lungo viale Margherita</b>				
<b>Sc (mq)</b>	<b>13 277</b>	S (ha)	1,3277	S (Kmq)	0,013277
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T>1 ORA (Curva di Vicenza città)					
Tr (anni)	10	20	50		
a	<b>52,121</b>	<b>61,081</b>	<b>72,678</b>		
n	<b>0,248</b>	<b>0,234</b>	<b>0,221</b>		
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T<1 ORA (Curva di Vicenza città)					
Tr (anni)	10	20	50		
a	<b>55,821</b>	<b>65,07</b>	<b>77,038</b>		
n	<b>0,515</b>	<b>0,528</b>	<b>0,54</b>		

**CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO**

<u>SUPERFICI</u>	<i>S<sub>i</sub></i>	$\varphi$	<i>S<sub>i</sub> x <math>\varphi</math></i>
Superficie impermeabile (parcheggi, viabilità,...)	7458	0,90	6 712
Superficie permeabile (verde)	5 819	0,20	1 164
<b>Totale</b>	<b>13 277</b>	<b>0,59</b>	<b>7 876</b>
<b>Valore assunto per il coefficiente di deflusso</b>		<b>0,59</b>	

**CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**

*Formulazione suggerita nel 1997 dal Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti)*

*Tempo di corrivazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete*

**CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE**

S <sub>i</sub>	l <sub>i</sub>	l <sub>i</sub> *	$\varphi_i$	s <sub>i</sub>	a	n	t <sub>ai</sub>	t <sub>ai</sub>
(mq)	(m)	(m)					(s)	(min)
13277	278	278	0,59	0,001	65,07	0,528	555	9
<i>tempo di accesso minimo</i>								<b>5</b>

l<sub>i</sub>\* = massima lunghezza della rete misurato sulla rete di progetto  
 t<sub>ai</sub> = tempo di accesso dell'iesimo sottobacino  
 s<sub>i</sub> = pendenza media dell'iesimo sottobacino  
 S<sub>i</sub> = superficie dell'iesimo

**CALCOLO DEL TEMPO DI RETE**

Tratto	Descrizione	V <sub>ui</sub>	L <sub>i</sub>	t <sub>ri</sub>	t <sub>ri</sub>
		(m/s)	(m)	(s)	(min)
1	Condotto fittizio (massima lunghezza)	0,8	278	347	5
<b>Totale</b>				<b>347</b>	<b>3</b>

**CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**

t <sub>a</sub>	t <sub>r</sub>	t <sub>c</sub>	t <sub>c</sub>
(min)	(min)	(min)	(ore)
9	3	12	0,2

**CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO**

Tr	$\varphi$	a	n	t	t	h	j	S
				(min)	(ore)	(mm)	(mm/ora)	(mq)
<b>20</b>	0,59	65,07	0,528	<b>12</b>	0,20	27,82	139,09	13 277

**CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI**

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
<b>20</b>	<b>304</b>	<b>229</b>	<b>219</b>

## CALCOLI IDRAULICI Configurazione di progetto

### DATI GENERALI

Comune	<b>Vicenza</b>				
Progetto	<b>Riqualificazione area lungo viale Margherita</b>				
<b>Sc (mq)</b>	<b>13 277</b>	S (ha)	1,3277	S (Kmq)	0,013277
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T>1 ORA (Curva di Vicenza)					
Tr (anni)	10	20	50		
a	<b>52,121</b>	<b>61,081</b>	<b>72,678</b>		
n	<b>0,248</b>	<b>0,234</b>	<b>0,221</b>		
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T<1 ORA (Curva di Vicenza)					
Tr (anni)	10	20	50		
a	<b>55,821</b>	<b>65,07</b>	<b>77,038</b>		
n	<b>0,515</b>	<b>0,528</b>	<b>0,54</b>		

### CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

<u>SUPERFICI</u>	<i>Si</i>	$\varphi$	<i>Si x <math>\varphi</math></i>
Superficie impermeabile (parcheggi, vaibilità,...)	7419	0,90	6 677
Superficie permeabile (verde)	5 858	0,20	1 172
<i>Totale</i>	13 277	0,59	7 849
<b>Valore assunto per il coefficiente di deflusso</b>		<b>0,59</b>	

### CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

*Formulazione suggerita nel 1997 dal Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti)*

*Tempo di corrivazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete*

#### CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE

<i>Si</i>	<i>li</i>	<i>li*</i>	$\varphi_i$	<i>si</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>tai</i>	<i>tai</i>
(mq)	(m)	(m)					(s)	(min)
13277	278	278	0,59	0,001	65,07	0,528	556	9
<i>tempo di accesso minimo</i>								<b>5</b>

*li\** = massima lunghezza della rete misurato sulla rete di progetto  
*tai* = tempo di accesso dell'iesimo sottobacino  
*si* = pendenza media dell'iesimo sottobacino  
*Si* = superficie dell'iesimo

#### CALCOLO DEL TEMPO DI RETE

Tratto	Descrizione	<i>Vui</i>	<i>Li</i>	<i>tri</i>	<i>tri</i>
		(m/s)	(m)	(s)	(min)
1	Condotto fittizio (massima lunghezza)	0,8	278	347	5
<b>Totale</b>				<b>347</b>	<b>5</b>

#### CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

<i>ta</i>	<i>tr</i>	<i>tc</i>	<i>tc</i>
(min)	(min)	(min)	(ore)
9	5	<b>14</b>	<b>0,23</b>

### CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO

Tr	$\varphi$	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>t</i>	<i>t</i>	<i>h</i>	<i>j</i>	<i>S</i>
				(min)	(ore)	(mm)	(mm/ora)	(mq)
<b>20</b>	0,59	65,07	0,528	<b>14</b>	0,23	29,95	130,21	13 277

### CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

Tr	<i>Q</i>	<i>u</i>	<i>V pioggia</i>
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
<b>20</b>	<b>283</b>	<b>213</b>	<b>234</b>

**VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA**

**DATI DI INPUT**

Q defluita scarico (totale)	304	l/s	portata defluita allo stato attuale
Q defluita/ettaro	229	l/(s ha)	
Coef. deflusso area	$\varphi$	0,59	
Volume superficiale /ha	10	(mc/ha)	
Volume superficiale	13	mc	

**CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE**

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA									
Tr (anni)	50				a	t > 1 ora	t < 1 ora		
					n	72,678	77,038		
						0,221	0,540		
tempo	h	J	Q	Q	V	V	V	V	
			pioggia	defluita	pioggia	defluito	superficiale	invaso	
(ore)	(mm)	(mm/h)	(l/s)	(l/s)	(mc)	(mc)	(mc)	(mc)	
0,25	36,44	145,76	318	304	286	274	13	0	
0,50	52,98	105,97	231	304	416	416	13	0	
0,75	65,95	87,94	192	304	518	518	13	0	
1,00	72,68	72,68	158	304	570	570	13	0	
2,00	84,71	42,35	92	304	665	665	13	0	
3,00	92,65	30,88	67	304	727	727	13	0	
4,00	98,73	24,68	54	304	775	775	13	0	
5,00	103,72	20,74	45	304	814	814	13	0	
6,00	107,99	18,00	39	304	848	848	13	0	
7,00	111,73	15,96	35	304	877	877	13	0	
8,00	115,08	14,38	31	304	903	903	13	0	
9,00	118,11	13,12	29	304	927	927	13	0	
10,00	120,89	12,09	26	304	949	949	13	0	
11,00	123,47	11,22	24	304	969	969	13	0	
12,00	125,86	10,49	23	304	988	988	13	0	
13,00	128,11	9,85	21	304	1006	1006	13	0	
14,00	130,23	9,30	20	304	1022	1022	13	0	
15,00	132,23	8,82	19	304	1038	1038	13	0	
V massimo (mc)									0
<b>VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO</b>							(mc)	<b>0</b>	
<b>Volume di laminazione /ettaro totali</b>							(mc/ha)	0	

**VOLUMI EFFICACI DI INVASO**

A favore di sicurezza si assume come volume minimo efficace di invaso il maggiore derivante dal confronto tra la capacità di invaso stimata mediante il modello di calcolo analitico e quella richiesta dal Consorzio di Bonifica Brenta.

Volume efficace specifico per ettaro di superficie trasformata stimato con il metodo analitico (mc/ha)	0
Volume efficace di invaso stimato con il metodo analitico (mc)	0
Volume efficace specifico per ha di superficie trasformata stimato con il metodo semplificato (mc/ha)	-2
Volume efficace di invaso stimato con il metodo semplificato (mc)	-3

<b>Volume specifico di invaso da realizzare per l'ambito di intervento (mc/ha)</b>	<b>0</b>
<b>Volume efficace di invaso da realizzare per l'ambito di intervento (mc)</b>	<b>0</b>

## VALUTAZIONE DI MASSIMA INVASO IDRICO - ANALISI SEMPLIFICATA PER PIOGGIA DI DURATA ORARIA

Intervento: PU1 - Piazza Università e Parco delle Piarde

Trasformazione superfici parcheggio	SITUAZIONE ATTUALE		SITUAZIONE PROGETTO		DIFFERENZE			
	Pioggia (mm)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	
	100,00	13 277	1 328	13 277	1 328	13 277	1 328	
Tipo di superficie e % capacità Invaso	%	altezza vaso (mm)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)
Superficie impermeabile	10	10	7 458	75	7 419	74	-39	0
Superficie permeabile	80	80	5 819	466	5 858	469	39	3
<b>TOTALI VOLUMI INVASATI mc</b>			<b>ATTUALI</b>	<b>540</b>	<b>FUTURI</b>	<b>543</b>	<b>DIFFERENZA</b>	<b>3</b>
							<b>Volume da invasare (mc)</b>	<b>-3</b>
							Volume di invasore specifico (mc/ha)	-2