

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

IL DIRETTORE SETTORE URBANISTICA  
f.to dott. Danilo Guarì

COMUNE DI VICENZA



ALLEGATO ALLA DELIB. DI G.C.
N. 98 del 18.4.2012
REDAZIONE
F.to MORENI
IL SEGRETARIO COMUNALE
F.to CAPORRINO

*Piano attuativo di insediamento residenziale PAD 1 Debba  
ed area a parcheggio SP6*

## VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

**(Revisione n. 2 – per richiesta approfondimenti U.T.C.)**

(L. 3 agosto 1998 n. 267)

**Il Consulente idraulico**

Ing. Giovanni Crosara



Vicenza, 22/06/2011

**Giovanni Crosara** *ingegnere civile idraulico*

**+studi** INGEGNERIA

Stradella S. Pietro, 3

36100 VICENZA

Tel e Fax: +39 - 0444 541 888

E-mail: crosara@piustudi.eu



## INDICE

<b>1. Premessa e quadro normativo di riferimento</b>	<b>2</b>
<b>2. Il P.A.T. del Comune di Vicenza</b>	<b>3</b>
2.1. Valori di mitigazione minimi richiesti nella Valutazione di Compatibilità Idraulica	3
2.2. Compatibilità geologica e Carta delle Fragilità	4
<b>3. Contenuti generali della valutazione di compatibilità</b>	<b>9</b>
<b>4. Alluvione del 1 novembre 2010</b>	<b>12</b>
<b>5. Inquadramento ambito di intervento</b>	<b>16</b>
5.1. Inquadramento idraulico	17
<b>6. I principali parametri idraulici di dimensionamento</b>	<b>18</b>
6.1. Le curve di possibilità pluviometrica	18
6.2. Il tempo di ritorno	21
6.3. Le superfici scolanti	22
6.4. Il coefficiente di deflusso	23
6.5. Il tempo di corrivazione	25
6.6. Il calcolo della portata meteorica	27
<b>7. Calcolo dei volumi di invaso</b>	<b>28</b>
7.1. Modello di calcolo analitico	28
7.2. Schema di calcolo semplificato	29
7.3. Conclusioni	29
<b>8. Misure da attuare per mitigare l'impatto idraulico</b>	<b>30</b>
8.1. Possibili interventi di mitigazione	30
8.2. Intervento di mitigazione proposto	35
8.3. Punto di scarico	36
8.4. Manufatto limitatore di portata	37
<b>ALLEGATI</b>	<b>38</b>



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

Con il presente documento viene redatta la *Valutazione di Compatibilità Idraulica*, ai sensi della Legge 3 agosto 1998, n.267, relativamente al "Piano attuativo di insediamento residenziale PAD1 Debba" nel Comune di Vicenza.

A seguito della D.G.R. n. 3637 del 13.12.2002, pubblicata dal B.U.R. n. 18 del 18.02.2003, di recepimento delle disposizioni di cui alla citata L. 267/98, tutti gli strumenti urbanistici adottati dopo il 18.2.2003, o la cui fase di controdeduzioni non sia conclusa entro tale data, devono produrre uno studio di compatibilità idraulica.

In sede di applicazione della D.G.R. si è riscontrata la necessità che siano fornite ulteriori indicazioni per ottimizzare la procedura finalizzata ad assicurare un adeguato livello di sicurezza del territorio.

L'entrata in vigore della L.R. n. 11 del 23.04.2004, nuova disciplina regionale per il governo del territorio, ha sensibilmente modificato l'approccio per la pianificazione urbanistica talché si è evidenziata la necessità che anche la Valutazione di Compatibilità Idraulica venga adeguata alle nuove procedure.

Per aggiornare le modalità operative al nuovo assetto intervenuto e per aggiornare i contenuti e le procedure si rende necessario ridefinire le "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di Compatibilità Idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" riportate in allegato alla D.G.R. n. 1322 del 10.05.2006, di cui costituiscono parte integrante, che sostituiscono la precedente versione allegata alla D.G.R. 3637/2002.

Si evidenzia **che l'ambito di intervento è già stato oggetto di Valutazione di compatibilità idraulica nell'ambito del cosiddetto "Piano Frazioni" del Comune di Vicenza, redatta dallo scrivente in data 30/04/2004.**

**Il Genio Civile di Vicenza ha espresso parere favorevole al documento con nota del 23/09/2004 prot. gen. 46699.**

Nella VCI del 2004 si era considerata una superficie d'ambito leggermente inferiore rispetto a quella attualmente oggetto di intervento (in particolare 3.120 mq contro i 3.405 attuali) ed inoltre il tempo di ritorno cui si era fatto riferimento per il calcolo dei volumi efficaci di invaso era pari a 20 anni.

**Considerando pertanto, sia l'incremento della superficie d'ambito, sia l'aggiornamento della normativa in materia di mitigazione idraulica, viene redatto il presente documento di Valutazione di Compatibilità Idraulica.**

## 2. IL P.A.T. DEL COMUNE DI VICENZA

### 2.1. Valori di mitigazione minimi richiesti nella Valutazione di Compatibilità Idraulica

L'area oggetto di questo studio risulta essere interessata dalla "Scheda di intervento 5/9" allegata alla Valutazione di Compatibilità Idraulica del PAT del Comune di Vicenza redatta dallo scrivente.

La Scheda considera un ipotetico stato di progetto relativo ad un insediamento residenziale denominato "DEBBA PAD1" e consiste in una valutazione del grado di impermeabilità delle superfici, delle portate nello stato attuale e futuro e del volume di accumulo efficace da invasare al fine di garantire l'invariabilità idraulica.

La presente relazione adotterà lo stesso schema di calcolo delle portate e dei volumi di invaso riportati nella Scheda 5/9, utilizzando però i valori di superficie e grado di impermeabilità relativi allo stato di progetto.

Di seguito si riporta l'estratto dalla VCI allegata al PAT.

#### **\* 1.13 DEBBA PAD 1 (SCHEDA 5/9)**

##### *1.13.1 Inquadramento territoriale*

*L'area denominata DEBBA PAD 1 di superficie 3.305 mq è attualmente a verde ed è posta ad una quota media di 25,60 m s.m.m a sud della Riviera Berica. a ridosso della Riviera Berica lungo via Faggin. In tale ambito è prevista la realizzazione di nuove superfici utili residenziali.*

##### *1.13.2 Inquadramento idraulico*

*Dal punto di vista idraulico l'area recapita le acque meteoriche nella rete idrografica minore in parte tombinata. A nord dell'area in questione, oltre la Riviera Berica scorre il Fiume Bacchiglione. Verificando la cartografia allegata al P.A.I., si deduce che la superficie in oggetto è esterna a qualsiasi area classificata come pericolosa.*

##### *1.13.3 Calcolo dei volumi efficaci di invaso*

*Per la configurazione di progetto, non avendo parametri fissati a priori, si è fatto riferimento alla suddivisione delle aree precedentemente riportata nel paragrafo introduttivo.*

*Il coefficiente di deflusso medio, stimato nella configurazione di progetto è pari a 0,60 mentre nella configurazione attuale è pari a 0,1. Si è considerato la portata allo scarico corrispondente al valore dello stato attuale e stimato in 5 l/s ha.*

*Dal confronto tra il volume calcolato con il metodo analitico e con lo schema semplificato si ricava che **il volume efficace di invaso massimo per un Tr uguale a 50 anni risulta pari a 165 mc (500 mc/ha).***

*Per il dettaglio si rimanda all'allegata **SCHEDA 5/9** per un Tr di 50 anni.*

I valori determinati sono da ritenersi indicativi dell'ordine di grandezza minimo e da integrare con ulteriori analisi approfondite e con le prescrizioni eventualmente proposte dai Consorzi di Bonifica nel momento dell'attuazione del Piano degli Interventi.

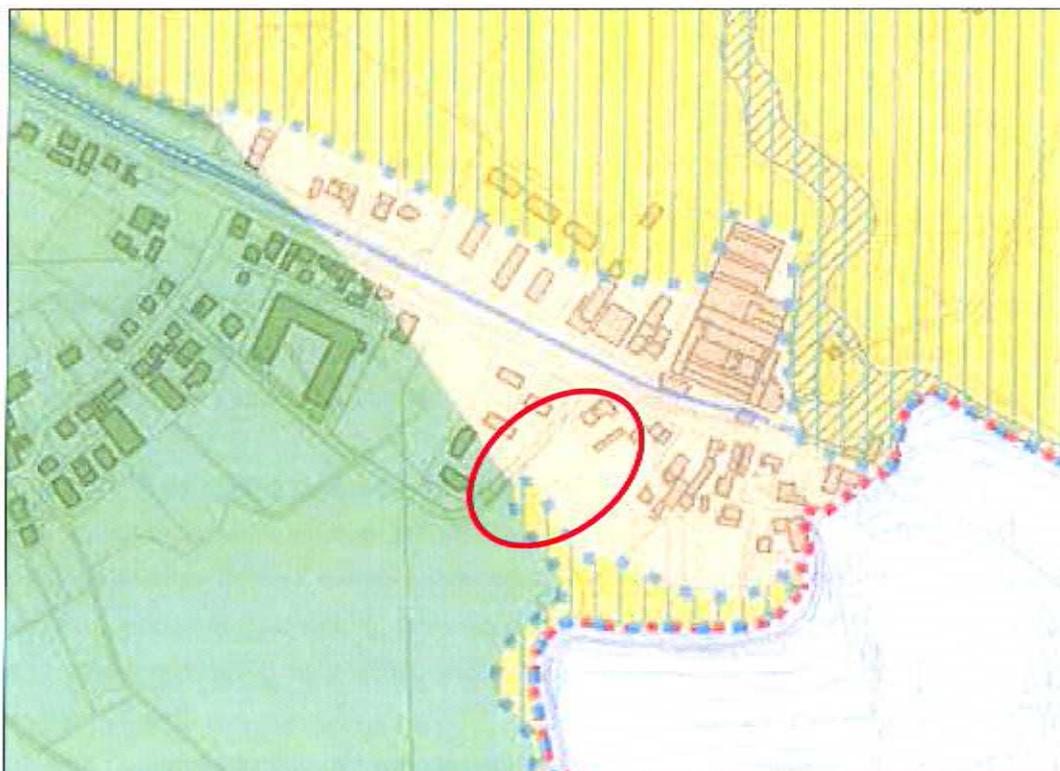
Si ricorda che, generalmente, la natura del terreno e la quota della falda nel territorio del Comune di Vicenza non permettono la dispersione delle acque meteoriche mediante infiltrazione nel sottosuolo. Qualora indagini geologico-geotecniche di dettaglio evidenziassero per l'area in esame la possibilità di realizzare dei sistemi a dispersione, il tempo di ritorno cui fare riferimento nel calcolo idraulico è di 200 anni (come da normativa regionale). In tal caso il volume efficace di invaso che dovrà essere ricavato risulta pari a 197 mc (597 mc/ha)."

## 2.2. Compatibilità geologica e Carta delle Fragilità

L'area oggetto di studio si trova nei seguenti ambiti individuati dalla Carta delle fragilità, allegato grafico n.3 al PAT del Comune di Vicenza approvato il 26 agosto 2010:

- a) "Area idonee"
- b) "Area idonee a condizione (01)";
- c) "Area idonee a condizione (02)";

Inoltre una porzione dell'area ricade nell'ambito "Aree esondabili o a ristagno idrico".



Carta delle fragilità – Allegato 3 P.A.T. Comune di Vicenza

Si riporta un estratto dell'art.14 delle NTA del P.A.T. circa le prescrizioni previste per ogni intervento ricadente in questo ambito.

*[omissis]*

**a. AREE IDONEE:** si tratta di aree in cui la falda risulta sempre maggiore di 2 metri di profondità da piano campagna. Esse sono costituite prevalentemente da depositi granulari a diversa pezzatura (sabbie e ghiaie fini) in matrice limosa argillosa di caratteristiche geotecniche buone. Tali aree peraltro sono ad alta vulnerabilità per gli acquiferi sotterranei; in tali aree non c'è alcun limite all'edificabilità; l'indagine geologica sarà redatta come previsto dalla normativa vigente e sarà necessaria per fornire i parametri corretti per la progettazione delle fondazioni anche in chiave antisismica e sarà necessario un adeguato approfondimento delle condizioni idrogeologiche al fine di valutare il rischio idrogeologico per le falde sotterranee e venga adeguatamente progettato l'eventuale sistema per il trattamento degli scarichi reflui (per quelli convogliati nel suolo e sottosuolo), ed eventuali azioni di mitigazione per ridurre i rischi di impatto per gli acquiferi sotterranei.

**b. AREE IDONEE A CONDIZIONE:** aree mediamente esposte a pericolosità geologico – idraulica.

In tali aree l'edificabilità è limitata in rapporto a possibile dissesto idrogeologico, forti pendenze, acclività con remota possibilità di frane, zone a vulnerabilità idrogeologica, a rischio di esondazione, per deflusso difficoltoso delle acque e con caratteristiche geotecniche penalizzanti.

Sono individuate le seguenti aree idonee a condizione:

**01 – per la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti e medio-alto rischio di esondazione dei corsi d'acqua:** si tratta di aree soggette a medio alto rischio di inondazione periodica e costituite prevalentemente da depositi recenti dei corsi d'acqua di natura argillosa e argillosa-limosa, complessivamente scadenti dal punto di vista geotecnico, in cui l'insieme di elementi sfavorevoli necessita di una attenta valutazione degli interventi edilizi. La falda in questo ambito è compresa entro i 5 metri di profondità, anche se insistono ampie fasce ad una profondità inferiore ai 2 metri.

Per rendere idonee le aree soggette a questa condizione, in fase di PI sarà necessario ridefinirle ad una scala più adeguata, verificandone le criticità individuate; sarà necessario verificare che la realizzazione di indagini di dettaglio siano estese a tutto il territorio interessato e in un ragionevole intorno, e siano finalizzate ad evitare che gli interventi proposti possano creare pregiudizio rispetto alle condizioni penalizzanti sopra indicate. In quest'ultimo caso indicare le possibili modalità per ovviare a tale eventualità.

Per ogni intervento e/o opera in questo ambito si prescrive quanto segue:

- realizzare riporti di terreno con materiali granulari di buone caratteristiche geotecniche;

- *non realizzare scantinati al di sotto del piano campagna se non dopo aver realizzato un riporto adeguato;*
- *realizzare eventuali opere in sotterraneo (specie per ambiti in cui la falda sia superiore ai 2 metri di profondità) con adeguate opere di drenaggio e di impermeabilizzazione e gli accessi in sotterraneo e le bocche di lupo con aperture sopra il piano campagna;*
- *per la scelta delle fondazioni evitare quelle che possono comportare cedimenti differenziali;*
- *non realizzare sistemi di depurazione degli scarichi reflui nel suolo che possano comportare pregiudizio per gli acquiferi sotterranei (in particolare per gli ambiti in cui la falda si trova a profondità inferiore ai 2 metri da piano campagna.)"*

*Stante le caratteristiche idrauliche delle aree, negli ambiti per i quali si evidenzino rischi di esondazione, sarà necessario procedere a preventive valutazioni di compatibilità idraulica in sede di formazione del PI.*

**02 – per la presenza di terreni con caratteristiche geotecniche scadenti a basso rischio di esondazione dei corsi d'acqua e profondità della falda < 2 metri:** *si tratta di aree soggette a basso rischio di esondazione, costituite, prevalentemente, da depositi alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri di natura limo-argillosa, complessivamente scadenti dal punto di vista geotecnico e caratterizzate da una profondità di falda sempre al di sotto di due metri*

*da piano campagna, in cui l'insieme di elementi sfavorevoli necessita di una attenta valutazione degli interventi edilizi. Per rendere idonee le aree soggette a questa condizione, in fase di PI sarà necessario ridefinirle ad una scala più adeguata, verificandone le criticità individuate; sarà necessario verificare che la realizzazione di indagini di dettaglio siano estese a tutto il territorio interessato e in un raggio intorno, e siano finalizzate ad evitare che gli interventi proposti possano creare pregiudizio rispetto alle condizioni penalizzanti sopra indicate. In questo ultimo caso indicare le possibili modalità per ovviare a tale eventualità.*

*Per ogni intervento e/o opera in questo ambito si prescrive quanto segue:*

- *realizzare riporti di terreno con materiali granulari di buone caratteristiche geotecniche;*
- *non realizzare scantinati al di sotto del piano campagna se non dopo aver realizzato un riporto adeguato;*
- *realizzare eventuali opere in sotterraneo (specie per ambiti in cui la falda sia superiore ai 2 metri di profondità) con adeguate opere di drenaggio e di impermeabilizzazione e gli accessi in sotterraneo e le bocche di lupo con aperture sopra il piano campagna;*
- *per la scelta delle fondazioni evitare quelle che possono comportare cedimenti differenziali;*

- *non realizzare sistemi di depurazione degli scarichi reflui nel suolo che possano comportare pregiudizio per gli acquiferi sotterranei (in particolare per gli ambiti in cui la falda si trova a profondità inferiore ai 2 metri da piano campagna.)"*

Di seguito si riporta per intero l'art. 15 delle NTA allegata al P.A.T..

***"Art. 15 - Aree esondabili o soggette a periodico ristagno idrico (D)***

*Il PI, in riferimento alle aree già individuate o che saranno individuate come aree esondabili o con periodico ristagno idrico con successiva ricognizione di concerto con i competenti Enti, disciplina le trasformazioni secondo le seguenti direttive e alla luce delle Linee guida per la formazione del "Piano delle Acque" di cui al successivo articolo e riportate in appendice alle presenti norme:*

*- individua appositi invasi, sia locali che diffusi, per il drenaggio, la raccolta e lo scarico controllato delle piogge più intense, o per la laminazione delle portate di piena dei corsi d'acqua a rischio di esondazione;*

*- indica le situazioni che potranno essere assoggettate a programmi complessi e all'applicazione degli strumenti della perequazione urbanistica, del credito edilizio e della compensazione urbanistica, definendone gli ambiti e le modalità di intervento.*

*(P) Al fine di salvaguardare e non compromettere ulteriormente l'assetto idraulico, fino all'entrata in vigore del PI adeguato alle presenti disposizioni, in dette aree si applicano le seguenti prescrizioni:*

*- divieto di tombinamento o di chiusura di fossati esistenti, anche privati, a meno di evidenti necessità attinenti la pubblica sicurezza. In caso di tombinamento occorrerà provvedere alla ricostruzione planoaltimetrica delle sezioni idriche perse secondo configurazioni che ripristinino la funzione iniziale sia in termini di volumi che di smaltimento delle portate defluenti;*

*- eventuali ponticelli, tombamenti, o tombotti interrati, devono garantire una luce di passaggio mai inferiore a quella maggiore fra la sezione immediatamente a monte e quella immediatamente a valle della parte di fossato a pelo libero. L'autorità competente potrà comunque definire e prescrivere luci e sezioni diverse in relazione a piani, programmi e progetti di messa in sicurezza, riassetto e riqualificazione;*

*- negli interventi di nuova edificazione il piano di imposta dei fabbricati dovrà essere fissato ad una quota superiore al piano di campagna medio circostante, in misura da precisarsi attraverso un'analisi della situazione morfologica circostante e comunque non inferiore ai cm. 30;*

*- negli interventi di nuova edificazione per i volumi interrati, vanno previsti adeguati sistemi di impermeabilizzazione e drenaggio e adottate tecniche e dispositivi per impedire allagamenti dei locali, sono vietati gli scivoli esterni per accesso ad autorimesse, inoltre bocche di lupo, sfiati etc. vanno disposti sempre con apertura superiore a una quota come definita al punto precedente;*

- gli interventi per il riassetto della rete idraulica dovranno, in particolare, perseguire la salvaguardia e il ripristino delle condizioni di:

- funzionalità della rete idrica, attraverso la ripresa di eventuali punti critici strutturali (in particolare delle parti intubate)
- accessibilità ai corpi idrici, per assolvere alle necessarie operazioni di pulizia e manutenzione.

Il PI in sede di adeguamento, sulla base di specifiche analisi geologiche e idrauliche, ridefinisce e precisa i limiti delle aree esondabili o soggette a periodico ristagno idrico e specifica e dettaglia i divieti e le prescrizioni di cui sopra anche vietando, ove necessario, la realizzazione di interventi di trasformazione dei luoghi.”

## 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.

A favore di sicurezza verrà assunto come volume efficace di invaso il risultato maggiore tra i due ottenuti. I dettagli sono riportati nei paragrafi seguenti.

### 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. Il calcolo sarà condotto considerando un limite allo scarico di 5 l/s ha (valore di deflusso superficiale compatibile con un terreno scoperto a verde).

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 costante per semplicità):

- l'altezza della precipitazione;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematico;
- 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 le due aree in analisi il modello di calcolo analitico fornisce i seguenti valori di volume efficace di invaso:

- AREA FONDIARIA: volume efficace = 75 mc (456 mc/ha);
- AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE: volume efficace = 87 mc (519 mc/ha).

## 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  $T_r$  cinquantennale e prescritto dal consorzio di bonifica competente) 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.

Il modello di calcolo analitico fornisce i seguenti valori di volume efficace di invaso:

- AREA FONDIARIA: volume efficace = 58 mc (348 mc/ha);
- AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE: volume efficace = 84 mc (498 mc/ha).

## 7.3. Conclusioni

Come detto, favore di sicurezza, saranno assunti i valori maggiori ricavati dal calcolo idraulico. Si precisa altresì che la Valutazione di Compatibilità Idraulica redatta dallo scrivente per il P.A.T. del Comune di Vicenza, per l'area in questione evidenzia la necessità di invasare volumi, per la parte residenziale non inferiori a 500 mc/ettaro (\*).

Alla luce di quanto sopra indicato, e del relativo parere di approvazione del Genio Civile di Vicenza, dovranno essere ricavati per la mitigazione dell'impatto idraulico:

- **AREA FONDIARIA: volume efficace = 82 mc (500 mc/ha) (\*);**
- **AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE: volume efficace = 87 mc (519 mc/ha).**

Considerando infine che nella prima valutazione datata 2004 il volume di mitigazione calcolato era pari a 110 mc corrispondente a circa 350 mc/ha, l'aggiornamento del calcolo risulta cautelativo rispetto alla stima precedente.

## **8. MISURE DA ATTUARE PER MITIGARE L'IMPATTO IDRAULICO**

### **8.1. Possibili interventi di mitigazione**

In relazione ai sistemi di mitigazione dell'impatto idraulico, da un punto di vista pratico, la rosa entro cui scegliere appare relativamente ampia. I sistemi indicati possono inoltre essere usati in maniera combinata e complementare oppure singolarmente, in funzione dei volumi in gioco e delle peculiarità delle aree.

Non è precluso ovviamente l'utilizzo di altri tipi di dispositivi, fermo restando il fatto che dovranno in ogni caso essere inseriti all'interno del contesto e il loro dimensionamento dovrà rispettare i valori di volume efficace richiesto.

Tra i sistemi maggiormente utilizzati nella pratica possono essere indicati:

- aree verdi depresse per l'Invaso superficiale;
- accumulo in volumi interrati realizzati mediante vespai ad alta capacità di accumulo;
- accumulo in volumi interrati realizzati mediante celle assemblabili;
- accumulo in volumi interrati realizzati mediante la posa di condotte di grande diametro;
- sovradimensionamento della rete acque meteoriche.

Tra le misure, non definibili di accumulo, ma che comunque contribuiscono alla laminazione della portata di piena si può suggerire, ove possibile, la realizzazione di parcheggi inerbiti drenanti.

Tale sistema contribuisce alla diminuzione del coefficiente di deflusso superficiale e all'aumento del tempo di corrivazione limitando così il valore di picco della piena.

Generalmente l'inerbimento delle aree a parcheggio (sole aree di stallo) dovrà comunque essere integrato da altri dispositivi di mitigazione del rischio idraulico.

#### *8.1.1. Aree verdi depresse per l'invaso superficiale*

Nelle situazioni in cui si rendono disponibili delle aree a verde non frazionate e con una certa estensione superficiale può essere considerata l'ipotesi di realizzare delle aree depresse, collegate alla rete meteorica principale, che in sostanza fungono da cassa di espansione della portata di piena. I volumi in eccesso, che si vengono a creare a seguito dell'impermeabilizzazione del suolo, verranno recapitati temporaneamente nelle aree di accumulo.

Con il calare dell'onda di piena i bacini andranno a svuotarsi lentamente. L'allontanamento delle acque può essere facilitato garantendo una pendenza minima del fondo in direzione della reimmissione nella rete meteorica principale, che le colleterà poi verso il recapito finale.

Lo svuotamento avverrà in funzione del manufatto terminale di scarico che dovrà essere dimensionato secondo il valore limite pari all'ordine di grandezza della portata defluita nella condizioni precedente alla urbanizzazione.

Le sponde del bacino dovranno essere opportunamente sagomate e dovrà essere assegnata una pendenza della scarpa in funzione delle caratteristiche geologiche del terreno, onde garantire la stabilità delle sponde stesse.

In funzione del tirante all'interno delle condotte (comandato dall'altezza della soglia di sfioro del manufatto di laminazione) sarà stabilita l'altezza massima del pelo libero all'interno del bacino di invaso. Si sottolinea che deve essere comunque garantito un franco di sicurezza tra il pelo libero del bacino e la quota superiore della sponda (che coinciderà nell'ipotesi più sfavorevole alla quota di progetto).

#### 8.1.2. *Vespai interrati ad alta capacità di accumulo*

Tra i sistemi che permettono l'invaso interrato dei maggiori volumi d'acqua che si vengono a creare a seguito dell'urbanizzazione del territorio, sono i cosiddetti vespai ad alta capacità di accumulo. I vespai, le cui caratteristiche sono desunte da sistemi esistenti in commercio, sono realizzati in PEad e possono essere disposti al di sotto delle aree adibite a stallo o delle aree verdi.

Anche in questo caso viene realizzato un sistema a doppia direzione di flusso (carico e scarico) collegato alla rete meteorica principale. Lo scarico avviene con le medesime modalità descritte nel paragrafo precedente. Per tali strutture a serbatoio la capacità di invaso viene realizzata sfruttando il vuoto di ogni singolo elemento, ed in particolare il volume  $V_{\text{invaso}}$  può stimarsi con l'espressione:

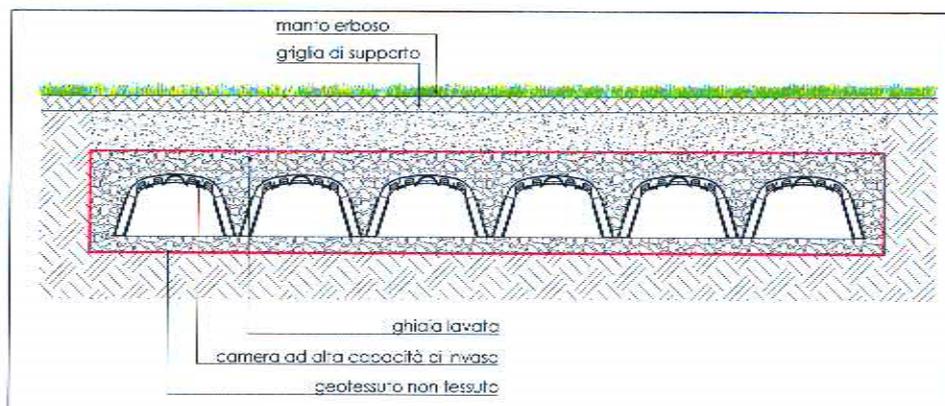
$$V_{\text{invaso}} = A \times C$$

dove:

A (mq): superficie occupata dai vespai

C (mc/mq): capacità specifica di invaso dei vespai

La capacità di invaso, una volta definito il coefficiente C, è pertanto funzione dell'estensione assegnata ai vespai. In particolare per sistemi di questo tipo è possibile ipotizzare capacità specifiche di invaso dell'ordine di 0,3 - 0,4 mc/mq. Nella figura seguente è rappresentata una sezione trasversale tipo del sistema con vespai ad alta capacità, realizzati al di sotto di un'area a verde.



*Sezione trasversale tipo per vespai ad alta capacità*

Gli elementi di accumulo verranno appoggiati su un letto di ghiaia lavata di spessore pari a circa 10 cm ed infine rinfiancato e ricoperto con altra ghiaia per uno spessore dell'ordine dei 15-20 cm. Il "pacchetto" così formato verrà avvolto da uno strato di geotessile.

Nel caso in cui risulti ragionevole l'ipotesi di sfruttare anche il letto ghiaioso per l'accumulo delle acque è possibile assumere il valore più alto del range prima indicato pari quindi a 0,4. In caso contrario si assumerà il valore 0,3.

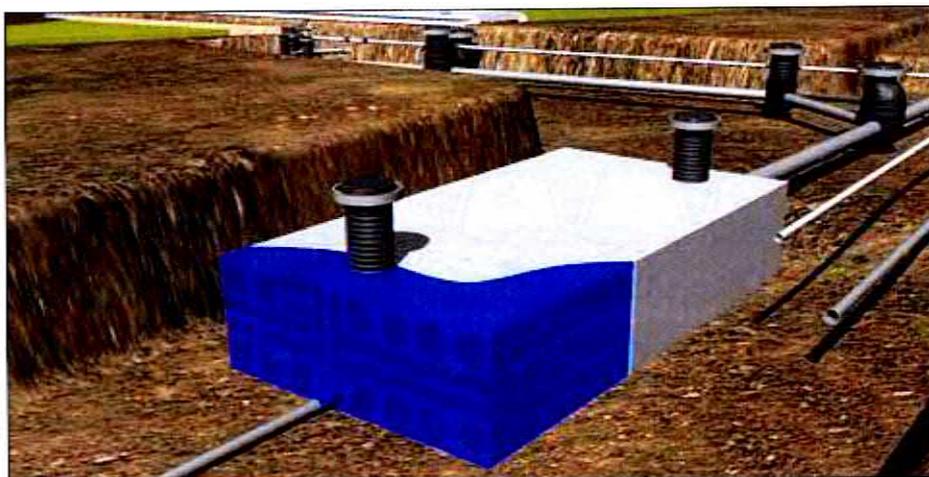
Si sottolinea che questo tipo di sistema ha carattere essenzialmente bidimensionale, pertanto sarà usato preferibilmente in ambiti in cui non è possibile realizzare scavi oltre determinate profondità (ad es. a causa della presenza della falda, dei vincoli relativi allo scorrimento delle condotte meteoriche, etc.).

### 8.1.3. Vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili

Oltre ai vespai descritti in precedenza esistono in commercio dei sistemi basati sull'assemblamento di celle in polipropilene che permettono di realizzare dei bacini di accumulo interrati. Forma e dimensioni delle celle sono variabili in funzione del produttore mentre la capacità di accumulo specifica per singola cella è dell'ordine, mediamente, di 0,4 mc/cella (pari al 95% del volume della singola cella).

Alla facilità di installazione delle celle (elementi leggeri sovrapponibili e fissati mediante perni e clips) si associa il vantaggio di sfruttare la verticalità del sistema (a differenza della bidimensionalità del sistema descritto in precedenza) che a fronte di una maggiore profondità di scavo permette di contenere l'estensione della superficie occupata dal bacino di accumulo.

Per creare il volume di accumulo gli elementi in polipropilene vengono rivestiti con strati sovrapposti di geotessile e membrane impermeabili in PVC o PEAD. Sarà poi predisposto un pozzetto di intercettazione e ispezione collegato alla rete principale e al sistema di accumulo mediante condotte in PVC.



*Assemblaggio tipo di celle interrante in polipropilene*

#### *8.1.4. Accumulo in sistema di tubazioni di grande diametro affiancate*

In particolari condizioni o esigenze, che rendano difficoltoso l'utilizzo dei vespai interrati o delle celle assemblabili, è possibile ipotizzare la realizzazione di volumi di invaso mediante la disposizione, in opportuna posizione, di tubazioni di grande diametro (a partire da  $\Phi$  80 cm e superiori) tra loro affiancate e collegate, in modo da permettere la ripartizione del carico idraulico.

Tali sistemi vengono generalmente posti fuori linea rispetto alla rete principale, e sono collegati alla stessa mediante delle condotte di derivazione che permetteranno l'invaso e il successivo svuotamento delle tubazioni stesse.

#### *8.1.5. Parcheggi inerbiti – aree semi-permeabili*

Come ulteriore misura di mitigazione dell'impatto idraulico, di carattere complementare a quelle già proposte, si suggerisce, quando possibile, la realizzazione di superfici permeabili o semi-permeabili.

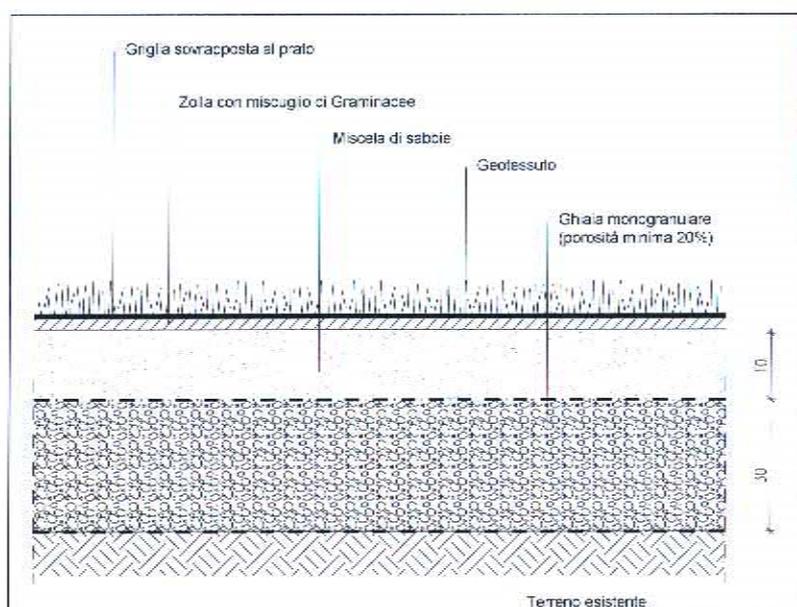
In particolare, di uso piuttosto comune risulta l'inerbimento delle superfici adibite alla sosta degli autoveicoli.

La scelta di utilizzare pavimentazioni permeabili inerbite per gli spazi destinati alla sosta ha il duplice obiettivo di:

- aumentare il tempo di corrivazione, cioè il tempo in cui l'acqua meteorica affluisce ai sistemi di raccolta e allontanamento (sezione di chiusura);
- di limitare, attraverso la diminuzione del coefficiente di deflusso superficiale, gli incrementi del volume d'acqua da allontanare "in fognatura" e quindi nel corpo idrico ricettore.

Le superfici destinate alla sosta dei veicoli possono essere inerbite e realizzate con uno strato sottostante in materiale granulometrico poroso in grado di trattenere la portata meteorica al fine di creare una "struttura serbatoio".

L'utilizzo di appropriate selezioni di graminacee e di speciali tecniche costruttive, che prevedono l'impiego di un materasso in ghiaia di opportuna granulometria e di griglie autobloccanti, garantiscono oggi un'elevata resistenza sia alle sollecitazioni meccaniche sia alle condizioni climatiche più rigide. L'utilizzo di un manto erboso ha un vantaggio non indifferente rappresentato peraltro dai bassi costi di manutenzione e dalla resistenza agli agenti atmosferici.



Struttura serbatoio da realizzare nelle superfici destinate a parcheggio inerbito

#### 8.1.6. Sovradimensionamento della rete acque meteoriche

Nei casi in cui la quota di posa delle condotte sia sufficientemente profonda rispetto al piano campagna, è possibile ricavare una porzione del volume efficace di invaso, mediante la messa in opera di una rete di collettamento delle acque meteoriche con tubazioni sovradimensionate.

Il "vincolo" riguardante la quota di posa dipende dal fatto che deve essere comunque garantito un adeguato ricoprimento delle condotte, non inferiore a 50 cm rispetto all'estradosso del tubo. L'adozione di tale tecnica privilegia principalmente le situazioni nelle quali gli spazi per le opere di fognatura bianca risultino limitati.

## 8.2. Intervento di mitigazione proposto

Considerate le caratteristiche plano-altimetriche e geologiche delle aree oggetto d'intervento si propone la realizzazione di un bacino d'invaso mediante il sistema descritto al 8.3.1) "Vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili".

Il singolo elemento cella avrà dimensioni 120 x 60x h 60 cm, con rapporto di vuoto nominale pari al 95% e quindi una capacità di accumulo pari a 410 l.

Come specificato nel 7.3) il volume di invaso totale richiesto è pari a 82 mc + 87 mc = 169 mc. Volendo realizzare un unico bacino di altezza 60 cm determinata dagli elementi cella, saranno necessari almeno n. 413 elementi con un l'ingombro planimetrico minimo del bacino interrati pari a 300 mq.



Fig. Interventi di mitigazione proposti

### **8.3. Punto di scarico**

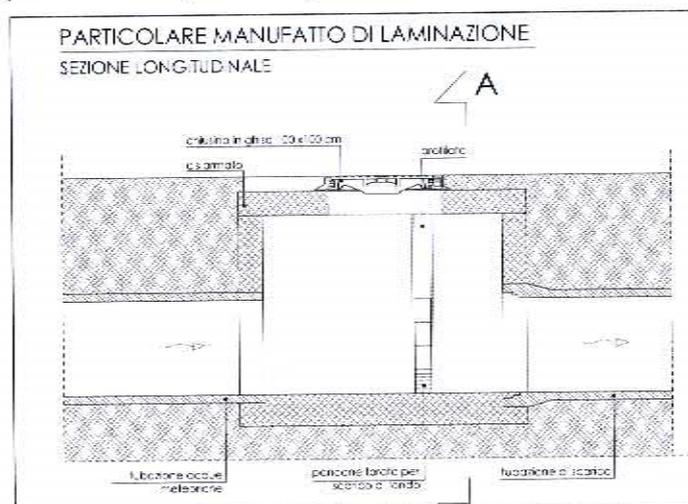
Lo scarico della rete di progetto, che dovrà essere regolato mediante un manufatto di laminazione simile a quello descritto nel paragrafo seguente, potrà avvenire nella rete meteorica (con condotta  $\Phi$  60 cm) esistente in Via Faggin, o alternativamente nel fossato di scolo che corre a sud dell'area, in direzione perpendicolare a Via Faggin stessa, previo accordo con i proprietari.

Si evidenzia che la quota dei piani stradali dovrà essere tale da evitare l'aggravio della seppur parziale condizione di pericolosità idraulica, inoltre la quota di scarico dovrà essere compatibile con le quote di scorrimento della condotta in Via Faggin o del fossato di scolo posto ad est dell'area, garantendo un certo franco di sicurezza al fine di evitare fenomeni di rigurgito o condizioni di crisi della rete di progetto.

### 8.4. Manufatto limitatore di portata

La limitazione di portata nella sezione terminale, prima dello scarico, dovrà essere garantita da un manufatto di laminazione che funzioni preferibilmente in modo automatico e che limiti l'afflusso di portata ai valori corrispondenti alla situazione prima dell'intervento urbanistico.

Tale manufatto idraulico per la laminazione delle acque meteoriche è generalmente realizzato secondo lo schema della figura seguente e presenta nel fondo una apertura di dimensioni ridotte, tarata sul valore massimo di portata ammissibile, al fine di limitare la portata in uscita ai valori richiesti, e una soglia di sicurezza che permetta lo sfioro nel caso di eventi eccezionali con tempo di ritorno superiore a quello considerato (e definito dalla normativa).



Schema tipo manufatto di laminazione- sezione longitudinale



Schema tipo manufatto di laminazione - sezione trasversale

## **ALLEGATI**

- Elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica;
- Calcolo idraulico configurazione di progetto – AREA FONDIARIA;
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia – AREA FONDIARIA;
- Calcolo idraulico configurazione di progetto – AREA OPERE DI URBANIZZAZIONE;
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia – AREA OPERE DI URBANIZZAZIONE;
- Schema semplificato del Genio Civile di Vicenza – AREA FONDIARIA;
- Schema semplificato del Genio Civile di Vicenza – AREA OPERE DI URBANIZZAZIONE.



TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)  
VICENZA

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:  
BACINO :  
QUOTA:  
FONTE DEI DATI:  
DATI DISPONIBILI :

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA  
Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

N.	INTERVALLO IN MINUTI 15			INTERVALLO IN MINUTI 30			INTERVALLO IN MINUTI 60		
	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h·M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h·M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h·M) <sup>2</sup>	Anno
1				15,3	73,45	1938	21,0	112,27	1939
2				15,0	63,05	1939	16,0	243,22	1939
3				23,0	1,34	1940	29,0	6,74	1940
4				28,1	24,15	1941	59,0	751,00	1941
5				30,0	36,14	1942	43,8	144,10	1942
6				23,4	0,57	1943	38,8	67,31	1943
7				45,0	434,42	1946	24,4	51,78	1946
8				27,0	8,08	1947	63,6	1024,28	1947
9				25,0	0,71	1948	33,0	0,63	1948
10				12,0	147,80	1949	33,0	1,97	1949
11				18,2	35,49	1950	16,5	224,87	1950
12				20,2	15,66	1951	21,0	112,27	1951
13				17,6	43,00	1952	27,4	17,60	1952
14	3,96		1953	22,8	1,84	1953	29,6	3,98	1953
15	20,0	4,88	1954	29,0	23,45	1954	27,8	14,41	1954
16	15,0	7,79	1955	25,0	0,71	1955	58,0	697,19	1955
17	12,0	33,63	1956	20,0	17,28	1956	29,8	3,22	1956
18	15,0	7,79	1957	19,0	26,60	1957	31,6	0,00	1957
19	11,5	39,58	1958	15,4	76,69	1958	23,0	73,69	1958
20	25,0	67,39	1958				22,0	19,08	1958
21	36,0	331,57	1960	36,0	140,23	1960	31,6	0,00	1960
22	18,0	0,04	1961				36,0	16,40	1961
23	10,0	60,70	1962				25,6	35,95	1962
24	17,8	0,00	1963				17,0	213,03	1963
25	18,2	0,17	1964				31,0	0,36	1964
26	10,6	51,71	1965	28,8	21,56	1964	34,2	6,78	1965
27	14,4	11,50	1966	11,8	152,70	1965	20,4	125,34	1966
28	30,0	149,03	1967	17,2	48,40	1965	23,0	73,69	1967
29	25,4	57,90	1968	50,0	687,85	1967	80,0	2342,86	1968
30	11,2	43,44	1969	37,0	164,94	1968	61,0	3765,53	1969
31	14,0	14,37	1970	20,8	11,27	1970	30,0	2,56	1970
32	21,6	14,51	1971	21,6	6,54	1971	22,2	88,28	1971
33	19,0	1,46	1972	29,2	26,43	1972	21,6	99,91	1972
34	17,6	0,04	1975	22,0	4,06	1973	30,6	0,99	1975
35	27,6	86,22	1976	35,6	130,94	1976	32,6	1,01	1976
36	14,6	10,18	1977	14,6	91,34	1977	37,2	31,41	1977
37	13,0	22,95	1978	22,0	4,65	1978	29,0	288,86	1978
38	16,6	1,42	1981	19,6	20,77	1981	14,6	6,74	1981
39	24,0	38,66	1982	31,4	52,46	1982	22,6	80,92	1982
40	15,8	3,96	1983	30,0	34,14	1983	36,2	0,16	1983
41	16,8	0,96	1984	24,2	0,00	1984	21,20	21,20	1984
42	27,0	64,81	1986	28,0	14,77	1986	29,4	4,82	1986
43	14,4	11,50	1987	19,2	24,57	1987	28,0	12,83	1987
44	14,0	14,37	1988	26,0	3,40	1988	26,0	31,31	1988
45	18,0	0,04	1989	28,6	19,74	1989	32,8	1,46	1989
46	6,2	134,35	1990	9,0	229,74	1990	31,8	0,04	1990
Anni			33			42			46

**TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI E INTENSE - SCROSCI**

ORA	0.25	0.50	1.00
N	33	42	46
$X_M = MEDIA$	17.79	24.16	31.60
SOMMA $X^2$	1320.7	2911.9	7509.6
SSQM	6.42	8.47	12.92
Inserire da tabella $S_n$	1.1399	1.1597	1.1665
Inserire da tabella $Y_n$	0.5380	0.5448	0.5468
$alfa$	0.1774	0.1369	0.0903
$moda$	14.76	20.18	25.54

**TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)**

TEMPI DI RITORNO (anni)	ORE		
10	0.25	0.50	1.00
20	27.44	36.62	50.46
50	31.50	41.87	58.43
	36.75	48.68	68.75

**TABELLA 4 - VALORI DI  $a$  ED  $n$  AL VARIARE DI TR PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)**

TEMPI DI RITORNO	$a$ (mm ore <sup>n</sup> )	$n$
10 anni	50.190	0.430
20 anni	57.960	0.440
50 anni	68.020	0.450

**Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge brevi e intense a Vicenza**

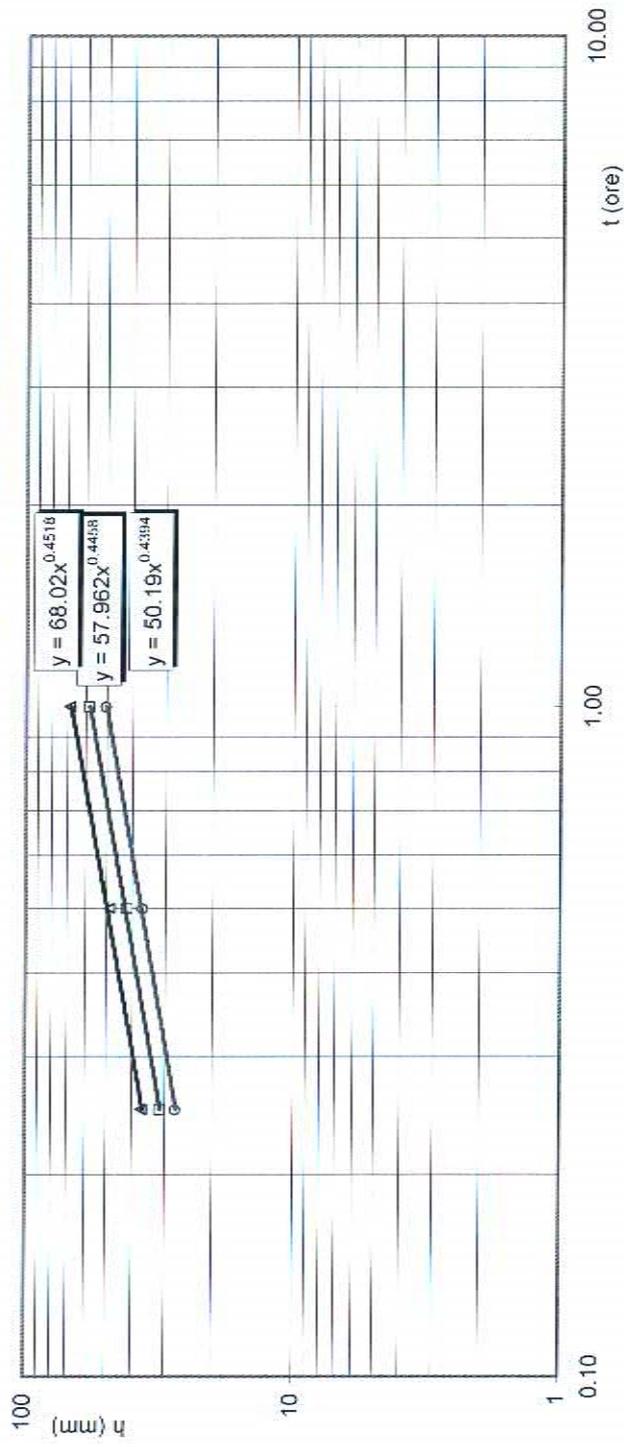


TABELLA 1

## VICENZA

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

BACINO :

QUOTA:

FONTE DEI DATI:

DATI DISPONIBILI :

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA  
Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

N.	INTERVALLO DI ORE 1			INTERVALLO DI ORE 3			INTERVALLO DI ORE 6			INTERVALLO DI ORE 12			INTERVALLO DI ORE 24		
	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno	h(mm)	X <sup>2</sup> =(h-M) <sup>2</sup>	Anno
1	210	91,66	1938	24,4	201,06	1938	38,8	50,50	1938	39,4	244,05	1938	44,8	779,52	1938
2	160	212,40	1938	23,7	237,50	1938	32,0	183,40	1938	48,4	74,34	1938	51,5	440,36	1938
3	280	2,48	1940	36,4	4,89	1940	40,0	34,88	1940	46,4	0,33	1940	58,9	282,91	1940
4	43,6	189,88	1941	46,0	54,60	1941	58,0	1,71	1941	70,0	224,33	1941	77,4	7,41	1941
5	39,8	85,12	1942	42,4	14,36	1942	48,0	7,25	1942	48,8	41,24	1942	71,4	21,89	1942
6	36,1	109,61	1943	27,5	123,46	1943	40,0	34,89	1943	43,2	139,76	1943	58,6	199,42	1943
7	63,6	1050,72	1946	74,0	1252,37	1946	75,2	658,10	1946	88,0	1141,48	1946	94,8	487,45	1946
8	30,8	0,05	1947	38,0	0,37	1947	38,4	56,35	1947	42,0	169,48	1947	44,4	802,12	1947
9	33,0	5,89	1948	35,6	9,07	1948	36,8	82,83	1948	48,0	49,31	1948	66,4	38,96	1948
10	16,6	194,27	1949	37,6	1,02	1949	40,6	28,16	1949	43,0	144,53	1949	70,8	3,69	1949
11	21,0	91,66	1950	25,6	169,29	1950	38,0	47,70	1950	46,8	67,60	1950	55,6	293,16	1950
12	27,4	10,07	1951	35,0	13,04	1951	36,0	98,14	1951	48,0	49,31	1951	81,6	78,82	1951
13	29,6	0,95	1952	46,2	57,69	1952	67,6	136,73	1952	65,4	922,81	1952	96,8	502,61	1952
14	27,8	7,89	1953	36,0	6,82	1953	39,8	37,26	1953	45,2	96,48	1953	64,8	62,75	1953
15	56,0	752,16	1954	76,4	1163,42	1954	76,8	1135,24	1954	80,6	694,22	1954	80,6	62,07	1954
16	29,8	0,80	1955	31,0	57,93	1955	38,8	30,50	1955	50,4	21,38	1955	56,0	45,18	1955
17	31,6	1,05	1956	32,2	187,87	1956	32,2	187,87	1956	43,0	169,56	1956	74,2	2,10	1956
18	23,0	57,38	1957	27,0	134,52	1957	43,0	8,45	1957	45,6	86,78	1957	59,4	177,47	1957
19	22,0	73,51	1958	37,6	1,02	1958	39,4	42,34	1958	46,0	81,40	1958	66,0	279,62	1958
20	31,6	1,05	1958	38,0	0,15	1958	43,6	5,32	1958	46,0	91,73	1958	82,6	97,58	1958
21	25,8	24,74	1951	27,4	125,68	1951	27,4	81,20	1951	34,2	0,24	1951	53,2	381,10	1951
22	17,0	184,25	1952	28,6	81,20	1952	47,0	1,20	1952	60,2	26,81	1952	62,8	58,44	1952
23	31,0	0,18	1953	38,0	0,37	1953	39,0	14,61	1953	51,2	14,61	1953	55,2	307,01	1953
24	34,2	13,15	1954	40,0	1,93	1954	50,4	20,19	1954	56,8	0,60	1954	79,4	41,60	1954
25	20,4	103,51	1955	31,8	45,39	1955	36,2	94,22	1955	47,2	61,19	1955	53,4	373,33	1955
26	23,0	57,38	1956	38,6	38,6	1956	38,6	53,39	1956	43,2	139,76	1956	78,8	36,95	1956
27	60,0	2442,94	1957	71,2	6924,16	1957	137,0	8298,00	1957	39,4	276,30	1957	143,8	5052,12	1957
28	51,0	417,23	1958	11,2	1082,04	1958	90,8	2015,41	1958	81,4	1323,34	1958	95,2	505,27	1958
29	30,0	0,33	1959	59,8	1,41	1959	46,2	0,00	1959	48,2	48,54	1959	60,0	161,84	1959
30	22,2	70,12	1970	26,6	144,27	1970	26,6	372,25	1970	36,8	339,38	1970	48,0	611,16	1970
31	21,6	60,53	1971	21,6	283,38	1971	30,8	234,26	1971	38,8	263,16	1971	58,0	279,62	1971
32	30,6	0,00	1972	36,4	10,31	1972	41,2	22,15	1972	44,2	117,12	1972	63,4	66,89	1972
33	32,6	4,11	1975	33,2	29,28	1975	33,2	161,46	1975	41,2	3,91	1975	81,0	66,33	1975
34	37,2	43,91	1976	42,0	11,48	1976	42,4	12,30	1976	41,2	191,05	1976	60,0	161,84	1976
35	14,6	255,17	1977	23,8	219,37	1977	37,2	75,81	1977	48,0	48,31	1977	56,2	307,01	1977
36	28,0	2,48	1978	33,0	31,48	1978	35,8	102,14	1978	71,4	268,23	1978	73,4	0,46	1978
37	22,6	63,48	1981	25,0	185,26	1981	35,8	102,14	1981	71,4	268,23	1981	104,0	978,33	1981
38	32,0	2,03	1982	44,0	29,04	1982	35,8	102,14	1982	71,4	268,23	1982	104,0	978,33	1982
39	36,2	31,65	1983	37,8	0,66	1983	39,0	47,70	1983	52,0	9,13	1983	66,0	638,89	1983
40	29,4	1,38	1984	30,2	70,75	1984	52,6	44,80	1984	52,6	5,87	1984	55,6	293,16	1984
41	28,0	6,63	1986	39,0	0,15	1986	40,2	32,57	1986	63,0	63,64	1986	86,0	176,31	1986
42	26,0	20,92	1987	33,8	23,15	1987	64,8	365,96	1987	97,4	1795,88	1987	107,6	1230,48	1987
43	32,8	4,96	1988	33,8	23,15	1988	42,8	9,85	1988	76,8	474,27	1988	83,8	122,73	1988
44	31,8	1,50	1989	49,6	120,76	1989	56,0	62,60	1989	72,6	308,98	1989	102,6	892,71	1989
45	12,0	344,89	1990	20,0	346,37	1990	31,2	216,29	1990	46,2	77,83	1990	69,8	9,75	1990
46															
Anni			46			46			46			46			46

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

	1	3	6	12	24
ORE					
N	46	45	45	45	46
XM = MEDIA	30.57	38.61	45.91	55.02	72.72
SOMMA X <sup>2</sup>	7094.6	13196.5	16014.1	10949.9	18582.9
SSQM	12.56	17.32	19.08	15.78	20.32
Inserire da tabella Sn	1.1665	1.1649	1.1649	1.1649	1.1665
Inserire da tabella Yn	0.5468	0.5463	0.5463	0.5463	0.5468
alfa	0.0929	0.0673	0.0611	0.0738	0.0574
moda	24.69	30.49	36.96	47.62	63.20

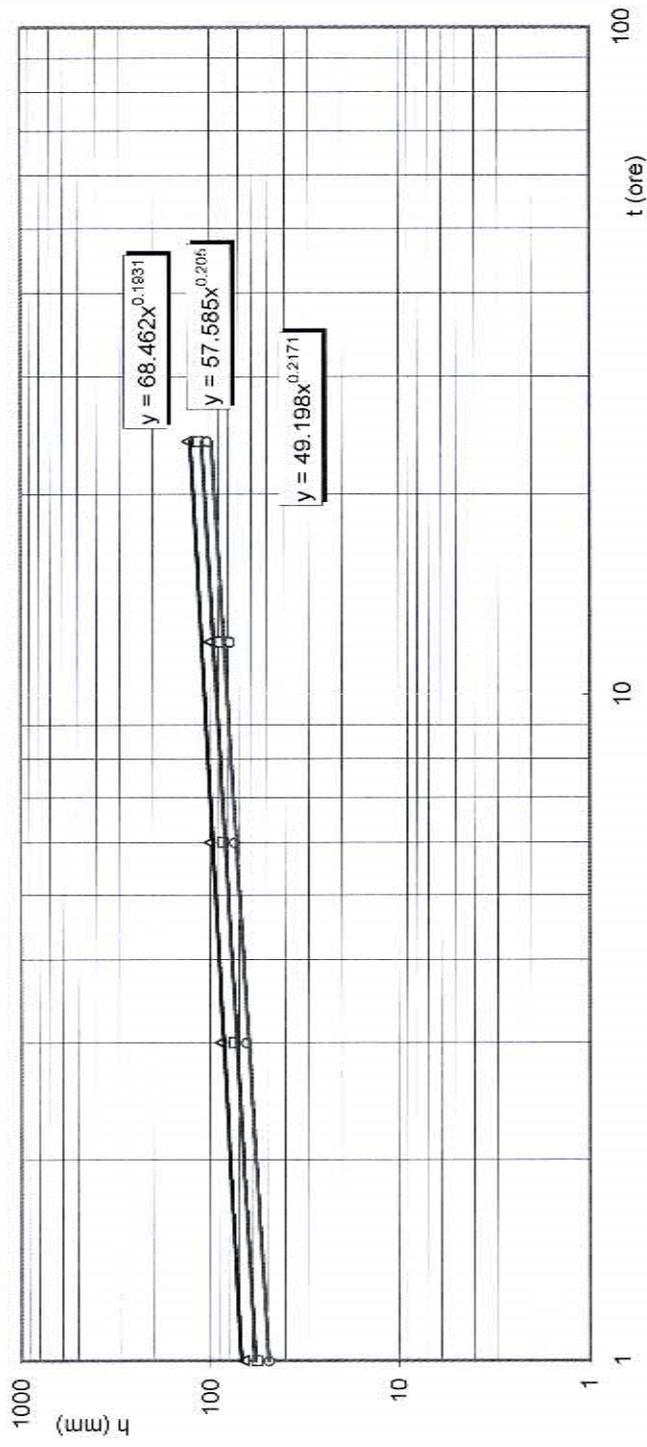
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

TEMPI DI RITORNO (anni)	ORE				
	1	3	6	12	24
10 hmax (mm) =	48.91	63.94	73.81	78.10	102.40
20 hmax (mm) =	56.66	74.65	85.60	87.85	114.94
50 hmax (mm) =	66.69	88.50	100.86	100.46	131.17

TABELLA 4 - VALORI DI a ED n AL VARIARE DI TR PER EVENTI DI DURATA ORARIA

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore <sup>-1</sup> )	n
10 anni	49.198	0.217
20 anni	57.585	0.205
50 anni	68.462	0.193

**Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge orarie a Vicenza**



## CALCOLI IDRAULICI CONFIGURAZIONE DI PROGETTO AREA FONDIARIA

### DATI GENERALI

Comune	Vicenza		
Progetto	Piano Urbanistico Attuativo PAD1 Debba		
<b>Sc (mq)</b>	<b>1.637,4</b>	<b>AREA FONDIARIA</b>	
S (ha)	0,16374		
S (Kmq)	0,0016374		
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T>1 ORA (Curva di Vicenza)			
Tr (anni)	10	20	50
a	<b>49,198</b>	<b>57,585</b>	<b>68,46</b>
n	<b>0,217</b>	<b>0,205</b>	<b>0,193</b>
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA T<1 ORA (Curva di Vicenza)			
Tr (anni)	10	20	50
a	<b>50,19</b>	<b>57,96</b>	<b>68,02</b>
n	<b>0,43</b>	<b>0,44</b>	<b>0,45</b>

### CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

<u>SUPERFICI</u>	<i>S<sub>i</sub></i>	<i>φ</i>	<i>S<sub>i</sub> x φ</i>
<i>Area di Piano</i>			
Superficie coperta impermeabile massima (tetti edifici)	512,2	1,00	512
Superficie scoperta impermeabile (percorsi asfaltati o cementati)	233,0	0,90	210
Superficie scoperta semipermeabile (percorsi pedonali interni)	137,5	0,60	83
Superficie permeabile (verde a giardino)	754,7	0,20	151
<i>Totale</i>	1.637,4	0,58	955
<b>Valore assunto per il coefficiente di deflusso</b>	<b>0,58</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**

Si	li	li*	$\varphi_i$	si	a	n	tai	tai
(mq)	(m)	(m)					(s)	(min)
1637	88	88	0,58	0,002	50,19	0,43	202	3
<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	Vui	Li	tri	tri
		(m/s)	(m)	(s)	(min)
1	Condotto fittizio (massima lunghezza)	0,8	88	110	1
<b>Totale</b>				<b>110</b>	<b>1</b>

**CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**

ta	tr	tc	tc
(min)	(min)	(min)	(ore)
5	1	6	0,1

**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>10</b>	0,58	50,19	0,43	<b>6</b>	0,10	18,65	186,47	1.637

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

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
<b>10</b>	<b>49</b>	<b>299</b>	<b>18</b>

## VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

### DATI DI INPUT

Q defluita scarico (totale)	1	l/s	portata defluita nella rete idrografica
Q defluita/ettaro	<b>5</b>	l/(s ha)	
Coef. deflusso area	0,58	0,58	
Volume superficiale /ha	0	(mc/ha)	
Volume superficiale	0	mc	

### CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE

#### PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA PLUVIOMETRICA

Tr (anni)	50			t > 1 ora		t < 1 ora			
		a	n	V	V	V	V		
tempo	h	J	Q	Q	V	V	V	V	
(ore)	(mm)	(mm/h)	pioggia	defluita	pioggia	defluito	superficiale	invaso	
			(l/s)	(l/s)	(mc)	(mc)	(mc)	(mc)	
0,25	36,45	145,80	39	1	35	1	0	34	
0,50	49,79	99,59	26	1	48	1	0	46	
0,75	59,76	79,68	21	1	57	2	0	55	
1,0	68,46	68,46	18	1	65	3	0	62	
2,0	78,26	39,13	10	1	75	6	0	69	
3,0	84,63	28,21	7	1	81	9	0	72	
4,0	89,46	22,37	6	1	85	12	0	74	
5,0	93,40	18,68	5	1	89	15	0	74	
6,0	96,74	16,12	4	1	92	18	0	75	
7,0	99,66	14,24	4	1	95	21	0	75	
8,0	102,27	12,78	3	1	98	24	0	74	
9,0	104,62	11,62	3	1	100	27	0	73	
10,0	106,77	10,68	3	1	102	29	0	73	
11,0	108,75	9,89	3	1	104	32	0	71	
12,0	110,59	9,22	2	1	106	35	0	70	
13,0	112,31	8,64	2	1	107	38	0	69	
14,0	113,93	8,14	2	1	109	41	0	68	
15,0	115,46	7,70	2	1	110	44	0	66	

V massimo (mc) 75

**VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO**

(mc) **75**

**Volume di laminazione fettaro totali**

(mc/ha) 456



## CALCOLI IDRAULICI CONFIGURAZIONE DI PROGETTO AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE

### DATI GENERALI

Comune: Vicenza

Progetto: Piano Urbanistico Attuativo PAD1 Debba

<b>Sc (mq)</b>	<b>1.678,6</b>	<b>AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE</b>
----------------	----------------	---

S (ha) 0,16786

S (Kmq) 0,0016786

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T&gt;1 ORA (Curva di Vicenza)

Tr (anni)	10	20	50
-----------	----	----	----

a	49,198	57,585	68,46
---	--------	--------	-------

n	0,217	0,205	0,193
---	-------	-------	-------

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T&lt;1 ORA (Curva di Vicenza)

Tr (anni)	10	20	50
-----------	----	----	----

a	50,19	57,96	68,02
---	-------	-------	-------

n	0,43	0,44	0,45
---	------	------	------

### CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

<u>SUPERFICI</u>	<i>S<sub>i</sub></i>	<i>φ</i>	<i>S<sub>i</sub> x φ</i>
Superficie in asfalto (impermeabile)	802,4	0,90	722
Superfici in materiali drenanti (stalli dei parcheggi)	472,9	0,60	284
Superficie permeabile (verde pubblico)	403,3	0,20	81
<i>Totale</i>	1.678,6	0,65	1.087
<b>Valore assunto per il coefficiente di deflusso</b>		<b>0,65</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**

Si	li	li*	$\varphi_i$	si	a	n	tai	tai	
(mq)	(m)	(m)					(s)	(min)	
1679	89	89	0,65	0,002	50,19	0,43	198	3	
								<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	Vui	Li	tri	tri
		(m/s)	(m)	(s)	(min)
1	Condotto fittizio (massima lunghezza)	0,8	89	111	1
				Totale	111
					1

**CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE**

ta	tr	tc	tc
(min)	(min)	(min)	(ore)
5	1	6	0,1

**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)
10	0,65	50,19	0,43	6	0,10	18,65	186,47	1.679

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

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
10	56	334	20

## VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

### DATI DI INPUT

Q defluita scarico (totale)	<b>1</b>	l/s	portata defluita nella rete idrografica
Q defluita/ettaro	<b>5</b>	l/(s ha)	
Coef. deflusso area	$\varphi$	0,65	
Volume superficiale /ha	<b>0</b>	(mc/ha)	
Volume superficiale	0	mc	

### CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE

#### PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Tr (anni)	50	a	t > 1 ora		t < 1 ora		V	
			68,460	68,020	0,193	0,450		
tempo	h	J	Q	Q	V	V	V	V
(ore)	(mm)	(mm/h)	pioggia	defluita	pioggia	defluito	superficiale	invaso
			(l/s)	(l/s)	(mc)	(mc)	(mc)	(mc)
0,25	36,45	145,80	44	1	40	1	0	39
0,50	49,79	99,59	30	1	54	2	0	53
0,75	59,76	79,68	24	1	65	2	0	63
1,0	68,46	68,46	21	1	74	3	0	71
2,0	78,26	39,13	12	1	85	6	0	79
3,0	84,63	28,21	9	1	92	9	0	83
4,0	89,46	22,37	7	1	97	12	0	85
5,0	93,40	18,68	6	1	101	15	0	86
6,0	96,74	16,12	5	1	105	18	0	87
7,0	99,66	14,24	4	1	108	21	0	87
8,0	102,27	12,78	4	1	111	24	0	87
9,0	104,62	11,62	4	1	114	27	0	86
10,0	106,77	10,68	3	1	116	30	0	86
11,0	108,75	9,89	3	1	118	33	0	85
12,0	110,59	9,22	3	1	120	36	0	84
13,0	112,31	8,64	3	1	122	39	0	83
14,0	113,93	8,14	2	1	124	42	0	81
15,0	115,46	7,70	2	1	125	45	0	80

V massimo (mc) 87

**VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO**

(mc) **87**

**Volume di laminazione /ettaro totali**

(mc/ha) 519



**VALUTAZIONE DI MASSIMA INVASO IDRICO - ANALISI SEMPLIFICATA PER PIOGGIA DI DURATA ORARIA**  
 Piano attuativo di insediamento residenziale PAD1 Debba

**AREA FONDIARIA**

Tipo di superficie e % capacità Invaso	Pioggia (mm) 100,00	SITUAZIONE ATTUALE		SITUAZIONE PROGETTO		DIFFERENZE	
		Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)
% altezza Invaso (mm)	100,00	1.637,4	164	1.637,4	164	1.637,4	164
		Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)
Superficie coperta massima	10	0,0	0	512,2	5	512	5
Superficie scoperta impermeabile	10	0,0	0	233,0	2	233	2
Superficie scoperta semipermeabile	40	0,0	0	137,5	6	138	6
Superficie a verde	80	1.637,4	131	754,7	60	-883	-71
<b>TOTALI VOLUMI INVASATI mc</b>		<b>ATTUALI</b>	<b>131</b>	<b>FUTURI</b>	<b>73</b>	<b>DIFFERENZA -</b>	<b>58</b>

**Volume da invasare (mc)** **58**  
 Volume di invaso specifico (mc/ha) 352

**Interventi di mitigazione idraulica previsti all'interno della zona considerata**

- Situazione attuale di deflusso
- Volumi di invaso superficiale
- Volumi di invaso interrati
- Aree scoperte con sottofondi tipo vespaio
- Superfici drenanti e Pozzi Perdenti
- Norme Regolamentari Edilizie

**Interventi possibili in altre zone con future programmazioni di mitigazione idraulica**

- Bacini idraulici ed aree esondabili
- Risezionamenti corsi d'acqua
- Modifiche ai sistemi fognari
- Trasformazioni Territoriali e Culturali



**VALUTAZIONE DI MASSIMA INVASO IDRICO - ANALISI SEMPLIFICATA PER PIOGGIA DI DURATA ORARIA**  
 Piano attuativo di insediamento residenziale PAD1 Debba

**AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE**

Tipo di superficie e % capacità Invaso	Pioggia (mm)	SITUAZIONE ATTUALE		SITUAZIONE PROGETTO		DIFFERENZE	
		Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)
	100,00	1.678,6	168	1.678,6	168	1.678,6	168
% altezza invaso (mm)							
Superficie a verde	80	1.678,6	134	403,3	32	-1.275	-102
Superficie asfaltata impermeabile	10	0,0	0	802,4	8	802	8
Superfici in materiali drenanti (stalli parcheggi)	40	0,0	0	260,0	10	260	10
<b>TOTALI VOLUMI INVASATI mc</b>		<b>ATTUALI</b>	<b>134</b>	<b>FUTURI</b>	<b>51</b>	<b>DIFFERENZA -</b>	<b>84</b>

**Volume da invasare (mc)** 84  
 Volume di invaso specifico (mc/ha) 498

**Interventi di mitigazione idraulica previsti all'interno della zona considerata**

- Situazione attuale di deflusso
- Volumi di invaso superficiale
- Volumi di invaso interrati
- Area scoperte con sottofondi tipo vespaio
- Superfici drenanti e Pozzi Perdenti
- Norme Regolamentari Edilizie

**Interventi possibili in altre zone con future programmazioni di mitigazione idraulica**

- Bacini idraulici ed aree esondabili
- Risezionamenti corsi d'acqua
- Modifiche ai sistemi fognari
- Trasformazioni Territoriali e Culturali



**Oggetto: Piano attuativo di insediamento residenziale PAD 1 Debba ed area a parcheggio SP6**

**Comune di: Vicenza. Autocertificazione ai sensi dell'art. 46 del D.P.R. n. 445 del 28.12.2000.**

AUTOCERTIFICAZIONE SUI DATI STUDIATI ED ELABORATI

Il sottoscritto ing. Giovanni Crosara iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Vicenza al n. 1727, redattore dello studio di Compatibilità Idraulica della pratica di cui all'oggetto, consapevole della responsabilità penale, in caso di falsità in atti e di dichiarazione mendace, ai sensi e per gli effetti dell'art.76 D.P.R. n. 445/2000, per le finalità contenute nella D.G.R. n. 2948/2009

**DICHIARA**

- di aver conoscenza dello stato dei luoghi, delle condizioni locali e di tutte le circostanze generali e particolari che possono in qualche modo influire sui contenuti e sulle verifiche dello studio richiamato in premessa;
- sono stati esaminati tutti i dati utili alla corretta elaborazione e stesura dei documenti imposti per la compatibilità idraulica;
- sono state eseguite tutte le elaborazioni previste dalla normativa regionale vigente su tutte le aree soggette a trasformazione attinenti la pratica di cui all'oggetto, non tralasciando nulla in termini di superfici, morfologia, dati tecnici, rilievi utili e/o necessari;
- di avere esperienza nel settore della compatibilità idraulica.

Vicenza, 24/08/2011

Ing. Crosara Giovanni





# SINTESI ELABORAZIONI STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER INTERVENTI PUNTUALI

PRATICA N.

Comune: VICENZA

Località: Via Faggin-Riviera Berica in località Debba

Tipo di intervento: *Piano attuativo di insediamento residenziale PAD I Debba ed area a parcheggio SP6*

Inquadramento urbanistico area: AREA A DESTINAZIONE RESIDENZIALE

PAT approvato da questo Genio Civile: SI  NO  Anno: 2009

P.I. approvato da questo Genio Civile: SI  NO  Anno:

N° ATO di provenienza (in caso di PAT Approvato): 5

Superficie interessata dall'intervento in mq: **3.316 mq.**

Superficie St soggetta ad impermeabilizzazione in mq: **2.158 mq.**

Classe di intervento:

trascurabile/nulla  
**MODESTA**  
significativa  
marcata

Opere di mitigazione tipo:

Celle interrate assemblabili

N° e dimensioni

In prima ipotesi si prevede di realizzare due bacini con celle interrate di altezza pari a 0,60 m ed estensione complessiva di circa 300 mq.

Asseverazione (se no procedere sotto): SI  NO

Livello della falda dal p.c. in ml: TRA 0 E 2,0 ml

Permeabilità K del terreno (in caso di opere di mitigazione per filtrazione): FILTRAZIONE ASSENTE

Volume generale  $V_g$  acque meteoriche da mitigare in mc: **197 mc**  
(compreso anche quello soggetto a deflusso in relazione al tipo di scarico: condotta, canale, terreno).

Volume V acque meteoriche nette da mitigare in mc: **162 mc**  
(intendendo solo quello soggetto ad accumulo in bacini, pozzi, trincee – esclusi quelli inviati alle opere di scarico).

Coeff. Udometrico generale ( $V_g/St$ ) in mc/ha: **913 mc/ha**

Coeff. Udometrico relativo ( $V/St$ ) generale in mc/ha: **751 mc/ha**

Il redattore dello studio di Compatibilità Idraulica  
(dott. ing. Giovanni Crosara)





### **3. CONTENUTI GENERALI DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ**

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 aree 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.

E' 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.

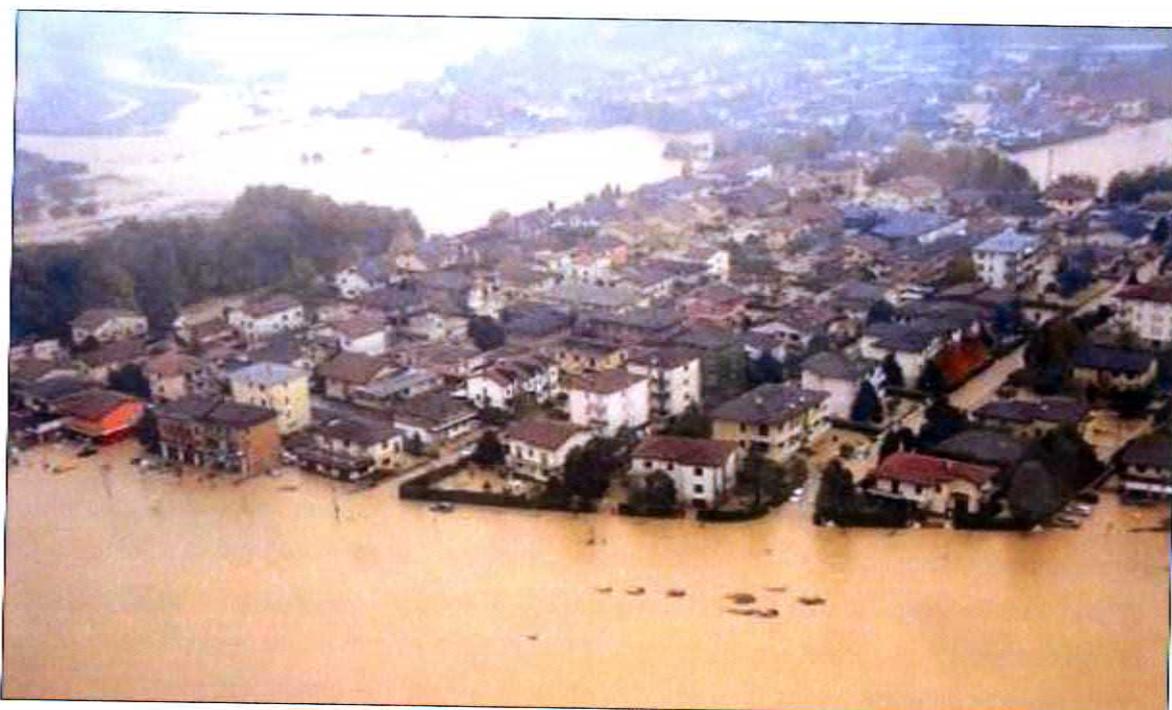
Il principio fondamentale che deve essere rispettato rimane quello di **invarianza idraulica** delle trasformazioni del territorio, che viene così definito: "*Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di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

#### 4. ALLUVIONE DEL 1 NOVEMBRE 2010

Nei primi giorni di novembre 2010 il territorio veneto è stato colpito da un evento alluvionale di eccezionale portata e gravità. In particolare il Vicentino, prima, e il Padovano, poi, sono stati interessati da una piena del fiume Bacchiglione. Le portate generate nel bacino montano, una volta propagatesi nei tratti vallivi e incrementate dai contributi dei bacini dell'alta pianura, hanno provocato tracimazioni e rotture arginali che hanno comportato l'allagamento di estese porzioni di territorio nelle province di Vicenza e Padova.

Le stime dei danni provocati dall'evento nell'intero territorio regionale fornite dalla Regione Veneto sono le seguenti: superficie interessata 140 kmq, 131 Comuni colpiti, 500.000 persone coinvolte, 6.670 abitanti sfollati, chiusura autostrada A4 per quattro giorni, 230.000 animali morti, impegno significativo di volontari di Protezione Civile, Vigili del Fuoco, militari e forze dell'ordine.

In particolare, per la sola Provincia di Vicenza, si sono rilevati i seguenti danni (fonte Regione Veneto): 2 morti, 900 sfollati, 30 Comuni gravemente danneggiati, 20 strade principali chiuse al traffico, 17 frane e smottamenti, 12 esondazioni ed allagamenti, 4 rotture di argini, superficie interessata da allagamenti 50 kmq.



*Esondazione in località Cresole - Comune di Caldogeno (VI).*

La pericolosità del Bacchiglione a Vicenza è stata più volte palesata in questi anni, come è testimoniato dalla frequenza dei livelli "critici" raggiunti dal teleidrometro di Ponte degli Angeli. Prova ne sia che, se si prende a riferimento la quota idrometrica di 5.0 m, gli eventi che hanno

superato tale quota dal 1966 ad oggi sono stati 11, ed il massimo storico è rappresentato proprio dall'evento del 1 novembre 2010 con una quota di 6,17 m.



*Vicenza – Corso Padova in prossimità del Ponte degli Angeli.*

Secondo i dati forniti dal Centro Meteorologico A.R.P.A.V. di Teolo (PD), da un primo sommario confronto con le rilevazioni storiche a disposizione, l'evento si colloca tra i 2-3 eventi più intensi degli ultimi 50 anni. L'evento pluviometrico è iniziato nel corso della mattinata di domenica 31 ottobre ed è continuato per i successivi due giorni con la fase più intensa tra i giorni 31/10 e 1/11. In particolare nelle zone prealpine/pedemontane centro-occidentali (Vicenza e Verona) i valori massimi registrati nelle 24 ore e nei 2 giorni hanno in alcuni casi superato i record storici che appartenevano nella maggior parte dei casi all'evento dell'ottobre 1992.

I massimi dell'intero evento fino alle ore 9 di martedì 2 novembre, hanno superato i 400 mm su numerose stazioni delle Prealpi vicentine occidentali (ad esempio 469 mm a Turcati Recoaro (VI) e 493 a Recoaro Terme (VI), sul Cansiglio (BL) 484 mm, a S. Antonio di Tortal (BL) 428 mm). Numerose stazioni su Prealpi e lungo tutta la fascia pedemontana della regione hanno rilevato precipitazioni comprese tra i 300 e i 400 mm (S. Bortolo (VR) 358 mm, Crespadoro (VI) 324 mm, Follina (TV) 356 mm). Il massimo assoluto è stato registrato a Valpore (Seren del Grappa – BL) con 540 mm.



*Esondazione ai margini della Strada statale Riviera Berica all'altezza di villa Almerico Capra detta La Rotonda.*

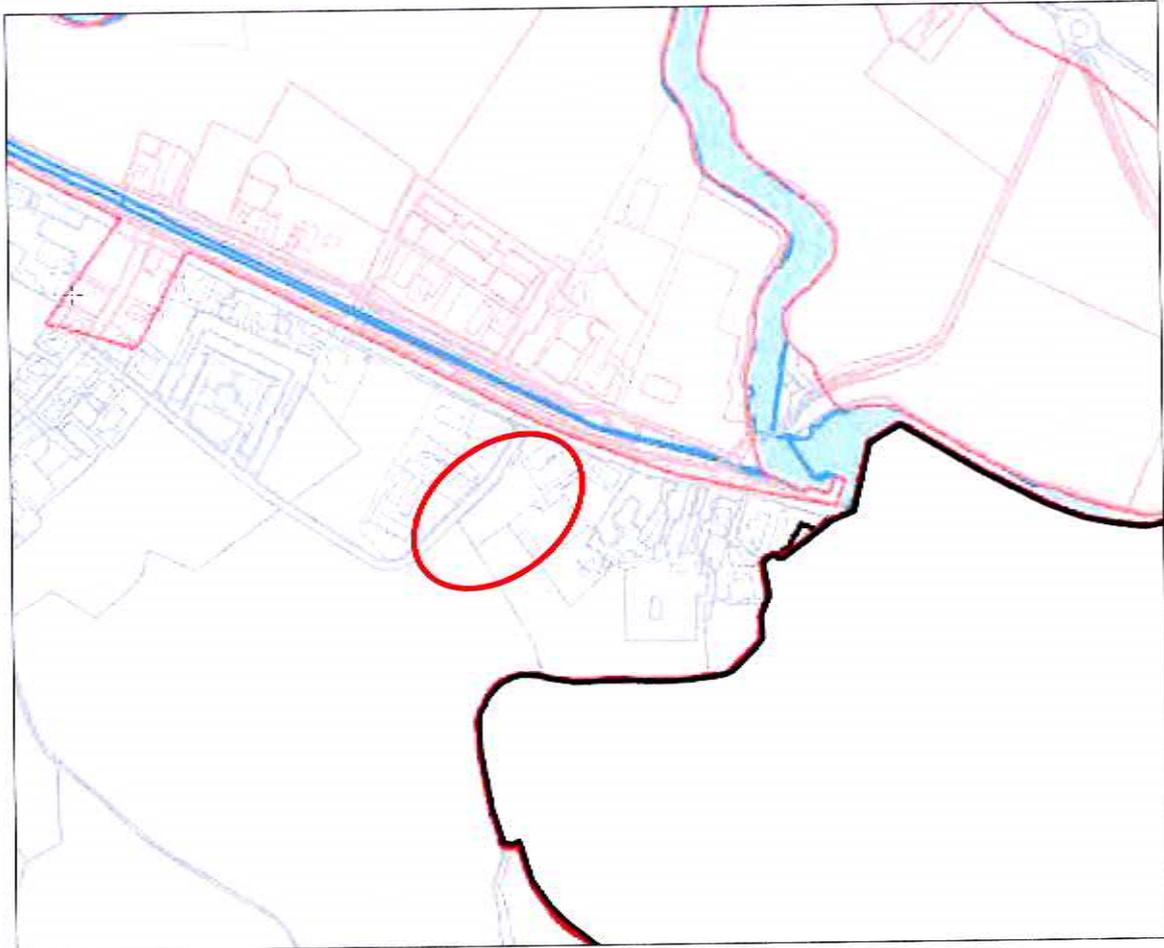
Superata Vicenza, il Bacchiglione scorre in direzione di Montegalda e Padova, delimitato da ampie golene. Superato il sostegno di Debba, all'altezza di Longare il fiume riceve in sinistra l'Astico-tesina, che dal punto di vista della sicurezza idraulica rappresenta il maggior pericolo per i comuni vicentini rivieraschi e per il Padovano.

Preso coscienza, anche se oramai in maniera tardiva, della pericolosità dei fiumi Bacchiglione e Astico-Tesina, appare ormai non più differibile l'adozione di una seria politica di difesa dalle piene che si ponga come obiettivo la realizzazione di opere sufficienti a salvaguardare il territorio Vicentino, quali tra le altre bacini di invaso ed adeguamento delle sezioni corsi d'acqua.

**In base alla Planimetria fornita dal Sistema informativo Territoriale del Comune di Vicenza rappresentante i territori colpiti da esondazione durante l'evento del 1 novembre 2010, l'area oggetto di studio non risulta essere stata interessata al fenomeno alluvionale.**

**Si ritengono pertanto sufficienti le disposizioni del P.A.T. del Comune di Vicenza.**

La seguente immagine riporta l'estratto di interesse della planimetria.



Carta dei territori esondati il 1 novembre 2010 – I territori esondati sono evidenziati con colore rosa

## 5. INQUADRAMENTO AMBITO DI INTERVENTO

L'area oggetto del Piano Attuativo è localizzata nella frazione di Debba del Comune di Vicenza, compresa fra Via Faggin, la SS 247 "Riviera Berica" e l'area parrocchiale.

La superficie complessiva è di 3.316 mq ed è suddivisa in due ambiti, uno residenziale, l'altro con destinazione di parcheggio pubblico:

- S1 = 1.637,4 mq AREA FONDIARIA;
- S2 = 1.678,6 mq AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE.

L'area, attualmente scoperta a verde, è inserita all'interno di un contesto urbano consolidato caratterizzato da edifici prevalentemente residenziali e presenta delle caratteristiche morfologiche peculiari, essendo sviluppata ad una quota di terreno più bassa rispetto sia al livello della strada (Via Faggin) sia dell'intorno costruito (area parrocchiale).

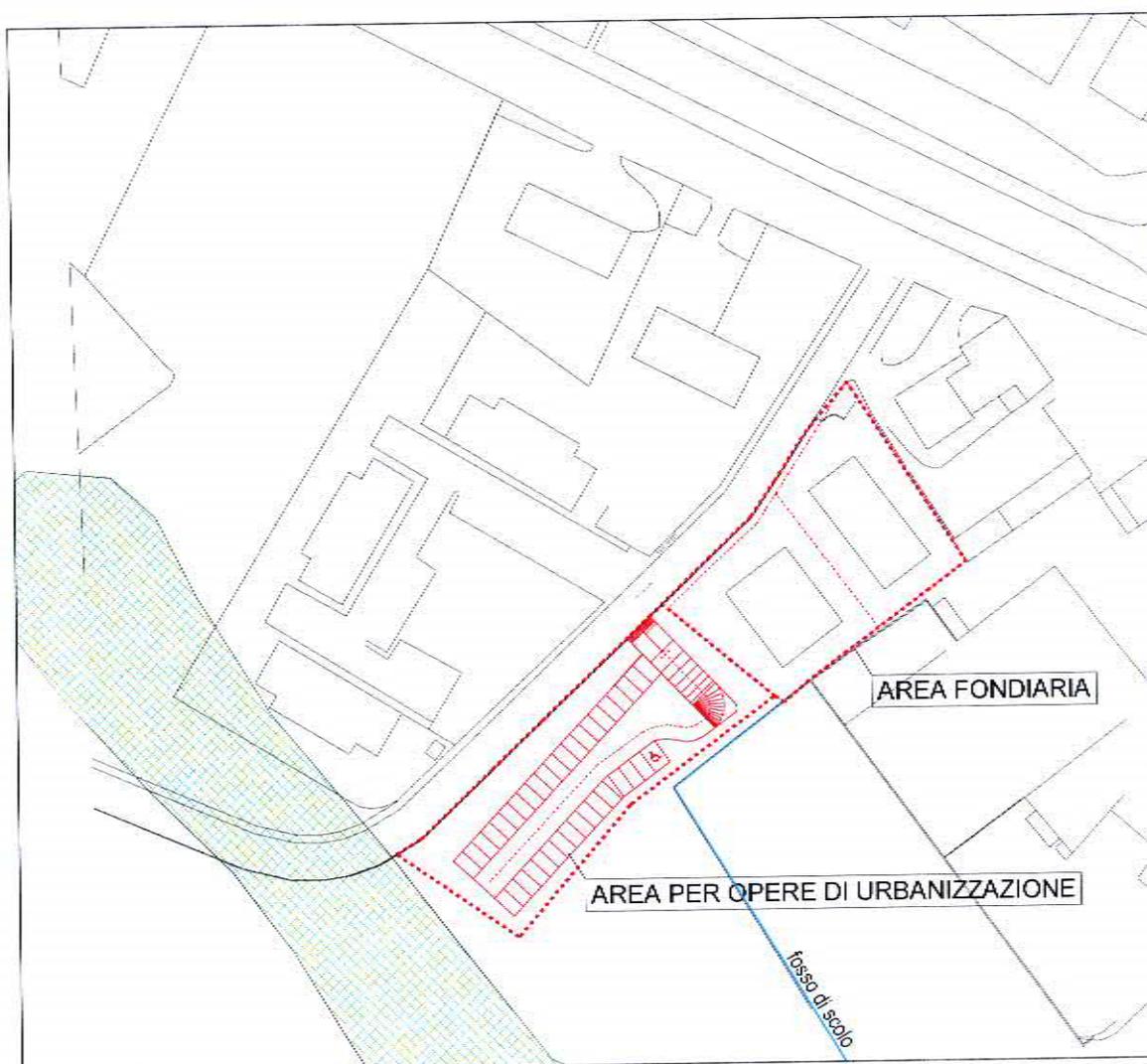


*Inquadramento ambito da ortofoto*

## 5.1. Inquadramento idraulico

Dal punto di vista idraulico l'area risulta ricadente in modo parziale all'interno di una zona classificata a pericolosità P1 dal Piano di Assetto Idrogeologico.

Secondo quanto stabilito dal PAI, nelle aree classificate a pericolosità moderata idraulica e geologica P1 spetta agli strumenti urbanistici comunali e provinciali ed ai piani di settore regionali prevedere e disciplinare l'uso del territorio, le nuove costruzioni, i mutamenti di destinazione d'uso, la realizzazione di nuove infrastrutture, gli interventi sul patrimonio edilizio esistente. Si pone in evidenza, che l'ambito di interesse è posto ai margini dell'area a pericolosità P1. Lungo Via Faggin è presente una tubazione della rete meteorica di diametro  $\Phi$  60 cm il cui recapito è la condotta Finsider di tombinamento del Canale Debba.



Inquadramento idraulico area di intervento

## 6. I PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

### 6.1. Le curve di possibilità pluviometrica

Per la stima della portata meteorica si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica di **Vicenza**.

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.

Alle precipitazioni massime di data durata si applica la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X (Tr) = X_m + F S_x$$

In cui:

$X (Tr)$  il valore caratterizzato da un periodo di ritorno  $Tr$ , ossia l'evento che viene eguagliato o superato;

$X_m$  il valore medio degli eventi considerati;

$F$  fattore di frequenza;

$S_x$  scarto quadratico medio

Per il caso in esame si è utilizzata la distribuzione doppio-esponenziale di *Gumbel*.

Al fattore  $F$  si assegna l'espressione:

$$F = (Y (Tr) - Y_N) / S_N$$

essendo la grandezza  $Y (Tr)$ , funzione del Tempo di ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, e  $Y_N$  e  $S_N$  rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzioni del numero  $N$  di osservazioni.

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella seguente.

Valori dei parametri YN e Sn secondo Gumbel										
MEDIA RIDOTTA YN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5154	0.5177	0.5198	0.5217
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5282	0.5296	0.5309	0.5321	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5411	0.5417	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5472	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5532	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5571	0.5573	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5584
90	0.5586	0.5588	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5605	0.5606	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611
DEVIAZIONE STANDARD RIDOTTA SN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1.0010	1.0148	1.0270	1.0378	1.0476	1.0564	1.0644	1.0717	1.0785	1.0847
20	1.0904	1.0958	1.1008	1.1055	1.1098	1.1140	1.1178	1.2115	1.1250	1.1283
30	1.1314	1.1344	1.1372	1.1399	1.1425	1.1449	1.1473	1.1496	1.1518	1.1538
40	1.1559	1.1578	1.1597	1.1614	1.1632	1.6449	1.1665	1.1680	1.1696	1.1710
50	1.1724	1.1738	1.1752	1.1765	1.1777	1.1789	1.1801	1.1813	1.1824	1.1835
60	1.1846	1.1856	1.1866	1.1876	1.1886	1.1895	1.1904	1.1913	1.1922	1.1931
70	1.1939	1.1947	1.1955	1.1963	1.1971	1.1978	1.1986	1.1993	1.2000	1.2007
80	1.2014	1.2020	1.2027	1.2033	1.2039	1.2045	1.2052	1.2057	1.2063	1.2069
90	1.2075	1.2080	1.2086	1.2091	1.2096	1.2101	1.2106	1.2111	1.2116	1.2121
100	1.2126	1.2130	1.2135	1.2139	1.2144	1.2148	1.2153	1.2157	1.2161	1.2165

La funzione  $Y(Tr)$  è legata al tempo di ritorno  $Tr$  dalla relazione:

$$Y(Tr) = - \ln (-\ln ((Tr-1)/Tr))$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X(Tr) = X_m - S_x YN/SN + S_x Y(Tr)/SN$$

in cui  $X_m - S_x YN/SN$  è chiamata *moda* e rappresenta il valore con massima frequenza probabile ed il fattore  $S_x/SN$  con il termine *alpha*.

In allegato sono dettagliatamente riportati i risultati dell'elaborazione eseguita.

Per ciascun tempo di ritorno si è provveduto a calcolare l'equazione pluviometrica mediante interpolazione.

I risultati ottenuti forniscono i valori di  $a$  e  $n$  nell'equazione  $h = a t^n$ :

<i>Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI ORARIE (Stazione di Vicenza)</i>		
Tr (anni)	a	n
10	49,198	0,2171
20	57,585	0,2050
50	68,462	0,1931

<i>Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI BREVI (Stazione di Vicenza)</i>		
Tr (anni)	a	n
10	50,190	0,4394
20	57,962	0,4458
50	68,020	0,4518

Ottenute le curve di possibilità pluviometrica è possibile stabilire per un prefissato tempo di ritorno  $Tr$  il valore dell'evento che gli corrisponde.

Assegnato  $Tr$  si possono ricavare per ogni durata  $t$  i valori di  $h$  corrispondenti cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni  $Tr$  anni.

Il valore del  $Tr$  che verrà adottato per il caso in esame è stato determinato nel paragrafo seguente.

## 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.**

Per la stima delle portate scolanti massime, che rappresentano il parametro di riferimento per il dimensionamento delle reti di raccolta delle acque meteoriche, si farà riferimento, come deducibile dalla letteratura, ad un tempo di ritorno di 10 anni.

### 6.3. Le superfici scolanti

L'intervento ha un'estensione complessiva pari a 3.316 mq, ed è costituito da una porzione di area a destinazione fondiaria (con superficie di 1.637,4 mq) e una porzione destinata a parcheggio (con superficie di 1.678,6 mq).

Le due superfici, viste le differenti caratteristiche, saranno analizzate separatamente.

L'urbanizzazione, ai fini idraulici, è causa dell'impermeabilizzazione del suolo e ciò si traduce in una riduzione del contributo all'infiltrazione e un incremento della produzione di deflusso superficiale. In accordo con il principio dell'*invarianza idraulica* tali volumi in eccesso dovranno essere opportunamente invasati in idonei sistemi e rilasciati nel lungo periodo, al fine di garantire gli stessi ordini di grandezza di deflusso dello stato attuale.

Nelle tabelle seguenti è riportato il confronto della distribuzione delle diverse superfici scolanti nello stato attuale e nella configurazione di progetto.

<b>Tabella delle superfici scolanti – AREA FONDIARIA</b>		
Natura delle superfici scolanti	Stato Attuale (mq)	Stato Futuro (mq)
<b><u>Area totale</u></b>	<b>1.637,4</b>	<b>1.637,4</b>
Superficie a verde	1.637,4	754,7
Superficie massima coperta (tetti edifici)	-	512,2
Superficie scoperta impermeabile (percorsi asfaltati o cementati)	-	233,0
Superficie scoperta semipermeabile (percorsi pedonali interni)	-	137,5

<b>Tabella delle superfici scolanti – AREA OPERE DI URBANIZZAZIONE</b>		
Natura delle superfici scolanti	Stato Attuale (mq)	Stato Futuro (mq)
<b><u>Area totale</u></b>	<b>1.678,6</b>	<b>1.678,6</b>
Superficie permeabile (verde pubblico)	1.678,6	403,3
Superficie impermeabile asfaltata	-	802,4
Superficie in materiali drenanti (stalli parcheggi)	-	472,9

In entrambi i casi si verifica un incremento della superficie impermeabile che comporta un aumento dei volumi di deflusso superficiale che dovranno pertanto essere opportunamente mitigati al fine di preservare lo stato di fatto idraulico.

#### 6.4. 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

$\phi_1 = 0,20$  per le superficie a verde permeabili (giardini, ecc.);

$\phi_2 = 0,60$  per le superficie scoperte semi-permeabili (vialetti, superfici in ghiaio, etc.).

$\phi_3 = 0,90$  per aree impermeabili (tetti degli edifici, strade, marciapiedi, parcheggi, etc.).

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio  $\phi_m$ :

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

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

S = superficie scolante totale (mq);

$S_i$  = Superfici scolanti omogenee (mq);

$\phi_i$  = coefficiente di deflusso relativo alle  $S_i$ ;

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

## 6.5. 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:

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

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.

Il tempo di corrivazione determinato per le due aree è il seguente:

- AREA FONDIARIA:  $t_c = 6$  minuti;
- AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE:  $t_c = 6$  minuti.

## 6.6. 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  $t_c$ ;

Considerando un Tempo di Ritorno di 10 anni si determinano i seguenti valori di portata massima scolante:

- AREA FONDIARIA:  $q_m = 49$  l/s (299 l/s ha);
- AREA PER OPERE DI URBANIZZAZIONE:  $q_m = 43$  l/s (256 l/s ha).