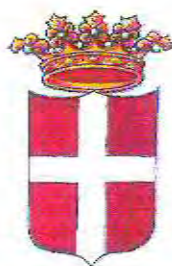


REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI VICENZA



IL DIRETTORE DEL SETTORE URBANISTICA
(Arch. Antonio Bortoli)

"Nuova previsione viaria – Strada di Maddalene"

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

(L. 3 agosto 1998 n. 267)

Il Consulente idraulico

Dott. Ing. Giovanni Crosara



ALLEGATO ALLA DELIB. CONS.

N. A DEL 26.1.2011

IL PRESIDENTE

F.to POLETO

IL SEGRETARIO GEN.LE

F.to VEIRANO

Vicenza, giugno 2009

Giovanni Crosara ingegnere civile idraulico

+studi

Stradella San Pietro, 3

36100 VICENZA

Tel e Fax: +39 - 0444 541 888

E-mail: crosara@piustudi.eu

INDICE

PRIMA PARTE	2
1. Premessa e quadro normativo di riferimento	2
2. Contenuti generali della valutazione di compatibilità	3
3. La variante in oggetto	6
4. Inquadramento	7
4.1. Inquadramento territoriale	7
4.2. Il Rischio Idraulico	8
4.3. Configurazione di Progetto	8
 SECONDA PARTE	 9
1. I principali parametri idraulici di dimensionamento	9
1.1. Le curve di possibilità pluviometrica	9
1.2. Il tempo di ritorno	11
1.3. Il coefficiente di deflusso	12
1.4. Il tempo di corrivazione	13
1.5. Il calcolo della portata meteorica	15
2. Calcolo dei volumi di invaso	16
2.1. Modello di calcolo analitico	16
2.2. Schema di calcolo semplificato	18
2.3. Conclusioni	18
3. Misure da attuare per mitigare l'impatto idraulico	19
3.1. Considerazioni generali	19
3.2. Mitigazione idraulica dei volumi in eccesso	20
 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	 22
 ALLEGATI	 23

PRIMA PARTE

1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Con il presente documento, su incarico del Dipartimento Progettazione e Innovazione del Territorio Settore Urbanistica del Comune di Vicenza il sottoscritto Dott. Ing. Giovanni Crosara, viene redatta la Valutazione di Compatibilità Idraulica, ai sensi della Legge 3 agosto 1998, n.267, relativamente al "Nuovo percorso viario - strada di Maddalene" 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.

2. 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.

CLASSE DI INTERVENTO	DEFINIZIONE
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:

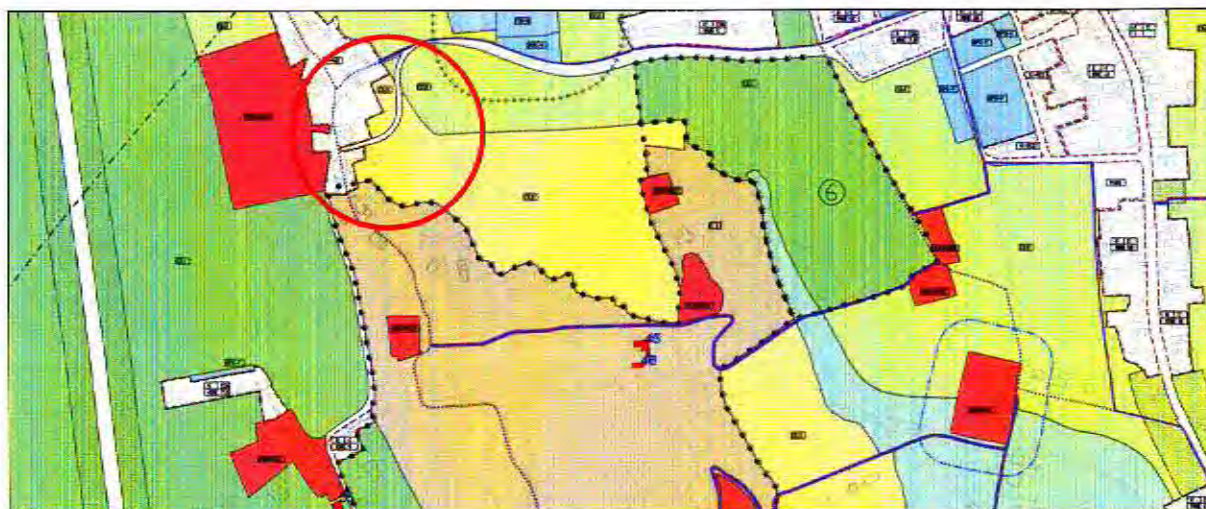
- nel caso di *trascurabile impermeabilizzazione potenziale* è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di *modesta impermeabilizzazione potenziale*, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare 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. LA VARIANTE IN OGGETTO

Si riporta in sintesi quanto descritto nella relazione che accompagna la variante in oggetto. Il borgo storico di Maddalene Vecchia è localizzato a nord delle pendici collinari di Monte Crocetta ed è circoscritto da alcuni elementi naturali di particolare interesse quali: la roggia Seriosa che definisce il confine ad est e le Sorgenti della Seriola, che si attestano a nord dell'edificato. Ad ovest e a sud, il borgo si apre verso campagna e la collina di Monte Crocetta in cui sono presenti alcuni insediamenti tipici rurali. Il sistema infrastrutturale esistente è uno dei punti critici emerso già nella fase di redazione del Piano Frazioni, dato che l'unica viabilità a servizio della zona di Maddalene Vecchia, che risulta stretta e sottodimensionata; attualmente nel punto di attraversamento del borgo storico funziona a senso unico alternato per consentire il passaggio di mezzi pubblici. Con la previsione del nuovo insediamento PPM2, la viabilità esistente, sarebbe ulteriormente compromessa non essendo in grado di far fronte ai bisogni della frazione, pertanto si ritiene opportuno l'inserimento di una nuova brefella stradale a sud del borgo storico, che corre a margine della nuova previsione di espansione. Questo consentirà sia di tutelare il borgo storico dal traffico di attraversamento, facendo scorrere ai margini, sia di avere una viabilità di adeguate dimensioni per l'attraversamento dei mezzi pubblici. Si tratta pertanto di modificare le previsioni del Piano Regolatore, ai sensi del comma 4, lettera g), dell'articolo 50 della L.R. 61/1985.

Nella figura seguente si riporta l'estratto del PRG vigente con inserita l'area oggetto di variante.



Estratto Prg vigente con inserimento area di variante

4. INQUADRAMENTO

4.1. Inquadramento territoriale

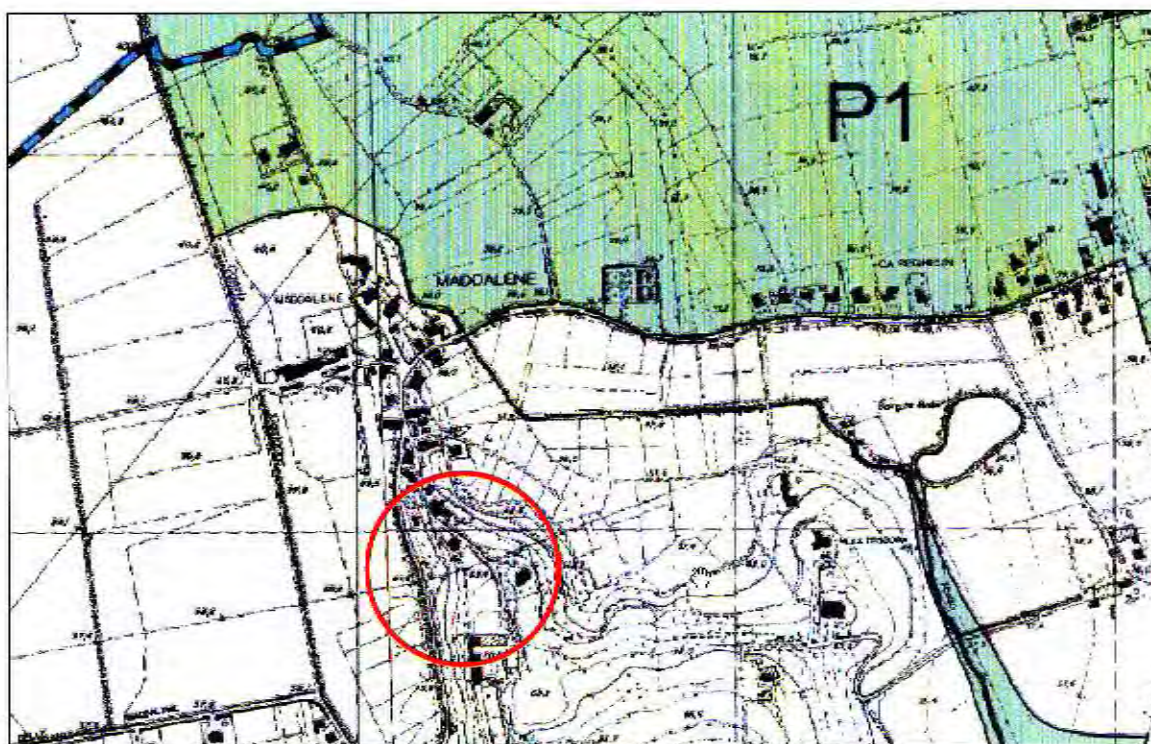
L'ambito oggetto della proposta di variante urbanistica riguarda un terreno a verde posto lungo strada di Maddalene in prossimità di Maddalene vecchia nel Comune di Vicenza.



Ortofoto di inquadramento

4.2. Il Rischio Idraulico

Per quanto concerne le criticità idrauliche, si verifica, nella tavola di Pericolosità Idraulica del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione (Venezia, maggio 2003), che l'area di intervento risulta esterna a qualsiasi area classificata come pericolosa o a rischio. L'intervento, rientrando nell'ambito di superficie compresa tra 0.1 e 1.0 ha, è classificato come modesta impermeabilizzazione potenziale.



Stralcio P.A.I.

4.3. Configurazione di Progetto

La configurazione di progetto prevede la realizzazione di una nuova strada per una superficie complessiva di circa 4.501 mq. La destinazione futura di cui alla presente variante è a viabilità ed andrà ad interessare indicativamente una superficie pari a circa 1.760 mq considerando una sezione di ingombro massima di 8 metri ed una lunghezza della stessa di 220 ml. La suddivisione delle diverse superfici scolanti è sintetizzata in tabella seguente

Area scolante di progetto (*)	S(mq)
Superficie per la viabilità	1.760
(*) Superfici ipotizzate d concerto con l'ufficio tecnico comunale	

SECONDA PARTE

1. I PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

1.1. 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	1.1649	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 $h = a t^n$:

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

Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI BREVI (Stazione di Vicenza)		
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 indicato nel paragrafo seguente.

1.2. Il tempo di ritorno

L'aggiornamento 2006 dell'allegato "Modalità operative e indicazioni tecniche" per la redazione del documento di Valutazione di Compatibilità Idraulica indica che il tempo di ritorno cui fare riferimento è pari a 50 anni.

1.3. Il coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso ϕ 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. Per ogni superficie scolante si è assegnato un coefficiente di deflusso medio ϕ sia per lo stato attuale che per la nuova configurazione di progetto.

L'aggiornamento 2006 dell'allegato "Modalità operative e indicazioni tecniche" per la redazione del documento di Valutazione di Compatibilità Idraulica indica che dovranno essere assunti convenzionalmente, ove non determinati analiticamente, i seguenti coefficienti di deflusso:

$\phi_1 = 0,10$ per le aree agricole;

$\phi_2 = 0,20$ per le superfici permeabili (aree verdi);

$\phi_3 = 0,60$ per superfici semipermeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato,...);

$\phi_4 = 0,90$ per superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...).

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio per l'intera area scolante ϕ_{medio} :

$$\phi_{medio} = (S_i \times \phi_i) / S$$

ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale

S = superficie scolante totale (mq)

S_i = Superfici scolanti omogenee (mq)

ϕ_i = coefficiente di deflusso relativo alle S_i

Nel caso in esame si è stimato:

- **0,10** il coefficiente di deflusso relativo allo stato attuale;
- **0,90** il coefficiente di deflusso relativo alla configurazione di progetto.

1.4. Il tempo di corrivazione

1.4.1. Calcolo del tempo di corrivazione nello Stato Attuale

Il tempo di corrivazione, nello stato attuale, è stato determinato facendo riferimento all'espressione suggerita dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland per il caso di cunette e fossi di guardia, al servizio di superficie scolanti di modesta estensione e valida per le fognature, con le usuali cautele, come indicato in dettaglio nel testo "Fognature" (Luigi Da Deppo e Claudio Datei).

$$t_{ci} = (26.3 (L_i/K_i)^{0.6} / (3600(1-n)^{0.4} a^{0.4} i^{0.4}))^{1/(0.6+0.4n)}$$

essendo:

t_{ci} = tempo di corrivazione tratto di percorso i -esimo [s]

L_i = massima lunghezza del deflusso dell' i -esimo tratto considerato [m]

K_{si} = coefficiente di Gauckler-Strickler dell' i -esimo tratto considerato [$m^{1/3}s^{-1}$]

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

a, n = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica (in metri)

L'espressione proposta dà modo di considerare, con appropriati valori di L , K_s , e i , la partecipazioni delle superfici scolanti laterali. I valori di K_s assunti usualmente sono per le condotte dell'ordine dei $70+80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, $20+50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, ma anche $2+5 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per superficie erbose.

In allegato alla presente relazione è riportato in dettaglio il calcolo del tempo di corrivazione con il metodo di cui sopra.

1.4.2. Calcolo del tempo di corrivazione nella Configurazione di Progetto

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]

ϕ_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.

In allegato alla presente relazione è riportato in dettaglio il calcolo del tempo di corrivazione con il metodo di cui sopra.

1.5. 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)

ϕ_{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 nella configurazione attuale dell'area si stima una portata massima pari a circa 1 l/s. Sempre per un Tempo di Ritorno di 10 anni ma nella configurazione di progetto si stima una portata massima pari a 51 l/s.

Si verifica pertanto un incremento della portata scolante sulla superficie rispetto allo stato attuale. Dovranno pertanto essere previste delle misure compensative per mitigare l'impatto idraulico delle nuove opere.

2. 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 invasato.

A favore di sicurezza verrà assunto come volume efficace di invaso il risultato maggiore tra i due ottenuti.

Si precisa che per l'applicazione del modello di calcolo analitico si dovrà fare riferimento ad una superficie di calcolo ridotta corrispondente all'effettiva area trasformata nella sua destinazione d'uso.

Di contro nello schema di calcolo semplificando, entrando in gioco differenze di volumi, si considera la superficie complessiva, dando così un quadro più completo.

I dettagli sono riportati nei paragrafi seguenti.

2.1. Modello di calcolo analitico

2.1.1. Superficie di calcolo per l'applicazione del modello analitico.

Nell'applicazione del modello di calcolo analitico, dovendosi fissare un valore di portata allo scarico, la superficie da prendere a riferimento è quella che subisce una effettiva trasformazione territoriale.

Considerando infatti che allo stato attuale l'area è parzialmente edificata, il calcolo dei volumi efficaci sull'intera superficie scolante porterebbe a delle distorsioni del modello che fornirebbe risultati non coerenti.

Il coefficiente udometrico infatti terrebbe conto anche delle aree già impermeabili e assumerebbe per tale motivo valori troppo elevati per poter applicare il modello in maniera realistica (il tempo di pioggia critica sarebbe dell'ordine dei minuti).

Per un'area scoperta a verde è sostanzialmente assodato (sia dalla letteratura, sia dall'esperienza che dal calcolo idraulico di cui in allegato) un valore della portata di deflusso superficiale di circa 5 l/s ha.

Per quanto riguarda il caso in oggetto, si è visto che la superficie attualmente a verde ha un'estensione di circa 1.760 mq pari quindi alla superficie che subisce effettiva trasformazione.

2.1.2. Applicazione del modello

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 la superficie scolante ridotta e assumendo un limite allo scarico di 5 l/s ha.

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 zero a favore di sicurezza;
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ($Q_{defluito} \times \text{tempo di pioggia}$);
- il volume di pioggia da invasarsi ($V_{invaso} = V_{pioggia} - V_{defluito} - V_{invaso \text{ superficiale}}$).

Il modello di calcolo analitico fornisce un valore del volume efficace di invaso pari a circa 137 mc (pari a circa 781 mc/ ha di superficie trasformata complessiva).

2.2. 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 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 un valore del volume efficace di invaso pari a circa 141 mc (pari a 800 mc/ha).

2.3. Conclusioni

Si deduce pertanto che il volume che dovrà essere ricavato al fine di mitigare l'impatto idraulico per la realizzazione del nuovo collegamento stradale è pari a 141 mc (pari a 800 mc/ha).

3. MISURE DA ATTUARE PER MITIGARE L'IMPATTO IDRAULICO

3.1. Considerazioni generali

Secondo la normativa vigente, al fine di ridurre l'impatto idraulico delle nuove urbanizzazioni è necessario ricavare dei volumi efficaci di invaso da realizzarsi nelle posizioni e con i sistemi più idonei.

Tali fattori dovranno essere valutati in sede di progettazione, pertanto in questo paragrafo verranno presentati i possibili sistemi, ormai collaudati dall'uso e dalla pratica, che possono essere presi in considerazione.

La rosa entro cui scegliere appare relativamente ampia ed in particolare si sottolinea che i sistemi indicati possono 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 inerbati 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.

Si sottolinea infine che la natura del terreno (gli strati superficiali sono caratterizzati da elementi fini e a natura coesiva) e la quota della falda, tendenzialmente piuttosto superficiale, non consentono di ipotizzare la realizzazione di sistemi a dispersione nel sottosuolo.

Sono pertanto da escludere sistemi che prevedano la realizzazione di pozzi o trincee disperdenti.

3.2. Mitigazione idraulica dei volumi in eccesso

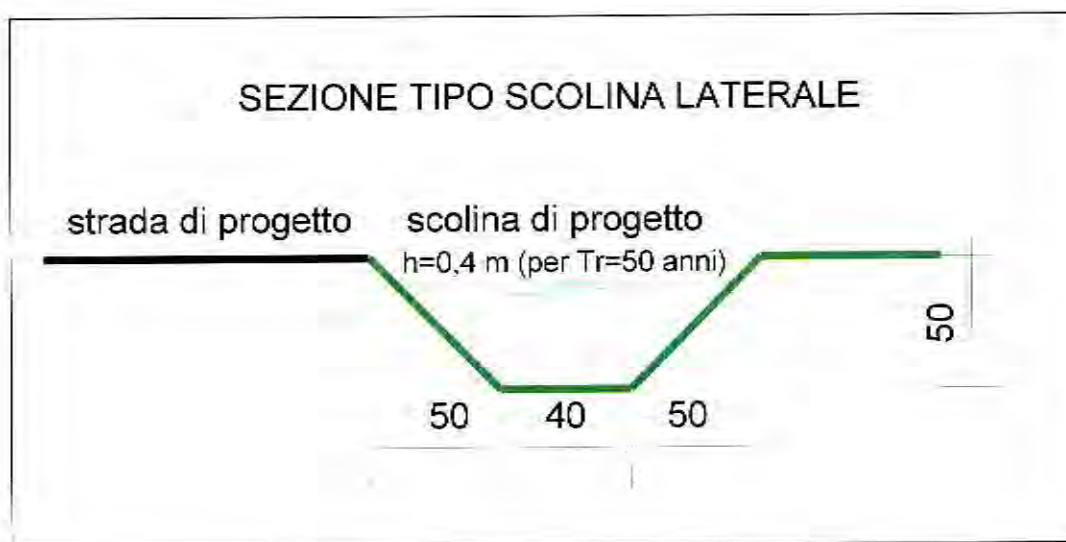
La trasformazione della superficie agricola in nuova viabilità di collegamento comporta l'impermeabilizzazione del suolo con conseguente produzione di un deflusso superficiale, in misura superiore rispetto al ruscellamento dello stato attuale, e che dovrà pertanto essere opportunamente mitigato.

Dal confronto dei risultati ottenuti con il metodo di calcolo analitico e con lo schema di calcolo semplificato si deduce che **il volume efficace minimo di invaso che dovrà essere ricavato per l'ambito di intervento è pari a 141 mc (800 mc/ha).**

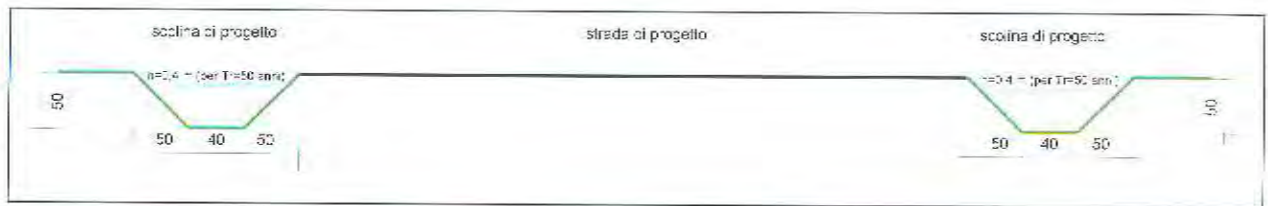
Considerando che per la viabilità la direzione di sviluppo prevalente è quella longitudinale, si ritiene opportuno realizzare delle opere di mitigazione che presentino simili caratteristiche.

In particolare si suggerisce la realizzazione di un sistema di scoline a bordo strada che siano in grado di trattenere temporaneamente i maggiori volumi d'acqua prima nell'innesto nella rete idrografica locale.

Lo scarico nella rete idrografica avverrà mediante manufatto di regolazione (costituito essenzialmente da una soglia di sbarramento) tarato su una portata di 5 l/(s ha), valore limite dedotto dall'analisi dello stato di fatto. Per il dettaglio si rimanda alla tavole grafica.



Sezione tipo scolina di progetto



Sezione tipo con scoline laterali

In prima ipotesi si è considerata la realizzazione di scoline da realizzarsi su entrambi i lati della nuova stradale aventi una sezione trasversale con larghezza di fondo pari a 0,40 m, profondità di circa 0,50 m e sponde con inclinazione 1/1.

Sulla base della configurazione indicata, si stima che il volume efficace minimo richiesto, pari a 141 mc (800 mc/ha), viene verificato per un tirante di circa 0,40 m.

Per un evento caratterizzato da tempo di ritorno pari a 50 anni il sistema ha un franco di sicurezza di circa 10 cm.

Il sistema di scoline laterali è in grado di invasare temporaneamente un volume complessivo pari ai 141 mc (800 mc/ha), richiesti dal calcolo idraulico.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 – Inquadramento area nel punto di innesto con strada di Maddalene

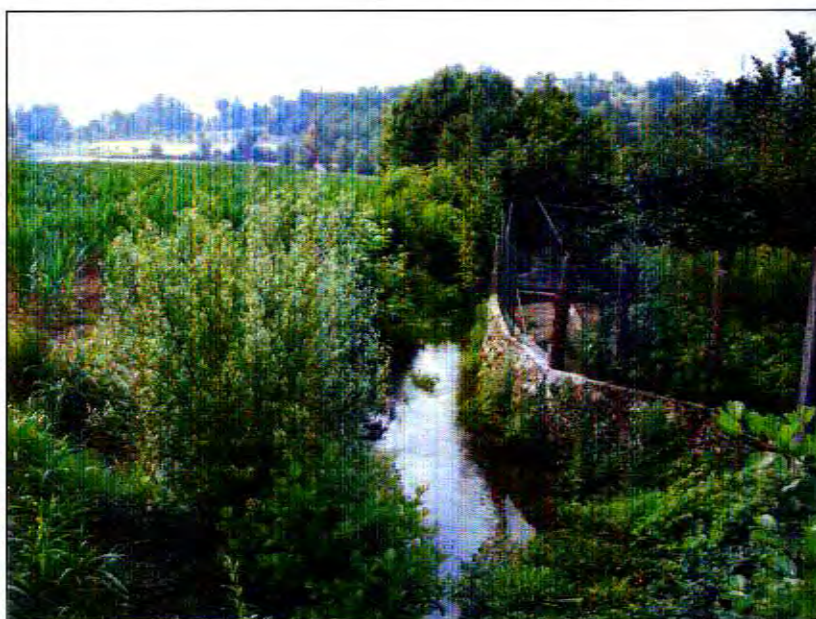


Foto 2 – Roggia Seriola all'altezza di strada di Maddalene

ALLEGATI

Allegati di calcolo

- Elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica;
- Calcoli idraulici stato attuale;
- Calcoli idraulici configurazione stato futuro;
- Calcolo dei volumi di laminazione;
- Interventi di mitigazione idraulica;
- Verifica massimi volumi di invaso - schema semplificato del Genio Civile di Vicenza.

Allegati grafici

- Tavola 1.0

TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

VICENZA

BACINO :

QUOTA :

Fonte DFI 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 ² =(h-M) ²	Anno	h(mm)	X ² =(h-M) ²	Anno	h(mm)	X ² =(h-M) ²	Anno
1				15.3	78.45	1938	21.0	112.27	1938
2				15.0	83.85	1939	16.0	243.22	1939
3				23.0	1.34	1940	29.0	6.74	1940
4				29.1	24.43	1941	58.0	751.00	1941
5				30.0	34.14	1942	43.6	144.10	1942
6				23.4	0.57	1943	39.8	67.31	1943
7				45.0	434.42	1945	24.4	51.78	1945
8				27.0	0.00	1947	63.6	1024.28	1947
9				25.0	0.71	1948	30.8	0.63	1948
10				12.0	147.60	1949	33.0	1.87	1949
11				18.2	35.40	1950	16.6	224.67	1950
12				20.2	16.86	1951	21.0	112.27	1951
13				17.5	43.00	1952	27.4	17.60	1952
14	15.8	3.08	1953	22.8	1.84	1953	29.6	3.98	1953
15	20.0	4.88	1954	29.0	23.46	1954	27.8	14.71	1954
16	15.0	7.79	1955	25.0	0.71	1955	58.0	697.19	1955
17	12.0	33.53	1956	20.0	17.28	1956	29.6	3.22	1956
18	15.0	7.79	1957	19.0	26.60	1957	31.6	0.00	1957
19	11.5	39.68	1958	15.4	76.89	1958	23.0	73.89	1958
20	26.0	67.39	1959				22.0	92.08	1959
21	38.0	331.57	1960	36.0	140.25	1960	31.6	0.00	1960
22	18.0	0.04	1961				36.0	19.40	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	28.8	21.56	1964	31.0	0.35	1964
26	10.6	51.71	1965	11.8	152.70	1965	34.2	6.78	1965
27	14.4	11.50	1966	17.2	48.40	1966	20.4	126.34	1966
28	30.0	149.06	1967	50.0	667.66	1967	23.0	73.89	1967
29	25.4	37.90	1968	37.0	164.94	1968	80.0	2342.98	1968
30	11.2	43.44	1969	20.0	17.28	1969	51.0	376.53	1969
31	14.0	14.37	1970	20.8	11.37	1970	30.0	2.55	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	25.43	1972	21.6	99.81	1972
34	17.6	0.04	1973	22.0	4.66	1973	30.6	0.99	1973
35	27.6	96.22	1974	35.6	130.84	1974	32.8	1.01	1974
36	14.6	10.18	1975	14.6	91.34	1975	37.2	31.41	1975
37	13.0	22.98	1976	22.0	4.05	1976	14.6	288.85	1976
38	16.6	1.42	1977	22.0	20.77	1977	20.0	6.74	1977
39	24.0	38.55	1978	19.6	52.46	1978	22.6	80.92	1978
40	15.8	3.96	1979	31.4	34.14	1979	32.0	0.16	1979
41	16.8	0.98	1980	30.0	0.00	1980	35.2	21.20	1980
42	27.0	84.81	1981	24.2	14.77	1981	29.4	4.82	1981
43	14.4	11.50	1982	19.2	24.57	1982	28.0	12.93	1982
44	14.0	14.37	1983	26.0	3.40	1983	26.0	31.31	1983
45	18.0	0.04	1984	26.6	19.74	1984	32.8	1.46	1984
46	6.2	134.35	1985	9.0	220.74	1985	31.8	0.04	1985
Anni			33			42			45

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

ORA	0.25	0.50	1.00
N	33	42	46
$XM = MEDIA$	17.79	24.16	31.60
SOMMA X^2	1320.7	2941.9	7509.6
SSQM	6.42	8.47	12.92
Inserire da tabella S_n	1.1399	1.1597	1.1685
Inserire da tabella Y_n	0.5380	0.6448	0.5468
a/la	0.1774	0.1369	0.0903
<i>moda</i>	14.76	20.18	25.54

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

TEMPI DI RITORNO	ORE		
(anni)	0.25	0.50	1.00
10 h_{max} (mm) =	27.44	36.62	50.46
20 h_{max} (mm) =	31.50	41.87	58.43
50 h_{max} (mm) =	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 ⁻ⁿ)	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

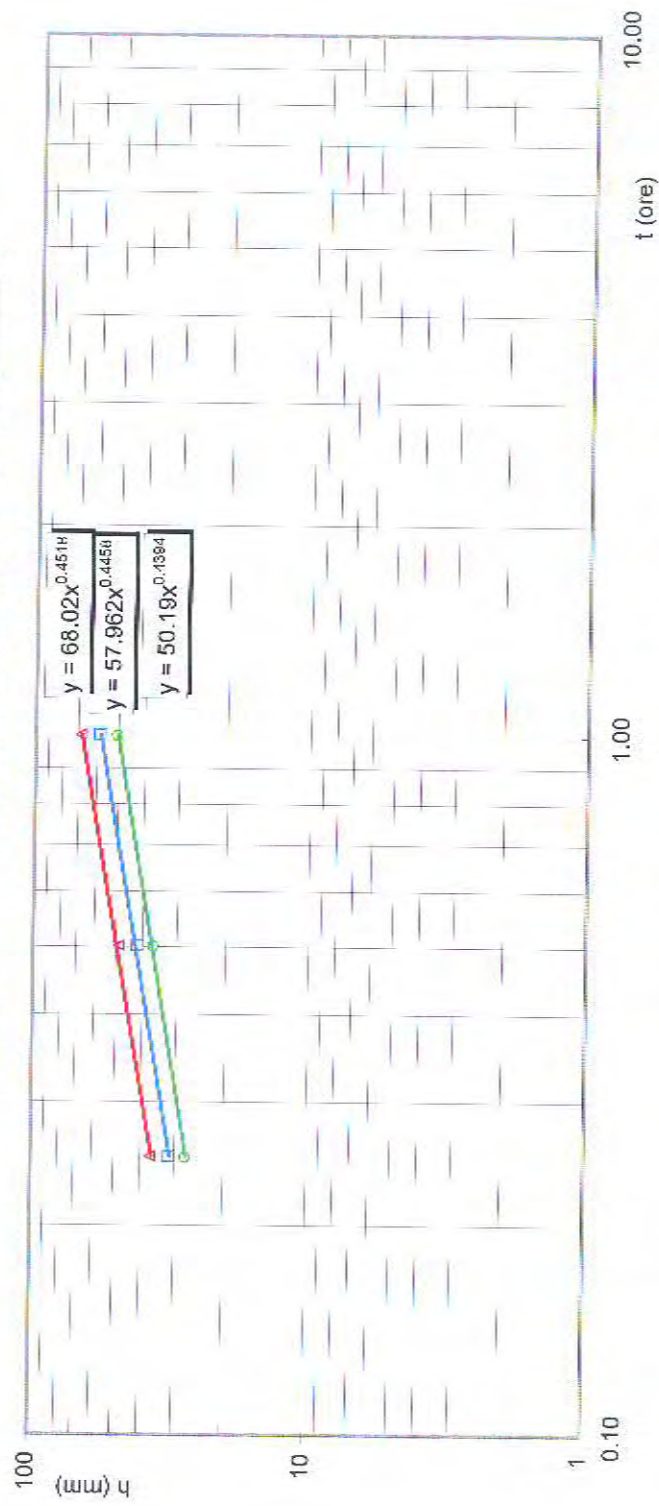


TABELLA 1

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

VICENZA

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)	$X^2=hi \cdot M^2$	Anno	h(mm)	$X^2=hi \cdot M^2$	Anno	h(mm)	$X^2=hi \cdot M^2$	Anno	h(mm)	$X^2=hi \cdot M^2$	Anno	h(mm)	$X^2=hi \cdot M^2$	Anno
1	21.0	91.56	1938	24.4	201.96	1938	38.8	30.50	1938	38.4	24.06	1938	44.8	779.52	1938
2	16.0	212.40	1939	23.2	237.50	1939	32.0	193.40	1939	46.4	74.34	1939	51.6	450.36	1939
3	29.0	2.40	1940	30.4	4.80	1940	40.0	34.80	1940	55.6	0.33	1940	55.9	282.97	1940
4	43.6	168.68	1941	46.0	64.00	1941	59.0	171.44	1941	70.0	224.33	1941	70.0	7.41	1941
5	36.8	88.12	1942	42.4	14.36	1942	48.6	7.28	1942	48.6	41.24	1942	77.4	21.89	1942
6	24.4	38.12	1943	27.5	123.46	1943	40.0	34.80	1943	43.2	139.70	1943	58.6	109.42	1943
7	63.6	1090.72	1946	74.0	1252.37	1946	75.2	830.10	1946	88.0	1154.49	1946	98.6	487.45	1946
8	30.8	0.05	1947	38.0	0.37	1947	38.4	56.36	1947	42.0	189.68	1947	44.4	802.12	1947
9	33.0	5.80	1948	35.6	9.07	1948	36.8	62.93	1948	48.0	40.31	1948	66.4	35.96	1948
10	16.6	186.27	1949	37.6	1.02	1949	40.6	28.16	1949	43.0	144.53	1949	70.8	3.89	1949
11	21.0	91.66	1950	25.6	169.20	1950	39.0	47.70	1950	46.8	67.60	1950	55.0	293.15	1950
12	27.4	10.07	1951	35.0	13.04	1951	36.0	98.14	1951	46.0	48.31	1951	81.0	78.82	1951
13	25.6	0.95	1952	46.2	97.59	1952	57.6	136.73	1952	65.4	92.81	1952	86.8	532.61	1952
14	27.8	7.59	1953	36.0	6.82	1953	59.6	37.29	1953	45.2	96.48	1953	64.8	62.75	1953
15	56.0	752.19	1954	75.4	1353.42	1954	79.6	1135.24	1954	80.6	854.22	1954	80.6	82.07	1954
16	29.8	0.60	1955	31.0	47.93	1955	38.8	50.50	1955	50.4	21.36	1955	66.0	45.18	1955
17	31.6	1.05	1956	32.2	31.10	1956	32.2	187.87	1956	42.0	189.68	1956	74.2	2.19	1956
18	23.0	57.36	1957	27.0	134.82	1957	43.0	8.45	1957	45.6	88.78	1957	59.4	117.47	1957
19	22.0	73.61	1958	37.6	1.02	1958	39.4	42.34	1958	46.0	81.40	1958	56.0	279.62	1958
20	31.6	1.05	1959	38.0	0.15	1959	43.6	5.32	1959	54.6	91.73	1959	82.6	97.58	1959
21	36.0	26.44	1960	35.0	6.82	1960	46.4	0.24	1960	54.6	0.05	1960	83.8	79.00	1960
22	25.6	24.74	1961	27.4	125.69	1961	27.4	342.50	1961	36.6	399.08	1961	53.2	381.10	1961
23	17.0	164.25	1962	29.6	61.20	1962	47.0	1.20	1962	60.2	26.81	1962	62.8	98.44	1962
24	31.0	0.18	1963	38.0	0.37	1963	39.0	47.70	1963	51.2	14.61	1963	55.2	307.01	1963
25	34.2	13.15	1964	40.0	1.93	1964	50.4	20.19	1964	55.8	0.50	1964	79.4	44.80	1964
26	23.0	57.36	1965	31.8	46.38	1965	36.2	94.22	1965	47.2	61.19	1965	53.4	373.33	1965
27	23.0	2432.84	1966	38.6	0.00	1966	38.6	53.39	1966	43.2	139.76	1966	78.8	36.95	1966
28	80.0	417.23	1967	120.0	6624.15	1967	137.0	8298.00	1967	38.4	276.30	1967	143.8	5082.12	1967
29	51.0	0.33	1968	71.2	1062.04	1968	90.8	2015.41	1968	91.4	1323.34	1968	95.2	305.27	1968
30	30.0	0.33	1969	39.8	1.41	1969	46.2	0.09	1969	48.2	46.64	1969	60.0	161.84	1969
31	22.2	70.12	1970	26.6	144.27	1970	26.6	372.75	1970	35.6	339.36	1970	48.0	611.16	1970
32	21.6	80.53	1971	21.6	289.38	1971	30.6	234.29	1971	38.8	263.16	1971	56.0	278.62	1971
33	30.6	0.00	1972	35.4	10.31	1972	41.2	22.15	1972	44.2	117.12	1972	63.4	86.89	1972
34	32.6	4.11	1975	33.2	29.20	1975	33.2	161.46	1975	57.0	3.91	1975	81.0	68.53	1975
35	37.2	43.91	1976	42.0	11.48	1976	42.4	12.30	1976	41.2	181.05	1976	60.0	161.84	1976
36	14.6	265.17	1977	23.8	219.37	1977	37.2	75.81	1977	48.0	49.31	1977	55.2	307.01	1977
37	20.0	2.48	1978	33.0	31.48	1978	37.2	75.81	1978	48.0	49.31	1978	73.4	0.40	1978
38	22.6	63.58	1981	25.0	185.26	1981	35.8	102.14	1981	71.4	260.21	1981	104.0	678.33	1981
39	32.0	2.05	1982	44.0	29.04	1982	35.8	102.14	1982	71.4	260.21	1982	104.0	678.33	1982
40	36.2	31.65	1983	37.8	0.66	1983	39.0	47.70	1983	52.0	9.13	1983	98.0	538.99	1983
41	29.4	1.38	1984	30.2	70.76	1984	52.6	44.80	1984	62.6	6.87	1984	95.6	293.15	1984
42	28.0	6.03	1985	39.0	0.16	1985	40.2	32.57	1985	63.0	63.69	1985	86.0	176.31	1985
43	26.0	20.92	1987	33.8	33.45	1987	64.8	366.96	1987	87.4	1789.88	1987	107.6	1230.48	1987
44	32.8	4.95	1988	42.8	9.65	1988	42.8	82.68	1988	76.8	474.27	1988	83.8	122.73	1988
45	31.8	1.50	1989	49.6	120.76	1989	55.0	82.68	1989	72.6	300.98	1989	102.6	892.71	1989
46	12.0	344.99	1990	20.0	366.37	1990	31.2	216.29	1990	46.2	77.83	1990	69.6	9.70	1990
Anni			46			45			45			45			46

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

ORE	1	3	6	12	24
N	46	45	45	45	46
$XM = MEDIA$	30.57	38.81	45.91	55.02	72.72
SOMMA X^2	7094.6	13196.5	16014.1	10949.9	18582.9
SSQM	12.56	17.32	19.08	15.78	20.32
Inserire da tabella S_n	1.1665	1.1649	1.1649	1.1649	1.1665
Inserire da tabella Y_n	0.5468	0.5463	0.5463	0.5463	0.5468
alfa	0.0929	0.0873	0.0611	0.0738	0.0574
moda	24.69	30.49	36.96	47.62	63.20

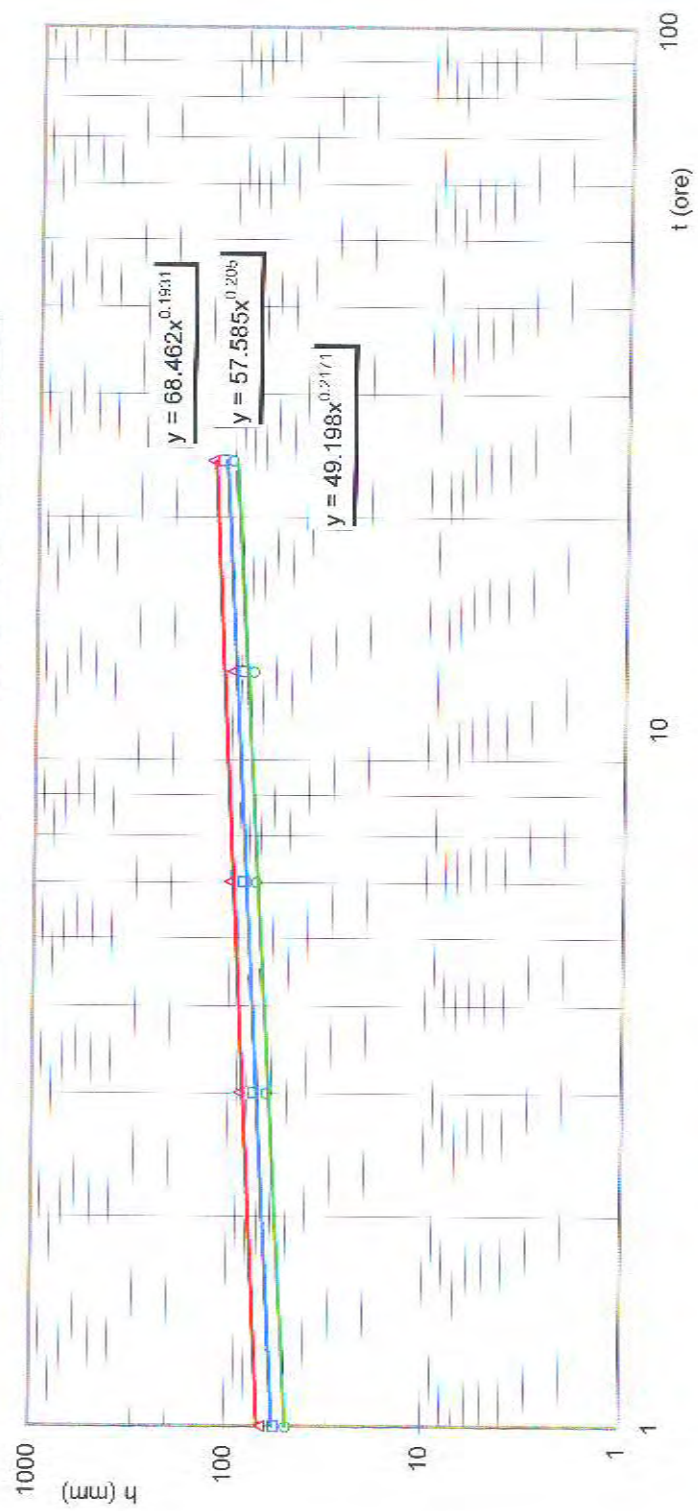
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

TEMPI DI RITORNO	ORE				
(anni)	1	3	6	12	24
10 h_{max} (mm) =	48.91	63.94	73.81	78.10	102.40
20 h_{max} (mm) =	56.66	74.65	85.60	87.85	114.94
50 h_{max} (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 ⁻¹)	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 STATO ATTUALE

DATI GENERALI

Comune	Vicenza		
Oggetto	Nuova previsione viaria - strada di Maddalene		
S tot (mq)	1.760		
S (ha)	0,18	S (kmq)	0,00176
S tras (mq)	3.675	(superficie permeabile oggetto di trasformazione)	
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T>1 ORA			
Tr (anni)	10	20	50
a	49,198	57,58	68,46
n	0,217	0,205	0,193
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T<1 ORA			
Tr (anni/ys)	10	20	50
a	50,19	57,96	68,02
n	0,43	0,44	0,45

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Superfici	Si (mq)	φ	Si x φ
Superficie pavimentata in asfalto	0	0,90	0
Superficie a verde agricolo	1.760	0,20	352
Totali	1.760	0,20	352
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block; margin-top: 10px;"> Coefficiente di deflusso medio φ 0,20 </div>			

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE (Universita' del Maryland)

Formulazione suggerita nel 1971 dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland

Area	a	n	L1 (m)	Ks (m ^{1/3} /s)	i (pendenza-slope)	t (sec)	tc (min)	tc (ore)
erbosa	49,20	0,217	220	2	0,001	20015	334	5,6
						20015	334	5,6

(I valori di Ks da assumere sono dell'ordine di 70 per le condotte, 20-50 per le cunette, 2-5 per superfici erbose)

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO

Tr (anni)	ϕ	a	n	t (min)	t (ore)	h (mm)	jo (mm/ora)	S (mq)
10	0,20	49,20	0,217	334	5,6	71,39	12,84	1.760

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

Tr (anni)	Q (l/s)	u (l/s ha)	V pioggia (mc)
10	1,3	7,1	25

CALCOLI IDRAULICI STATO FUTURO

DATI GENERALI

Comune	Vicenza		
Oggetto	Nuova previsione viaria - strada di Maddalene		
S tot (mq)	1.760	(superficie totale)	
S (ha)	0,18	S (kmq)	0,00176
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T>1 ORA			
Tr (anni)	10	20	50
a	49,198	57,58	68,46
n	0,217	0,205	0,193
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T<1 ORA			
Tr (anni)	10	20	50
a	50,19	57,96	68,02
n	0,43	0,44	0,45

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Superfici (surfaces)	Si	φ	Si x φ
Superficie pavimentata in asfalto	1.760	0,90	1.584
Superficie a verde agricolo	0	0,20	0
Totali	1.760	0,90	1.584
(totals)			
Coefficiente di deflusso medio φ 0,90			

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE (Politecnico di Milano)

tempo di corrivazione)

$$tc = ta + tr$$

CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE (ta)

Si (mq)	li (m)	li* (m)	φ_i	si	a	n	tai (s)	tai (min)
1760	91	220	0,90	0,001	50,19	0,43	690	11

CALCOLO DEL TEMPO DI RETE (tr)

Tratto	Descrizione rete	Vui (m/s)	Li (m)	tri (s)	tri (min)
1	Condotto fittizio	0,8	220	275	4
	Totale			275	4

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

ta (min)	tr (min)	tc (min)	tc (ore)
11	4	15	0,25

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO

Tr	φ	a	n	t (min)	t (ore)	h (mm)	j ₀ (mm/ora)	S (mq)
10	0,90	50,19	0,43	15	0,25	27,65	110,61	1.760

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
10	48	273	43

CALCOLO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

DATI DI INPUT PER IL CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE

Q defluita superficialmente (l/s)	1
Q defluita/ettaro (l/s ha)	5
Coefficiente deflusso area	0,90
Volume superficiale /ettaro (mc/ha)	0
Volume superficiale	0

CALCOLO VOLUME MINIMO DA INVASARE

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

Tr (anni)		50						
					a	t > 1 ora 68,462	t < 1 ora 68,020	
					n	0,1930	0,450	
tempo	h	J	Q pioggia	Q defluita	V pioggia	V defluito	V superficiale	V invaso
(ore)	(mm)	(mm/h)	(l/s)	(l/s)	(mc)	(mc)	(mc)	(mc)
0,25	36,45	145,80	64	1	58	1	0	57
0,5	49,79	99,59	44	1	79	2	0	77
0,75	59,76	79,68	35	1	95	2	0	92
1	68,46	68,46	30	1	108	3	0	105
2	78,26	39,13	17	1	124	6	0	118
3	84,63	28,21	12	1	134	10	0	125
4	89,46	22,37	10	1	142	13	0	129
5	93,40	18,68	8	1	148	15	0	132
6	96,75	16,12	7	1	153	19	0	134
7	99,67	14,24	6	1	158	22	0	136
8	102,27	12,78	6	1	162	25	0	137
9	104,62	11,62	5	1	166	29	0	137
10	106,77	10,68	5	1	169	32	0	137
11	108,75	9,89	4	1	172	35	0	137
12	110,59	9,22	4	1	175	38	0	137
V massimo (mc)								137
Volume di accumulo richiesto dal calcolo idraulico (mc)								137

INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

VOLUME DI ACCUMULO NELLE SCOLINE LATERALI



Larghezza fondo scolina (m)	0,4	(b)	valore medio
Lunghezza scoline (m)	440	(L)	
Tirante (m)	0,40	(H)	
Inclinazione sponda (x/1)	1		
Sezione bagnata (mq)	0,32	(A)	sezione trapezia

Volume = A x L

Volume invasabile nelle scoline laterali (mc)	141
---	-----

VERIFICA DELLA CAPACITA' DI INVASO DEL SISTEMA DI PROGETTO

Volume totale invasabile nel bacino	(mc)	141	
Volume totale invasabile dal sistema (con franco di sicurezza)	(mc)	141	(mc/ha) 800
Volume richiesto dai calcoli	(mc)	141	

VALUTAZIONE DI MASSIMO INVASO IDRICO - ANALISI SEMPLIFICATA PER PIOGGIA DI DURATA ORARIA

Variante nuova previsione viaria - strada di Maddalene

Area di variante	SITUAZIONE ATTUALE		SITUAZIONE PROGETTO		DIFFERENZE	
	Pioggia (mm)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Volume pioggia (mc)
(Tr = 50 anni)	100,00	1.760	176	1.760	1.760	176
Tipo di superficie e % capacità Invaso		%	altezza invaso (mm)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Volume Invaso (mc)
Superficie in asfalto (viabilità)	10	10	0	0	1.760	18
Superficie a vordo attuale	90	90	1.760	158	0	0
tot			1.760		1.760	
TOTALI VOLUMI INVASATI mc			ATTUALI	158	FUTURI	18
					DIFFERENZA	-141
Interventi di mitigazione idraulica previsti all'interno della zona considerata						
Situazione attuale di deflusso					(mc/ha)	800
Volumi di invaso superficiale						
Volumi di invaso interrati						
Aree scoperte con sottofondi tipo vespalo						
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						

Mitigazione idraulica da realizzarsi per invasare 141 mc di acqua

COPIA

IL DIRETTORE DEL SETTORE URBANISTICA
(Arch. Antonio Bortoli)

ALLEGATO ALLA DELIB. CONS.
N. 1 DEL 26.1.2011
IL PRESIDENTE
F.to POLETO

IL SEGRETARIO GEN.LE
F.to VETRANO

Giovanni Crosara ingegnere civile idraulico

a Vicenza in Stradella San Pietro, 3 - tel. e fax 0444-541888
crosara@piustudi.eu

+studi
INGEGNERIA

LUOGO	COMUNE DI VICENZA	
TITOLO	Nuova previsione viaria - strada di Maddalene	
TAVOLA	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PLANIMETRIA INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA	
COMMITTENTE	COMUNE DI VICENZA	
scala	Il Committente	Il Progettista
varie		
data	Giugno 2009	
archivio	23-A/09	

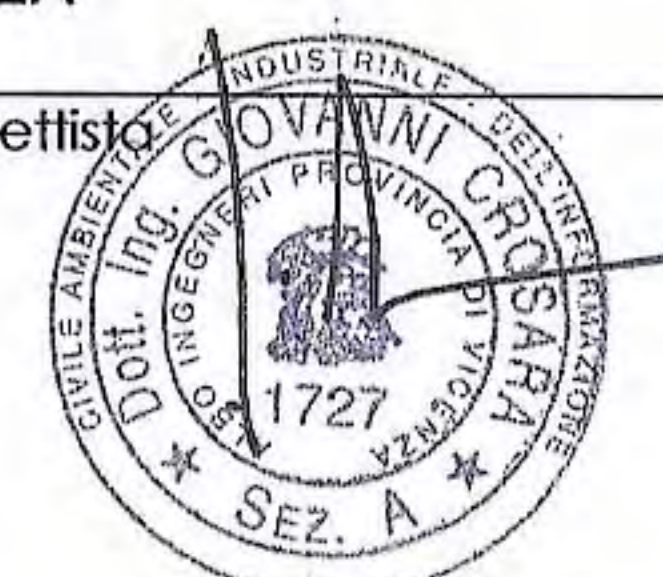


tavola
1.0

A TERMINI DI LEGGE SI RISERVA LA PROPRIETA' DI QUESTO DISEGNO DIFFIDANDO CHIUNQUE A RIPRODURLO O RENDERLO NOTO A TERZI SENZA AUTORIZZAZIONE



Planimetria di inquadramento da C.T.R. - Scala 1:5.000

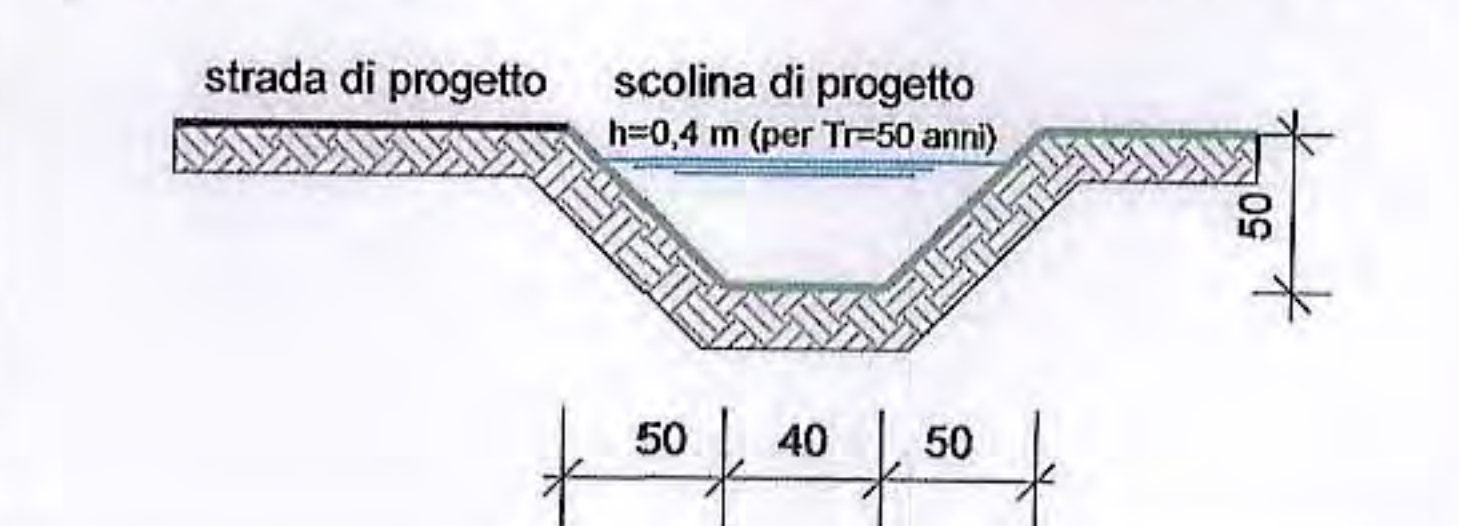
SEZIONE TIPO N. 1 - SCOLINE DI PROGETTO - scala 1:100
(da verificare in sede di progettazione esecutiva)



SEZIONE TIPO N. 2 - MANUFATTI REGOLATORI DI PORTATA - scala 1:100
(da verificare in sede di progettazione esecutiva)



SEZIONE TIPO SCOLINA LATERALE - SCALA 1:50



LEGENDA OPERE DI MITIGAZIONE IDRAULICA E PUNTO DI SCARICO

- Ambito di variante
- Rete idrografica esistente
- Punto di recapito acque meteoriche - manufatto di laminazione
- Scoline stradali da adibire ad invaso temporaneo acque meteoriche
Volume di laminazione richiesto: V=141 mc



Planimetria interventi di mitigazione idraulica - Scala 1:1.000