

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI VICENZA

IL DIRETTORE DEL SETTORE URBANISTICA
(Arch. Antonio Bertoli)

*"Variante urbanistica nuovo parcheggio campo da calcio
di Maddalene"*

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

(L. 3 agosto 1998 n. 267)

Il Consulente idraulico

Dott. Ing. Giovanni Crosara



ALLEGATO ALLA DELIB. CONS.

N. 1 DEL 26-1-2011

IL PRESIDENTE

F.to Povero

IL SEGRETARIO GENERALE

F.to Vetrano

Vicenza, maggio 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	9
4.1. Inquadramento territoriale	9
4.2. Il Rischio Idraulico	10
4.3. Configurazione di Progetto	10
 SECONDA PARTE	 12
1. Variazione di permeabilità tra le superfici scolanti	12
2. I principali parametri idraulici di dimensionamento	13
2.1. Le curve di possibilità pluviometrica	13
2.2. Il tempo di ritorno	16
2.3. Il coefficiente di deflusso	21
2.4. Il tempo di convulsione	23
2.5. Il calcolo della portata meteorica	25
3. Calcolo dei volumi di invaso	26
3.1. Modello di calcolo analitico	26
3.2. Schema di calcolo semplificato	28
3.3. Conclusioni	28
3.4. Manufatti di scarico e limitatori di portata	29
4. Misure da attuare per mitigare l'impatto idraulico	30
4.1. Mitigazione dei volumi in eccesso	30
4.2. Conclusioni	36
 DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	 37
 ALLEGATI	 39

PRIMA PARTE

1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Con il presente documento, su incarico del "Settore Lavori Pubblici e grandi opere" del Comune di Vicenza il sottoscritto Crosara Ing. Giovanni, viene redatta la *Valutazione di Compatibilità Idraulica*, ai sensi della Legge 3 agosto 1998, n.267, relativamente al *"Nuovo parcheggio a servizio del campo di calcio 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.

(...)

La definizione progettuale a parcheggio di un'area di mq. 4.501 di terreno, ora agricolo, al lato opposto del fronte dell'impianto sportivo è finalizzata al conseguimento dei seguenti obiettivi:

- dotazione urbanistica di 88 posti auto per le necessità dell'impianto sportivo, ai sensi della normativa vigente,*
- spostamento dei teorici 20 posti auto del parcheggio addetti, ora indicati all'interno dell'impianto stesso,*
- utilizzabilità del parcheggio per le necessità di sosta del centro di Maddalene,*
- mantenimento e valorizzazione della banchina stradale alberata esistente.*

Per questo è stato utilizzato a partire da nord, il fronte disponibile, per una lunghezza di m. 150, successivi alla strada già di piano regolatore a sud di strada Maddalene, nel rispetto della definizione metrica in lunghezza della sistemazione agraria esistente e per una profondità di m. 30.

Il dimensionamento di tale area è idoneo a soddisfare le necessità funzionali indicate, anche se non eccede nel margine verde a disposizione lato est campagna.

All'interno dell'aiuola alberata lato strada sarà realizzato un marciapiede a norma per tutta la lunghezza, che si raccorderà centralmente senza barriere con il parcheggio, a partire dalle soste per disabili da una parte, e con il necessario nuovo attraversamento pedonale fronte edificio di servizio per il pubblico dall'altra.

Tuttavia tutta l'area sarà contornata da alberature a foglia caduca e sarà discendente verso ovest campagna, in modo da ridurre il più possibile il rilevato artificiale ed essere il meno impattante possibile.

Si potrà valutare l'inserimento di altre alberature, se adeguatamente protette, per ombreggiare i posti auto.

In fase di progetto definitivo si valuterà la possibilità o meno di costruire, in sostituzione di pavimentazione drenante, un parcheggio totalmente inerbito, dotato di impianto d'irrigazione con acqua del pozzo artesiani del campo sportivo, sulla base delle norme vigenti e del buon esito o meno della medesima configurazione adottata nel piccolo nuovo parcheggio a nord dell'edificio di servizio.

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

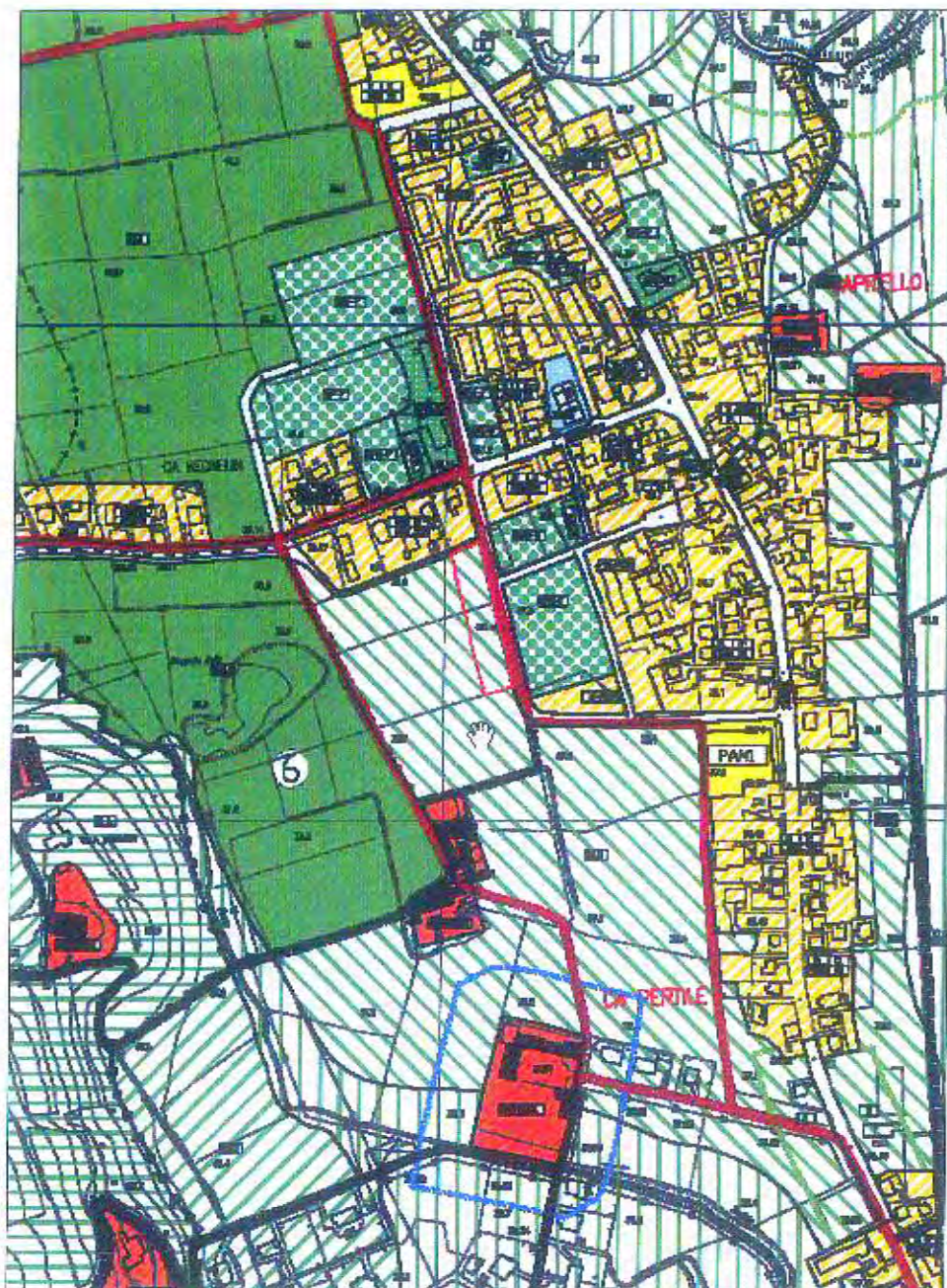


Fig. 1 - Estratto Prg vigente con inserimento area di variante

Nella figura seguente si evidenzia una proposta progettuale di utilizzo dell'area da adibirsi a parcheggio.

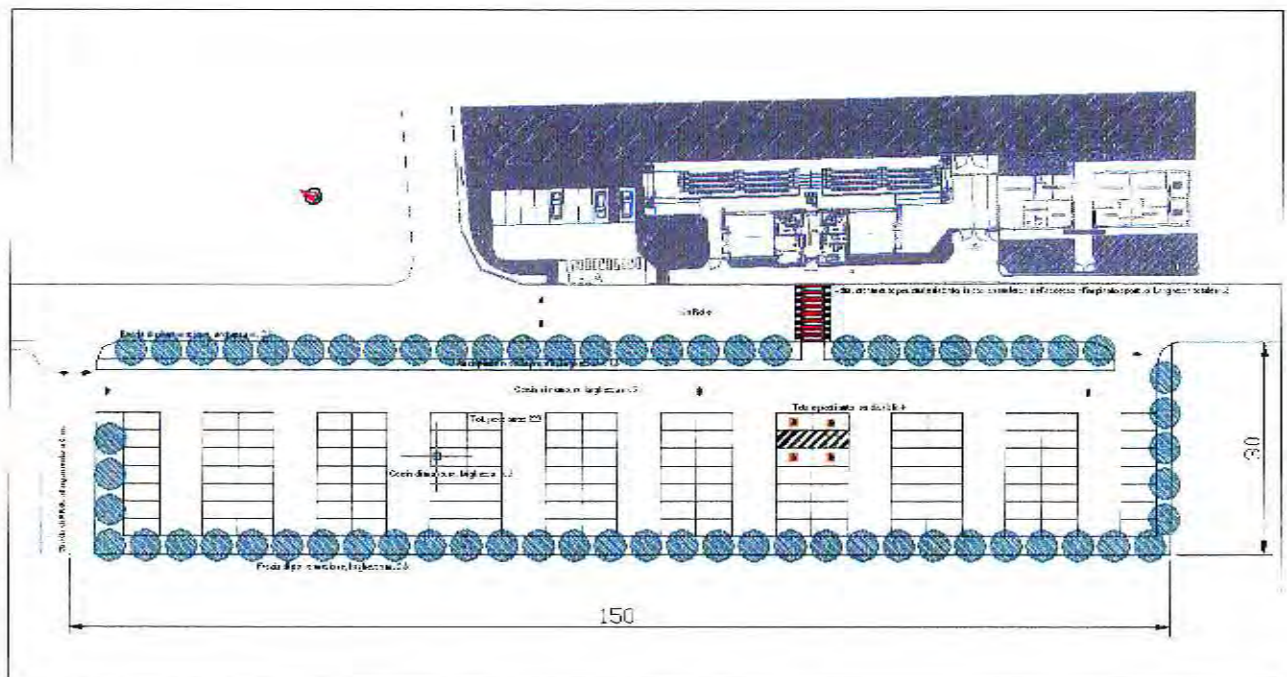


Fig. 2 – Progetto di massima nuovo parcheggio

4. INQUADRAMENTO

4.1. Inquadramento territoriale

L'ambito oggetto della proposta di variante urbanistica riguarda un terreno a verde posto lungo via Rolle frontalmente al campo di calcio di Maddalene per una superficie complessiva di circa 4.501 mq. La destinazione futura di cui alla presente variante è a parcheggio a servizio del campo sportivo. Come detto nell'Inquadramento territoriale, allo Stato Attuale l'area si presenta a verde con baulature e fossi di scolo tipiche di una sistemazione agricola.



Fig.3 - Ortofoto di inquadramento

4.2. Il Rischio Idraulico

Per quanto concerne le criticità idrauliche, si verifica, nelle tavole del Piano di Assetto del Territorio relativo al bacino del Brenta-Bacchiglione, 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.

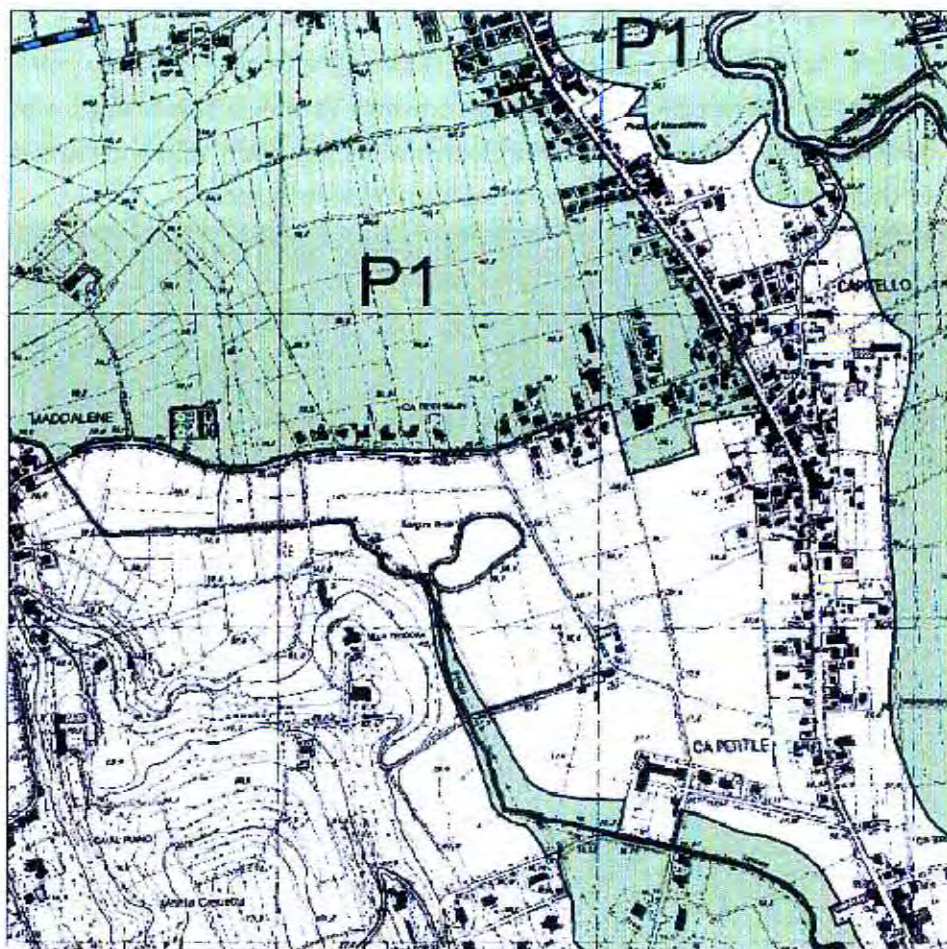


Fig. 4 - Stralcio P.A.I.

4.3. Configurazione di Progetto

La configurazione di progetto prevede la realizzazione di un parcheggio a servizio del campo di calcio e sarà costituita da stalli con rispettive aree di manovre e si completerà

presumibilmente con una sistemazione a verde delle superfici rimanenti per una superficie complessiva di circa 4.501 mq.



Fig. 5 - Inquadramento dell'area oggetto di variante nell'estratto al P.r.g. Vigente

La suddivisione delle diverse superfici scolanti è sintetizzata in tabella seguente

Area scolante di progetto (*)	S(mq)
Superficie per la viabilità	1.939
Superficie per gli stalli	1.500
Superficie a verde di completamento	842
Superficie a marciapiede	220
Totale	4.501

(*) Superfici ipotizzate d'intesa con l'ufficio tecnico comunale

SECONDA PARTE

1. VARIAZIONE DI PERMEABILITA' TRA LE SUPERFICI SCOLANTI

L'intervento prevede la realizzazione di spazi destinati a parcheggio, su una superficie di estensione complessiva pari a 4.501 mq.

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. Nella tabella seguente è riportato un confronto delle diverse superfici scolanti nello stato attuale e nella configurazione di progetto.

Tabella delle superfici scolanti – Confronto Attuale/ Futura		
Natura delle superfici scolanti	Stato Attuale dell'area (mq)	Stato Futuro dell'area (mq)
<u>Area totale</u>	4.501	4.501
Superficie per viabilità	-	1.939
Superficie per gli stalli in materiali drenanti	-	1.500
Superficie per marciapiede	-	220
Superficie a verde di completamento	-	842
Superficie a verde agricolo	4.501	-
(*) Superfici ipotizzate d concerto con l'ufficio tecnico comunale		

Si verifica pertanto 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.

2. I PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

2.1. 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 $Y(T_r)$ è legata al tempo di ritorno T_r dalla relazione:

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

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

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

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.

2.2. Il tempo di ritorno

L'analisi delle grandezze idrologiche permette di associare al loro valore il concetto di rischio che sta alla base della progettazione idraulica.

Nel nostro caso la grandezza idrologica che consideriamo è l'altezza di precipitazione critica che può essere associata ad un tempo di ritorno, ovvero la durata media del periodo in cui l'evento fissato venga superato una sola volta.

La definizione del tempo di ritorno dell'evento meteorico critico viene fatta mediante un'analisi multicriteriale.

Per la scelta dell'intervallo di rischio di progetto, cioè dei valori massimi e minimi del Tempo di Ritorno, si parte da una matrice di orientamento redatta in base a normative e regolamenti di livello nazionale e internazionale e alla realtà locale dei bacini dell'Alto Adriatico.

Nel caso specifico si ha:

Tipologia di opera idraulica	Tr min (anni)	Tr max (anni)
Invasi di laminazione	10	50

Dedotto tale intervallo di rischio idraulico di riferimento per dimensionare l'opera di progetto si classifica la stessa in base ad una serie di criteri in modo da avere un orientamento più preciso relativamente a quale parte di detto intervallo fare riferimento per il dimensionamento.

I criteri individuati sono riferiti a tre categorie di conoscenze:

- Criteri riferiti alla tipologia delle opere
- criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera
- criterio delle dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio assunto
- criterio del sito di realizzazione dell'opera, legato al fattore di impatto ecologico
- criterio della capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità di progetto

Criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera

- criterio legato all'impatto paesaggistico-ambientale
- criterio legato ai costi sociali
- Criteri riferiti al valore del bene difeso
- gli edifici
- gli insediamenti produttivi
- l'agricoltura
- la viabilità
- le infrastrutture a rete

Si usa un metodo multicriterio qualitativo che consiste nell'assegnare ai criteri un valore qualitativo che indica se il tempo di ritorno da assumere, per quello specifico criterio, debba essere massimo, medio, minimo.

Tale indice è esprimibile con un valore numerico ordinale 2,1,0.

A) Criteri riferiti alla tipologia delle opere

Criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera

L'inserimento di un'opera idraulica di difesa modifica il naturale deflusso delle acque e modifica conseguentemente la legge di distribuzione di probabilità di verificarsi del danno di evento calamitoso.

Nel caso specifico di un bacino di laminazione il solo parametro di portata massima non è sufficiente, è infatti necessario conoscere la durata e le caratteristiche dell'evento; per tanto non si può individuare una corrispondenza biunivoca tra la portata e la probabilità del danno.

Se si ipotizza che il superamento dell'evento di progetto sia tale da riempire l'invaso prima dell'arrivo della portata massima l'andamento della distribuzione di probabilità del danno è simile a quello che si avrebbe senza intervento; pertanto si assume un tempo di ritorno massimo (indice=2).

Criterio delle dimensioni caratteristiche dell'opera

La variazione delle dimensioni di un'opera in funzione del tempo di ritorno incide sui costi di realizzazione dell'opera stessa. Si sono individuate le dipendenze funzionali delle caratteristiche geometriche delle opere dal tempo di ritorno in modo da evidenziare come varia la curva dei costi al variare dello stesso tempo di ritorno. In questo modo è possibile giudicare la convenienza di adottare tempi di ritorno più o meno alti in funzione dell'incremento di costo che questi comportano.

Per i bacini di laminazione si vede come modeste variazioni di T_r si riflettono in maniera considerevole sulla geometria e sul costo delle opere. Pertanto si assume un tempo di ritorno minimo (indice=0).

Criterio dell'impatto ecologico dell'opera

La realizzazione di un'opera idraulica, per le modificazioni che esse induce, implica sempre un certo impatto sull'ambiente tanto più forte quanto più grande è l'opera. Si valuta l'impatto legato alla variazione che l'opera può indurre nella naturalità del corso d'acqua cambiandone le caratteristiche o legato alle modificazioni del paesaggio.

Il bacino di laminazione e le opere di fognatura in generale non modificano tali equilibri naturali quindi si assume un tempo di ritorno massimo (indice=2).

Criterio della capacità residua dell'opera a mantenere la funzionalità di progetto

Un'opera idraulica qualora venga interessata da un evento di piena maggiore di quello di progetto può essere danneggiata o distrutta dall'evento stesso; in tal caso anche eventi minori di quello di progetto arrecano danno al territorio che afferisce all'opera.

Le opere di fognatura mantengono inalterata la propria funzionalità per cui non è necessario aumentare i tempi di ritorno per avere una maggiore garanzia di sicurezza per gli eventi seguenti all'evento di progetto.

Per il bacino di laminazione si assume pertanto un tempo di ritorno minimo (indice=0).

B) Criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera

Criterio legato all'impatto ambientale paesaggistico

Per quanto riguarda l'influenza delle opere entro terra, l'impatto si considera limitato e quindi non costituisce vincolo per l'adozione del tempo di ritorno massimo.

Si sceglie pertanto un tempo di ritorno massimo (indice=2).

Criterio dei costi sociali

La realizzazione di un'opera idraulica comporta oltre al puro costo di investimento una serie di costi aggiuntivi, definiti anche come costi sociali, intesi come perdite di tempo per limitazioni al traffico generate dai lavori. Ovviamente i costi aggiuntivi maggiori si hanno quando l'opera viene realizzata in zone di elevata mobilità; maggiore è il tempo di ritorno, minore è la probabilità di riinteressare la zona con i lavori e quindi con i disagi provocati.

Le opere verranno realizzate in una zona con densità limitata. Si assume pertanto un tempo di ritorno medio (indice=1).

C) Criteri riferiti al valore del bene difeso

Gli aspetti economici coinvolti dalla presenza di un'opera di difesa idraulica possono essere individuati analizzando gli effetti negativi che si avrebbero nel caso che l'opera non sia realizzata; si valuta quindi il danno evitato.

Edifici

L'opera viene realizzata in un'area in cui non sono presenti molte edificazioni. Si assume un tempo di ritorno medio (indice=1).

Insedimenti produttivi

L'opera evita danni in una zona in cui non sono presenti insediamenti produttivi si assume un tempo di ritorno minimo (indice=0).

Agricoltura

L'area interessata dalla costruzione dell'opera si pone in zona perlopiù urbanizzata; si assume pertanto un tempo di ritorno minimo (indice=0).

Viabilità

L'opera viene costruita in una zona interessata da viabilità di importanza secondaria; si assume pertanto un tempo di ritorno minimo (indice=0).

Infrastrutture a rete

Non si riscontra la presenza di infrastrutture a rete (gasdotti, linee di alta tensione, linee di comunicazione telematica, ecc) nell'area interessata dall'opera di progetto; si assume pertanto un tempo di ritorno minimo (indice=0).

Descrizione della metodologia per l'individuazione del valore orientativo del rischio di progetto

Una volta definiti gli undici attributi da dare ai criteri per l'opera in esame, si tratta di determinare un parametro unico che permetta di entrare nell'intervallo predefinito tra Tr_{min} e Tr_{max} e stabilire quale tempo di ritorno adottare.

Per individuare il Tr si utilizza un'equazione derivata dalla tecnica di analisi multicriteriale denominata Compromise Programming.

Per prima cosa si associa al valore di Tr_{max} un punto ideale nello spazio a 11 dimensioni (tanti sono i criteri individuati) rappresentato dal vettore che assume, per tutti i criteri, i valori massimi che si possono attribuire all'indice:

$$\text{Punto Ideale} = P = (x_{1max}, x_{2max}, \dots, x_{imax}, \dots, x_{11max})$$

$$\text{con } x_{1max}, \dots, x_{imax} = 2$$

Si associa poi al valore V che identifica l'opera in esame il punto rappresentato dagli 11 valori attribuiti ai criteri:

$$V = V(x_1, \dots, x_i, \dots, x_{11})$$

e si calcola la distanza geometrica D del Punto Ideale dal punto V

$$D = \sqrt{\sum_i (x_{imax} - x_i)^2}$$

dove x_i identifica il giudizio attribuito al criterio i per l'opera in esame;

Si associa al valore di Tr_{min} un punto identificato dal vettore che assume, per tutti i criteri, i valori minimi che si possono attribuire all'indice:

$$\text{Punto } Tr_{min}=O=(x_{1min}, x_{2min}, \dots, x_{imin}, \dots, x_{11min})$$

$$\text{con } x_{1max}, \dots, x_{imax}=0$$

Si calcola quindi la distanza massima D_{max} tra il punto ideale che rappresenta Tr_{max} ed il punto O che rappresenta Tr_{min} :

$$D_{max} = \sqrt{\sum (x_{imax} - x_{imin})^2}$$

Il tempo di ritorno di riferimento per l'opera in esame può essere espresso in relazione alla proporzionalità delle due distanze individuate:

$$Tr = Tr_{max} - (Tr_{max} - Tr_{min}) D / D_{max}$$

Determinato in questo modo $Tr_{calcolo}$ si adotta, per le valutazioni di portata e precipitazione di progetto, il tempo di ritorno della classe nella quale esso ricade e che può assumersi come segue:

classe 1	Tr=10 anni	per $Tr_{calcolo} < 15$
classe 2	Tr=20 anni	per $15 \leq Tr_{calcolo} < 25$
classe 3	Tr=30 anni	per $25 \leq Tr_{calcolo} < 40$
classe 4	Tr=50 anni	per $40 \leq Tr_{calcolo} < 60$
classe 5	Tr=100 anni	$Tr_{calcolo} \geq 60$

Nelle elaborazioni di seguito riportate si determina un valore del Tempo di Ritorno pari a 19,25 anni, ricadente in classe 2.

In base alle "Modalità operative ed indicazioni tecniche" contenute nella D.G.R. 1322/2006 il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni.

Il tempo di ritorno per il caso in esame è pertanto assunto pari a 50 anni.

2.3. 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.

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

Si riportano nella tabella seguente i valori del coefficiente di deflusso desunti dalla letteratura e utilizzati nella pratica progettuale.

<i>Valori del coefficiente di deflusso relativi a una pioggia avente durata oraria</i>	
Tipi di superficie	ϕ
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")

La recente pubblicazione "Ciclo delle acque in ambiente costruito" riporta valori del coefficiente di deflusso tratti da un lavoro del Prof. Liesecke, I.G.G., Università di Hannover.

Permeabilità dei vari tipi di rivestimento	
<i>Tipo superficie raccolta</i>	ϕ
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)

Per il caso di studio in esame, in ragione di quanto sopra indicato esposto e tratto dalla bibliografia, si sono assunti nei calcoli idraulici di verifica i seguenti coefficienti di deflusso (i parametri indicati valgono per entrambe le aree prese in considerazione):

- $\phi_1 = 0,90$ per le superfici asfaltate (aree di manovra, viabilità, marciapiedi, etc);
- $\phi_2 = 0,60$ per le superfici parzialmente drenanti (stalli);
- $\phi_3 = 0,20$ per le superfici a verde "urbanizzato".
- $\phi_4 = 0,10$ per le superfici a verde inalterate, aree agricole.

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio ϕ_m :

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

ϕ_m = 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 determina un coefficiente di deflusso medio pari a $\phi_m = 0,66$.

2.4. Il tempo di corrivazione

2.4.1. 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).

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

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 $70\div80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, $20\div50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, ma anche $2\div5 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per superficie erbose.

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

2.4.2. 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:

$$t_c = t_a + t_r$$

3. 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.

3.1. Modello di calcolo analitico

3.1.1. 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 associato (sia dalla letteratura, sia dall'esperienza) 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 4.501 mq pari quindi alla superficie che subisce effettiva trasformazione.

3.1.2. 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 215 mc (pari a circa 532 mc/ ha di superficie trasformata complessiva).

3.2. 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 256 mc (pari a 569 mc/ha).

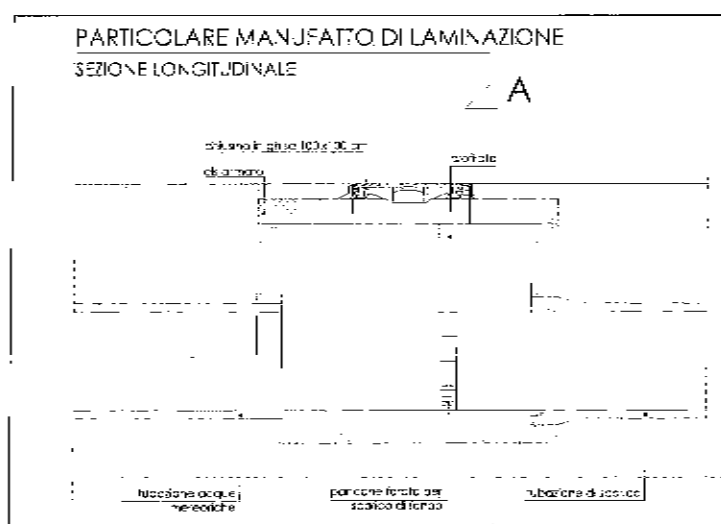
3.3. Conclusioni

Si deduce pertanto che il volume che dovrà essere ricavato al fine di mitigare l'impatto idraulico della nuova urbanizzazione è pari a 256 mc.

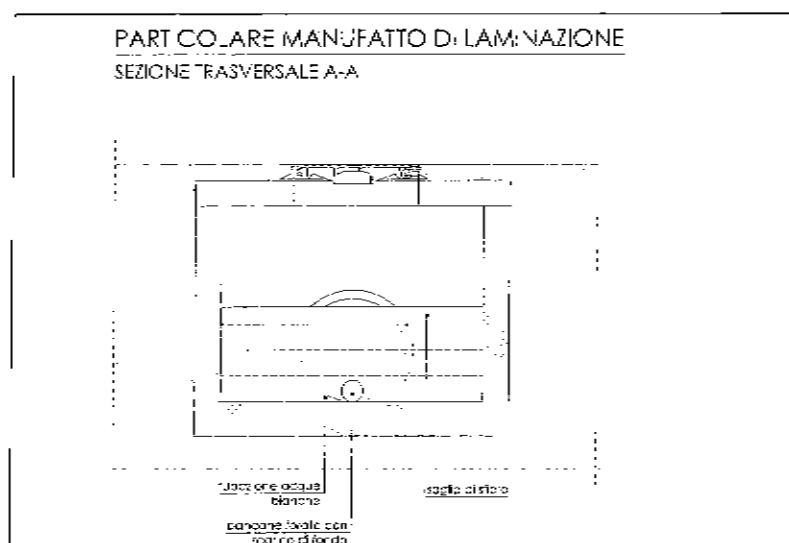
Tale volume potrà essere ricavato mediante la predisposizione di sistemi di accumulo da disporre in idonea posizione e che dovranno essere dimensionati in sede di progettazione definitiva dell'intervento.

3.4. Manufatti di scarico e limitatori 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 presenterà 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.



Schema tipo manufatto di laminazione- sezione longitudinale



Schema tipo manufatto di laminazione- sezione trasversale

4. MISURE DA ATTUARE PER MITIGARE L'IMPATTO IDRAULICO

4.1. Mitigazione dei volumi in eccesso

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.

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

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. Nei paragrafi seguenti vengono descritti più dettagliatamente i sistemi sopra indicati.

4.1.1. 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 come detto dovrà essere dimensionato secondo il valore limite pari all'ordine di grandezza della portata defuita nelle condizioni precedenti 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.

Il nuovo invaso di progetto, dovrà garantire l'accumulo dei volumi sopra richiesti, fermo restando che l'eventuale chiusura o tombinamento della rete di scolo esistente posta all'interno dell'area considerata dovrà essere supportata da un adeguato ripristino dei corrispondenti volumi di invasosuperficiale.



Esempio area verde depressa realizzata nella Provincia di Vicenza

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).

4.1.2. 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_{invaso} può stimarsi con l'espressione:

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

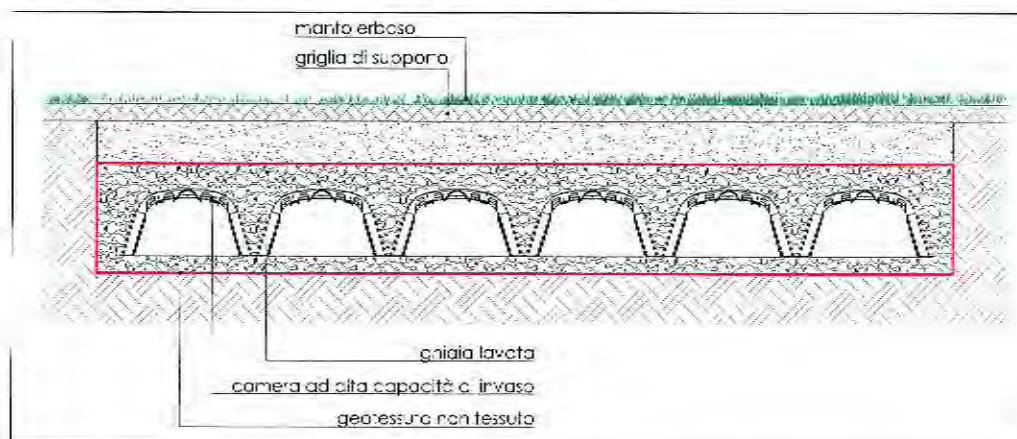
dove:

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 rinfrancato 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.).

4.1.3. 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

4.1.4. 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 Φ 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.

4.1.5. 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.

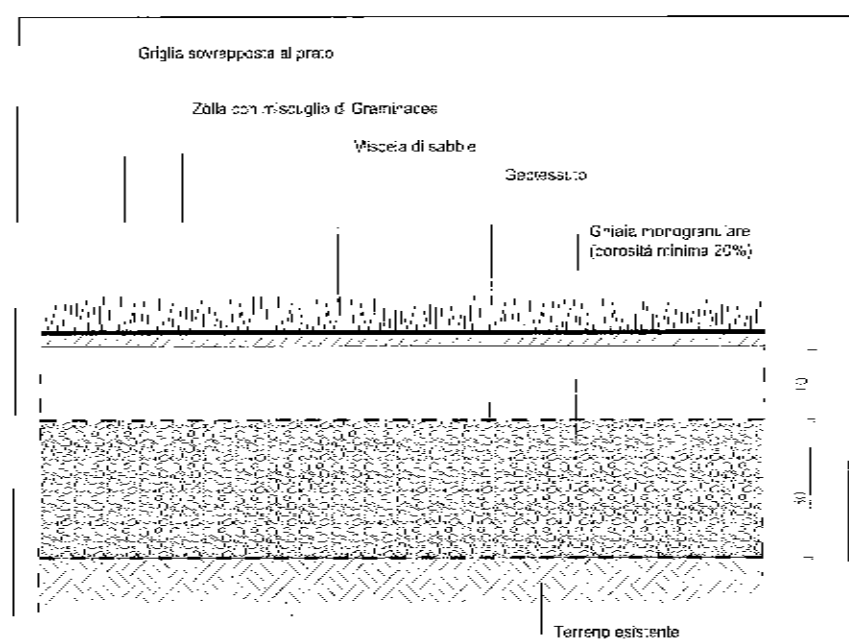
La scelta di utilizzare pavimentazioni permeabili inerbite per gli spazi destinati alla sosta ha il duplice obiettivo di:

- 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 inerbite

4.1.6. 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.

4.2. Conclusioni

Lo scarico nella rete idrografica esistente dovrà avvenire previa laminazione dei volumi di precipitazione mediante l'accumulo di 256 mc di acqua di pioggia con portata allo scarico laminata a 2 l/s. Le aree adibite a stalli dovranno essere realizzate con materiali permeabili quali ad esempio betonelle drenanti o grigliati erbosi.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 – Inquadramento area da adibire a parcheggio



Foto 2 – Via Rolle



Foto 3 – Punto di scarico



Foto 4 – Punto di scarico

ALLEGATI

Allegati di calcolo

- Elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica;
- Determinazione del Tempo di Ritorno;
- Verifica idraulica Stato Attuale;
- Verifica idraulica Configurazione di Progetto;
- Calcolo dei volumi da invasare al variare del tempo di pioggia;
- 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)

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

BACINO :

QUOTA:

FONTE DEI DATI:

DATI DISPONIBILI :

VICENZA

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	83.86	1939	16.0	243.22	1939
3				23.0	1.34	1940	29.0	6.74	1940
4				29.1	24.43	1941	59.0	751.00	1941
5				30.0	34.14	1942	43.6	144.10	1942
6				23.4	0.67	1943	39.8	67.31	1943
7				45.0	434.42	1945	24.4	51.70	1945
8				27.0	8.08	1947	53.5	1024.28	1947
9				26.0	0.71	1948	30.8	0.53	1948
10				12.0	147.80	1949	33.0	1.97	1949
11				18.2	35.49	1950	16.8	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	15.8	3.48	1953	22.8	1.84	1953	29.6	3.98	1953
15	20.0	7.79	1954	29.0	23.45	1954	27.8	14.41	1954
16	15.0	33.53	1955	25.0	0.71	1955	58.0	897.19	1955
17	12.0	7.79	1956	20.0	17.28	1956	29.8	3.22	1956
18	15.0	39.98	1957	19.0	26.80	1957	31.5	0.00	1957
19	11.5	67.39	1958	15.4	76.69	1958	23.0	73.89	1958
20	26.0	331.57	1959	36.0	140.25	1960	22.0	92.04	1960
21	36.0	0.04	1961			1961	31.5	0.00	1961
22	18.0	60.70	1962			1962	36.0	19.40	1962
23	10.0	0.00	1963			1963	25.5	35.95	1963
24	17.8	0.17	1964			1964	17.0	213.03	1964
25	18.2	0.17	1965	28.8	21.56	1965	31.0	0.36	1965
26	10.6	51.71	1966	11.8	152.70	1966	34.2	6.78	1966
27	14.4	11.50	1967	12.2	40.40	1967	20.4	125.34	1967
28	30.0	149.06	1968	50.0	567.85	1968	23.0	73.89	1968
29	25.4	52.90	1969	37.0	114.04	1969	80.0	2342.88	1969
30	11.2	43.44	1970	20.0	17.28	1970	51.0	376.53	1970
31	14.0	14.37	1971	20.8	11.27	1971	30.0	2.55	1971
32	21.8	14.51	1972	21.6	6.54	1972	22.2	88.28	1972
33	19.0	1.46	1973	28.2	25.43	1973	21.6	99.91	1973
34	17.6	0.04	1974	22.0	4.65	1974	30.6	0.90	1974
35	27.6	96.22	1975	35.6	130.94	1975	32.5	1.01	1975
36	14.6	10.18	1976	14.6	91.34	1976	37.2	31.41	1976
37	13.0	22.95	1977	22.0	4.65	1977	14.6	288.85	1977
38	16.8	1.42	1978	19.8	20.77	1978	29.0	6.74	1978
39	24.0	38.55	1979	31.4	52.46	1979	22.6	80.92	1979
40	15.8	3.96	1980	30.0	34.14	1980	32.0	0.16	1980
41	27.0	84.81	1981	24.2	0.00	1981	36.2	21.20	1981
42	14.4	11.50	1982	19.2	14.77	1982	29.4	4.87	1982
43	14.0	14.37	1983	26.0	24.57	1983	28.0	12.93	1983
44	18.0	1.04	1984	28.6	3.40	1984	26.0	31.31	1984
45	6.2	134.35	1985	9.0	19.74	1985	32.8	1.45	1985
46			1986		229.71	1986	31.8	0.04	1986
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	16
$\overline{XM} = MEDIA$	17.79	24.16	31.60
SOMMA χ^2	1320.7	2941.9	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	ORE		
(anni)	0.25	0.50	1.00
10 $h_{max} (mm) =$	27.44	36.62	50.48
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 ⁻¹)	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

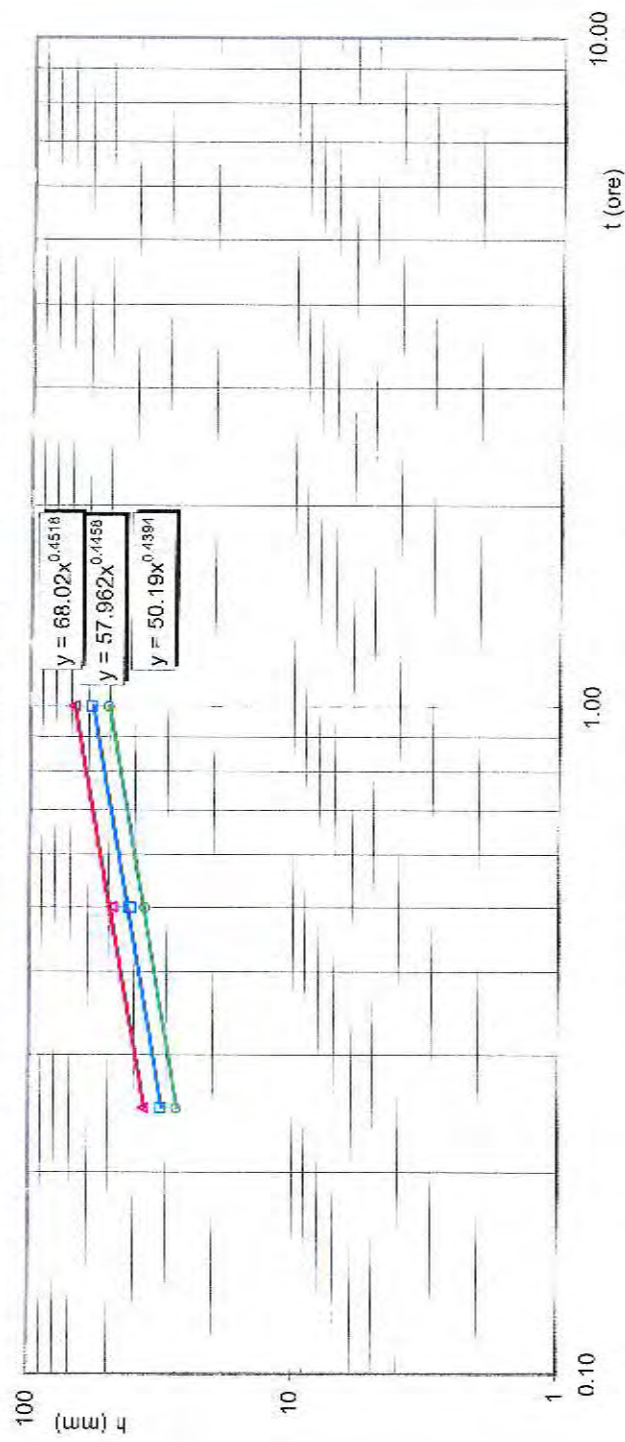


TABELLA 1

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)	$X^2=(h \cdot M)^2$	Anno	h(mm)	$X^2=(h \cdot M)^2$	Anno	h(mm)	$X^2=(h \cdot M)^2$	Anno	h(mm)	$X^2=(h \cdot M)^2$	Anno	h(mm)	$X^2=(h \cdot M)^2$	Anno
1	21.0	31.66	1938	24.4	201.36	1938	38.8	50.50	1938	35.4	244.05	1938	44.8	74.62	1938
2	16.0	212.40	1939	33.2	237.10	1939	32.0	193.40	1939	45.4	74.34	1939	51.5	450.36	1939
3	29.0	2.48	1940	36.4	4.99	1940	40.0	31.89	1940	55.6	0.38	1940	55.9	282.97	1940
4	43.6	185.88	1941	48.0	54.80	1941	59.0	171.44	1941	70.0	224.33	1941	70.0	7.41	1941
5	39.8	85.12	1942	42.4	14.36	1942	48.6	7.25	1942	48.6	41.24	1942	77.4	21.89	1942
6	24.4	38.12	1943	27.5	123.46	1943	40.0	34.95	1943	43.2	129.76	1943	58.6	195.42	1943
7	63.6	1090.72	1948	74.0	1252.37	1948	75.2	458.10	1948	89.0	1154.40	1948	94.8	187.45	1948
8	30.8	0.05	1947	38.0	0.37	1947	38.4	56.35	1947	42.0	185.58	1947	44.4	802.12	1947
9	33.0	1.89	1948	35.6	9.07	1948	38.8	82.03	1948	42.0	49.31	1948	68.4	39.95	1948
10	16.6	193.27	1946	37.6	1.02	1946	40.8	20.16	1946	48.0	144.53	1946	70.8	3.69	1946
11	21.0	91.68	1940	25.8	189.29	1950	39.0	47.70	1940	48.0	67.60	1950	55.6	293.15	1950
12	27.4	10.07	1951	35.0	13.04	1951	36.0	88.14	1951	48.0	49.31	1951	81.6	78.62	1951
13	29.6	0.96	1952	46.2	57.99	1952	57.8	1.80.71	1952	88.4	922.81	1952	95.8	542.61	1952
14	27.8	7.89	1953	36.0	6.52	1953	38.8	37.29	1953	45.2	96.48	1953	62.0	62.75	1953
15	58.0	752.19	1954	75.4	1353.32	1954	79.6	1135.24	1954	80.6	654.22	1954	84.8	62.07	1954
16	29.8	0.60	1955	31.0	17.93	1955	38.8	50.50	1955	50.4	21.36	1955	60.6	45.18	1955
17	31.6	1.05	1957	32.2	41.10	1956	32.2	187.87	1956	42.0	169.58	1956	74.2	2.19	1956
18	23.0	57.38	1957	27.0	134.82	1957	43.0	8.45	1957	45.8	88.78	1957	59.4	177.47	1957
19	22.0	73.51	1958	37.8	1.02	1958	39.4	42.34	1958	48.0	91.40	1958	56.0	279.62	1958
20	31.6	1.05	1959	39.0	0.15	1959	43.0	5.32	1959	64.6	0.05	1959	82.6	97.58	1959
21	38.0	29.44	1950	36.0	6.82	1960	46.4	0.24	1960	54.8	339.36	1960	63.8	79.60	1960
22	25.8	24.74	1951	27.4	81.20	1961	27.4	342.50	1961	38.8	0.05	1961	53.2	381.10	1961
23	17.0	104.25	1962	29.8	125.89	1962	47.0	1.20	1962	60.2	26.81	1962	62.8	38.44	1962
24	34.2	0.18	1963	38.0	0.37	1963	50.4	20.19	1963	51.2	11.61	1963	55.2	307.01	1963
25	20.4	103.51	1964	40.0	1.33	1964	36.2	91.22	1964	55.8	0.60	1964	78.4	44.80	1964
26	20.4	103.51	1965	31.8	46.38	1965	38.8	53.39	1965	47.2	61.19	1965	53.4	373.33	1965
27	23.0	57.38	1966	38.8	0.00	1966	39.6	82.98.00	1966	43.2	139.76	1966	78.8	36.95	1966
28	80.0	2442.84	1967	120.0	6024.15	1967	137.0	2015.41	1967	38.4	276.30	1967	143.8	5052.12	1967
29	51.0	417.23	1968	71.2	1002.04	1968	90.8	0.09	1968	81.4	1373.34	1968	95.2	505.27	1968
30	30.0	0.33	1969	39.8	1.41	1969	46.2	0.09	1969	48.2	46.54	1969	60.0	161.84	1969
31	22.2	70.12	1970	26.6	144.27	1970	26.6	372.75	1970	36.6	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	263.15	1971	58.0	279.62	1971
33	30.6	0.00	1972	35.4	10.31	1972	41.2	22.15	1972	44.2	117.12	1972	63.4	88.89	1972
34	32.6	4.11	1973	33.2	29.28	1973	34.2	161.46	1973	57.0	3.91	1973	61.0	60.53	1973
35	37.2	43.91	1976	42.0	11.48	1976	43.4	12.30	1976	41.2	191.05	1976	60.0	161.84	1976
36	14.6	255.17	1977	23.8	219.37	1977	37.2	75.81	1977	41.2	49.31	1977	55.2	307.01	1977
37	29.0	2.48	1978	33.0	31.48	1978	35.8	102.14	1978	48.0	268.23	1978	73.4	0.46	1978
38	22.6	63.58	1981	25.0	185.26	1981	35.8	102.14	1981	71.4	268.23	1981	104.0	978.33	1981
39	32.0	2.01	1982	44.0	20.04	1982	35.8	102.14	1982	52.0	9.13	1982	104.0	978.33	1982
40	36.2	31.85	1983	37.8	0.66	1983	39.0	47.70	1983	52.0	5.81	1983	98.0	636.99	1983
41	29.4	1.38	1984	30.2	70.75	1984	52.6	44.80	1984	63.0	63.64	1984	55.6	293.15	1984
42	28.0	8.63	1986	39.0	0.15	1986	40.2	32.57	1986	63.0	1795.88	1986	86.0	176.31	1986
43	28.0	20.82	1987	33.8	23.15	1987	64.8	366.96	1987	97.4	474.27	1987	107.8	1230.48	1987
44	32.8	4.96	1988	33.8	9.05	1988	42.8	9.05	1988	76.8	474.27	1988	127.3	127.3	1988
45	31.8	1.50	1989	49.6	120.76	1989	55.0	82.89	1989	72.6	308.98	1989	102.6	892.73	1989
46	12.0	344.89	1990	20.0	246.37	1990	31.2	216.28	1990	46.2	77.83	1990	69.6	9.75	1990
Anni	46			45			45			45			45		

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

ORE	1	3	6	12	24
N	46	45	45	45	46
XM = MEDIA	30.57	38.61	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 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

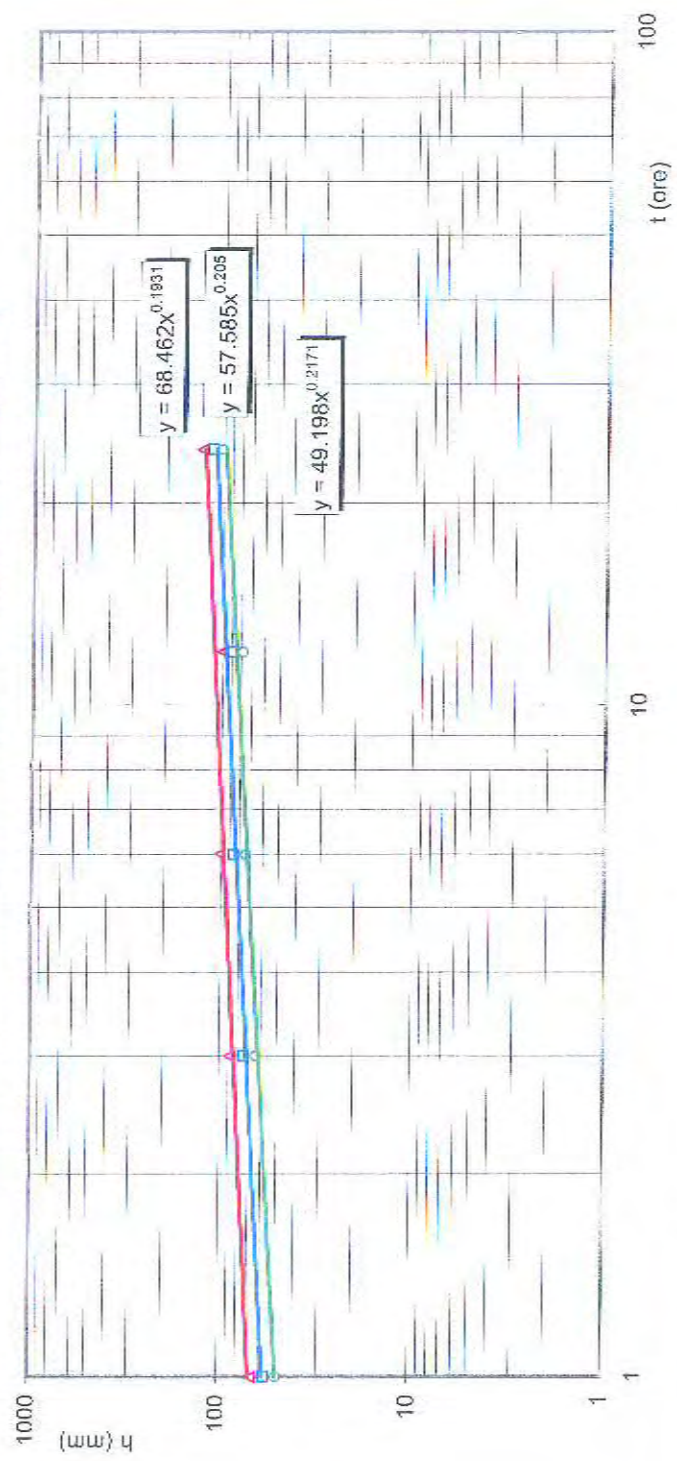
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

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 ⁻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



DETERMINAZIONE DEL TEMPO DI RITORNO

OPERA IDRAULICA DA DIMENSIONARE

TIPOLOGIA DI OPERA	Opere di laminazione
AMBITO	Comune di Vicenza Maddalene

TABELLA - Tempi di ritorno (Tr) in funzione della tipologia di opera

TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA	Tr (min)	Tr (max)
<i>Fognature</i>	(anni)	(anni)
a. Collettori acque bianche o miste	10	30
b. Collettori principali di trasferimento	10	50
c. Sollevamenti e condotte premententi	10	50
d. Vasche di laminazione	10	50

CRITERIO PER IL DIMENSIONAMENTO DELLE OPERE IDRAULICHE

Le opere idrauliche vengono classificate in relazione ad una serie di criteri che possano fornire un orientamento preciso sui tempi di ritorno per il dimensionamento all'interno dell'intervallo evidenziato nella tabella sopra riportata.

A) criteri riferiti alla tipologia delle opere

1. criterio della modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera
2. criterio delle dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio assunto
3. criterio di sito di realizzazione dell'opera, legato al fattore di impatto ecologico
4. criterio della capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità di progetto

B) criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera

5. criterio legato all'impatto paesaggistico
6. criterio legato ai costi sociali

C) criteri riferiti al valore del bene difeso

7. gli edifici
8. gli insediamenti produttivi
9. l'agricoltura
10. la viabilità
11. le infrastrutture

Ad ogni criterio è possibile attribuire un valore qualitativo che indica se il Tr debba essere massimo, medio, minimo; tale indice è anche esprimibile attraverso un valore numerico ordinale 2,1,0:

TEMPO DI RITORNO	INDICE
massimo	2
medio	1
minimo	0

VALORI PROPOSTI PER GLI INDICI TR

A) criteri riferiti alla tipologia delle opere (A1, A2, A3, A4)				
TIPOLOGIA DI OPERA IDRAULICA				
<u>Fognature</u>	A1	A2	A3	A4
a. Collettori acque bianche o miste	1	1	2	0
b. Collettori principali di trasferimento	2	1	2	0
c. Sollevamenti e condotte prementi	1	0	2	0
d. Vasche di laminazione	2	0	2	0
B) criteri riferiti alla tipologia del sito dove insiste l'opera (B5, B6)				
<u>OPERE ENTRO TERRA (Fognature)</u>				B5
				2
<u>CONDIZIONI AMBIENTALI DEL SITO DI REALIZZAZIONE</u>				B6
Città, zone industriali, aree interessate dalla grande viabilità				2
Aree con forme insediative limitate, aree prevalentemente rurali				1
Aree non antropizzate				0
C) criteri riferiti al valore del bene difeso (C7, C8, C9, C10, C11)				
<u>TIPOLOGIA DEL BENE DIFESO</u>				
<u>Danno evitato agli edifici</u>	C7			
case sparse e nuclei	0			
frazioni	1			
centri	2			
<u>Insediamenti produttivi</u>	C8			
locali	0			
regionali	1			
nazionali	2			
<u>Agricoltura</u>	C9			
non di pregio	0			
di pregio	1			
di pregio con serre	2			
<u>Viabilità</u>	C10			
secondaria	0			
secondaria con ponti	1			
principale	2			
<u>Infrastrutture a rete</u>	C11			
acquedotti e fognature	0			
linee A7 e gasdotti	1			
sistemi idrici, linee di telecomunicazione	2			

VALORI ASSEGNATI AGLI INDICI TR PER IL CASO IN ESAME

	CRITERI ASSUNTI	INDICE	Xi
A1	modificazione della probabilità del danno dovuta al tipo di opera	2	X1
A2	dimensioni caratteristiche che non variano al variare del rischio	0	X2
A3	sito di realizzazione dell'opera legato all'impatto ecologico	2	X3
A4	capacità residua delle opere di mantenere la funzionalità	0	X4
B5	impatto paesaggistico	2	X5
B6	costi indotti nella fase di costruzione	1	X6
C7	edifici	1	X7
C8	insediamenti produttivi	0	X8
C9	agricoltura	0	X9
C10	viabilità	0	X10
C11	infrastrutture a rete	0	X11

CALCOLO DEL TEMPO DI RITORNO PER L'OPERA IN PROGETTO

DATI DI INPUT

TR max tempo di ritorno massimo **50** (anni)
 TR min tempo di ritorno minimo **10** (anni)

x_i	$x_{i\max}$	$(x_{i\max} - x_i)^2$	$(x_{i\max} - x_{i\min})^2$
2	2	0	4
0	2	4	4
2	2	0	4
0	2	4	4
2	2	0	4
1	2	1	4
1	2	1	4
0	2	4	4
0	2	4	4
0	2	4	4
0	2	4	4
0	2	4	4
		26	44

RISULTATI

D $(\sum (x_{i\max} - x_i)^2)^{0.5}$ **5,10**

Dmax $(\sum (x_{i\max} - x_{i\min})^2)^{0.5}$ **6,63**

Tr calcolato **19,25** (anni)

Posto Tr calcolato come tempo di ritorno desunto dal calcolo, sarà adottato per le valutazioni di portata e precipitazione di progetto, il tempo di ritorno Tr della classe nella quale esso ricade e indicato in tabella seguente

classe 1	Tr=10 anni	$Tr_{calcolo} < 15$
classe 2	Tr=20 anni	$15 \leq Tr_{calcolo} < 25$
classe 3	Tr=30 anni	$25 \leq Tr_{calcolo} < 40$
classe 4	Tr=50 anni	$40 \leq Tr_{calcolo} < 60$
classe 5	Tr=100 anni	$Tr_{calcolo} \geq 60$

TR di calcolo **20** (anni)

TR assunto (D.G.R. 1322/2006) **50** (anni)

VERIFICA IDRAULICA CONFIGURAZIONE ATTUALE

DATI GENERALI

Comune	Vicenza		
Ambito	Maddalene		
S _{tot} (mq)	4.501	Superficie totale	
S ₁ (mq)	0	Superficie già impermeabile	
S _{tra} (mq)	4.501	Superficie soggetta a trasformazione	
S ₁ (ha)	0,4501	S _{tra} (km²)	45,01
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA T > 1 ORA (Vicenza)			
T _r (anni)	10	20	50
a	49,198	57,58	68,46
n	0,217	0,205	0,193
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA T < 1 ORA (Vicenza)			
T _r (anni)	10	20	50
a	50,19	57,96	68,02
n	0,43	0,44	0,45

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Superficie	S ₁	φ	S ₁ x φ
Destinazione			
Superficie a verde attuale	4.501	0,10	450
Totale	4.501	0,10	450
Valore assunto per il coefficiente di deflusso medio	0,10		

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Formulazione suggerita nel 1971 dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland								
Traffico	a	n	L ¹	Ks1	i	L	t _c	t _c
			(m)	(m ^{1/2} s ⁻¹)	(pendenza)	(sec)	(min)	(ore)
1	50,19	0,43	100	2	0,001	8882	148	2,5
						8882	148	2,5

(I valori di Ks1 da assumere sono dell'ordine di 70 per le condotte, 20-50 per le cunicole, 2-5 per superficie erbacee)

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO - TR = 10 ANNI

T _r	φ	a	n	t	L	n	i ⁰	S
				(min)	(ore)	(mm)	(mm/ora)	(mq)
10	0,10	50,19	0,43	148	2,46	73,91	30,35	4.501

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

T _r	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
10	3	7	27

VERIFICA IDRAULICA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

DATI GENERALI

Comune	Vicenza		
Ambito	Maddalene		
S tra (mq)	4.502	Superficie oggetto di trasformazione	
S (ha)	0,4501	S (kmq)	45,01
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T>1 ORA (Vicenza)			
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 (Vicenza)			
Tr (anni)	10	20	50
a	50,19	57,96	68,02
n	0,43	0,44	0,45

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Superficie	Si	φ	Si x φ
<u>Destinazione</u>			
Superficie a viabilità	1.939	0,90	1.745
Superficie in materiali drenanti (stalli parcheggio)	1.500	0,60	900
Superficie a marciapiede	220	0,90	198
Superficie a verde	842	0,20	168
Totale	4.501	0,66	3.012
Valore assunto per il coefficiente di deflusso medio	0,66		

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE (Politecnico di Milano)

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

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

Si	li	li'	φ	si	a	n	ta	ta'
(mq)	(m)	(m)					(s)	(min)
4.501	153	153	0,66	0,001	68,02	0,45	349	5

ta = tempo di accesso del fessino sottobacino

i = massima lunghezza della rete da calcol. in base a studi statistici

li' = massima lunghezza delle rete misurato sulla rete di progetto

ta = tempo di accesso del fessino sottobacino

si = pendenza media del fessino sottobacino

Si = superficie del fessino

CALCOLO DEL TEMPO DI RETE

Tratto	Via	L	tr	tr
	(m/s)	(m)	(s)	(min)
1 Condotta fittizia	0,8	153	191	3
Totale			191	3

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

ta	tr	tc	tc
(min)	(min)	(min)	(ore)
5	3	8	0,13

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO - TR = 10 ANNI

Tr	φ	a	n	t	L	tr	tc	S
				(min)	(ore)	(min)	(min/ore)	(mq)
10	0,66	50,19	0,43	8	0,13	20,87	180,57	4.501

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(m/s)
10	132	293	62

CALCOLO DEI VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

CALCOLO SUPERFICIE TRASFORMATA

S totale (mq) 4.051

S trasformata (mq) 4.051 (superficie considerata nel calcolo dei volumi efficaci di invaso)

S (ha) 0,4051 S (kmq) 40,51

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Superficie	S _i	ϕ	S _i x ϕ
<u>Destinazione</u>			
Superficie a viabilità	1.939	0,90	1.745
Superficie in materiali drenanti (stalli parcheggio)	1.500	0,60	900
Superficie a marciapiede	220	0,90	198
Superficie a verde	842	0,20	168
Totale	4.501	0,66	3.012
Valore assunto per il coefficiente di deflusso medio			
	0,66		

DATI DI INPUT DEL MODELLO

Q defluita 2 l/s)
 Q defluito/ettaro 5 l/s/ha)
 Coef. deflusso area 0,66
 Volume superficiale /ettaro 0 (mc/ha)
 Volume superficiale 0 (mc)

CALCOLO VOLUME MINIMO DA INVASARE

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

				t < 1 ora		t > 1 ora	
Tr (anni)		50		a		60,020	
				r		0,450	
tempo	i	J	Q	Q	V	V	V
(ora)	(mm)	(mm/h)	pioggia	defluito	pioggia	defluito	superficiale
			(l/s)	(l/s)	(mc)	(mc)	(mc)
0,25	38,45	153,80	108	2	97	2	0
0,5	43,79	99,59	74	2	133	4	0
0,75	53,76	79,68	59	2	160	5	0
1	68,46	68,46	51	2	183	7	0
2	78,26	39,13	29	2	209	15	0
3	84,33	28,21	21	2	226	22	0
4	89,48	22,37	17	2	239	29	0
5	93,43	18,68	14	2	250	36	0
6	96,75	15,12	12	2	259	44	0
7	99,67	14,24	11	2	268	51	0
8	102,27	12,78	9	2	273	58	0
9	104,62	11,62	8	2	280	66	0
10	106,77	10,68	8	2	285	73	0
11	108,75	9,86	7	2	291	80	0
12	110,56	9,22	7	2	296	88	0
V di massimo invaso (mc)							215
V specifico di massimo invaso (mc/ha)							532

VALUTAZIONE DI MASSIMO INVASO IDRICO - ANALISI SEMPLIFICATA PER PIOGGIA DI DURATA ORARIA
Variante nuovo parcheggio a servizio del campo di calcio 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)
	100,00	4.501	450	4.501	4.501	450
Altezza di pioggia richiesto dal Consorzio Riviera Benica						
(Tr = 50 anni)						
Tipo di superficie e % capacità Invaso						
%	altezza invaso (mm)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Volume Invaso (mc)
10	10	0	0	1.939	19	19
10	10	0	0	220	2	2
40	40	0	0	1.500	60	60
90	90	4.501	405	0	0	-405
80	80	0	0	842	67	67
tot		4.501		4.501		
TOTALI VOLUMI INVASATI mc		ATTUALI	405	FUTURI	149	DIFFERENZA -256

Interventi di mitigazione Idraulica previsti all'interno della zona considerata

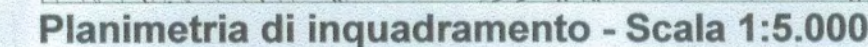
Situazione attuale di deflusso
Volumi di invaso superficiale
Volumi di invaso interrati
Aree scoperte con sottofondi tipo vespaio
Superfici drenanti e Pozzi Perdenti
Norme Regolamentari Edilizie





Mitigazione idraulica da realizzarsi per invasare 256 mc di acqua

(mc/ha) 569

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



- | | |
|---|--|
|  | Ambito di variante |
|  | Rete idrografica esistente |
|  | Punto di recapito acque meteoriche - manufatto di laminazione |
|  | Area da adibire ad invaso temporaneo acque meteoriche
Volume di laminazione richiesto: $V=256 \text{ mc}$ |

LUGO	COMUNE DI VICENZA		
TITOLO	Varante urbanistica nuovo parcheggio campo da calcio di Maddalene		
TAVOLA	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PLANIMETRIA INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA		
COMMITTENTE	COMUNE DI VICENZA		
scala 1:1.000	Il Committente	Il Progettista  	tavola 1.0
data Maggio 2009			
archivio 14/08			

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