



COMUNE DI CAMPODORO
Provincia di Padova

INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'INTERSEZIONE TRA VIA MUNICIPIO ED IL PARCHEGGIO DEL POLO SCOLASTICO DEL CENTRO URBANO DI CAMPODORO, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA VIABILITÀ DI SCORRIMENTO

CODICE COMMESSA	1068_2020
PROGRESSIVO	02
CODICE ELABORATO	02_EA_02_00_00_VCI
REVISIONE	00
DATA REVISIONE	21/04/2022
DESCRIZIONE ELABORATO	RELAZIONE IDRAULICA: Valutazione di compatibilità idraulica
REDATTO	Ing. Giovanni Crosara – Ing. Riccardo Ballerini
VERIFICATO	Ing. Giorgio Valle
APPROVATO	Ing. Giorgio Valle
RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO	Geom. Massimo Messina

Progetto Leonardo Engineering



PROGETTO LEONARDO ENGINEERING di Valle Giorgio

Via Fratta, 19 – 35014 Fontaniva (PD)

Tel./Fax 049 5940255

info@studioprogettoleonardo.it www.studioprogettoleonardo.it

LUOGO	COMUNE DI CAMPODORO			 CROSARA BALLERINI INGEGNERI Via Q. Sella, 85 36100 Vicenza Tel 0444 541888 Fax 0444 1833898
TITOLO	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA RELATIVA AD INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA DELL'INTERSEZIONE TRA VIA MUNICIPIO ED IL PARCHEGGIO DEL POLO SCOLASTICO DEL CENTRO URBANO DI CAMPODORO, CON REALIZZAZIONE DELLA NUOVA VIABILITÀ DI SCORRIMENTO			
COMMITTENTE	COMUNE DI CAMPODORO			
ELABORATO	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA			
	Revisione	Data	Motivazione	ALL. A
	2			
ARCHIVIO	1			
16/22	0	Marzo 2022	PRIMA EMISSIONE	
Il Committente 			Il Progettista	

INDICE

1. Premesse e quadro normativo di riferimento	3
2. Contenuti generali della Valutazione di Compatibilità Idraulica	5
3. Inquadramento ambito di intervento	9
3.1. Piano di Assetto del Territorio comunale	10
4. Inquadramento idrografico generale	11
4.1. Idrogeologia	11
4.2. Caratterizzazioni Amministrative	12
5. Il Piano di Assetto Idrogeologico	13
5.1. Pericolosità e rischio idraulico e geologico	13
6. I principali parametri idraulici di dimensionamento	17
6.1. Le curve di possibilità pluviometrica	17
6.2. Il tempo di ritorno	20
6.3. Le superfici scolanti	21
6.4. Il coefficiente di deflusso medio	22
6.5. Il tempo di corrivazione	24
6.6. Il calcolo della portata meteorica	26
7. Calcolo dei volumi di invaso	27
7.1. Modello di calcolo analitico	27
7.2. Schema di calcolo semplificato	28
7.3. Volumi efficaci di invaso	29
8. Misure da attuare per mitigare l'impatto idraulico	31
8.1. Invaso nella rete acque meteoriche	31
8.2. Affossamento a cielo aperto	32
8.3. Manufatto di laminazione	32
8.4. Volume invasabile	33
9. Descrizione della rete fognaria acque bianche	35
9.1. Le condotte	35
9.2. I pozzetti di ispezione stradale	35
9.3. Le caditoie stradali	35
ALLEGATI	37

1. Premesse e quadro normativo di riferimento

Con il presente documento viene redatta la Valutazione di Compatibilità Idraulica, ai sensi della Legge 3 agosto 1998, n.267, relativamente al progetto per la *“Valutazione di compatibilità idraulica relativa ad interventi di messa in sicurezza dell’intersezione tra Via Municipio ed il parcheggio del polo scolastico del centro urbano di Campodoro, con realizzazione della nuova viabilità di scorrimento”* nel Comune di Campodoro (PD).

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. 2948 del 06.10.2009, di cui costituiscono parte integrante.

Si evidenzia per altro che nel 2016, il Comune di Campodoro si è dotato di Piano di Assetto del Territorio, la cui Valutazione di compatibilità idraulica ha ottenuto parere favorevole dagli Enti competenti, in particolare:

- parere prot. n. 14357 del 01/10/2015 del Consorzio di Bonifica “Brenta”;
- parere prot. n. 404660 del 08/10/2015 dell’Unità di Progetto Genio Civile di Padova.

2. Contenuti generali della Valutazione di Compatibilità Idraulica

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

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

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

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

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

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

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

Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole 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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

La classificazione è riportata nella seguente tabella.

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

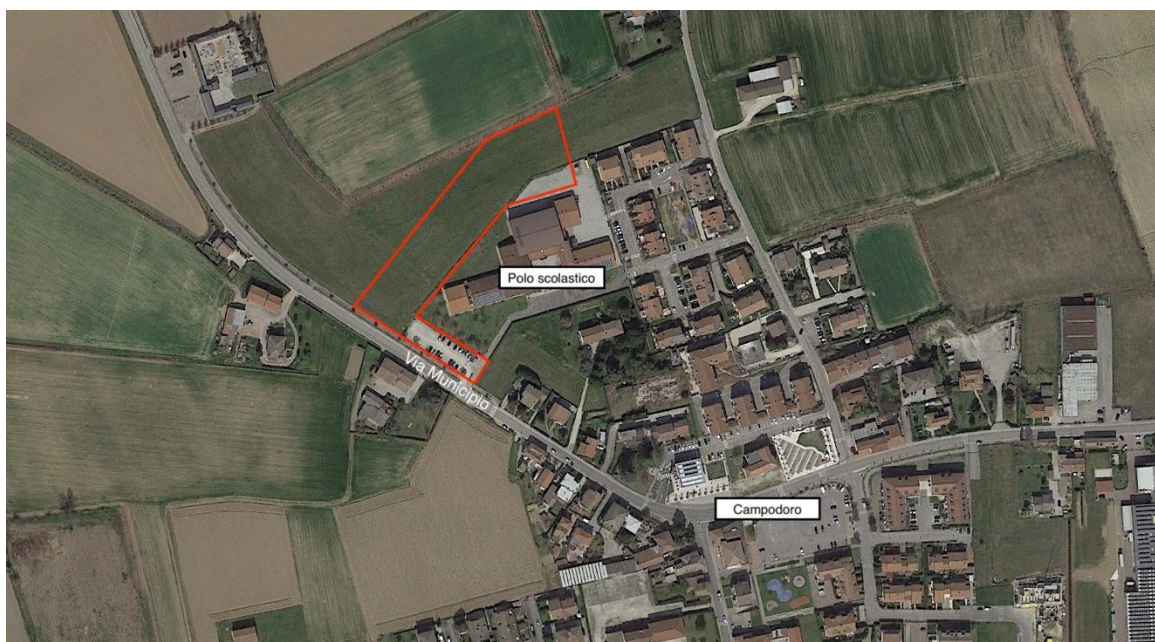
Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

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

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

3. INQUADRAMENTO AMBITO DI INTERVENTO

L'area è situata in prossimità del centro di Campodoro, che si estende su un territorio di 11,16 Km², 18 km a Nord dal capoluogo Padova e a 18 km da Vicenza. Il suo territorio, prevalentemente pianeggiante, confina a Nord e Nord Ovest con il Comune di Camisano Vicentino, a Nord Est con il Comune di Piazzola sul Brenta, ad Est con il Comune di Villafranca Padovana, a Sud con il comune di Mestrino ed infine ad Ovest con il Comune di Grisignano di Zocco. Il comune di Campodoro fa parte dell'area denominata "Medio Brenta", in prossimità della cintura dell'area metropolitana di Padova. Il territorio del comune è tutto pianeggiante; presenta solo una leggera pendenza da Nord a Sud. L'altitudine alla soglia della casa comunale è di 23 metri sul livello del mare. L'altitudine massima di metri 27, quella minima di metri 21.



Inquadramento ambito di intervento su ortofoto

Come sarà meglio approfondito nel seguito, si evidenzia in ogni caso che l'ambito sarà oggetto di parziale trasformazione, ovvero da semipermeabile ad impermeabile (da copertura a verde a conglomerato bituminoso).

L'intervento nel suo complesso, ai fini idraulici, comporta un incremento del grado di impermeabilizzazione del suolo: ciò si traduce in una riduzione del contributo all'infiltrazione e un incremento della produzione di deflusso superficiale, chiaramente superiore a quello che si genera nelle condizioni di copertura a verde. In osservanza del principio dell'invarianza idraulica tali volumi in eccesso dovranno essere opportunamente invasati in idonei sistemi e rilasciati nel lungo periodo, al fine di garantire gli stessi ordini di grandezza di deflusso dello stato attuale.

Nelle tavole grafiche, allegate al documento, è rappresentata la configurazione dello stato attuale, completamente scoperto, e l'ipotesi progettuale in conglomerato bituminoso.

3.1. Piano di Assetto del Territorio comunale

Con Delibera del Consiglio Comunale nr. 4 del 07.05.2016 è stato adottato il Piano di Assetto del Territorio, ai sensi dell'art.15 della L.R. 23/04/2004, n.11, nonché il Rapporto Ambientale finalizzato alla procedura V.A.S. e la Sintesi non tecnica, ai sensi e per gli effetti dell'art.14 del D. Lgs. n.152/2006.

4. INQUADRAMENTO IDROGRAFICO GENERALE

Campodoro appartiene all'area geografica del Bacino Idrografico dei fiumi Brenta e Bacchiglione (Bacino di rilievo nazionale), attraversato anche dal fiume Ceresone ai confini con Camisano Vicentino. Circa 610 ha di territorio comunale (a nord-est del Comune, ad est della Casearia Brazzale, ad est della S.P. n.12, ad est di via Municipio, a nord di via Villafranca, ad est di via Venziana ed infine a nord di via Balla) drena al sistema della Luminella Vicentina e da questa al Canale Brentella attraverso il Rio Fosco e il Rio Porra; la zona ora circoscritta tagliata anche dalla roggia Rezzonica ad utilizzo prevalente irriguo e con direzione di drenaggio da nord verso sud. Circa 74 ha di territorio di Campodoro drenano al sistema dello scolo Suppiej e Monegale attraverso lo scolo Ramo Ronchi (e da questi al Canale Brentella attraverso sollevamento meccanico); si tratta di una piccola area compresa fra la roggia Rezzonica, i confini comunali sud e via Veneziana (vedi allegato O). Infine circa 430 ha di territorio drenano al Ceresone (e da questi al Bacchiglione) attraverso gli scoli Piovego-Torrerossa, Caporale e Vanez (zona di Bevadora ad ovest della S.P. n.12 e zona di Campodoro a sud di via Municipio e di via Villafranca). La rete comunale di drenaggio composta dalla roggia Piovego Torrerossa, dal canale Saetta, dal canale Andrighetti, dalla roggia Giustiniana Contarina, dalla roggia Rezzonico, dallo scolo Caporale, dallo scolo Limenella Padovana, dallo scolo Limenella Vecchia, dallo scolo Limenella Vicentina e dallo scolo Vanez. La rete comunale di fognatura bianca limitata ai nuclei urbani e alle espansioni strutturate di recente realizzazione; lo scarico prevalente nei contermini fossati agricoli privati o direttamente nelle rogge consorziali.

4.1. Idrogeologia

Campodoro si pone in zona di bassa pianura. La falda freatica presenta un gradiente idrogeologico debole e non sono presenti corsi d'acqua di un certo rilievo che possano definirne l'andamento in modo univoco. La zona concava accennata nella caratterizzazione morfologica sembra influenzare la direzione di falda; nella porzione sud-occidentale la falda ha direzione da nord-ovest verso sud-est, nella porzione centrale-orientale del territorio invece la direzione è grossomodo da nord-est a sud-ovest, mentre nella porzione meridionale è orientata grossomodo da nord a sud. Sulla base delle profondità di falda reperite durante la predisposizione del quadro conoscitivo del PAT emerge che l'intero territorio comunale presenta una soggiacenza massima che si attesta intorno ai -2 m da piano campagna.

4.2. Caratterizzazioni Amministrative

Campodoro rientra completamente nel territorio di competenza del Consorzio Brenta. Il comprensorio del Consorzio Brenta si situa a cavallo del fiume Brenta, tra i massicci del Grappa e dell'Altopiano di Asiago a nord, il fiume Bacchiglione a sud, il fiume Astico-Tesina a ovest ed il sistema del torrente Muson dei Sassi ad est. La superficie interessata, pari a 70.933 ettari, si estende su 54 Comuni delle 3 Province di Padova, Treviso e Vicenza, per una popolazione stimata pari a 250.000 abitanti.

5. IL PIANO DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il territorio del Comune di Campodoro ricade interamente all'interno del bacino Idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione.

La redazione del relativo Piano di Assetto Idrogeologico da parte delle Autorità Competenti e delle Autorità di Bacino presenta come scopo primario quello di individuare e classificare opportunamente le zone soggette a pericolosità idraulica e geologica e a rischio idraulico.

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

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

5.1. Pericolosità e rischio idraulico e geologico

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

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

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

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

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

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

$$D = E \times V$$

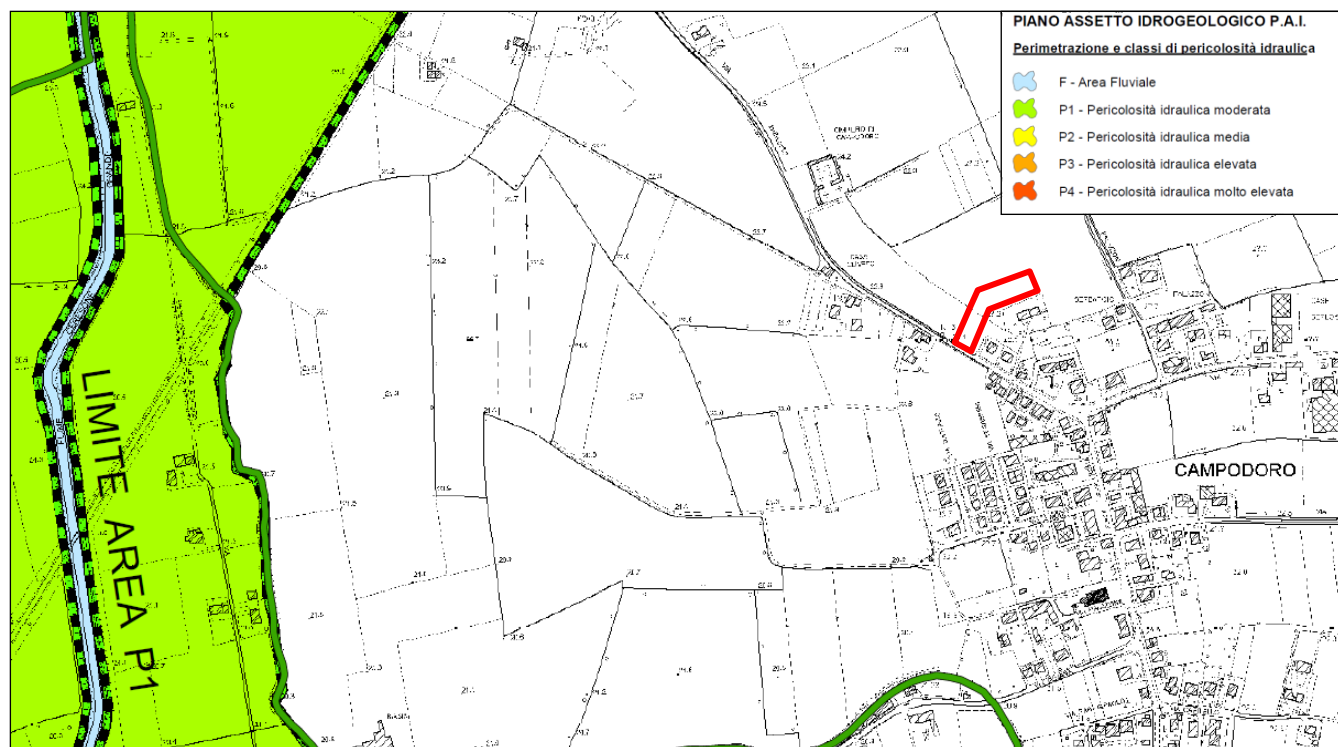
Il rischio può essere determinato a livello teorico, mediante una formulazione di questo tipo:

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

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

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

Si riporta di seguito un estratto della Carta della Pericolosità Idraulica con aggiornamento della cartografia del PAI al Decreto Segretariale n. 2 del 20/01/2014. Si verifica che **l'ambito oggetto di intervento non ricade in un'area classificata con pericolosità idraulica.**



Inserimento ambito di intervento su Tavola 58 – Carta delle pericolosità Piano di Assetto Idrogeologico (aggiornata con Decreto Segretariale n.2 del 20/01/2014)

6. I PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

6.1. Le curve di possibilità pluviometrica

Per la stima della portata meteorica si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica di **Grantorto (PD)**. La serie dei valori di pioggia forniti da questa stazione copre un arco temporale che inizia nel 1992 e termina nel 2019.

L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora e per le precipitazioni di più ore consecutive.

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

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

In cui:

- $X (Tr)$ il valore caratterizzato da un periodo di ritorno Tr , ossia l'evento che viene eguagliato o superato;
- X_m il valore medio degli eventi considerati;
- F fattore di frequenza;
- S_x scarto quadratico medio

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

Al fattore F si assegna l'espressione:

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

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

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella seguente.

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

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

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

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

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

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

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

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

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

<i>Parametri delle curve di possibilità pluviometriche</i> <i>Grantorto (PD) con <u>durata <1h</u></i>		
Tr (anni)	a	n
5	48,01	0,50
10	55,04	0,50
20	61,78	0,51
30	65,66	0,51
50	70,52	0,51
100	77,06	0,51

<i>Parametri delle curve di possibilità pluviometriche</i> <i>Grantorto (PD) con <u>durata 1-24 h</u></i>		
Tr (anni)	a	n
5	43,27	0,26
10	49,63	0,26
20	55,72	0,26
30	59,22	0,26
50	63,61	0,27
100	69,51	0,27

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

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

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

6.2. Il tempo di ritorno

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

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

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

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

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

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

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

6.3. Le superfici scolanti

L'ambito di intervento ha un'estensione complessiva pari a circa 4.400 mq, mentre per la superficie oggetto di trasformazione considerata nel calcolo idraulico è di 3775 mq.

Allo stato attuale l'area interessata dalle nuove realizzazioni risulta per la maggior parte scoperta a verde (2080 mq) ed in parte semipermeabile, più precisamente in stabilizzato (1695 mq). Il progetto prevede interventi di messa in sicurezza dell'intersezione tra Via Municipio ed il parcheggio del polo scolastico del centro urbano di Campodoro, con realizzazione della nuova viabilità di scorrimento. Contestualmente agli interventi legati alla viabilità è prevista la realizzazione di nuovi stalli drenati prospicienti la nuova strada e sul lato nord, ed il rifacimento, con copertura in materiale bituminoso, del parcheggio posizionato sul lato sud lungo Via Municipio, attualmente in materiale ghiaioso.

L'intervento, 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, chiaramente superiore a quello che si genera nelle condizioni di terreno non urbanizzato. 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 si riporta la suddivisione delle superfici dello stato attuale e dello stato futuro per il sottobacino individuato.

SOTTOBACINO –SUPERFICIE SCOLANTE – Stato attuale/futuro		
Natura delle superfici	Area Attuale (mq)	Area Futura (mq)
Superficie totale	3.775	3.755
Superficie scoperta a verde	2080	-
Superficie in stabilizzato	1695	470
Superficie in asfalto	-	3305

Si rimanda ai calcoli allegati e alle tavole grafiche in coda al documento per il dettaglio e per l'individuazione della configurazione della superficie scolante.

6.4. Il coefficiente di deflusso medio

Il coefficiente di deflusso ϕ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi ed è determinato come il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

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

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

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

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

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

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

Sulla base delle indicazioni riportate nella D.G.R. 2948/09 si sono assunti i seguenti valori del coefficiente di deflusso:

- $\phi = 0,20$ per le superfici scoperte a verde;
- $\phi = 0,50$ per le superfici scoperte semipermeabili (superfici in stabilizzato);
- $\phi = 0,60$ per le superfici scoperte semipermeabili (stalli drenati);
- $\phi = 0,90$ per le superfici scoperte impermeabili (pavimentazione in asfalto);

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio ϕ_{medio} :

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

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 determinano i seguenti valori del coefficiente di deflusso medio:

- **Stato attuale - coefficiente di deflusso medio $\Phi_{\text{medio}} = 0,32$;**
- **Configurazione di progetto - coefficiente di deflusso medio $\Phi_{\text{medio}} = 0,86$.**

6.5. Il tempo di corrivazione

6.5.1. Stato attuale

Il tempo di corrivazione rappresenta l'intervallo di tempo necessario affinché tutto il bacino scolante, o la superficie investita dalla precipitazione e considerata a livello di calcolo, contribuiscano nella loro interezza alla formazione della portata. Rappresenta quindi il tempo che la particella d'acqua idraulicamente più lontana impiega per raggiungere e passare attraverso la sezione di chiusura del bacino stesso.

Per il caso in esame, vista la non trascurabile estensione del bacino scolante individuato, si è ritenuto opportuno stimare il tempo di corrivazione sulla base di formulazioni riscontrabili in letteratura. In particolare si fatto riferimento all'espressione suggerita dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland per il caso di cunette e fossi di guardia, come indicato in dettaglio nel testo "Fognature" (Luigi Da Deppo e Claudio Datei):

$$t_{ci} = (26,3 (L/Ks_i)^{0,6} / (3600^{(1-n)0,4} a^{0,4} i^{0,4}))^{1/(0,6+0,4n)};$$

essendo:

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

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

Ks_i = 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 [m].

L'espressione proposta dà modo di considerare, con appropriati valori di L , Ks e i , la partecipazione delle superfici scolanti laterali.

I valori di Ks assunti usualmente sono per le condotte dell'ordine dei $70 \div 80 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, $20 \div 50 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$, ma anche $2 \div 5 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ per superficie erbose.

6.5.2. Configurazione di progetto

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

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

$$t_c = t_a + t_r$$

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

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

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

essendo:

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

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

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

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 accesso alla rete è sempre di difficile determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa, nonché dall'altezza della pioggia precedente l'evento critico. Il valore normalmente assunto nella progettazione è sempre stato compreso entro l'intervallo di 5-15 minuti. Per gli ambiti in oggetto si assume come valore minimo di t_a un tempo di 5 minuti.

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

$$t_r = \sum L_i/V_i$$

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

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

- **Stato attuale – tempo di corrvazione t_c = 72 minuti (1,20 ore);**
- **Configurazione di progetto - tempo di corrvazione t_c = 7 minuti (0,11 ore).**

6.6. Il calcolo della portata meteorica

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

L'ipotesi di base 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 ;

Il calcolo della portata, utile per il dimensionamento della rete di raccolta delle acque meteoriche, è stato condotto considerando un Tempo di Ritorno di 20 anni.

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

- **Stato attuale – portata massima $Q_{max} = 19$ l/s (50 l/s ha);**
- **Configurazione di progetto - portata massima $Q_{max} = 143$ l/s (379 l/s ha).**

7. CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

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

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

Il dimensionamento delle capacità di accumulo temporaneo sarà effettuato considerando il massimo valore del volume efficace di invaso derivante dal confronto tra i volumi stimati con il metodo analitico e con lo schema semplificato. Come da indicazioni tecniche fornite dal Consorzio di bonifica competente, il valore individuato non dovrà comunque essere inferiore ai 600 mc/ha.

7.1. Modello di calcolo analitico

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

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;
- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata di deflusso;

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

Per l'ambito in oggetto il modello di calcolo restituisce un valore del volume efficace di invaso pari a 187 mc (corrispondenti a 495 mc/ha di superficie totale e impermeabilizzata) per un Tr di 50 anni.

7.2. Schema di calcolo semplificato

Come secondo approccio è stato utilizzato uno schema semplificato di calcolo per la determinazione dei massimi volumi di invaso.

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

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

Il modello di calcolo analitico fornisce un valore del volume efficace di invaso pari a 203 mc (corrispondenti a 538 mc/ha di superficie totale e impermeabilizzata).

7.3. Volumi efficaci di invaso

Come detto, a favore di sicurezza, è da assumere il valore di volume efficace maggiore derivante dal confronto tra il modello di calcolo analitico e da quello derivante dallo schema semplificato proposto dal Genio Civile. In entrambi i casi, il valore ottenuto risulta essere inferiore ai 600 mc/ha, indicato come valore minimo nei casi di modesta impermeabilizzazione. Si ottiene così un volume efficace di invaso di 227 mc (corrispondenti a 600 mc/ha di superficie totale e impermeabilizzata).

Riassumendo i vari volumi di invaso calcolati, troviamo:

- Metodo di calcolo analitico: Volume da invasare = 187 mc (495 mc/ha)
- Schema semplificato - Genio Civile: Volume da invasare = 203 mc (538 mc/ha)
- Prescrizioni Consorzio di bonifica: Volume da invasare = 227 mc (600 mc/ha)

Alla luce di quanto sopra indicato dovrà quindi essere predisposta una capacità di accumulo temporaneo delle acque in eccesso dell'ordine dei 227 mc (corrispondenti a 600 mc/ha di superficie totale e impermeabilizzata).

Nel capitolo seguente saranno indicate e dimensionate le misure compensative di prima ipotesi.

8. MISURE DA ATTUARE PER MITIGARE L'IMPATTO IDRAULICO

Come determinato in precedenza è emersa la necessità di realizzare interventi di mitigazione che prevedano di invasare un volume di acqua non inferiore a 227 mc.

L'intervento proposto in questa sede prevede l'ipotesi di ricavare tale volume mediante la predisposizione di invaso temporaneo dei maggiori volumi d'acqua nella rete delle acque meteoriche di progetto e mediante la realizzazione di un canale di scolo prospiciente la nuova strada.

8.1. Invaso nella rete acque meteoriche

Si prevede di realizzare il volume di invaso temporaneo dei maggiori volumi d'acqua all'interno della rete meteorica di progetto, caratterizzata da condotte in cls a base piana di diametro pari a 60 cm.

Considerando il massimo grado di riempimento ed una lunghezza complessiva delle condotte di circa 174 m e i pozzetti d'ispezione **si determina un volume di invaso pari a circa 55 mc.**

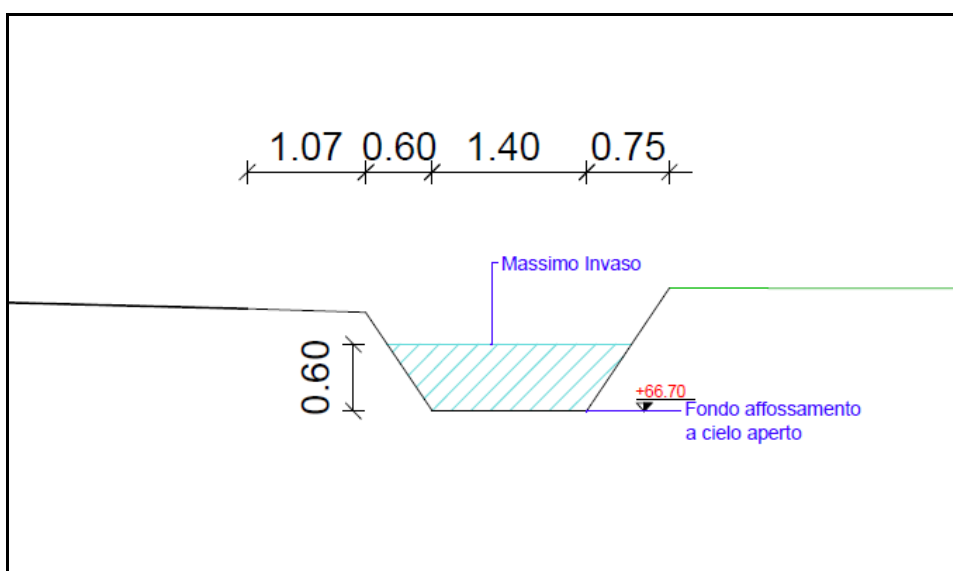
L'invaso delle condotte che collegano la nuova rete con le caditoie è stato trascurato andando a favore di sicurezza.

INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA						
Volumi di mitigazione						
INVASO NELLA RETE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO						
Tratto	Diametro condotta	Lunghezza condotta	Tirante massimo	Angolo	Area	Volume totale
	(m)	(m)	(m)	(rad)	(mq)	(mc)
P1 - P2	0,60	35,00	0,60	6,28	0,28	10
P2 - P3	0,60	17,00	0,60	6,28	0,28	5
P3 - P4	0,60	39,00	0,60	6,28	0,28	11
P4 - P4a	0,60	3,00	0,60	6,28	0,28	1
P4 - P5	0,60	39,00	0,60	6,28	0,28	11
P5 - P7	0,60	35,00	0,60	6,28	0,28	10
P7 - P7a	0,60	6,00	0,60	6,28	0,28	2
<i>totale</i>		174,00				49
Pozzetti d'ispezione						
7	1,00	1,00	0,80			6
Volume invasabile nella rete meteorica di progetto ed affossamento (mc)						55

8.2. Affossamento a cielo aperto

Per compensare l'impermeabilizzazione prevista dalle realizzazioni di progetto, è necessario predisporre un affossamento a cielo aperto, posizionato a fianco della nuova viabilità. L'affossamento si sviluppa per una lunghezza di 164 m e sarà idraulicamente collegato con la rete meteorica mediante condotta in cls turbocentrifugato conforme norme DIN 4032 di diametro interno DN 60 cm. Il tirante massimo è di 60 cm, con un franco di sicurezza di 30 cm.

Per consentire un corretto svuotamento dell'affossamento viene assegnata una pendenza del fondo del 0,1%, da nord verso sud, con una quota al fondo, in corrispondenza della condotta di collegamento idraulico con la rete meteorica di progetto, di 66,70 m. s. m.m. . Il fondo dell'affossamento è previsto ad una quota di 10 cm maggiore rispetto al fondo della condotta della rete meteorica, in corrispondenza del pozzetto di laminazione, in modo da consentirne il corretto riempimento in caso di evento meteorico che generi una portata maggiore rispetto alla portata teorica che defluisce dalla luce di fondo



Sezione tipo affossamento a cielo aperto

Si determina un volume di invaso pari a circa 177 mc.

8.3. Manufatto di laminazione

La limitazione di portata è garantita dalla realizzazione di un manufatto di laminazione costituito da un pozzetto in cls armato dotato di soglia di sfioro e luce di fondo, a servizio del parcheggio in oggetto.

Le caratteristiche dimensionali dei manufatti sono le seguenti:

- pozzetto P7: dimensioni 150x150 cm – altezza soglia 80 cm – luce foro di fondo 10 cm;
Per il dettaglio si rimanda alle tavole allegate.

In questo tipo di dispositivo la portata che defluisce dalla luce di fondo è funzione dell'altezza idrica di monte (ed eventualmente di valle in caso di deflusso rigurgitato).

La portata che defluisce è determinata dalla espressione (valida per parete sottile ed efflusso libero):

$$Q = C_c A (2 g H)^{1/2}$$

In cui:

Q portata che defluisce per bocca a battente

C_c coefficiente di efflusso assunto pari a 0,61

A area della bocca

H tirante idraulico

Come evidenziato nei calcoli idraulici e dal grafico in allegato alla presente relazione la portata Q è funzione del tirante idraulico. Per sicurezza, nel caso di portate superiori a quelle stimate per il tempo di ritorno assegnato, il dispositivo presenta uno stramazzo che funziona come soglia sfiorante. La portata che defluisce dallo stramazzo è valutata con l'espressione:

$$Q = C_q L H (2 g H)^{1/2}$$

In cui:

Q portata che defluisce dallo stramazzo

C_q coefficiente di efflusso

L larghezza della soglia sfiorante

H tirante idraulico

La portata teorica in uscita dal sistema di mitigazione idraulica è la seguente:

- manufatto P7 – portata teorica uscente dalla luce di fondo in caso di tirante massimo: 10 l/s;

8.4. Volume invasabile

Il volume di invaso totale si determina sommando i singoli apporti delle condotte di progetto e dell'affossamento descritti in precedenza.

Il volume di invaso effettivo risulta pari a circa 232 mc, superiore ai 227 mc richiesti.

9. DESCRIZIONE DELLA RETE FOGNARIA ACQUE BIANCHE

9.1. Le condotte

La linea principale della nuova rete di raccolta delle acque meteoriche è prevista in PVC-u a triplo strato SN16 De 630. La pendenza media assunta per la rete in progetto è pari al 1‰. Si rimanda alla tavola planimetrica e ai profili longitudinali per il progetto di dettaglio della rete meteorica.

Il recapito finale della rete è stato individuato nella fognatura esistente che scorre lungo Via Municipio.

9.2. I pozzetti di ispezione stradale

In tutti i collettori è prevista la posa in opera di manufatti che garantiscano l'adeguato deflusso idraulico, facilitino l'ispezione e l'eventuale manutenzione delle tubazioni.

Si prevede di posare dei pozzetti, sia di linea che di incrocio, realizzati in calcestruzzo vibrato di cemento, formato da elementi sovrapposti quali l'elemento di base e gli elementi di prolunga, di due fori di linea e fori ulteriori per gli eventuali altri innesti.

In particolare, si prevede di posare pozzetti con dimensioni interne della camera in funzione del diametro utilizzato, ovvero con dimensioni interne 100x100 cm per condotta De 630;

L'interasse tra i pozzetti, variabile a seconda dello sviluppo planimetrico della rete è desumibile dagli elaborati grafici di progetto. È prevista la posa di chiusini circolari in ghisa sferoidale, aventi una luce netta di 60 cm a norma UNI 108, idonei al transito di qualsiasi tipo di veicolo e di resistenza a norma UNI-EN 124 classe D 400 minima; tali chiusini saranno posti in opera sui pozzetti di linea e di incrocio dei collettori principali.

9.3. Le caditoie stradali

È prevista la posa di caditoie stradali in cemento armato di sezione interna cm 50 x 50 ed altezza cm 80, e griglia in ghisa.

Il collegamento della caditoia stradale al pozzetto di ispezione verrà realizzato mediante tubazioni in PVC De 160 mm.

ALLEGATI

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA

ALLEGATI DI CALCOLO

- Curve di possibilità pluviometrica di Grantorto (PD);
- Verifica idraulica stato attuale;
- Verifica idraulica configurazione di progetto;
- Volumi da invasare al variare del tempo di pioggia;
- Valutazione di massimo invaso idrico – Analisi semplificata per pioggia di durata oraria;
- Interventi di mitigazione idraulica;
- Verifica idraulica pozzetto di laminazione.

DOCUMENTI

- Autocertificazione ai sensi dell'art. 46 del D.P.R. n. 445 del 28.12.2000;
- Sintesi elaborazioni studio di compatibilità idraulica per interventi puntuali.

Curve di possibilità pluviometrica

Stazione di
Grantorto

Coordinate X 1714687; Y 5052726

Sistema di Riferimento Gauss-Boaga fuso Ovest (EPSG:3003)

Comune Grantorto (PD)

Bacino Brenta - Bacchiglione

Strumento Pluviometro a vaschetta basculante

Altitudine 32 m s.m.

Periodo 1992 - 2019

Anni mancanti -

Fonte Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto
(A.R.P.A.V.).

anno	5min	10min	15min	30min	45min	1h	3h	6h	12h	24h	48h	72h	96h	120h
1992	7.4	12.2	16.8	20.2	27.8	30.2	38.8	39.4	51.2	64.4	90.4	107.0	116.8	117.0
1993	9.8	16.6	20.2	32.2	37.6	39.4	43.0	45.2	46.4	46.6	65.4	77.0	77.2	77.4
1994	10.0	17.6	21.0	30.4	33.0	38.2	47.6	60.0	62.2	62.6	71.8	85.6	121.4	121.8
1995	9.6	17.0	25.0	44.8	48.4	48.6	70.6	93.8	94.2	118.8	126.0	126.0	126.0	126.2
1996	9.4	13.2	14.2	22.4	24.6	28.4	44.0	44.0	44.0	45.6	71.4	76.2	83.2	83.6
1997	6.4	9.6	11.8	16.6	20.4	21.6	22.0	25.8	41.2	49.8	77.2	94.6	96.4	96.4
1998	10.2	18.8	21.6	23.0	26.2	29.6	52.0	52.0	56.8	92.8	118.8	143.4	156.8	158.8
1999	11.8	20.2	27.6	37.8	37.8	38.2	60.0	65.8	69.6	78.8	79.2	91.6	109.2	122.8
2000	10.4	17.8	23.4	31.6	32.0	38.4	46.8	54.8	68.4	77.4	84.8	88.2	96.6	105.6
2001	8.4	13.4	16.4	21.6	23.6	23.8	38.0	49.4	67.2	73.6	78.6	78.8	78.8	86.2
2002	9.6	16.0	23.0	34.8	39.8	41.6	66.8	80.6	93.6	107.8	117.4	121.2	121.2	131.4
2003	9.2	14.4	17.6	22.2	24.8	24.8	25.0	36.6	53.4	58.4	70.0	93.4	94.8	94.8
2004	11.2	20.8	27.8	40.4	49.8	55.8	67.0	77.0	79.4	81.0	123.4	123.4	124.0	124.0
2005	13.4	18.8	21.6	26.4	29.0	32.0	42.6	73.2	73.8	111.8	127.4	171.2	183.6	211.8
2006	7.4	13.4	20.0	27.8	38.0	42.0	57.4	80.2	100.4	120.8	124.6	162.4	168.2	168.2
2007	9.8	18.0	21.4	27.6	33.8	36.0	37.0	37.0	49.2	73.0	87.6	104.6	106.6	106.6
2008	17.4	27.8	31.4	33.6	34.2	39.2	48.6	49.2	54.4	65.2	79.6	85.0	99.0	117.4
2009	8.2	13.2	17.4	24.0	24.2	24.2	36.6	60.6	99.6	119.6	125.8	159.8	161.8	161.8
2010	13.2	25.6	33.6	52.2	57.6	58.2	64.8	70.0	104.0	104.2	104.2	121.2	121.4	121.8
2011	9.8	16.6	20.2	24.8	30.2	35.2	44.0	46.0	53.4	73.4	94.2	96.6	120.4	121.0
2012	14.2	21.2	24.2	33.4	36.2	38.0	39.6	51.6	86.6	91.8	94.4	95.2	95.2	95.4
2013	11.0	17.0	20.2	23.8	26.6	29.6	43.4	45.8	64.0	65.4	84.8	85.0	94.2	95.8
2014	13.8	24.6	31.2	40.8	43.2	43.4	43.4	43.4	56.6	66.6	109.8	127.0	153.4	197.2
2015	8.0	11.8	17.2	27.8	37.6	43.2	51.0	64.2	69.8	74.6	74.6	74.6	74.6	74.6
2016	8.2	13.6	19.8	25.8	29.0	32.2	50.2	62.0	68.6	85.4	85.4	86.0	90.4	113.8
2017	9.2	16.4	18.8	21.4	22.0	22.0	22.2	28.0	31.4	43.6	57.0	64.6	68.4	68.6
2018	8.6	15.6	22.0	33.6	37.6	38.0	38.2	41.6	57.4	72.4	86.0	95.4	111.8	123.2
2019	13.2	21.2	23.4	24.8	24.8	28.4	31.2	39.4	57.4	82.8	95.2	95.8	107.2	129.8

Tabella 1: Precipitazioni massime annue (mm) della durata di 5, 10, 15, 30, 45 minuti primi, di 1, 3, 6, 12, 24 ore e di 48, 72, 96, 120 ore consecutive.

Tempo di ritorno [anni]	Equazioni a 2 parametri		
	Da 5 a 60 min	Da 1 a 24 ore	Da 24 a 120 ore
5	$h = 48.01 t^{0.50}$	$h = 43.27 t^{0.26}$	$h = 41.69 t^{0.26}$
10	$h = 55.04 t^{0.50}$	$h = 49.63 t^{0.26}$	$h = 47.50 t^{0.26}$
20	$h = 61.78 t^{0.51}$	$h = 55.72 t^{0.26}$	$h = 53.06 t^{0.26}$
30	$h = 65.66 t^{0.51}$	$h = 59.22 t^{0.26}$	$h = 56.26 t^{0.27}$
50	$h = 70.52 t^{0.51}$	$h = 63.61 t^{0.27}$	$h = 60.25 t^{0.27}$
100	$h = 77.06 t^{0.51}$	$h = 69.51 t^{0.27}$	$h = 65.63 t^{0.27}$

Tabella 2: Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a 2 parametri secondo Gumbel relative alle precipitazioni massime annue della durata di 5, 10, 15, 30, 45 minuti primi, di 1, 3, 6, 12, 24 ore per vari tempi di ritorno.

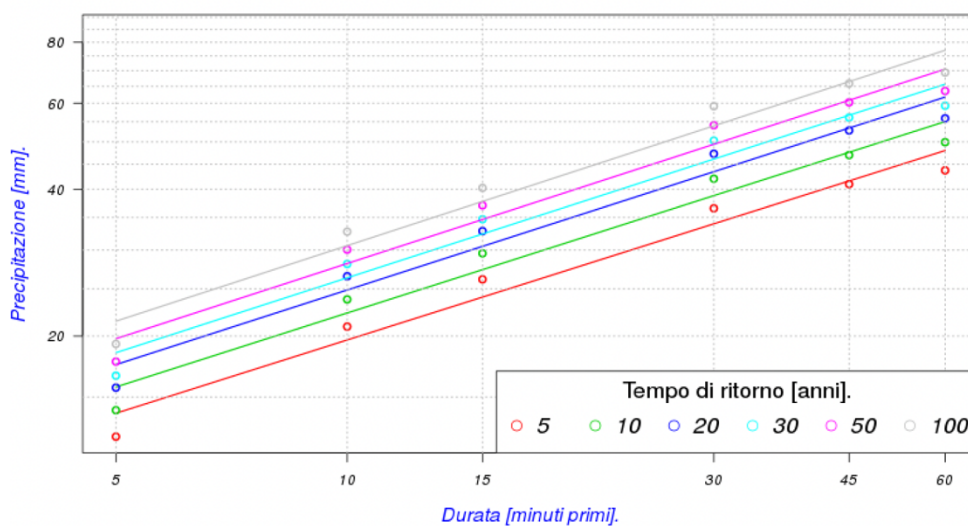


Figura 1: Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica relative alle precipitazioni massime annue (mm) per le durate di 5, 10, 15, 30, 45 e 60 minuti primi.

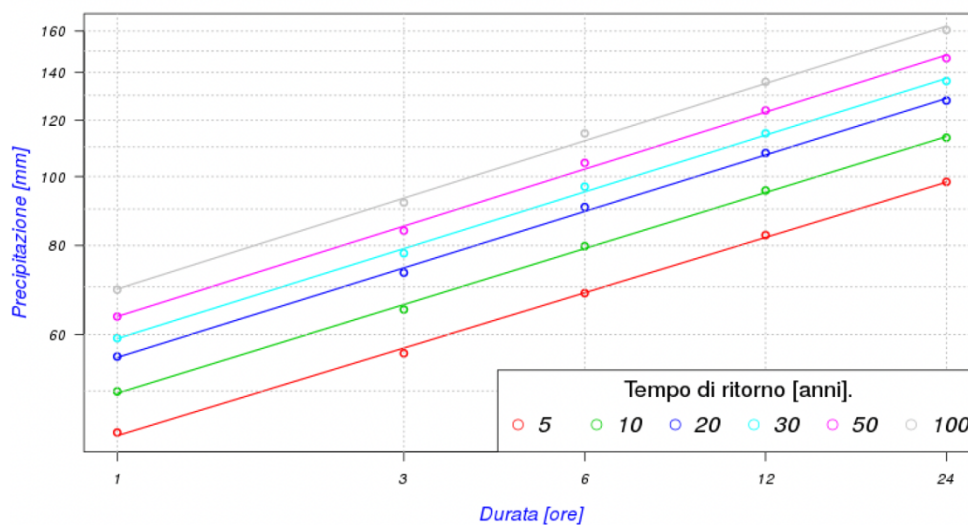


Figura 2: Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica relative alle precipitazioni massime annue (mm) per le durate di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive.

TEMPO DI RITORNO PER PIOGGE BREVI ED INTENSE (durata <1h)			
TEMPI DI RITORNO		a (mm ore ⁻¹)	n
5	anni	48,01	0,50
10	anni	55,04	0,50
20	anni	61,78	0,51
30	anni	65,66	0,51
50	anni	70,52	0,51
100	anni	77,06	0,51

Tabella 3: Coefficienti dell'equazione pluviometrica $h=at^n$ per precipitazioni brevi.

TEMPO DI RITORNO PER PIOGGE BREVI ED INTENSE (durata 1-24 h)			
TEMPI DI RITORNO		a (mm ore ⁻¹)	n
5	anni	43,27	0,26
10	anni	49,63	0,26
20	anni	55,72	0,26
30	anni	59,22	0,26
50	anni	63,61	0,27
100	anni	69,51	0,27

Tabella 4: Coefficienti dell'equazione pluviometrica $h=at^n$ per precipitazioni orarie.

VERIFICA IDRAULICA - STATO ATTUALE

DATI GENERALI

Progetto		Interventi di messa in sicurezza dell'intersezione tra via municipio ed il parcheggio del polo scolastico del centro urbano di Campodoro, con realizzazione della nuova viabilità di scorrimento			
SUPERFICIE COMPLESSIVA AMBITO DI INTERVENTO					
S (mq)	4 400	(superficie interessata da intervento)			
S (mq)	3 775	Superficie oggetto di trasformazione considerata nel calcolo idraulico			
S (ha)	0,3775	S1 (kmq)	0,003775		
CONFRONTO DESTINAZIONE D'USO DEL SUOLO					
ATTUALE	Parcheggio in stabilizzato, area scoperta a verde e parcheggio in asfalto				
PROGETTO	Parcheggio in asfalto, marciapiedi e stalli drenati				
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (stazione di Grantorto - PD) - DATI ARPAV					
Tr (anni)	5	10	20	50	100
a	43,27	49,63	55,72	63,61	69,51
n	0,26	0,26	0,23	0,27	0,27
PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (stazione di Grantorto - PD) - DATI ARPAV					
Tr (anni)	5	10	20	50	100
a	48,01	55,04	61,78	70,52	77,06
n	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

<u>SUPERFICI</u>	<i>Si</i>	φ	<i>Si x φ</i>
Superficie scoperta a verde	2 080	0,10	208
Ghiaia	1 695	0,60	1 017
Superficie asfaltata	0	0,90	0
	3 775	0,32	1 225
Coefficiente di deflusso medio		0,32	

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE Tr= 20 anni

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

Tratto	a	n	L1	Ks1	i	t	tc	tc
			(m)	(m ^{1/3} s ⁻¹)	(pendenza)	(sec)	(min)	(ore)
1	61,780	0,510	139	6	0,001	4352	72	1,2
totale						4352	72	1,20

(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 - DATI DI PROGETTO

Tr	φ	a	n	t	t	h	j	S
				(min)	(ore)	(mm)	(mm/ora)	(mq)
20	0,32	61,780	0,510	72	1,20	67,80	56,50	3 775

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
20	19	50	82

VERIFICA IDRAULICA - CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

DATI GENERALI

Progetto	Interventi di messa in sicurezza dell'intersezione tra via municipio ed il parcheggio del polo scolastico del centro urbano di Campodoro, con realizzazione della nuova viabilità di scorrimento		
----------	--	--	--

SUPERFICIE COMPLESSIVA AMBITO DI INTERVENTO

S (mq)	4 400	(superficie interessata da intervento)	
S (mq)	3 775	Superficie oggetto di trasformazione considerata nel calcolo idraulico	
S (ha)	0,3775	S1 (kmq)	0,003775

CONFRONTO DESTINAZIONE D'USO DEL SUOLO

ATTUALE	Parcheggio in stabilizzato, area scopera a verde e parcheggio in asfalto
PROGETTO	Parcheggio in asfalto, marciapiedi e stalli drenati

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (stazione di Grantorto) - DATI ARPAV

Tr (anni)	5	10	20	50	100	
a	43,27	49,63	55,72	63,61	69,51	t pioggia > 1 ora
n	0,26	0,26	0,23	0,27	0,27	

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA (stazione di Grantorto) - DATI ARPAV

Tr (anni)	5	10	20	50	100	
a	48,01	55,04	61,78	70,52	77,06	t pioggia < 1 ora
n	0,50	0,50	0,51	0,51	0,51	

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

<u>SUPERFICI</u>	Si	φ	Si x φ
Stalli Drenati	470	0,60	282
Superficie asfaltata	3 305	0,90	2 975
Superficie complessiva in trasformazione	3 775	0,86	3 257
Coefficiente di deflusso medio (superficie in trasformazione)	0,86		

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE (Formulazione Mambretti e Paoletti - Politecnico di Milano)

Tempo di corrivazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete								
CALCOLO DEL TEMPO DI ACCESSO ALLA RETE								
Si	li	li*	φ i	si	a	n	tai	tai
(mq)	(m)	(m)					(s)	(min)
3775	139	139	0,86	0,001	55,040	0,500	334	6
tempo di accesso minimo								5
CALCOLO DEL TEMPO DI RETE								
Tratto	Descrizione				Vui	Li	tri	tri
					(m/s)	(m)	(s)	(min)
1	Condotto fittizio (massima lunghezza)				0,8	139	173	2
							Totale	2
CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE								
ta	tr	tc	tc					
(min)	(min)	(min)	(ore)					
6	2	8	0,12					

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO

Tr	φ	a	n	t	t	h	j	S
				(min)	(ore)	(mm)	(mm/ora)	(mq)
20	0,86	55,040	0,5	8	0,12	19,07	158,89	3 775

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

Tr	Q	u	V pioggia
(anni)	(l/s)	(l/s ha)	(mc)
20	143	379	62

VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

DATI DI INPUT

Q defluita allo scarico (totale)	19	l/s
Q defluita/ettaro	50	l/s ha
Coefficiente di deflusso	0,86	
Volume superficiale	0	mc
Volume superficiale/ettaro	0	mc/ha
Superficie di calcolo (mq)	3 775	mq

CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE

PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA								
					t < 1 ora		t > 1 ora	
Tr (anni)	50				a	70,520	63,610	
					n	0,510	0,270	
tempo	h	J	Q	Q	V	V	V	V
(ore)	(mm)	(mm/h)	pioggia (l/s)	defluita (l/s)	pioggia (mc)	defluito (mc)	superficiale (mc)	invaso (mc)
0,1	21,79	217,93	197,13	19	71	7	0	64
0,2	31,03	155,17	140,36	19	101	14	0	87
0,3	38,16	127,21	115,07	19	124	21	0	104
0,4	44,19	110,48	99,94	19	144	27	0	117
0,5	49,52	99,04	89,59	19	161	34	0	127
0,6	54,35	90,58	81,93	19	177	41	0	136
0,7	58,79	83,99	75,97	19	191	48	0	144
0,8	62,93	78,67	71,16	19	205	55	0	150
0,9	66,83	74,26	67,17	19	218	62	0	156
1,0	70,52	70,52	63,79	19	230	68	0	161
1,2	66,82	55,68	50,37	19	218	82	0	136
1,4	69,66	49,76	45,01	19	227	96	0	131
1,6	89,62	56,01	50,67	19	292	109	0	182
1,8	95,17	52,87	47,83	19	310	123	0	187
2,0	76,70	38,35	34,69	19	250	137	0	113
					V massimo (mc)			187
VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO							(mc)	187
							(mc/ha)	495

VOLUMI EFFICACI DI INVASO

A favore di sicurezza si assume come volume minimo efficace di invaso il maggiore derivante dal confronto tra le stime	
Volume efficace di invaso stimato con il metodo analitico (mc)	187
Volume efficace specifico per ettaro di superficie trasformata stimato con il metodo analitico (mc/ha trasf)	495
Volume efficace di invaso stimato con lo schema di calcolo semplificato (mc)	203
Volume efficace specifico per ettaro di superficie trasformata stimato con lo schema semplificato (mc/ha trasf)	538
Volume efficace di invaso stimato con lo schema di calcolo semplificato (mc)	227
Volume efficace specifico per ettaro di superficie trasformata prescritto da P.A.T. (mc/ha trasf)	600
Volume efficace di invaso da realizzare (mc)	227
Volume efficace specifico da realizzare per ettaro di superficie trasformata (mc/ha trasf)	600

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

SUPERFICI	SITUAZIONE ATTUALE				SITUAZIONE PROGETTO		DIFFERENZE		
	Pioggia (mm)		Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	Area (mq)	Volume pioggia (mc)	
	100,00		3 775	378	3 775	378	3 775	378	
Superficie e % capacità Invaso	%	altezza invaso (mm)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	Area (mq)	Volume Invaso (mc)	
Superficie scoperta a verde	90	90	2 080	187	0	0	-2 080	-187	
Ghiaia	40	40	1 695	68	0	0	-1 695	-68	
Stalli drenati	40	40	0	0	470	19			
Superficie asfaltata	10	10	0	0	3 305	33	3 305	33	
			3 775		3 775				
TOTALI VOLUMI INVASATI mc			ATTUALI	255	FUTURI	52	DIFFERENZA -	203	
				VOLUME RICHIESTO DALLO SCHEMA SEMPLIFICATO (mc)					203
				Volume specifico richiesto dallo schema semplificato (mc/ha)					538

INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

<u>Volumi di mitigazione</u>						
INVASO NELLA RETE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO						
<i>Tratto</i>	<i>Diametro condotta</i>	<i>Lunghezza condotta</i>	<i>Tirante massimo</i>	<i>Angolo</i>	<i>Area</i>	<i>Volume totale</i>
	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(m)</i>	<i>(rad)</i>	<i>(mq)</i>	<i>(mc)</i>
P1 - P2	0,60	35,00	0,60	6,28	0,28	10
P2 - P3	0,60	17,00	0,60	6,28	0,28	5
P3 - P4	0,60	39,00	0,60	6,28	0,28	11
P4 - P4a	0,60	3,00	0,60	6,28	0,28	1
P4 - P5	0,60	39,00	0,60	6,28	0,28	11
P5 - P7	0,60	35,00	0,60	6,28	0,28	10
P7 - P7a	0,60	6,00	0,60	6,28	0,28	2
<i>totale</i>		174,00				49
<i>Pozzetti d'ispezione</i>						
7	1,00	1,00	0,80			6
<i>Affossamento a cielo aperto *</i>						
		164,00	0,60		1,08	177
Volume invasabile nella rete meteorica di progetto ed affossamento (mc)						232

* Vedi sezione tipo dell'affossamento a cielo aperto riportata in tavola grafica

Oggetto: “Valutazione di compatibilità idraulica relativa ad interventi di messa in sicurezza dell’intersezione tra Via Municipio ed il parcheggio del polo scolastico del centro urbano di Campodoro, con realizzazione della nuova viabilità di scorrimento”.

Comune di: Campodoro (PD).

Autocertificazione ai sensi dell’art. 46 del D.P.R. n. 445 del 28.12.2000.

AUTOCERTIFICAZIONE SUI DATI STUDIATI ED ELABORATI

I sottoscritti dott. ing. Giovanni Crosara, iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Vicenza al n. 1727 e dott. ing. Riccardo Ballerini, iscritto all’Ordine degli Ingegneri della Provincia di Vicenza al n. 2286, redattori dello studio di Compatibilità Idraulica della pratica di cui all’oggetto, consapevoli della responsabilità penale, in caso di falsità in atti e di dichiarazione mendace, ai sensi e per gli effetti dell’art.76 D.P.R. n. 445/2000, per le finalità contenute nella D.G.R. n. 2948/2009

DICHIARANO

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

Vicenza, 07/03/2022



Ing. Giovanni Crosara

Ing. Riccardo Ballerini

VERIFICA IDRAULICA POZZETTO DI LAMINAZIONE

DATI GEOMETRICI LUCE DI FONDO

Diametro interno foro luce di fondo	0,100	m
Area foro luce di fondo	0,0079	mq

DATI GEOMETRICI SOGLIA DI SFIORO

Altezza soglia hs	0,80	m
Larghezza soglia sfiorante	1,50	m
Altezza massima tirante	1,00	m

IPOTESI DI CALCOLO PER LA LUCE DI FONDO

Valutazione della portata con la formula: $Q_f = C_c A (2 g H)^{1/2}$

Coefficiente di efflusso per la luce di fondo:

1. Parete sottile ad efflusso libero (bocca laterale)

bocca	nota	carico	C_c	Ricercatore
circolare	$D < 23 \text{ cm}$	$H > 5D$	0,59	Smith

2. Parete sottile ad efflusso libero (bocca laterale a contatto con il fondo)

bocca	nota	carico	C_c	Ricercatore
circolare	$D < 23 \text{ cm}$	$H > 5D$	0,66	Bidone

3. Parete sottile ad efflusso libero (bocca di fondo)

bocca	nota	carico	C_c	Ricercatore
circolare	$D < 23 \text{ cm}$	$H > 5D$	0,61	Smith

Caso considerato n° 3

Coefficiente di efflusso C_c 0,61

IPOTESI DI CALCOLO PER LO STRAMAZZO

Valutazione della portata con la formula: $Q_s = C_q L H (2 g H)^{1/2}$

Coefficiente di efflusso per lo stramazzo:

1. Stramazzo in parete sottile a vena soffolta senza contrazione laterale

H	p	C_q	Ricercatore
0,1	0,2	0,46	Bazin
0,6	2	0,42	Bazin
0,1	2	0,44	Bazin
0,6	0,2	0,54	Bazin

2. Stramazzo in parete sottile a vena aderente senza contrazione laterale

H	C_q	Ricercatore
$0.1 < H < 0.27$	0,54	Bazin
$0.27 < H < 0.35$	0,5	Bazin
$0.35 < H < 0.40$	0,47	Bazin

Caso considerato n° 1

Coefficiente di efflusso C_q 0,44

CALCOLO IDRAULICO DI VERIFICA

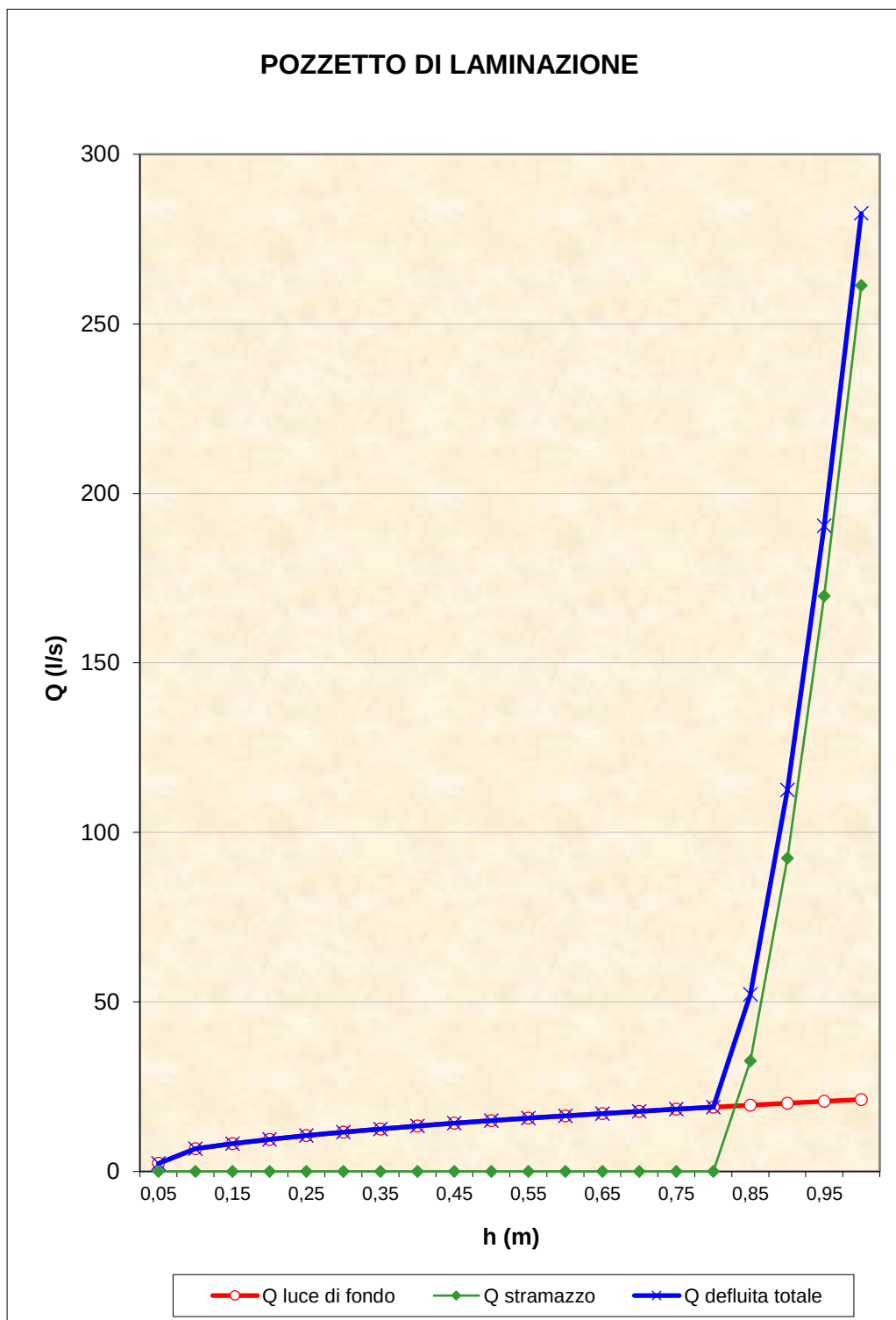
Determinazione della portata in uscita dal pozzetto di laminazione in funzione del carico idraulico a monte dello stesso.

Passi	H (tirante) (m)	Area (luce di fondo) (mq)	Qf (Q luce di fondo) (l/s)	Qs (Q stramazzo) (l/s)	Q (Q totale) (l/s)
1	0,05	0,0039	2	0	2
2	0,1	0,0079	7	0	7
3	0,15	0,0079	8	0	8
4	0,2	0,0079	9	0	9
5	0,25	0,0079	11	0	11
6	0,3	0,0079	12	0	12
7	0,35	0,0079	13	0	13
8	0,4	0,0079	13	0	13
9	0,45	0,0079	14	0	14
10	0,5	0,0079	15	0	15
11	0,55	0,0079	16	0	16
12	0,6	0,0079	16	0	16
13	0,65	0,0079	17	0	17
14	0,7	0,0079	18	0	18
15	0,75	0,0079	18	0	18
16	0,8	0,0079	19	0	19
17	0,85	0,0079	20	33	52
18	0,9	0,0079	20	92	113
19	0,95	0,0079	21	170	190
20	1	0,0079	21	261	283

VALORI DI PORTATA SIGNIFICATIVI

Valori significativi di portata in uscita dal pozzetto di laminazione

Qf	11	(l/s)	Portata che defluisce dalla luce di fondo con il massimo tirante nell'invaso
Qs	261	(l/s)	Portata massima che defluisce dallo stramazzo per il carico idraulico massimo previsto a monte
Qt	283	(l/s)	Portata massima che defluisce dal pozzetto di laminazione per il carico idraulico massimo previsto a monte



REGIONE VENETO - Unità di Progetto Genio Civile di Padova
**SINTESI ELABORAZIONI STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PER
INTERVENTI PUNTUALI SUPERIORI AI 0,1 HA**

PRATICA N.:

Comune: Campodoro (PD)

Località: Via Municipio

Tipo intervento: VCI relativa ad interventi di messa in sicurezza dell'intersezione tra Via Municipio ed il parcheggio del polo scolastico del centro urbano di Campodoro, con realizzazione della nuova viabilità di scorrimento.

Ditta: -

Competenze nella rete idraulica minore:

Cons. B. Brenta	Consorzio B. Alta Pianura V.
Cons. B. Euganeo	Unità Organizzativa Forestale Ovest sede di Vicenza

(barrare uno o più enti) (Nota: Cons. = Consorzi di Bonifica)

PAT approvato dal Genio Civile: **SI Anno: 2016**

P.I. approvato dal Genio Civile: - Anno: -

A.T.O. di appartenenza (in caso di P.A.T.) approvato N°:

N.° intervento assegnato nel P.A.T. o P.I.:

Volume di mitigazione unitario minimo fissato dal PAT in mc/ha:

Area classificata a pericolosità idraulica come (segnare)						Fonte (segnare)	
Esterna ad aree classificate come pericolose	<u>Zona di attenzione idraulica</u>	P1	P2	P3	P4	PAI	Consorzio
	-	-	-	-	-	PTCP	

Sv = superficie interessata dalla variante urbanistica in mq: **4.400 mq**

St = superficie soggetta a trasformazione, in mq: **3.775 mq**

Sm = superficie applicata per il calcolo delle mitigazioni, in mq: **3.775 mq**

Classe di intervento:

trascurabile/nulla
modesta
significativa
marcata

Opere di mitigazione tipo:

invaso superficiale con scarico in corpo recettore	X	Invaso su affossamento a cielo aperto
invaso sotterraneo con scarico in corpo recettore	X	Invaso in rete meteorica di progetto
subfiltrazione (es. trincee drenanti)		
filtrazione profonda (es. pozzi disperdenti)		
Altro		

N° e dimensioni

Volume invasato nella rete meteorica (con sviluppo di circa 174 m) costituita da condotte in cls con diametro interno da 60 cm considerando il massimo grado di riempimento, nei pozzetti d'ispezione con dimensioni interne di 100x100 cm con tirante da 0,80 m ed in affossamento a cielo aperto (con sviluppo di circa 164 m) con tirante da 0,60 m.

Volume di vaso complessivo di circa = 232 mc

Tipo e nome corpo recettore: rete meteorica lungo Via Municipio

Livello della falda da p.c. in m: variabile tra 0,00 e -2,00 m rispetto al p.c.

Permeabilità k terreno in m/sec (per mitigazione per filtrazione): non permeabile

Vm = volume di mitigazione acque meteoriche calcolato, in mc: **227 mc**

V= volume calcolato per unità di superficie (=Vm/S) in mc/ha: **600 mc/ha**

Si assevera la conformità dei dati inseriti e delle opere di mitigazione idraulica dimensionate allo studio di compatibilità idraulica redatto per la pratica in argomento e nel caso di P.I. approvato al medesimo Piano, ai sensi del parere appositamente espresso dal Genio Civile.

Il Redattore dello Studio di Compatibilità Idraulica
(dott. ing. Giovanni Crosara e dott. ing. Riccardo Ballerini)

