

*Collaudo tecnico-amministrativo delle opere di urbanizzazione relative al Piano di Recupero
di iniziativa privata denominato "Corte Gasparello"*

Allegato 5

**Studio di compatibilità idraulica del 25/6/2020
(Geostudio)**

P.U.A. Piano di Recupero "Corte Gasparello"

*ai sensi art. 19 comma 1 lettera "d" - L.R. 11/2004
con applicazione della L.R. n. 14 del 04/04/2019 "Veneto 2050"*

**VARIANTE AL PIANO DI RECUPERO DENOMINATO "SAN LORENZO"
APPROVATO CON DCC n. 05 del 19/02/2007**

COMUNE DI SOAVE

PROVINCIA DI VERONA

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN COMPLESSO
EDILIZIO RESIDENZIALE DENOMINATO "CORTE GASPARELLO"
VIALE DELLA VITTORIA A CIVICO N. 34-36**

COMMITTENTE: IMMOBILIARE POZZOLENGO S.R.L.

Via Mantegna 30/A - 37012 Bussolengo (Vr)
P.Iva 04330220239

I PROGETTISTI:

*Arch. Zanini Christian
Dr. in Architettura
Geom. Ciro Bertolazzo*

IL COMMITTENTE:

Immobiliare Pozzolengo s.r.l.

IL DIRETTORE DEI LAVORI:

L'IMPRESA:

EDILCOSTRUZIONI NORD S.r.l.

Via A. Usodimare 3 - 37138 Verona
P.Iva 02490620230

ALLEGATO: M

TITOLO: RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

SCALA:

DATA: 05.06.2020

MODIFICA:

FILE:

STUDIO DI ARCHITETTURA

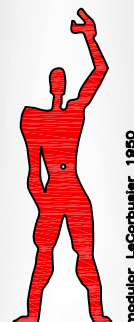
VIA SAN MATTEO N. 44/C-37038 SOAVE - VERONA - ITALIA - TEL. 0452210173

Ciro Bertolazzo

Dottore in Architettura
Geometra

Christian Zanini

Dott. Architetto



modulor LeCorbusier 1950

REGIONE VENETO – PROVINCIA DI VERONA

COMUNE DI SOAVE

PROGETTO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN COMPLESSO EDILIZIO
RESIDENZIALE DENOMINATO “CORTE GASPARELLO”
IN VIALE DELLA VITTORIA N.34-36 A SOAVE

ELABORATO

STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

AI SENSI DELLE DGR N.1322/2006 E N.2948/2009

COMMITTENTE

IMMOBILIARE POZZOLENGO S.R.L.

TECNICO/I INCARICATO/I

Dott. Geol. Alberto Cò

Ing. Alessia Canteri

**Alberto Cò – Ilaria Mercè**

Geologi – Tecnici Ambientali

infocogeologi@gmail.com

via g.camuzzoni, 1 – 37138 verona

p.iva 04383630235

0

Canteri

Cò

Cò/Canteri

25/06/20

REV

Descrizione

elaborato

verificato

approvato

data

CODICE

GS

583

NUM. ELABORATO - 01

File: GS583- Relazione compatibilità idraulica.docx



INDICE

1	PREMESSA	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3	DESCRIZIONE PROGETTO	5
4	INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI	6
5	INQUADRAMENTO VINCOLISTICO	9
6	VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO	11
6.1	impermeabilizzazione delle superfici	11
6.2	analisi idrologica	12
6.3	criticità idrauliche e portate di deflusso	13
7	PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	15
7.1	calcolo dei volumi di invaso	15
7.2	misure compensative in progetto.....	16
	BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO	17

ALLEGATI AL TESTO

ALLEGATO 1: TABULATO DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE



Codice di Rif.: GS583

Verona, 25 giugno 2020

1 PREMESSA

Nell'ambito del progetto per la realizzazione del Piano Urbanistico Attuativo Piano di Recupero "Corte Gasparello" (Variante al Piano di Recupero "San Lorenzo" approvato con DCC n.05 del 19/02/2007) in Viale della Vittoria ai civici n.34-36 nel Comune di Soave (VR), viene redatto il presente studio in conformità a quanto indicato dalla Delibera della Giunta Regionale 13 dicembre 2002 n. 3637 successivamente integrata e aggiornata dalla Delibera Regionale n. 1322 del 10 maggio 2006, poi modificata dalla D.G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009, la quale prevede che *per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possano recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, sia presentata una "Valutazione di compatibilità idraulica"*.

Scopo di tale elaborato è dimostrare l'ammissibilità degli interventi in progetto in relazione all'assetto idraulico dell'area verificando le possibili interazioni e interferenze e prospettando soluzioni atte a garantire il corretto regime idraulico.

In tal senso, il presente elaborato oltre a fornire una descrizione delle caratteristiche attuali dei luoghi interessati dal progetto, valuta le modifiche introdotte dall'intervento progettuale previsto, ne verifica l'ammissibilità e propone delle eventuali misure compensative secondo il principio dell'*invarianza idraulica*, allo scopo cioè di smaltire le acque meteoriche di dilavamento senza alterare il regime idraulico del territorio coinvolto.

Le valutazioni idrauliche di seguito riportate sono state ponderate, oltre che sulla base di quanto indicato dalla normativa di riferimento, anche tenendo conto delle indicazioni e prescrizioni a carattere idraulico contenute nella cartografia degli Enti preposti alla salvaguardia del territorio.



2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente Normativa di riferimento ed alle successive raccomandazioni:

LEGGE 31.07.2002 N°179
Disposizioni in materia ambientale.
D.G.R.V. 13.12.2002 N° 3637
Legge 3 Agosto 1998, n°267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.
D.L. 03.04.2006 N°152 E S.M.I.
Norme in materia ambientale.
D.G.R.V. 10.05.2006 N° 1322
Legge 3 Agosto 1998, n°267. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Nuove indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici.
ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 10.05.2006 N° 1322
Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.
D.G.R.V. 24.07.2007 N° 2267
Piano di Tutela delle Acque. Approvazione delle norme di salvaguardia.
D.G.R.V. 06.10.2009 N° 2948
Legge 3 Agosto 1998, n. 267 - Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007, in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009.
ALLEGATO A ALLA D.G.R.V. 06.10.2009 N° 2948
Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche.
PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE DELLA REGIONE VENETO (P.T.A.) D.G.R.V. 05.11.2009 N°107
Norme per il governo del territorio.
D.G.R.V. 27/01/2011 N° 80
Norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque - Linee guida applicative.
D.G.R.V. 15/05/2012 N° 842
Modifica e approvazione del testo integrato delle norme tecniche di attuazione del Piano di Tutela delle Acque.
D.G.R.V. 28/08/2012 N° 1770
Piano di Tutela delle Acque. Precisazioni.



3 DESCRIZIONE PROGETTO

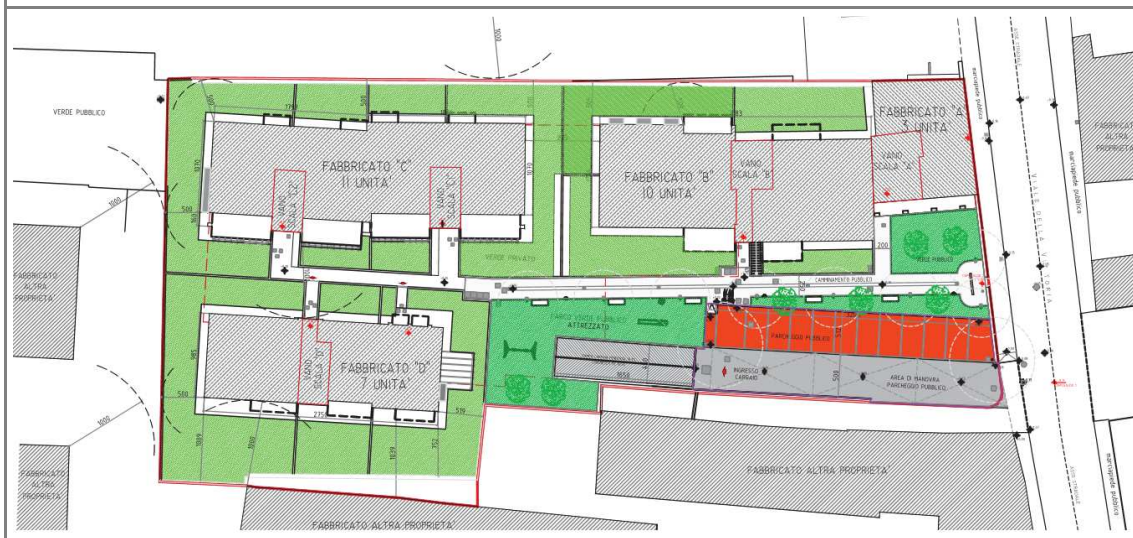
Con riferimento agli elaborati progettuali forniti, l'intervento in esame interesserà un lotto di 4000 m² circa di superficie lungo Viale della Vittoria a sud dell'abitato di Soave. A livello urbanistico, secondo il P.R.G. comunale, il lotto è classificato in *ZTO B – Residenziale di completamento*. Il lotto risulta attualmente occupato da alcuni capannoni connessi alla precedente attività e da un cortile verde centrale.

Fig. 1. Immagine aerea del lotto nello stato di fatto evidenziato in giallo (Google Earth, 2018).



L'intervento prevederà la demolizione dei fabbricati e la realizzazione di tre palazzine residenziali (fabbricati "B", "C" e "D") di complessive 28 unità abitative con piano interrato adibito ad autorimessa e la ristrutturazione di un fabbricato residenziale su due piani al limite nord-est del lotto (fabbricato "A") con 3 unità abitative. A fianco dell'accesso carraio al lotto, lungo il limite sud, verrà realizzata un'area verde attrezzata ed un parcheggio pubblico. La rete delle acque meteoriche prevede la raccolta dei deflussi delle coperture e delle aree pavimentate, l'invaso temporaneo in fase di piena e lo scarico finale nel Torrente Tramigna.

Fig. 2. Estratto fuori scala da elaborati progettuali: planimetria generale di progetto.

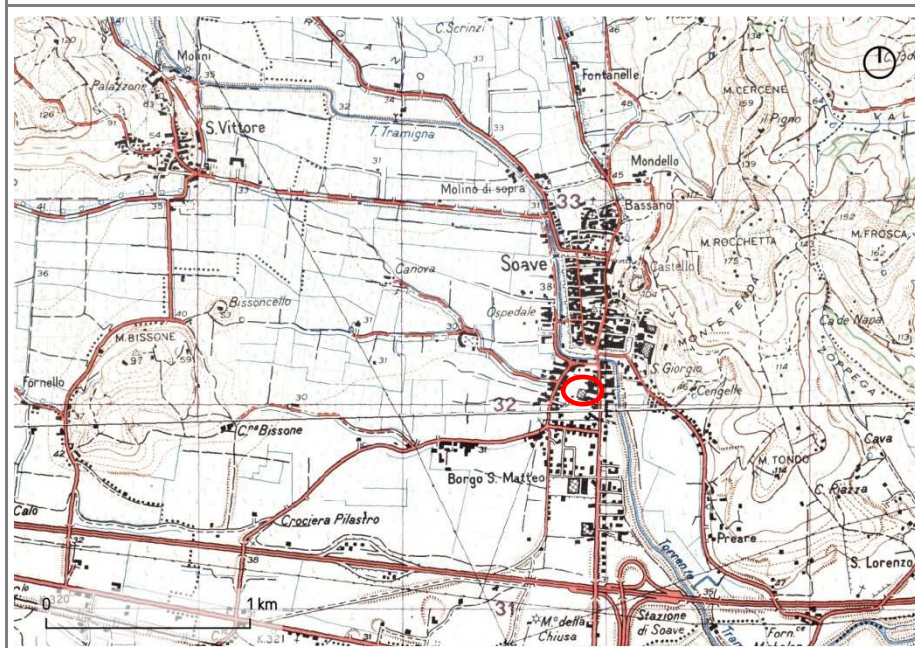




4 INQUADRAMENTO GENERALE DEI LUOGHI

Il sito in esame si colloca nella porzione centro meridionale del territorio comunale di Soave, lungo la strada Provinciale 37 ad una quota di circa 31 m s.l.m. in un contesto prevalentemente residenziale. Il lotto è delimitato ad Est da Viale della Vittoria e confina sui restanti lati con altrui proprietà.

Fig. 3. Inquadramento geografico del lotto oggetto di studio.



Il sito di studio ricade nello specifico nell'ambito di fondovalle della Val Tramigna, in destra idrografica rispetto all'omonimo torrente, in un contesto morfologico modificato dalla generale urbanizzazione dell'area. Il primo sottosuolo è rappresentato da sedimenti alluvionali costituiti da livelli a granulometria fine (limo e argilla prevalenti) alternati ad orizzonti granulari (sabbia prevalente).

Secondo quanto rilevato in fase d'indagine, al di sotto di un sottile orizzonte di terreno vegetale, il **modello geotecnico locale** risulta costituito da un primo orizzonte, probabilmente in parte rimaneggiato, costituito da limo debolmente argilloso, dotato di consistenza morbida, che sottende un deposito sabbioso, dotato di un grado di addensamento da scarso a medio, presente fino ad una profondità di oltre 7 m da p.c. Per profondità maggiori si rinviene un sottile orizzonte di materiale fine a comportamento coesivo e ascrivibile ad argilla limosa che sottende un deposito a comportamento granulare costituito da sabbia ghiaiosa di spessore quantomeno metrico.

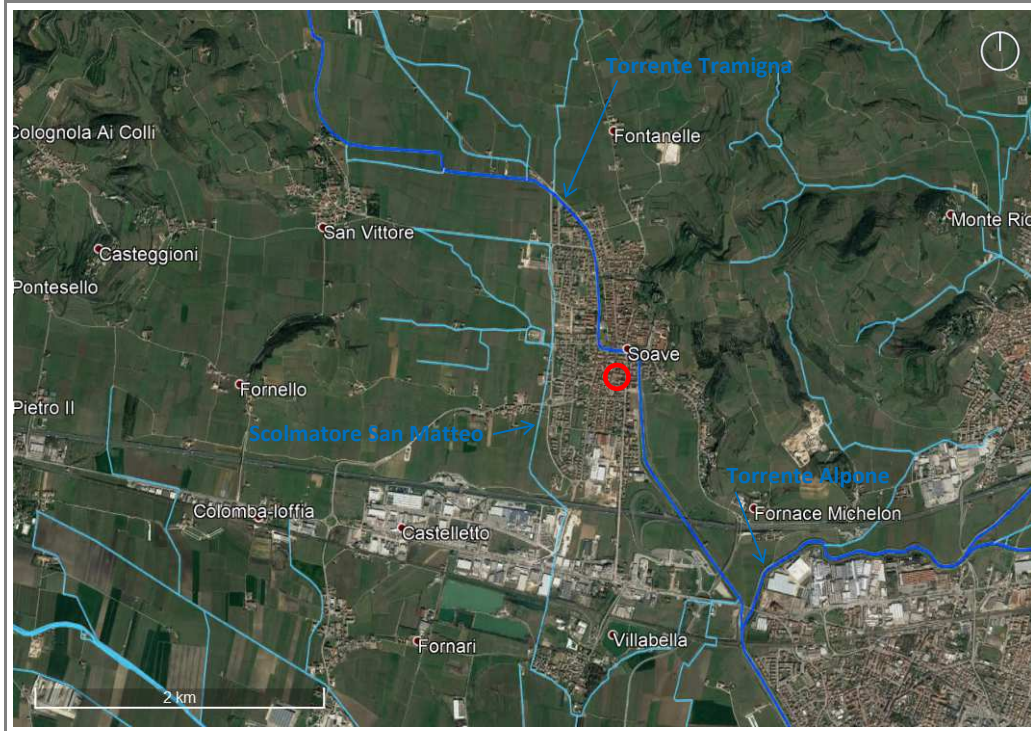
Per quanto riguarda le caratteristiche di **permeabilità** dei materiali costituenti il primo sottosuolo, si rileva la presenza di depositi alluvionali limo - argillosi caratterizzati da una permeabilità per porosità da bassa a molto bassa.

La superficie piezometrica, misurata qualche centinaio di metri più a Sud del sito in un periodo che usualmente corrisponde al culmine di piena, si attesta ad una quota compresa tra 26 e 27 m s.l.m. circa. Detto come il lotto in esame si collochi ad una quota altimetrica di riferimento di circa 31 m ca. s.l.m., la **falda** si troverebbe quindi ad una profondità di alcuni metri rispetto al piano campagna locale.



L'elemento **idrografico** di maggior rilievo è rappresentato dal Torrente Tramigna, che costituisce un sottobacino del sistema Chiampo-Alpone all'interno del bacino del fiume Adige. Il Tramigna scorre in direzione Nord-Sud ad una distanza minima di 95 m ca. ad Est dell'area di studio e confluisce nell'Alpone 1,4 km ca. a Sud - Est di Soave, a Sud della Strada Regionale 11.

Fig. 4. Reticolo idrografico in corrispondenza dell'area in studio con evidenziati i corsi d'acqua principali (in azzurro ed in blu) rispetto al sito oggetto di intervento in rosso.



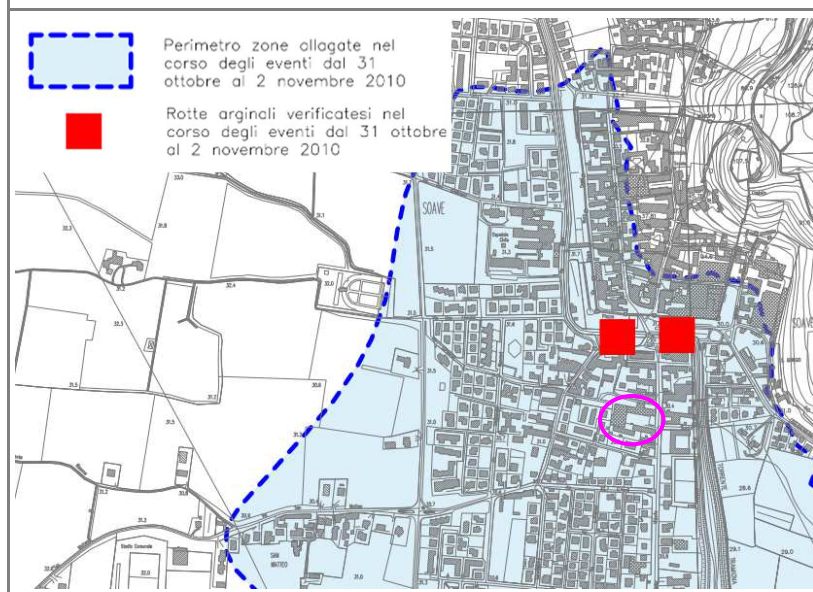
Va inoltre detto come tutto il fondovalle risulti solcato da una serie di fossi e scoli, che costituiscono un reticolo idrografico secondario. A tal proposito si segnala qualche decina di metri ad Ovest, parallelamente alla Strada Provinciale "S.P.37a", la presenza dello Scolmatore San Matteo.

Nel recente passato (2010 - 2013) la bassa Val Tramigna è stata interessata da criticità idrauliche (esondazioni e rotte d'argine) sia nell'area di confluenza tra Alpone Chiampo e Aldegà, che in corrispondenza del centro abitato del capoluogo di Soave, porzione di territorio in cui l'intensità e l'abbondanza delle precipitazioni aggravano le poco favorevoli condizioni morfologiche e idrogeologiche. La parte terminale del Tramigna è soggetta a fenomeni di rigurgito del Torrente Alpone complicate da quote arginali inferiori sul Tramigna rispetto all'Alpone. Nel 2010 il centro abitato di Soave è stato allagato sia in conseguenza della rotta dell'Alpone, poco a monte della confluenza col Chiampo, e della propagazione dell'ondata di piena verso Ovest seguendo le depressioni morfologiche, sia per aumento del livello idrico del Tramigna fino alla rottura arginale con collasso dei muri spondali all'interno del centro abitato.

Dall'analisi della carta "Individuazione e perimetrazione delle aree allagate nel corso degli eventi dal 31 ottobre al 2 novembre 2010" (v. estratto nella figura seguente) emerge come il sito di studio sia stato di fatto interessato dagli allagamenti verificatisi nel 2010.



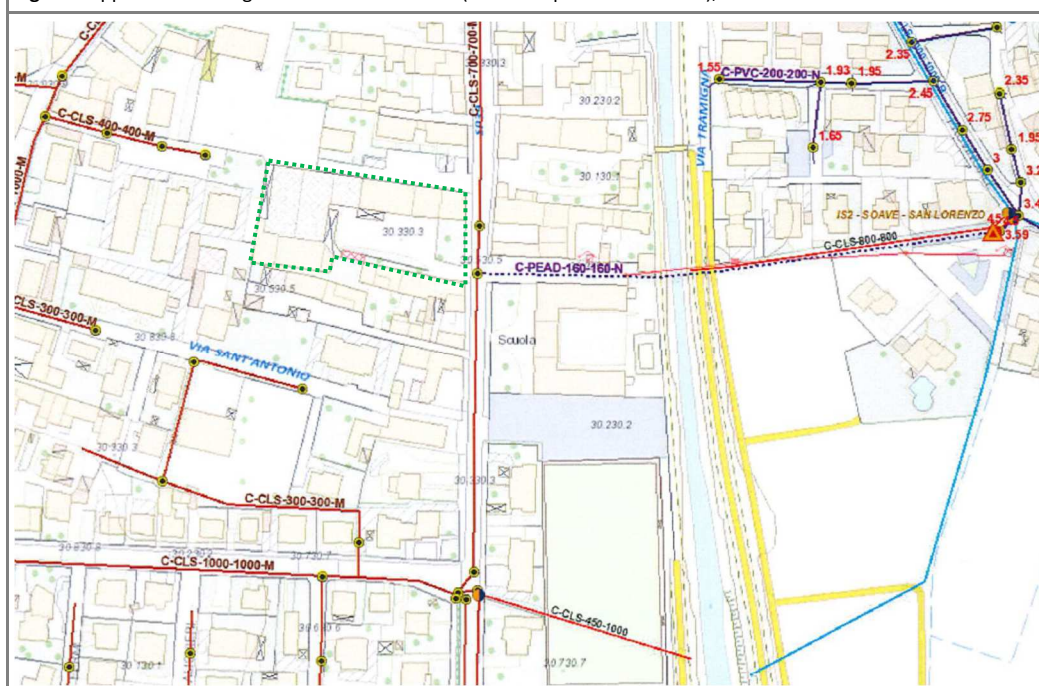
Fig. 5. Estratto fuori scala dalla carta “Individuazione e perimetrazione delle aree allagate nel corso degli eventi dal 31 ottobre al 2 novembre 2010” – Piano stralcio per la tutela del rischio idrogeologico – Autorità di Bacino del Fiume Adige. Indicato in *magenta* il sito di studio.



A seguito di tali eventi è stata programmata la realizzazione nel territorio di interventi volti a ripristinare le difese idrauliche e aumentare il livello di sicurezza attraverso la realizzazione di casse di espansione e interventi mirati sui singoli corsi d'acqua.

Per quanto riguarda la **rete di sottoservizi**, le mappe di Acque Veronesi, società di gestione del servizio idrico integrato, rilevano la presenza lungo Viale della Vittoria di un collettore di fognatura mista in calcestruzzo che passa da un diametro 700 a 800 mm all'altezza del lotto di progetto e scarica tramite scolmatore nel Torrente Tramigna circa 150 m più a sud.

Fig. 6. Mappa della rete fognaria nell'area di studio (fonte: Acque Veronesi scarl); in *verde* il sito di studio.



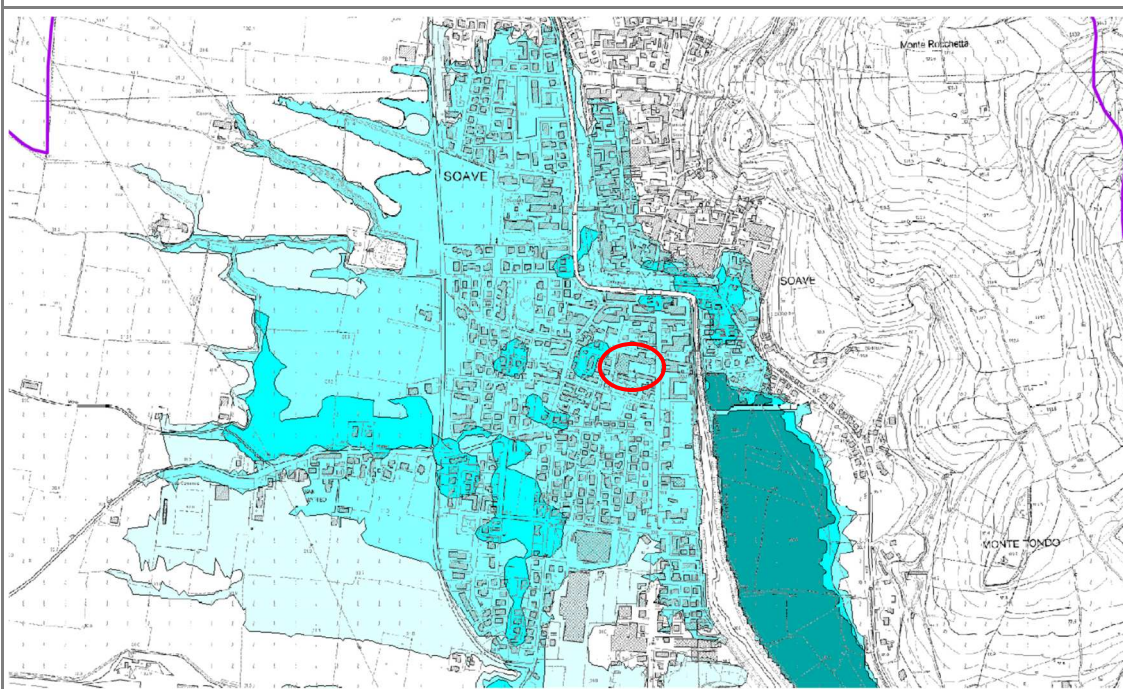


5 INQUADRAMENTO VINCOLISTICO

Per quanto riguarda questo aspetto si è fatto riferimento agli elaborati cartografici redatti dall'Autorità di Bacino del Fiume Adige nell'ambito del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) e dal Distretto Idrografico delle Alpi Orientali nell'ambito invece del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.), Enti competenti nella porzione di territorio esaminata.

Nell'ambito della cartografia relativa alla pericolosità idraulica del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino del fiume Adige, il sito di studio è classificato a pericolosità media con tirante idraulico non superiore al metro in occasione di eventi di piena con tempo di ritorno di 100 anni.

Fig. 7. Estratto fuori scala dalla carta A.4.33/III "Perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica" redatta nell'ambito del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del fiume Adige. In rosso il sito di studio.



Classi di pericolosità idraulica
[Q30, Q100, Q200][*]

	Pericolosità molto elevata $h_{30} > 1 \text{ m}$ $v_{30} > 1 \text{ m/s}$
	Pericolosità elevata $1 \text{ m} > h_{30} > 0.5 \text{ m}$ $h_{100} > 1 \text{ m}$ $v_{100} > 1 \text{ m/s}$
	Pericolosità media $h_{100} > 0 \text{ m}$
	Pericolosità moderata $h_{200} > 0 \text{ m}$

[*] Pericolosità idraulica. Per ogni riga, il verificarsi di almeno una delle condizioni riportate, in assenza delle condizioni delle righe immediatamente superiori, sancisce l'appartenenza alla classe di pericolosità idraulica.

Nelle figure alla pagina seguente si riportano invece degli estratti dalle carte "Aree allagabili – classi di rischio" e "Aree allagabili – altezze idriche" relativamente allo scenario di bassa probabilità ($T_r = 300$ anni) redatte nell'ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2015-2021 (rev. 30/11/2015), dalle quali si evince come il sito di studio risulti classificato da una classe di rischio medio (R2) con tirante idrico compreso entro 0,5 m.



Fig. 8. Estratto fuori scala dalla carta “Aree allagabili – classi di rischio” relativamente allo scenario di bassa probabilità ($Tr=300$ anni) redatta nell’ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2015-2021 del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali. In rosso il sito di studio.

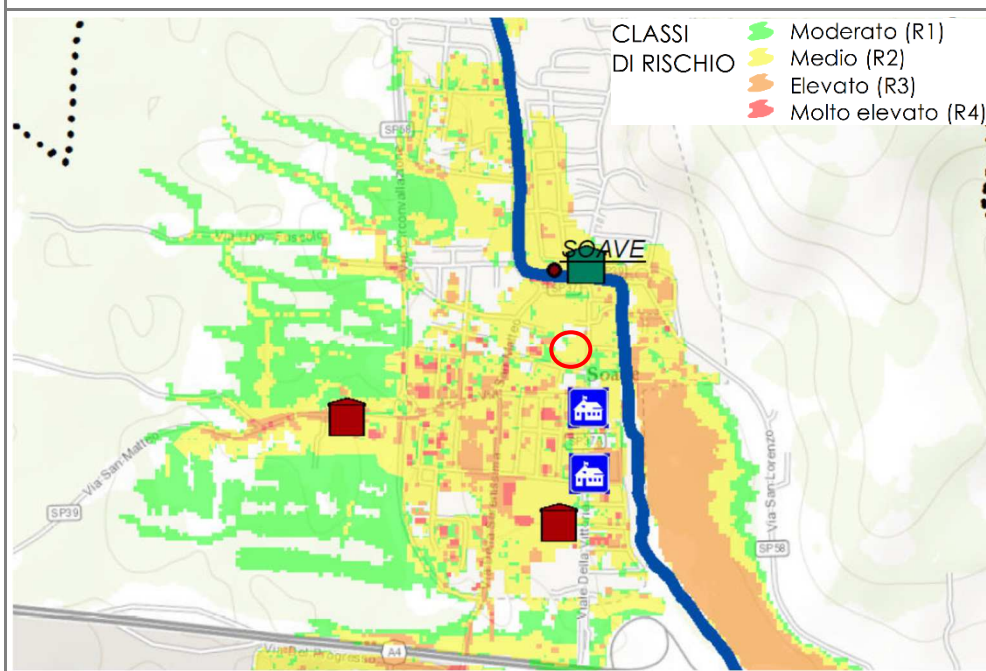
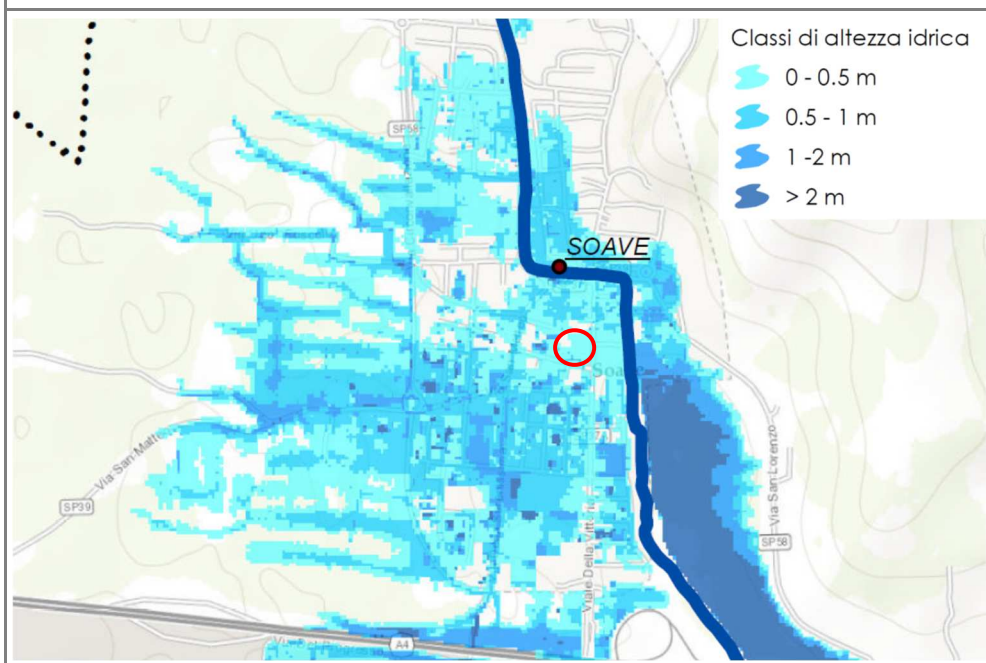


Fig. 9. Estratto fuori scala dalla carta “Aree allagabili – altezze idriche” relativamente allo scenario di bassa probabilità ($Tr=300$ anni) redatta nell’ambito del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2015-2021 del Distretto Idrografico delle Alpi Orientali. In rosso il sito di studio.



Analogo livello di rischio e altezza idrica si rilevano anche considerando lo scenario di media probabilità ($Tr=100$ anni) mentre il sito non risulta allagabile se si considera lo scenario di alta probabilità per eventi con tempo di ritorno di 30 anni.



6 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELL'INTERVENTO

La valutazione degli effetti dell'intervento sull'area di progetto riguarda prima di tutto la trasformazione dell'uso del suolo da essa attuata. Nel seguito verranno quindi analizzate le variazioni in termini di impermeabilizzazione delle superfici e di criticità idraulica del territorio. Il modello di calcolo utilizzato per l'analisi afflussi-deflussi idraulici nell'area, ai fini della stima delle portate di piena, è il metodo razionale.

6.1 impermeabilizzazione delle superfici

Considerando l'intera area interessata dagli interventi di ampliamento e/o trasformazione, pari complessivamente a 4.023 m², le superfici coinvolte subiranno una variazione d'impermeabilizzazione secondo quanto schematicamente riassunto nella seguente tabella:

TIPO SUPERFICIE	STATO ATTUALE	STATO DI PROGETTO
aree verdi permeabili	1.110 m ²	927 m ²
pavimentazioni semipermeabili	-	708 m ²
Fabbricati, aree coperte	2.555 m ²	1.310 m ²
pavimentazioni impermeabili	358 m ²	1.078 m ²
Superficie totale	4.023 m²	4.023 m²

Nello stato di progetto è considerato verde permeabile solo il verde profondo mentre tra le superfici semipermeabili sono conteggiate le pavimentazioni drenanti del parcheggio e il verde ricavato sopra la soletta dell'interrato. La tabella non considera le distinzioni tra superfici private e pubbliche che hanno significato a livello urbanistico ma non ai sensi del presente studio che valuta la compatibilità dell'intervento nel suo complesso.

In generale nello stato di progetto si evidenzia una riduzione delle aree verdi (che passano da circa il 28% dello stato attuale al 23% nello stato di progetto) e delle superfici impermeabili (dal 72% nello stato attuale al 59% nello stato di progetto) a favore dell'aumento delle superfici semipermeabili.

L'intervento in progetto è classificabile come *intervento a modesta impermeabilizzazione potenziale* su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha.

In tal senso, il livello di permeabilità delle superfici viene espresso attraverso il *coefficiente di deflusso ϕ* , indice del volume meteorico efficace ai fini del deflusso. I valori di ϕ vengono convenzionalmente assunti come indicato dall'allegato alla D.G.R. 2948 e come di seguito esposto:

TIPO SUPERFICIE	ϕ
aree agricole	0,10
superfici permeabili (verde profondo)	0,20
superfici semipermeabili (pavimentazione drenante, verde su interrato)	0,60
superfici impermeabili (coperture, terrazzi, passaggi pavimentati, piazzali)	0,90



L'influenza delle singole superfici S_i in funzione della specifica destinazione d'uso viene computata attraverso una media ponderata dei coefficienti di deflusso φ :

$$\varphi = \sum_i \varphi_i S_i / S_{tot}$$

Eseguendo i calcoli con i valori specificati nella precedente tabella si ottengono i seguenti valori del coefficiente di deflusso ponderato:

STATO ATTUALE	SUP.TOT. [mq]	COEF.DEF.	SUP.IDR. [mq]
Aree verdi	1110	0,20	222
Pavimentazioni semipermeabili	0	0,60	0
Coperture fabbricati e tettoie	2555	0,90	2300
Pavimentazioni impermeabili	358	0,90	322
TOTALE	4023		2844
COEFF. DI DEFLUSSO PONDERATO			0,71

STATO DI PROGETTO	SUP.TOT. [mq]	COEF.DEF.	SUP.IDR. [mq]
Aree verdi	927	0,20	185
Pavimentazioni semipermeabili	708	0,60	425
Coperture fabbricati e tettoie	1310	0,90	1179
Pavimentazioni impermeabili	1078	0,90	970
TOTALE	4023		2759
COEFF. DI DEFLUSSO PONDERATO			0,69

Il coefficiente di deflusso ponderato pertanto si riduce leggermente passando dal valore di 0,71 dello stato attuale al valore di 0,69 nello stato di progetto.

6.2 analisi idrologica

Per la caratterizzazione idrologica di dettaglio dell'area in esame si è fatto riferimento all'elaborazione dei dati relativi alla stazione pluviometrica di Illasi (120 m s.l.m.), attiva dal 1991 e gestita da ARPAV, contenuta nella Valutazione di compatibilità idraulica del PAT dello stesso comune. Per l'elaborazione dell'indagine idrologica sono stati raccolti i dati pluviometrici relativi alle massime precipitazioni annue di durata oraria (1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive), pubblicati negli Annali Idrologici e dal Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto, fornite dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo.

Tali dati sono stati elaborati con il metodo di Gumbel, al fine di definire il legame tra l'altezza di pioggia h (mm) e la durata di precipitazione t (ore) per un determinato periodo di ritorno dell'evento meteorico T_r attraverso una curva di possibilità pluviometrica (CPP) monomia in forma:

$$h = a t^n$$



Per il territorio considerato è stato quindi possibile ricavare le curve di possibilità pluviometrica associate a vari tempi di ritorno per eventi di durata oraria che massimizzano i volumi.

ILLASI – piogge orarie	
Tempo di ritorno (anni)	CPP (h[mm], t[h])
5	$h = 36,79 \, t^{0,183}$
10	$h = 44,49 \, t^{0,171}$
25	$h = 62,03 \, t^{0,170}$
50	$h = 63,05 \, t^{0,169}$
100	$h = 68,66 \, t^{0,148}$
200	$h = 75,83 \, t^{0,143}$

Nel caso specifico, con riferimento alla normativa che impone di considerare eventi meteorici caratterizzati da un tempo di ritorno pari a 50 anni ($T_r = 50$ anni), nella valutazione è stata adottata la seguente espressione:

$$h = 63,05 \cdot t^{0,169}$$

6.3 criticità idrauliche e portate di deflusso

Le criticità idrauliche a livello territoriale sono già state descritte in precedenza e sono principalmente legate alle caratteristiche del sottobacino Chiampo-Alpone. A livello locale rappresentano invece una penalizzazione la scarsa permeabilità del primo sottosuolo e la presenza della falda ad alcuni metri di profondità dal piano campagna.

A livello generale la valutazione del livello di incremento di criticità idraulica del territorio determinato dagli interventi in progetto viene solitamente fatta in base all'analisi afflussi – deflussi prima e dopo la realizzazione delle opere. La differenza dei deflussi antecedenti e conseguenti gli interventi rappresenta l'incremento di portata determinato dagli effetti delle modifiche previste dal progetto. Il valore della portata massima e l'avvio del processo di esaurimento della piena sono legati al rapporto esistente tra la durata τ della precipitazione ed il tempo di corrivazione τ_c (tempo impiegato dalla particella idraulicamente più lontana a raggiungere la sezione di chiusura del bacino). Assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione, tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata. Il calcolo quindi della massima portata, partendo dalla curva di probabilità pluviometrica (CPP) definita in precedenza, avviene assumendo una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione calcolato.

Per bacini artificiali il tempo di corrivazione τ_c può, in prima approssimazione, essere valutato come somma di due termini:

$$\tau_c = \tau_i + \tau_r$$

dove:

τ_i = tempo di ingresso, cioè il tempo che impiega la particella d'acqua a giungere alla più vicina canalizzazione scorrendo in superficie,

τ_r = tempo di trasferimento lungo i canali della rete fino alla sezione di chiusura.



Per la determinazione dei valori di τ_i si può far uso della tabella di Fair del 1966:

Descrizione del Bacino	τ_i [min]
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e frequenti caditoie stradali	<5
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti	10 – 15
Aree residenziali estensive con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	20 – 30

Per la determinazione del tempo τ_r si accetta normalmente che esso si possa calcolare sulla base della velocità di moto uniforme dell'acqua nelle canalizzazioni – pari a 1 m/s –, ipotizzate piene ma non in pressione.

Tutto ciò premesso, nel caso specifico, in considerazione delle pendenze, si ritiene di poter ragionevolmente assumere un tempo di corrivazione complessivo pari a 10 minuti. L'evento critico considerato con T_r di 50 anni fornisce per tale durata un'altezza di pioggia di circa 47 mm ed un'intensità di pioggia i di circa 280 mm/ora.

Il calcolo della portata defluente viene effettuato attraverso la formula:

$$Q = \frac{i \cdot A \cdot \varphi}{360} [m^3 / s]$$

con:

i = intensità di pioggia in mm/ora

A = superficie scolante in ha

φ = coefficiente di deflusso ponderato

A parità di intensità, il contributo massimo di portata di deflusso dell'area allo stato attuale è pari a 222 l/s mentre a seguito degli interventi progettuali la portata di deflusso massima risulta di 216 l/s. Il coefficiente udometrico dell'area allo stato attuale risulta pari a circa 552 l/s per ettaro mentre nella configurazione di progetto è di circa 537 l/s per ettaro, indice in entrambi i casi di una condizione urbanizzata.

Le variazioni non sono in realtà rilevanti ma, in mancanza di idonea regimazione già nello stato attuale e in considerazione delle criticità presenti a livello territoriale, l'obiettivo è quello di migliorare le condizioni di deflusso dell'area andando a mitigare le criticità già evidenziate a livello locale.



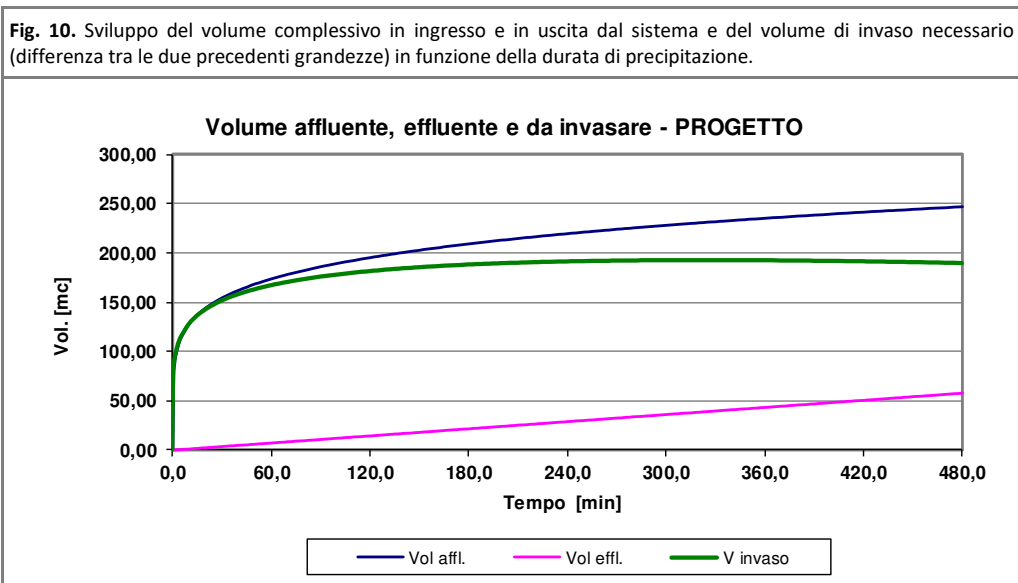
7 PROPOSTA DI MISURE COMPENSATIVE E DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

Per quanto già detto, nell'area di intervento si intendono realizzare idonee misure compensative e di mitigazione del rischio idraulico per garantire il controllo della portata massima defluente dall'area oggetto di trasformazione. Tali misure, in linea generale, vengono indicate dalla normativa nella predisposizione di volumi di invaso che garantiscano che la portata di deflusso rimanga costante. In considerazione del quadro geotecnico precedentemente delineato ed in particolare data la mediocre permeabilità del sottosuolo nell'area oggetto di studio, non è possibile ricorrere a sistemi di infiltrazione facilitata quali pozzi o trincee disperdenti come misura compensativa da affiancare alla predisposizione di volumi d'invaso per ridurne le dimensioni; tali sistemi potranno essere valutati solo per la loro funzione d'invaso.

7.1 calcolo dei volumi di invaso

La valutazione del volume compensativo da garantire ai fini dell'invarianza idraulica viene effettuata calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito, il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, in tal modo è possibile determinare il valore necessario alla laminazione, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. Il valore dell'invaso così ottenuto rappresenta quindi il massimo per l'evento meteorico col periodo di ritorno considerato.

Nel caso specifico, considerando la superficie effettivamente soggetta a trasformazione pari a 4.023 m^2 , per le criticità territoriali evidenziate a livello di bacino, è stata assunta una *portata di scarico costante cautelativa pari a 5 l/s ha*, corrispondente ad una portata complessiva per il lotto di circa 2 l/s. I risultati dell'elaborazione portano ad un **volume di invaso minimo necessario pari a circa 192 m^3** corrispondente ad un volume d'invaso specifico calcolato pari a circa $477 \text{ m}^3/\text{ha}$. Tale valore corrisponde infatti al picco della curva del volume di invaso, raggiunto per un evento meteorico critico di 320 minuti di durata, come risulta dal grafico di seguito illustrato e più dettagliatamente nel tabulato di calcolo allegato al testo.





Nel rispetto dell'invarianza idraulica è stata considerata cautelativamente una portata di scarico di 2 l/s, in quest'ipotesi il tempo impiegato per lo svuotamento di 192 m³ di invaso risulta di circa 27 ore:

$$t = [192 / (2 \cdot 10^{-3})] / 3600 \approx 27 \text{ ore} < 48 \text{ ore}$$

inferiore quindi alle 48 ore che per definizione intercorrono tra due eventi di pioggia separati.

7.2 misure compensative in progetto

In base ai calcoli effettuati e alle valutazioni progettuali, sono state individuate misure compensative diversificate per le aree pubbliche (verde, camminamento, parcheggio e zona di manovra) e per la zona residenziale privata per garantire una più semplice gestione del sistema.

Le aree pubbliche hanno un'estensione pari a circa 862 m², il 21% circa del totale, mentre i lotti privati con una superficie di 3.161 m² coprono il restante 79%. Considerando il volume specifico calcolato, pari a 477 m³/ha, per assicurare un volume minimo di 192 m³, gli invasi minimi da garantire distinti per le due aree risultano pari a:

$$\text{Aree pubbliche} \quad 477 \cdot 0,0862 = 41 \text{ m}^3$$

$$\text{Aree private} \quad 477 \cdot 0,3161 = 151 \text{ m}^3$$

Le tipologie di invaso previste in progetto sono la vasca tradizionale prefabbricata o realizzata in opera per i lotti privati mentre per le aree pubbliche è stato scelto un invaso di laminazione realizzato con moduli drenanti che assicurano il volume minimo indicato e consentono un lento vuotamento per filtrazione nel terreno. I due sistemi sono in collegamento con un troppo pieno in modo da assicurare alle aree pubbliche una riserva di sicurezza all'interno della vasca che presenta un volume di 170 m³, superiore quindi al minimo richiesto.

Il recettore finale individuato per lo scarico dei volumi invasati al termine dell'evento di piena è il Torrente Tramigna, previa regolare autorizzazione, con portata di scarico controllata cautelativa di 2 l/s.

In riferimento all'art. 39 delle Norme Tecniche del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto, per la fattispecie oggetto di studio non è previsto il trattamento delle acque di prima pioggia.

Per tutto quanto sopra convenuto, ai fini della tutela delle risorse idriche e della garanzia della sicurezza idraulica del territorio, il progetto prevede di limitare le portate di scarico e di ritardarle rispetto al picco dell'evento critico di piena, attraverso la realizzazione di invasi con scarichi a portata controllata. Per assicurare le finalità del presente studio si ritiene che nello sviluppo successivo del progetto le scelte legate ai sistemi di raccolta, gestione e smaltimento delle acque meteoriche debbano necessariamente tener conto delle specifiche condizioni idrauliche, idrografiche ed idrogeologiche locali e globali dell'area in cui ricade il sito di futura edificazione nonché delle limitazioni e dei vincoli esposti.

Verona, giugno 2020

Dott. Geol. Alberto



Ing. Alessia Canteri





BIBLIOGRAFIA DI RIFERIMENTO

La stesura del presente documento è stata eseguita facendo riferimento ai seguenti testi e documenti:

AA.VV. Compatibilità idraulica – Atti corso di aggiornamento – Ordine dei Geologi del Veneto (30/03/2012)
AUTORITÀ DI BACINO DEL FIUME ADIGE Piano stralcio per la tutela dal rischio idrogeologico. Bacino dell'Adige. Regione Veneto (2005)
G. BECCIU – A. PAOLETTI Fondamenti di costruzioni idrauliche - UTET (2011)
COMUNE DI ILLASI Piano di Assetto del Territorio (P.A.T. 2016) – Valutazione di compatibilità idraulica (R. Rizzotto)
CENTRO SPERIMENTALE VALANGHE E DIFESA IDROLOGICA DELLA REGIONE VENETO Studio delle piogge intense nel territorio montano della Regione Veneto (1986)
P. COLOMBO – F. COLESELLI Elementi di Geotecnica – Zanichelli (1996)
L. DA DEPPPO – C. DATEI – P. SALANDIN Sistemazione dei corsi d'acqua – Libreria Cortina Padova (2000)
R. LANCELOTTO Geotecnica – Zanichelli (1987)
REGIONE VENETO – PROGETTO TECNAMB Pianificazione e gestione del rischio idrogeologico-Studio di compatibilità idraulica (2003)



ALLEGATO 1

TABULATO DI CALCOLO MISURE COMPENSATIVE

CALCOLO VOLUME DI INVASO - SOLUZIONE PROGETTUALE

Definizione curva pluviometrica

a = 63,05
n = 0,169

Calcolo coeff. deflusso medio

Sup. agricola	Sup. a =	0,00	[mq]	φ	0,1
Sup. permeabile	Sup. p =	927,00	[mq]		0,2
Sup. semipermeabile	Sup. sp =	708,00	[mq]		0,6
Sup. impermeabile	Sup. im =	2388,00	[mq]		0,9
Coeff. di deflusso medio	φ =	0,69			
TOT. Superficie di calcolo	Sup =	4023,00	[mq]		

Calcolo volume di invaso

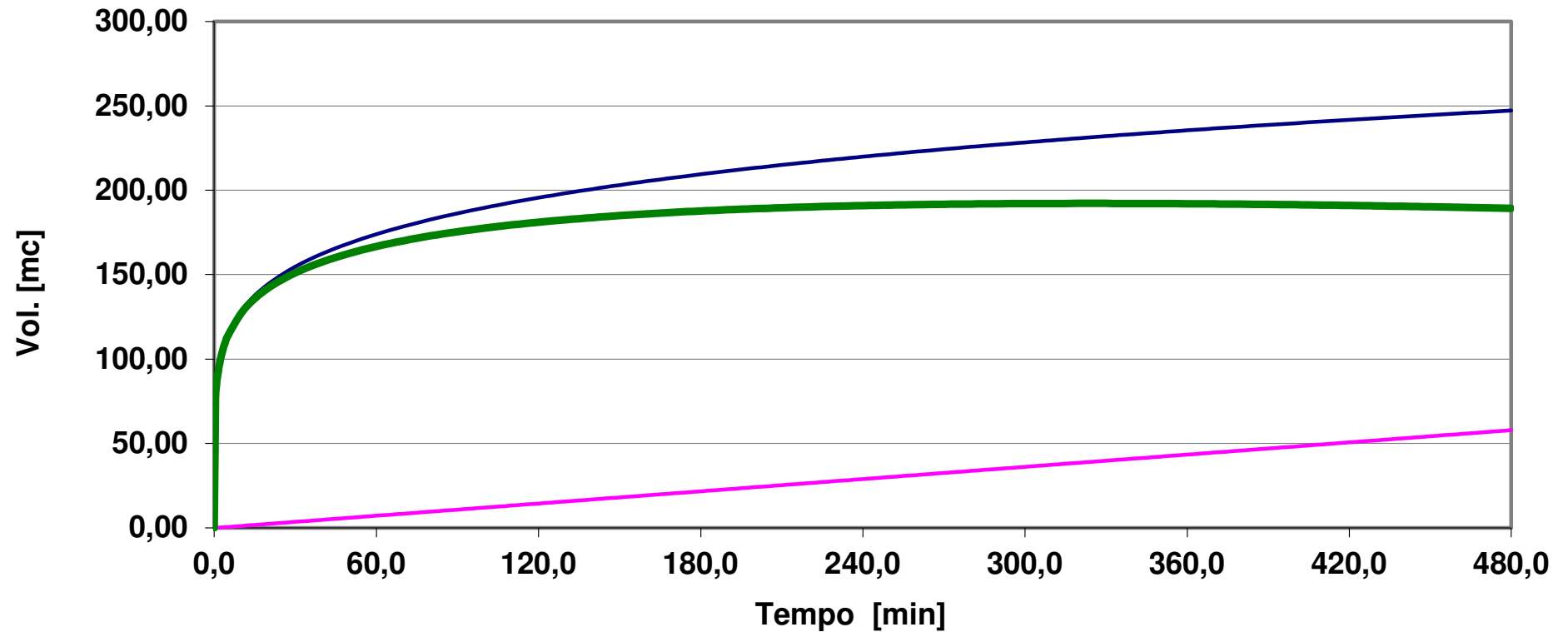
Portata scarico vasca Q out = 2,01 [l/sec]
u = 5,00 [l/s ha]

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	-
0,5	28,07	84,41	77,47	0,06	77,41
1,0	31,56	94,90	87,09	0,12	86,97
1,5	33,80	101,63	93,27	0,18	93,09
2	35,49	106,70	97,92	0,24	97,68
3	38,00	114,26	104,86	0,36	104,50
4	39,90	119,96	110,09	0,48	109,61
5	41,43	124,57	114,32	0,60	113,72
10	46,58	140,05	128,53	1,21	127,32
15	49,88	149,98	137,64	1,81	135,83
20	52,37	120,51	144,50	2,41	142,09
25	54,38	100,12	150,05	3,02	147,04
30	56,08	86,04	154,75	3,62	151,13
35	57,56	75,70	158,83	4,22	154,61
40	58,87	67,74	162,46	4,83	157,63
45	60,06	61,43	165,72	5,43	160,29
50	61,14	56,28	168,70	6,03	162,67
55	62,13	51,99	171,44	6,64	164,80
60	63,05	48,37	173,98	7,24	166,74
65	63,91	45,25	176,35	7,84	168,50
70	64,71	42,55	178,57	8,45	170,12
75	65,47	40,18	180,67	9,05	171,61
80	66,19	38,08	182,65	9,66	172,99
85	66,87	36,21	184,53	10,26	174,27
90	67,52	34,53	186,32	10,86	175,46
95	68,14	33,01	188,03	11,47	176,56
100	68,73	31,64	189,67	12,07	177,60
105	69,30	30,38	191,24	12,67	178,57
110	69,85	29,23	192,75	13,28	179,47
115	70,38	28,17	194,20	13,88	180,32
120	70,89	27,19	195,60	14,48	181,12
125	71,38	26,28	196,96	15,09	181,87
130	71,85	25,44	198,27	15,69	182,58
135	72,31	24,65	199,53	16,29	183,24
140	72,76	23,92	200,76	16,90	183,87
145	73,19	23,23	201,96	17,50	184,46
150	73,61	22,59	203,12	18,10	185,02
155	74,02	21,98	204,25	18,71	185,54
160	74,42	21,41	205,35	19,31	186,04
165	74,81	20,87	206,42	19,91	186,50
170	75,18	20,36	207,46	20,52	186,94
175	75,55	19,87	208,48	21,12	187,36
180	75,91	19,41	209,48	21,72	187,75
185	76,27	18,97	210,45	22,33	188,12
190	76,61	18,56	211,40	22,93	188,47
195	76,95	18,16	212,33	23,53	188,79
200	77,28	17,78	213,24	24,14	189,10

Tempo [minuti]	h pioggia [mm]	Q max [l/s]	Vol affl. [mc]	Vol effl. [mc]	V invaso [mc]
205	77,60	17,42	214,13	24,74	189,39
210	77,92	17,08	215,00	25,34	189,66
215	78,23	16,75	215,86	25,95	189,91
220	78,53	16,43	216,70	26,55	190,15
225	78,83	16,13	217,53	27,16	190,37
230	79,12	15,83	218,34	27,76	190,58
235	79,41	15,55	219,13	28,36	190,77
240	79,70	15,28	219,91	28,97	190,95
245	79,97	15,02	220,68	29,57	191,11
250	80,25	14,77	221,43	30,17	191,26
255	80,52	14,53	222,18	30,78	191,40
260	80,78	14,30	222,91	31,38	191,53
265	81,04	14,08	223,63	31,98	191,64
270	81,30	13,86	224,33	32,59	191,75
275	81,55	13,65	225,03	33,19	191,84
280	81,80	13,45	225,72	33,79	191,92
285	82,04	13,25	226,39	34,40	192,00
290	82,29	13,06	227,06	35,00	192,06
295	82,52	12,88	227,72	35,60	192,11
300	82,76	12,70	228,36	36,21	192,16
305	82,99	12,52	229,00	36,81	192,19
310	83,22	12,36	229,63	37,41	192,22
315	83,44	12,19	230,25	38,02	192,24
320	83,67	12,03	230,87	38,62	192,25
325	83,89	11,88	231,47	39,22	192,25
330	84,10	11,73	232,07	39,83	192,24
335	84,32	11,58	232,66	40,43	192,23
340	84,53	11,44	233,24	41,03	192,21
345	84,74	11,30	233,82	41,64	192,18
350	84,94	11,17	234,39	42,24	192,15
355	85,15	11,04	234,95	42,84	192,11
360	85,35	10,91	235,51	43,45	192,06
365	85,55	10,79	236,06	44,05	192,01
370	85,74	10,67	236,60	44,66	191,95
375	85,94	10,55	237,14	45,26	191,88
380	86,13	10,43	237,67	45,86	191,81
385	86,32	10,32	238,20	46,47	191,73
390	86,51	10,21	238,72	47,07	191,65
395	86,70	10,10	239,23	47,67	191,56
400	86,88	10,00	239,74	48,28	191,46
405	87,06	9,89	240,24	48,88	191,36
410	87,24	9,79	240,74	49,48	191,26
415	87,42	9,70	241,24	50,09	191,15
420	87,60	9,60	241,72	50,69	191,04
425	87,78	9,51	242,21	51,29	190,92
430	87,95	9,41	242,69	51,90	190,79
435	88,12	9,32	243,16	52,50	190,66
440	88,29	9,24	243,63	53,10	190,53
445	88,46	9,15	244,10	53,71	190,39
450	88,63	9,07	244,56	54,31	190,25
455	88,79	8,98	245,02	54,91	190,10
460	88,96	8,90	245,47	55,52	189,95
465	89,12	8,82	245,92	56,12	189,80
470	89,28	8,74	246,36	56,72	189,64
475	89,44	8,67	246,80	57,33	189,48
480	89,60	8,59	247,24	57,93	189,31

Volume da invasare = **192,25 mc**

Volume affluente, effluente e da invasare - PROGETTO



Vol affl. Vol effl. V invasore