



CITTA' METROPOLITANA DI VENEZIA

Area Mobilità

Servizio trasporti eccezionali, ponti e piste ciclabili

Ca' Corner, San Marco 2662 - 30124 Venezia (VE)
Via Forte Marghera, 191 - 30173 Mestre (VE)



PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

Realizzazione percorso ciclopedonale in via Cavour e lungo la S.P. n. 17 - via Padova tratto tra via G. Galilei e la Rotatoria n. 24.

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
Arch. Alberta Parolin

COMUNE DI VIGONOVO (VE)

SUPPORTO AL RUP
Arch. Francesca Finco
Geom. Bruno Ruffini

SP n. 17 "PROZZOLO - VIGONOVO"

PROGETTAZIONE

Studio ing. Andrea Rigato
via Padova n. 75
30030 Vigonovo (Ve)
Tel. 340 5243135
E-mail andrea.rigato1973@gmail.com



RELAZIONE TECNICA
Valutazione di compatibilità idraulica

REV.	DESCRIZIONE	DATA
1	EMISSIONE PROGETTO DI FATTIBILITA' T.E.	15/07/2025

D

INDICE

1. Inquadramento e descrizione dell'intervento	3
2. Idrologia della zona oggetto d'intervento	7
3. Idraulica di progetto e valutazione di compatibilità idraulica secondo D.G.R. 3637/2002, recepita mediante D.G.R. 1322/2006 e successive modificazioni D.G.R. 1841/2007 e D.G.R. 2948/2009 (Allegato A: Modalità operative e indicazioni tecniche).	12
4. Calcolo dei volumi di laminazione.....	13
5. Note sulla manutenzione del sistema di smaltimento acque meteoriche	16
6. Conclusione	16

1. Inquadramento e descrizione dell'intervento

L'asse viario oggetto del presente progetto è quello costituito dalla S.P. n. 17 via Padova, asse principale sulla direttrice est-ovest della viabilità comunale che collega il capoluogo con la località Galta e più oltre Fossò e Camponogara da un lato, e con la località di Tombelle e la città di Padova dall'altro.

La localizzazione geografica dei rami di rete stradale oggetto di intervento è identificata negli elaborati grafici, di cui, per agevolare l'individuazione, si allega di seguito un breve estratto.

L'area è prevalentemente interessata da una bassa densità di urbanizzato ed un'elevata alternanza di aree agricole caratterizzate da campi di piccole dimensioni con proprietà molto frammentate. Sul lato Tombelle è presente in corrispondenza dell'inizio del percorso ciclopedonale l'accesso della locale Zona Artigianale, mentre sul lato Vigonovo il percorso permette di raggiungere l'esistente pista ciclabile già da molti anni realizzata.

Il segno distintivo del locale territorio è la presenza dell'Idrovia Padova Venezia, corso navigabile mai completato che, allo stato di fatto, risulta essere un bacino chiuso di tipologia lacustre, frequentemente visitato dalla cittadinanza per la sua valenza paesaggistica ed ambientale, come luogo per praticare attività sportiva o semplicemente per passeggiate.

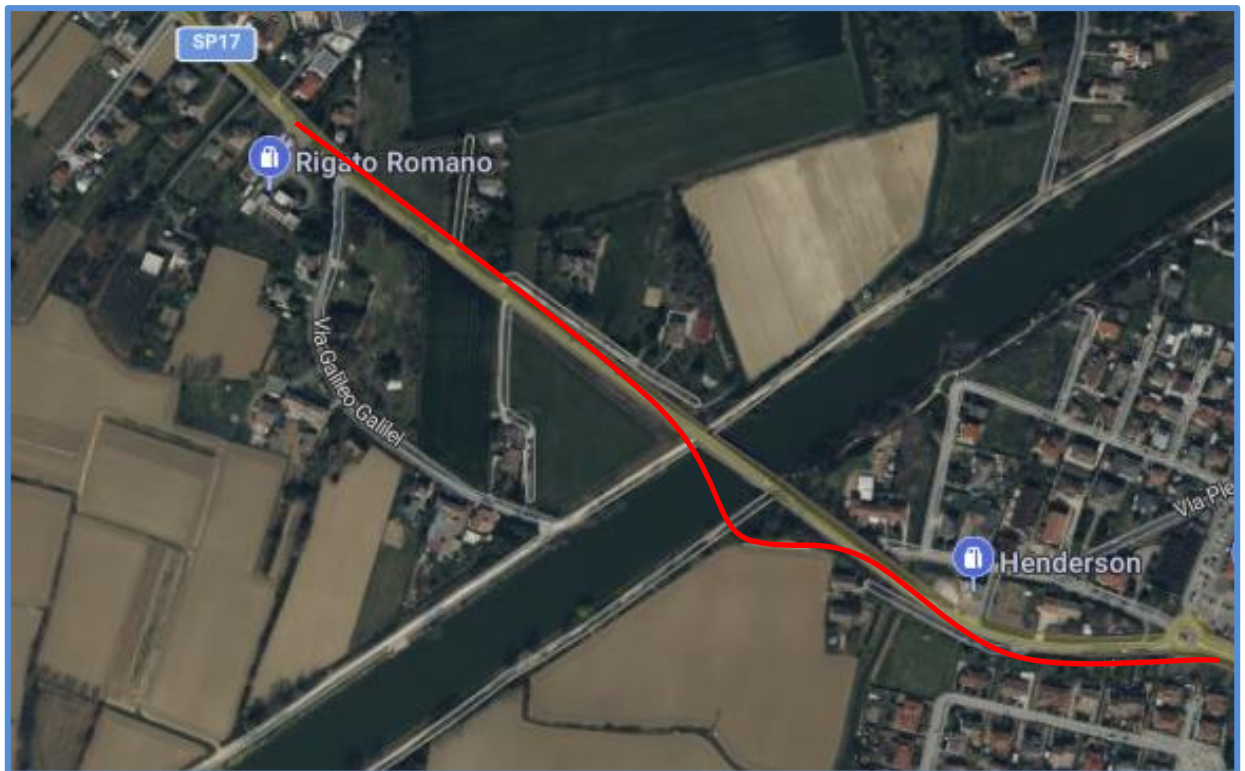


Figura 1 Percorso dell'itinerario ciclopedonale

Il percorso ciclo pedonale descritto risponde principalmente alle disposizioni del **D.M. n. 557** del 30/11/1999 "Regolamento per la definizione delle caratteristiche tecniche delle piste ciclabili", che a riguardo dei percorsi ciclopedonali riferisce al D.P.R- 16/12/1992 n. 495 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del nuovo Codice della strada".

Le caratteristiche geometriche e altimetriche, descritte negli elaborati grafici allegati, fanno riferimento alle prescrizioni dell'articolo n. 7 del D.M., con una larghezza minima di 2.50 metri negli ambiti a percorrenza bidirezionale, opportunamente adeguata a 2.65 per tenere conto della possibile presenza anche di pedoni (si veda a riguardo l'articolo n. 4 punto 5 del D.M.).

L'itinerario ciclopedonale si sviluppa lungo 18 tratti, ognuno dei quali caratterizzato da pavimentazione e arredi specifici, per la descrizione dei quali si rimanda alle tavole grafiche di progetto.

La pavimentazione che caratterizzerà il percorso ciclopedonale è costituita superficialmente da un **massetto in calcestruzzo armato** dello spessore di 10, opportunamente lavorato superficialmente per garantire caratteristiche antiscivolo, con giunti di costruzione/dilatazione a distanza di quattro metri, colorato in massa di rosso mattone, questo per armonizzarsi con buona parte dei percorsi ciclabili esistenti nella zona e garantire immediata percezione dell'itinerario agli utenti.



Esempio di massetto colorato in massa e trattato superficialmente con finitura a pettine antisdrucchiolo

In ogni caso la pavimentazione in calcestruzzo poggerà su uno strato di regolarizzazione del piano di posa in **misto granulare stabilizzato**, dello spessore anch'esso di 10 centimetri.

La fondazione dell'intera piattaforma sarà invece differenziata in funzione dell'ambito in cui si ricadrà.

In corrispondenza dei terreni agricoli, si procederà con una stabilizzazione del terreno in sito del tipo a calce e cemento, secondo le indicazioni della allegata relazione geologica, per uno spessore di 30 centimetri. Questo limiterà per ampi tratti del percorso la movimentazione di materiali e terreni con mezzi meccanici, limitando l'impatto ambientale dell'opera.

Nei rimanenti ambiti per i quali risulta difficoltosa la lavorazione descritta, è prevista una fondazione dello spessore di 20 centimetri con materiale misto riciclato, regolarizzato granulometricamente, materiale che garantisce buona risposta meccanica e proviene da una attività di recupero di materiali da demolizione come sottoprodotto.

A protezione della pavimentazione dalle acque meteoriche è prevista la realizzazione di fossature di guardia anche con funzione di laminazione oppure il ripristino di fossati e scoline esistenti, maltenuti e irregolari.

È prevista la messa in opera di una breve porzione di rete idraulica che garantirà lo smaltimento verso lo scolo Cornio delle acque meteoriche in corrispondenza del tratto chiuso tra il rilevato stradale e la nuova recinzione, con un tubo PVC SN4 del diametro di 200 millimetri e caditoie opportunamente distribuite.

La scarpata lato Vigonovo del rilevato stradale del cavalcavia sull'Idrovia Padova Venezia si presenta quasi del tutto boscata, con presenza di piante infestanti e alberi in precaria condizione di staticità.

È previsto di intervenire con una pulizia selettiva, mantenendo le piante in buona salute, rendendo così il transito gradevole e mantenendo una cortina verde di separazione dai flussi veicolari.

A completamento è stata prevista la nuova realizzazione della segnaletica orizzontale, il rialzo o l'adeguamento alle nuove quote dei pozzetti, caditoie, chiusini, saracinesche esistenti, e altre opere minori, quali la pulizia della sede stradale prima della posa dei conglomerati dove previsto.

La Conferenza Istituzionale Permanente dell’**Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali** ha adottato in data 21 Dicembre 2021 il primo aggiornamento del **Piano di Gestione del Rischio Alluvioni** ai sensi degli articoli 65 e 66 del D. Lgs n. 152/2006. L’obiettivo del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni è quello di mappare la propensione del territorio ad essere più o meno colpito da allagamenti. Le elaborazioni contenute nel Piano hanno portato alla definizione delle mappe della pericolosità idraulica del territorio del Comune di Vigonovo.

Come evidenziato nella cartografia allegata, l’area ricade parzialmente in zona di **pericolosità Idraulica moderata P1**. Si allega con elaborato a parte, l’**Attestato** di rischio idraulico che permette di verificare che gli elementi di progetto risultano classificabili in classe di rischio idraulico $\leq R2$. Pertanto l’intervento è urbanisticamente autorizzabile. Si rimanda alla successiva fase progettuale per l’individuazione delle modalità tecniche di attuazione delle prescrizioni delle N.T.A. del Piano.

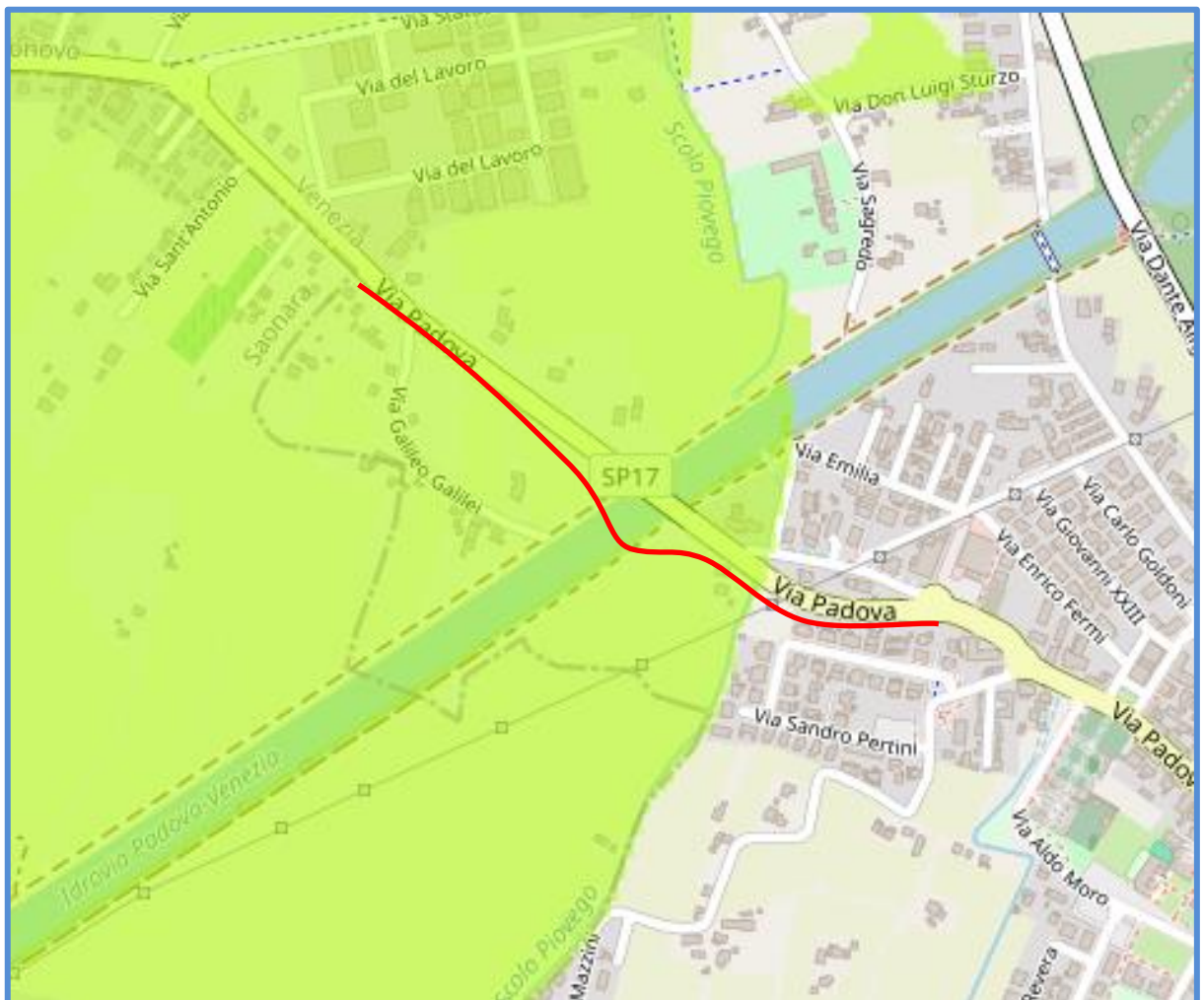


Figura 2: estratto P.G.R.A. vigente.



Il secondo strumento pianificatorio in tema di assetto idraulico dei bacini scolanti è il **Piano Generale di Bonifica e di Tutela del territorio** emanato dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione. Tale Piano definisce gli indirizzi per mitigare l'impatto idraulico delle trasformazioni del territorio, con particolare riferimento alle aree individuate in cartografia come caratterizzate da pericolosità idraulica.

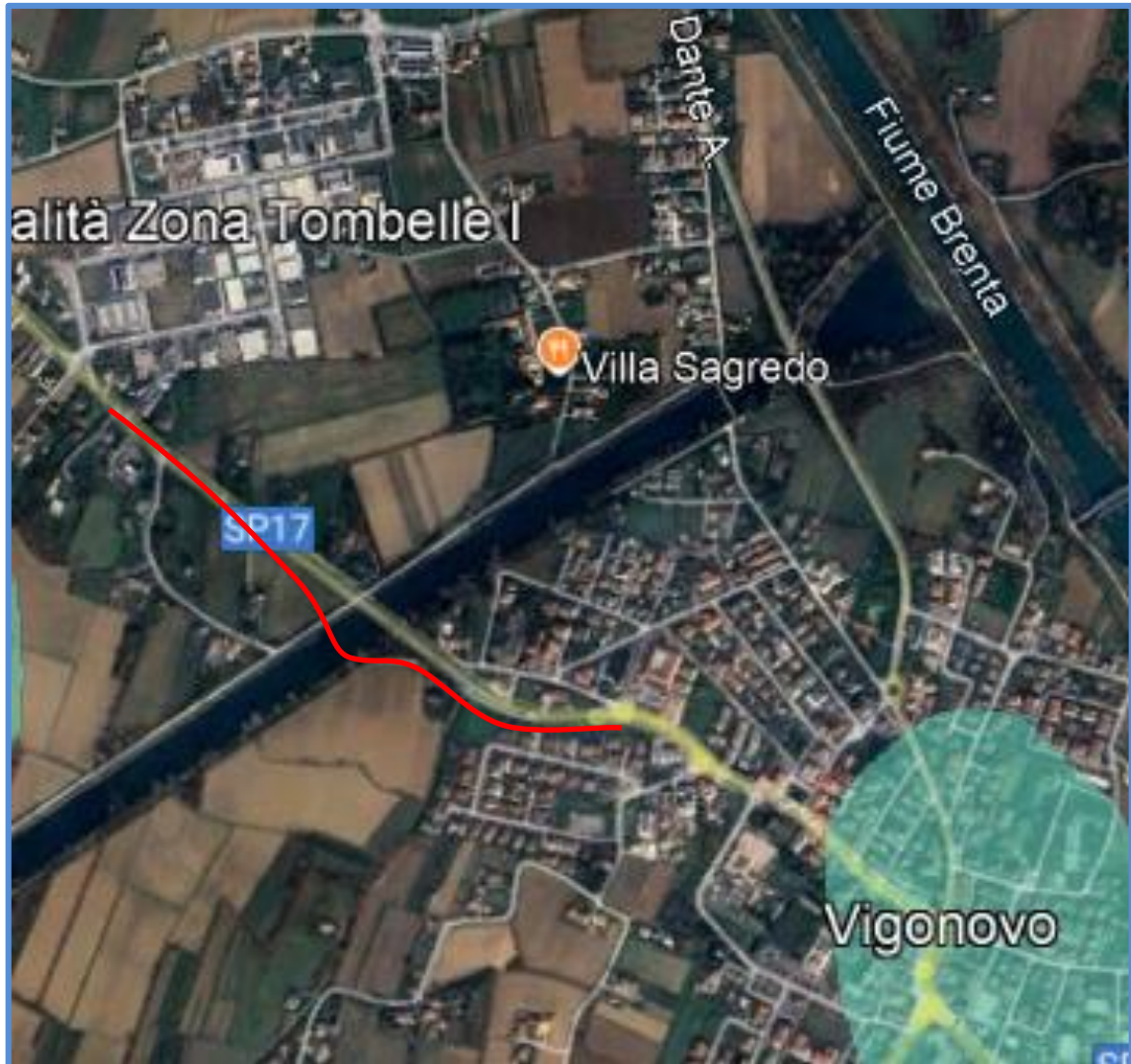
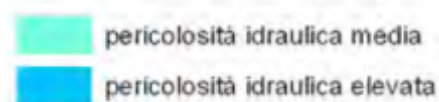


Figura 3: Piano generale di bonifica e di tutela del territorio.



Il Piano Generale non prevede ulteriori vincoli oltre a quello già previsto dal Piano di Assetto Idrogeologico. Pertanto per essa si applicano le prescrizioni in tema di idraulica e di gestione delle acque meteoriche previste nel P.A.I. stesso. In particolare il parametro progettuale più stringente previsto è che la portata scaricata dalla nuova rete interna di collettamento delle acque meteoriche verso la rete esterna, generata nel bacino costituito da tutto l'ambito d'intervento, non dovrà essere superiore a quella stimata per un terreno agricolo e pari a 10 l/s per ettaro associato a eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni, ridotta a 5 l/s ha in quanto a pericolosità idraulica moderata. Secondo le prescrizioni del competente Consorzio di Bonifica, i parametri idrologici da impiegarsi

per individuare le portate generate dagli eventi meteorici estremi, devono essere quelli pubblicati da ANBI Veneto – Consorzi di Bonifica del Veneto “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento - AGGIORNAMENTO 2019”.

Rimane infine da valutare quanto riportato nel **Piano delle Acque** allegato al Piano di Assetto del Territorio comunale, il quale nella *Carta delle Criticità e degli allagamenti registrati* evidenzia che l'area oggetto di trasformazione **non** ricade tra le **aree soggette ad allagamento ed esondazione** secondo la modellazione idraulica della rete e dei tombinamenti.

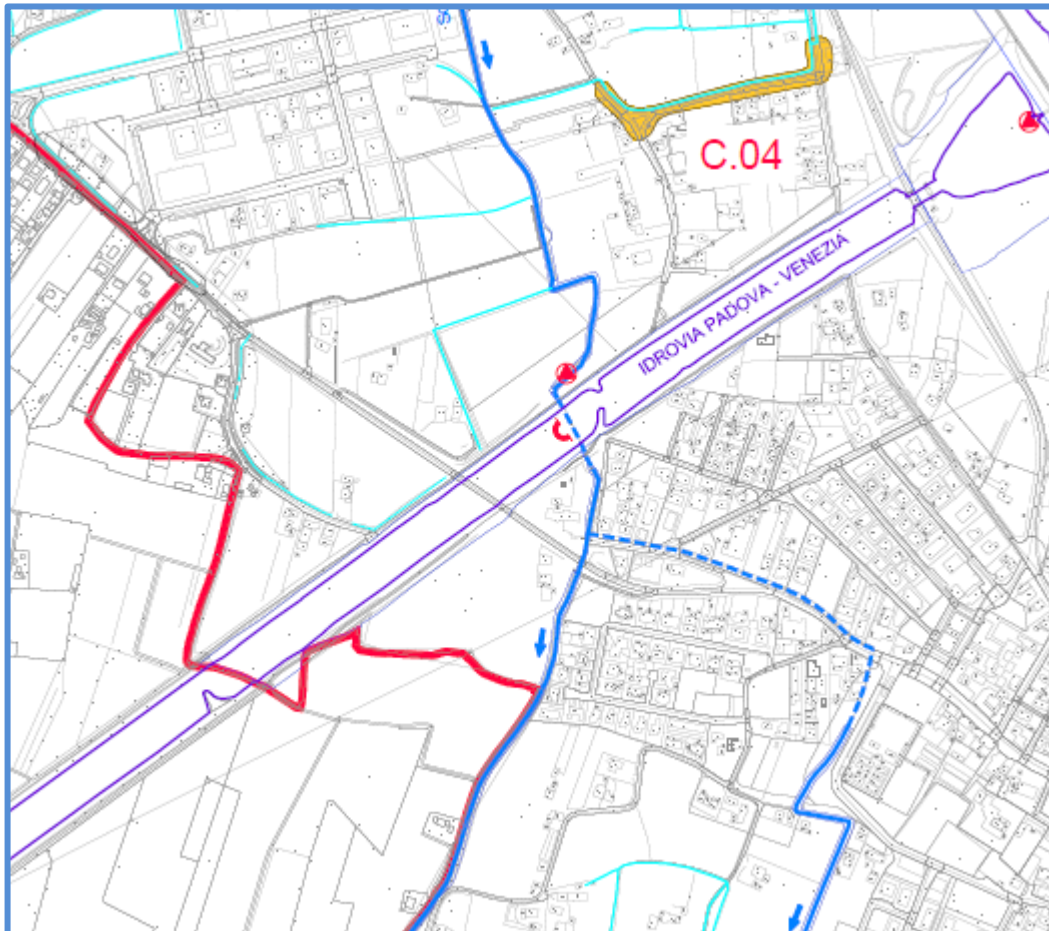


Figura 4 Piano delle Acque - Carta delle Criticità e degli allagamenti registrati

2. Idrologia della zona oggetto d'intervento

I dati idrologici che seguono sono stati estrapolati dall' “**Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento - Aggiornamento 2019**”, pubblicati da ANBI Veneto – Consorzi di Bonifica del Veneto.

In particolare si sono utilizzate le elaborazioni relative al comprensorio del Consorzio di Bonifica Bacchiglione, competente per territorio. Il consorzio di bonifica Bacchiglione gestisce dal punto di vista idraulico un territorio di 58.247 ettari, che si estende dai Colli Euganei fino alla laguna di Venezia e comprende 39 Comuni distribuiti nelle provincie di Padova e Venezia.

Per rendere le elaborazioni statistiche maggiormente rappresentative delle specifiche realtà locali dell'intero comprensorio, sono state individuate **due sottozone omogenee**, per le quali si dovranno applicare differenti curve segnalatrici.

In Figura 5, i comuni all'interno del comprensorio sono campiti con colori diversi a seconda della sottozona omogenea di appartenenza:

- Sottozona omogenea 1 in azzurro;
- Sottozona omogenea 2 in giallo.

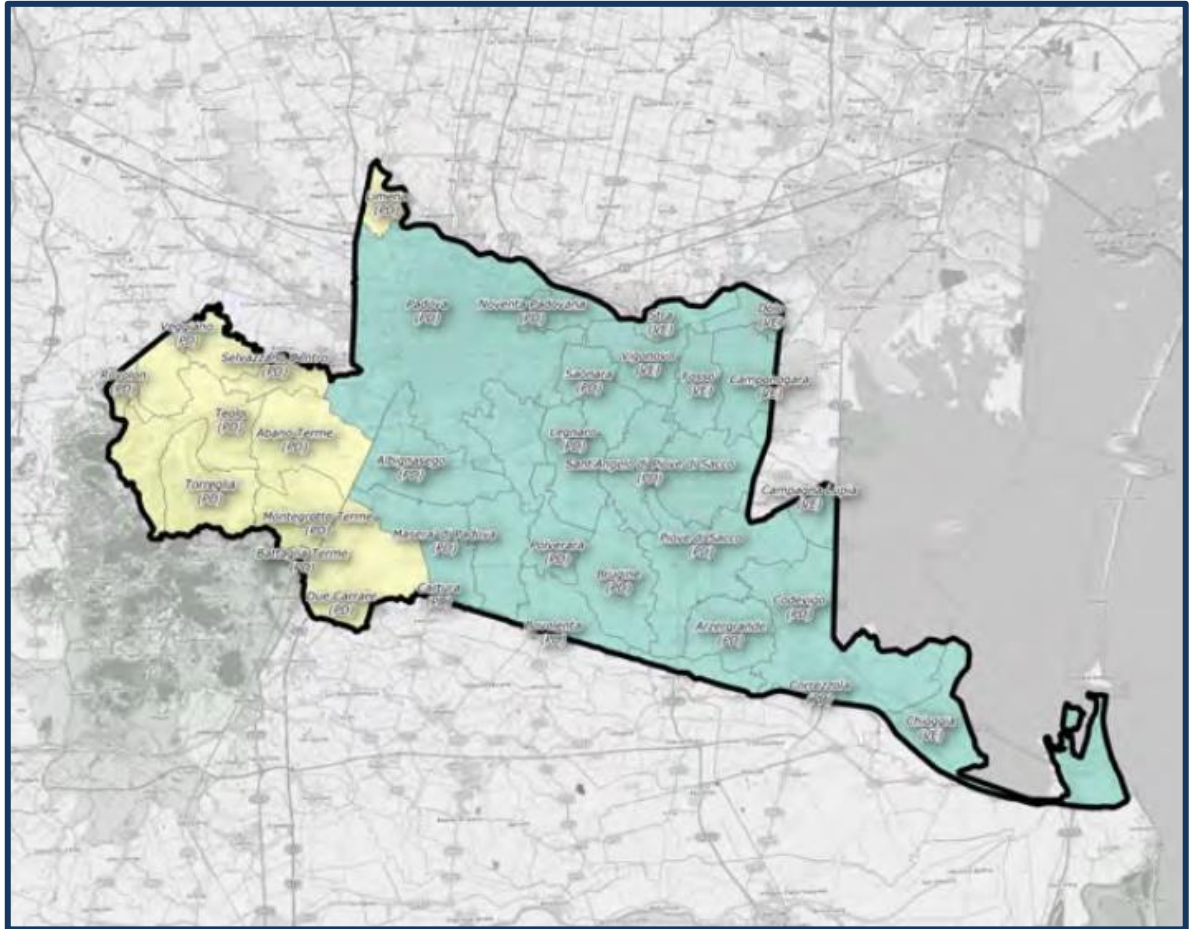


Figura 5: individuazione delle sottozone omogenee.

Di seguito l'elenco dettagliato dei comuni ricadenti all'interno del comprensorio del Consorzio Bacchiglione, suddivisi per sottozona omogenea di riferimento.

Sottozona omogenea	Comune	Provincia
1	Albignasego	PD
	Arzergrande	PD
	Bovolenta	PD
	Brugine	PD
	Cartura	PD
	Casalserugo	PD
	Codevigo	PD
	Correzzola	PD
	Legnaro	PD
	Masera' di Padova	PD
	Noventa Padovana	PD
	Padova	PD
	Piove di Sacco	PD
	Polverara	PD
	Ponte San Nicolò	PD
	Pontelongo	PD
	Sant'Angelo di Piove di Sacco	PD
	Saonara	PD
	Vigonza	PD
	Campagna Lupia	VE
	Campolongo Maggiore	VE
	Camponogara	VE
	Chioggia	VE
	Dolo	VE
	Fosso'	VE
	Stra	VE
Vigonovo	VE	

Sottozona omogenea	Comune	Provincia
2	Abano Terme	PD
	Battaglia Terme	PD
	Cervarese Santa Croce	PD
	Due Carrare	PD
	Limena	PD
	Montegrotto Terme	PD
	Rovolon	PD
	Saccolongo	PD
	Selvazzano Dentro	PD
	Teolo	PD
	Torreglia	PD
	Veggiano	PD

L'analisi regionalizzata propone due tipi di curve di possibilità pluviometrica:

- la nota formula italiana a **due parametri (a,n)** per la quale:

$$h = at^n$$

dove

t = durata della precipitazione;

a, n = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

- la formula più generale a **tre parametri (a, b, c)**:

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

dove t = durata della precipitazione

a, b, c = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

Le curve a tre parametri consentono una migliore interpolazione dei dati per tutte e dieci le durate considerate (5', 10', 15', 30', 45', 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h).

Le curve a due parametri infatti non riescono ad interpolare adeguatamente i dati per l'intero range di durate; pertanto esse sono utilizzate per le durate giornaliere di 1, 2, 3, 4, 5 giorni.

Il Comune di Vigonovo ricade nella **zona omogenea 1**.

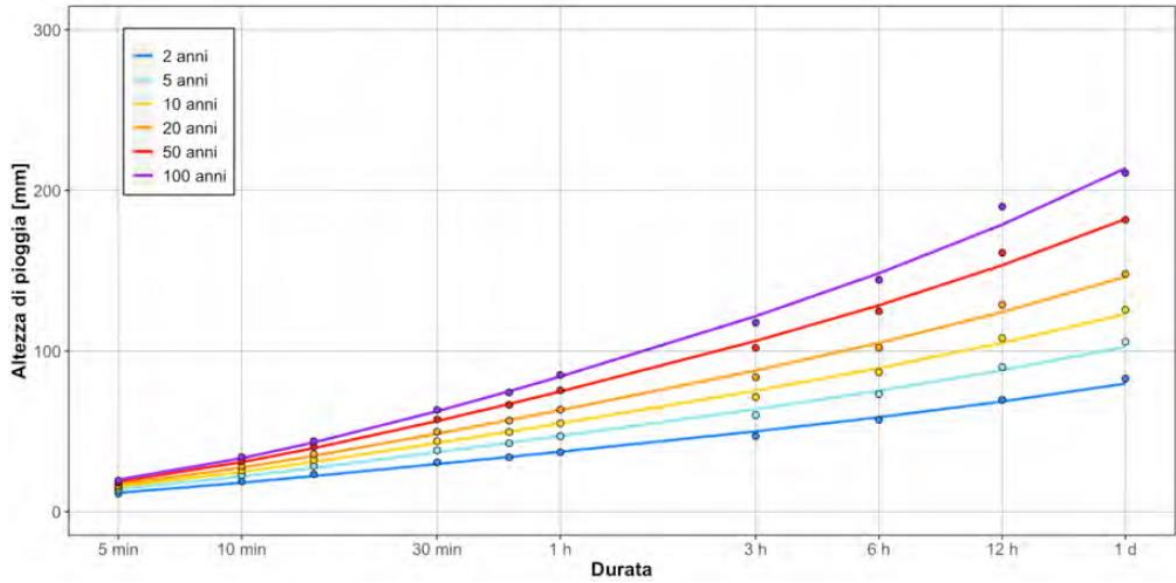


Figura 6: Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno. Sottozona omogenea 1.

Tr [anni]	a	b	c
2	24.5	10.4	0.862
5	31.3	11.7	0.861
10	36.4	12.8	0.857
20	41.3	14.0	0.851
30	44.3	14.8	0.847
50	47.9	15.9	0.841
100	53.0	17.6	0.833
200	58.4	19.6	0.825

Tabella 1: Parametri della curva segnalatrice tri-parametrica per le piogge sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno. Sottozona omogenea 1.

Tr [anni]	5 min	10 min	15 min	30 min	45 min	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
2	11.1	18.6	23.7	31.2	35.6	37.1	45.2	51.3	60.3	69.7
5	13.3	22.5	28.9	38.9	44.8	47.2	57.9	65.6	77.9	89.0
10	14.8	25.3	32.7	44.7	52.1	55.3	68.7	77.9	93.6	105.7
20	16.3	27.9	36.4	50.6	59.6	63.8	80.6	91.5	111.6	124.5
30	17.1	29.4	38.5	54.0	64.1	69.1	88.2	100.2	123.3	136.6
50	18.1	31.1	41.1	58.4	69.9	75.9	98.3	112.0	139.6	152.9
100	19.3	33.4	44.6	64.4	78.0	85.6	113.4	129.5	164.5	177.5
200	20.5	35.6	47.9	70.5	86.3	95.8	130.0	149.0	193.1	205.1

Tabella 2: Valore di precipitazione atteso in mm per durate sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno. Sottozona omogenea 1.

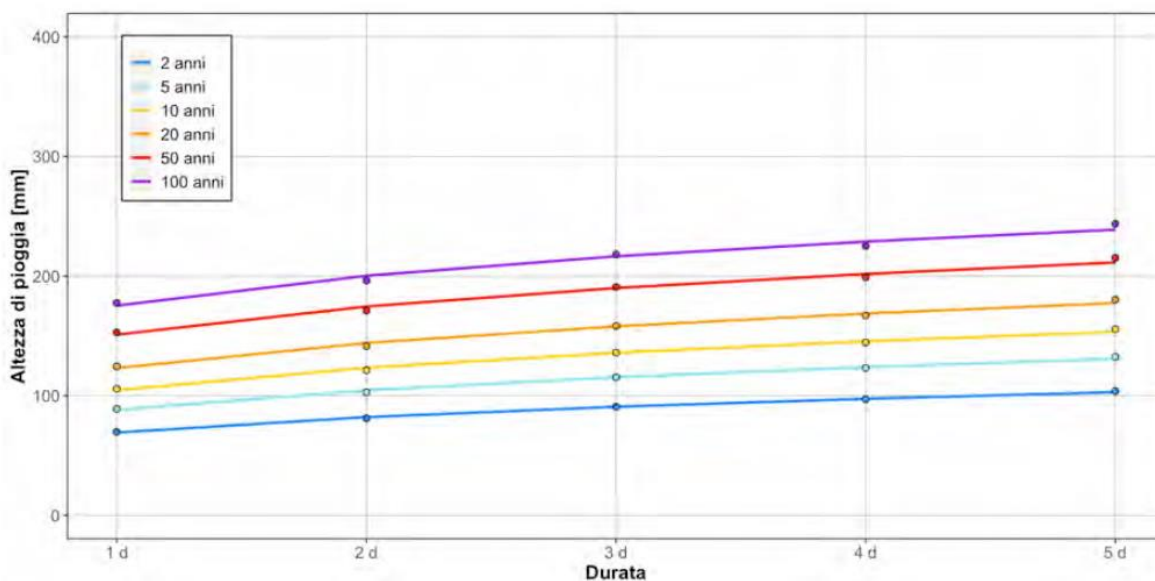


Figura 7: Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno. Sottozona omogenea 1.

Tr [anni]	a	n
2	69.2	0.247
5	88.1	0.245
10	104.6	0.238
20	123.1	0.227
30	134.9	0.220
50	151.0	0.209
100	175.3	0.192
200	202.5	0.174

Tabella 3: Parametri della curva segnalatrice bi-parametrica per le piogge sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno. Sottozona omogenea 1.

Tr [anni]	1 giorno	2 giorni	3 giorni	4 giorni	5 giorni
2	69.7	81.1	90.7	97.0	103.9
5	89.0	102.9	115.4	123.2	132.4
10	105.7	121.3	136.0	144.5	155.6
20	124.5	141.4	158.3	167.0	180.3
30	136.6	154.1	172.3	180.9	195.4
50	152.9	171.1	190.9	199.0	215.3
100	177.5	196.2	218.0	225.0	243.7
200	205.1	223.8	247.6	252.6	273.8

Tabella 4: Valore di precipitazione atteso in mm per durate giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno. Sottozona omogenea 1.

3. Idraulica di progetto e valutazione di compatibilità idraulica secondo D.G.R. 3637/2002, recepita mediante D.G.R. 1322/2006 e successive modificazioni D.G.R. 1841/2007 e D.G.R. 2948/2009 (Allegato A: Modalità operative e indicazioni tecniche).

L'autorizzando intervento prevede la realizzazione, all'interno dell'area in oggetto, di un nuovo comparto edificatorio su di una superficie pari a 20.065 m². Il piano di lottizzazione "I Tigli" prevede la creazione di nuovi volumi urbanistici a destinazione residenziali e commerciali e delle relative superfici a standard (piazza, strade, marciapiedi, piste ciclabili e aree a verde).

Ai fini di una salvaguardia idraulica del proprio territorio la Regione Veneto ha prescritto, mediante DGR 1322/2006 e successive modificazioni DGR1841/2007 e DGR2948/2009, che tutte le opere di trasformazione del territorio non vadano ad incrementare i deflussi idraulici delle aree trasformate rispetto alle situazioni preesistenti alla trasformazione stessa. Tale principio è noto come "**principio di invarianza idraulica**". Sulla base di questo principio è necessario condurre uno studio idraulico ai fini della "Valutazione di compatibilità idraulica" delle opere da realizzare.

La presente relazione tiene conto sia delle D.G.R. della Regione Veneto sia dell' "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento - Aggiornamento 2019, pubblicati da ANBI Veneto – Consorzi di Bonifica del Veneto".

In particolare si farà riferimento, per il proseguo della trattazione all'allegato A della D.G.R. n. 1322 del 10 Maggio 2006 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative e indicazioni tecniche".

Gli interventi idraulici proposti sono atti a mantenere un coefficiente udometrico successivo alla trasformazione delle aree pari o inferiore al coefficiente udometrico della stessa area nella situazione precedente alla trasformazione, in modo da non sovraccaricare ulteriormente il recettore finale rappresentato dalla fognatura bianca a servizio della locale zona residenziale. Si ritiene quindi che l'ottenimento di tali risultati mediante gli accorgimenti tecnici di progetto determini la compatibilità idraulica delle opere da realizzare.

La su citata D.G.R. prescrive che le valutazioni ed i calcoli relativi all'invarianza idraulica siano effettuati sulla base di piogge con tempo di ritorno **Tr= 50 anni**.

Il **Consorzio di Bonifica Bacchiglione** (che gestisce la rete di scoli consortili della zona in esame) prescrive, come già indicato precedentemente, per le aree trasformate un *coefficiente udometrico* non superiore a **u= 10 l/s/ha**. Ulteriormente le **Norme di attuazione del P.G.R.A. e del Piano Generale di Bonifica e di Tutela del territorio** prevedono un più restrittivo valore del coefficiente udometrico, il quale non dovrà essere superiore a **u=5 l/s/ha**.

Per limitare le portate in uscita dal bacino scolante di progetto, pur incrementando le superfici impermeabilizzate dell'area oggetto d'intervento, sarà necessario che le acque meteoriche vengano raccolte entro capacità di volumi adeguatamente calcolate, per essere poi restituite al recettore finale più lentamente rispetto al naturale deflusso superficiale. Si realizzerà così una "laminazione" dell'onda di piena in arrivo, che ridurrà considerevolmente le portate in arrivo al recettore finale, che in questo modo non verrà sovraccaricato idraulicamente.

Lo scarico al recettore finale dovrebbe essere unico ed avvenire attraverso una bocca di fondo tarata per permettere uno scarico inferiore a 5 l/s/ha. È previsto prima dello scarico uno sfioratore di superficie di emergenza nel caso di intasamento accidentale della luce di fondo.

Scopo del presente studio è la valutazione dei volumi d'invaso per la laminazione dell'onda di piena, nonché il dimensionamento degli scarichi necessari per la limitazione delle portate in uscita entro il valore stabilito in precedenza: tali misure compensative saranno quelle che determineranno la compatibilità idraulica degli interventi di progetto. Per quanto riguarda la pluviometria dell'area in oggetto si fa riferimento al su citato studio di "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento - Aggiornamento 2019".

4. Calcolo dei volumi di laminazione

Secondo quanto prescritto nell'allegato A del D.G.R. n. 1322/2006 che recepisce la D.G.R. n. 3637/2002, i calcoli idraulici sugli afflussi meteorici verranno sviluppati sulla base delle precipitazioni con tempo di ritorno di **Tr=50 anni**.

Poiché le aree sottese dalla sezione finale del bacino scolante hanno coefficienti di deflusso diversi, è necessario valutare il valore equivalente φ_{EQ} calcolato come media pesata di φ sulle singole aree.

Per le diverse tipologie di superfici si utilizzano i seguenti coefficienti di deflusso:

- aree impermeabili $\varphi_A = 0,90$ (superfici asfaltate, tetti);
- aree verdi: $\varphi_B = 0,20$ (aiuole, parchi, fossati)
- aree semi-permeabili $\varphi_C = 0,60$ (parcheggi con pavimentazione drenante)

$$\varphi_{EQ} = \frac{\varphi_A S_A + \varphi_B S_B + \varphi_C S_C}{S_A + S_B + S_C}$$

Le aree oggetto di risistemazione sono pari a circa **3.000 m²**, tuttavia solo una quota parte va a modificare il proprio coefficiente di deflusso e di conseguenza il proprio coefficiente udometrico.

Di seguito si riporta la dimensione delle superfici scolanti, i relativi coefficienti di deflusso e il valore del coefficiente di deflusso equivalente.

	Superficie	Coefficiente di deflusso
Area verde	0	0,2
Superfici impermeabilizzate	3000	0,9
Superfici semipermeabili	0	0,6
Superficie totale	3000	0,90

Tabella 5: Computo delle aree scolanti e dei relativi coefficienti di deflusso.

Secondo le su citate D.G.R. l'intervento è classificabile come intervento con "modesta impermeabilizzazione potenziale (superficie tra 1.000 e 10.000 m²) per il quale il criterio da adottare per il dimensionamento dei dispositivi di compensazione (volumi di laminazione) è basato sul "metodo dell'invaso". Di seguito se ne riportano i tratti essenziali.

Il **metodo dell'invaso** tratta il problema del moto vario in modo semplificato, assegnando all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme, e assumendo l'equazione dei serbatoi, in luogo dell'equazione di continuità delle correnti unidimensionali, per simulare l'effetto dell'invaso.

Schematizzando un'area di trasformazione urbana come un vaso lineare, si può scrivere l'equazione di continuità della massa nei termini seguenti:

$$\frac{dV(t)}{dt} = P(t) - Q(t) \quad (1)$$

essendo:

- P(t) la "pioggia netta" all'istante t;
- Q(t) la portata uscente, dipendente dal volume invasato V(t).

L'equazione differenziale lineare sopra riportata, con termine noto costituito dalla pioggia netta, può essere risolta con tecniche standard e rappresenta un semplice modello idrologico.

L'equazione (1), con l'aggiunta di una equazione del moto, fornisce, integrata, una relazione tra Q e t, dando modo di calcolare:

- il tempo necessario affinché la portata Q₁ assuma il valore Q₂
- il tempo di riempimento t_r della rete per passare da Q=0 a Q=Q₀ (Q₀= portata massima)

L'equazione del moto:

$$\frac{\partial y}{\partial s} + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial s} + \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} - i + \frac{v^2}{K_s R_H^{2/3}} = 0 \quad (2)$$

Dove:

- y il tirante d'acqua;
- s l'ascissa;
- v la velocità media;
- i pendenza della linea dell'energia;
- K_s il coefficiente di Gauckler Strickler;
- R_H il raggio idraulico.

Il metodo quindi procede approssimando il moto vario attraverso una successione di stati di moto uniforme e trattando il processo di riempimento e vuotamento di un serbatoio controllato da una luce di scarico che trae la sua legge di deflusso dal moto uniforme. Per brevità di trattazione si tralasciano i passaggi intermedi.

Per l'individuazione dei volumi entranti nella rete di progetto si utilizzano le curve di possibilità pluviometrica a tre parametri:

$$h = \frac{a}{(b+t)^c} t \quad (\text{mm}) \quad \text{da cui si può ottenere l'intensità di pioggia } j: \quad j = \frac{a}{(b+t)^c}$$

dove

- t durata della precipitazione (min)
- a, b, c parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

Tralasciando i passaggi intermedi si arriva dunque all'espressione del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso in relazione alle CPP a tre parametri:

$$u = (v_0 z \xi_a(z) + bu)^{\frac{c}{c-1}} (a\varphi z)^{\frac{1}{1-c}} \quad (3)$$

Dove:

- $v_0 = V_0/S$ massimo volume specifico entrante;
- V_0 massimo volume entrante;
- S superficie scolante;
- z rapporto fra la portata Q e la pioggia netta P : $z = \frac{Q}{P} = \frac{Q}{\varphi j S}$;

- j intensità di pioggia;
- φ coefficiente di afflusso;

$$\xi_a(z) = \sum_{k=0}^{\infty} k \frac{z^k}{\alpha + 1} ;$$

- α variabile a seconda della geometria della sezione, per le sezioni aperte è dell'ordine di 1,5, per le sezioni chiuse vale 1.

La (3) rappresenta dunque l'espressione del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso in relazione alle CPP a tre parametri.

Il metodo proposto usa l'espressione del coefficiente udometrico sopra richiamata per valutare i volumi di invaso necessari a garantire l'invarianza idraulica tramite la costanza del coefficiente udometrico al variare del coefficiente di afflusso (impermeabilizzazione).

Si tratta dunque di individuare il volume specifico v_0 che porta ad avere un coefficiente udometrico pari al valore imposto o desiderato in uscita, noti:

- i parametri a, b, c (dipendenti dal luogo in cui ci si trova e di conseguenza dalla CPP scelta);
- il coefficiente di afflusso dipendente dalle caratteristiche dell'area oggetto di studio.

La risoluzione si ottiene esplicitando la (3) in v_0 e ricercando il valore di z che rende massimo il volume specifico v_0

$$v = \frac{\left(\frac{u}{(a\varphi z)^{\frac{1}{1-c}}} \right)^{\left(\frac{c-1}{b} \right)} - b u}{z \xi_a(z)} \quad (4)$$

Ossia imponendo nulla la derivata prima della (4) in funzione di z .

Il calcolo del volume specifico d'invaso è ottenibile mediante i fogli di calcolo allegati al suddetto studio a cura di ANBI Veneto.

Il calcolo del volume specifico d'invaso è ottenibile mediante i fogli di calcolo allegati al suddetto studio a cura di ANBI Veneto.

METODO DELL' INVASO

- Specificare :
- Comune
 - tempo di ritorno [anni]
 - coefficiente d'afflusso
 - coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
 - esponente α della scala delle portate



PARAMETRI IN INGRESSO

Vigonovo	50
Coefficiente d'afflusso k	0,9 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	5 [l/s, ha]
Esponente α della scala delle portate	1 [-]
Superficie intervento	3.000 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Vigonovo	a	47,9 [mm min ⁻¹]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	1128 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	338,5 [m ³]

Si ottiene quindi che il volume minimo da invasare entro la rete a monte dello scarico finale, per garantire l'invarianza idraulica, come richiesto dalla DGR 1322/2006 e successive modificazioni DGR1841/2007 e DGR2948/2009 della Regione Veneto, è pari a:

$$\text{Volume minimo d'invaso} = 340 \text{ m}^3$$

La creazione dei volumi di invaso richiesti sarò ottenuta con la realizzazione di fossature di guardia lungo il percorso ciclopedonale, nonché con il ripristino di fossati e scoline esistenti, maltenuti e irregolari allo stato di fatto.

I nuovi volumi ricavati attraverso i fossati (sezione corrente 2 m²) queste dimensioni

FOSSATO TRATTO 7 Vol= 80 m X 2m=160 m³

FOSSATO TRATTO 9 Vol= 163 m X 2m²=326 m³

FOSSATO TRATTO 11 Vol= 80 m X 2m=160 m³

Per un totale di 646 m³> 340 m³ richiesti.

I nuovi volumi andranno a compensare a quelli sottratti con la realizzazione dell'attraversamento sullo scolo a lato di via G. Galilei.

I fossati avranno profilature tali da permettere alle acque di raggiungere i locali recapiti.

5. Note sulla manutenzione del sistema di smaltimento acque meteoriche

L'efficacia nel tempo dell'intero sistema idraulico di laminazione delle piene, prodotte da eventi meteorici significativi potrebbe essere compromessa nel caso in cui non venisse fatta un'adeguata manutenzione della rete. Gli eventi meteorici (in particolare quelli di elevata intensità e durata limitata, tipicamente i temporali estivi) trascinano nella rete una non trascurabile frazione di sedimenti di medio-piccolo diametro (sabbie fini, limi e argille), che sedimentando ed essiccandosi, formano uno strato compatto che riduce la sezione libera di deflusso.

Questa riduzione di sezione abbassa i margini di sicurezza per le portate che transitano nelle condotte, aumentando la probabilità che il sistema drenante nella sua globalità risulti insufficiente e riducendo i volumi d'invaso efficaci. Inoltre, la probabile generazione di un velo liquido sulle strade e sui parcheggi può provocare l'intasamento delle caditoie ad opera dei sedimenti grossolani, delle foglie, della carta, ecc. Per un corretto funzionamento della rete è necessario pertanto procedere alla pulizia periodica delle tubazioni (mediante canaljet) in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali, quando cioè i sedimenti che si sono accumulati nella stagione estiva sono facilmente asportabili, non essendosi ancora compattati. A cavallo tra la stagione autunnale e quella invernale è opportuno, inoltre, procedere alla pulizia sistematica delle caditoie. Particolare attenzione va poi dedicata ai manufatti di attraversamento, essendo questa tipologia di manufatto facilmente soggetta ad intasamento, specie nella parte antistante il foro. La verifica ed eventuale pulizia di tale manufatto devono essere effettuate dopo ogni evento meteorologico significativo.

6. Conclusione

L'autorizzando progetto prevede la realizzazione di un nuovo percorso ciclopedonale tra le località di Tombelle e il Capoluogo comunale.

È stato svolto lo studio idrologico ed idraulico dell'area oggetto d'intervento al fine di stabilire le misure compensative atte a mantenerne "Invarianza idraulica" anche dopo la sua trasformazione, così come prescritto dalla DGR 1322/2006 della Regione Veneto (e successive modificazioni DGR1841/2007 e DGR2948/2009).

Sono quindi state dimensionate e verificate le misure compensative (volumi di laminazione) atte a mantenere invariata la condizione di deflusso delle acque meteoriche anche dopo la realizzazione delle opere di urbanizzazione previste in progetto. In questo modo le opere di progetto non andranno a sovraccaricare gli afflussi idraulici entro il recettore finale, che in questo caso è rappresentato dalla rete di fognatura bianca a servizio dell'area.

Il calcolo dei volumi di laminazione è stato fatto sulla base di precipitazioni con tempo di ritorno **Tr=50 anni**, come richiesto dalla su citata DGR, e considerando un coefficiente udometrico massimo dell'area in esame pari a **u=5 l/s/ha**, come richiesto dalle Norme di Protezione Idraulica. Le curve

di possibilità pluviometrica, per la determinazione delle piogge di progetto sono state estrapolate dall' "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento - Aggiornamento 2019" pubblicati da ANBI Veneto – Consorzi di Bonifica del Veneto.

Il volume necessario per mantenere l'invarianza idraulica è stato stimato in **Volume minimo d'invaso = 340 m³**, corrispondente ad un volume specifico (sull'unità di superficie) **Volume minimo d'invaso specifico = 1130 m³/ha**.

Il volume di laminazione così calcolato, necessario per ottenere l'invarianza idraulica, sarà ricavato mediante la realizzazione di fossature di guardia lungo il percorso ciclopedonale.

Il tecnico incaricato

ing. Andrea Rigato

