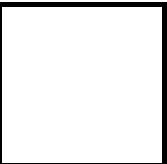
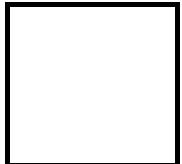
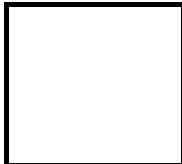




**COMUNE DI ROVERCHIARA  
PROVINCIA DI VERONA**

**Var. 10  
P.I.**

**Elaborato**



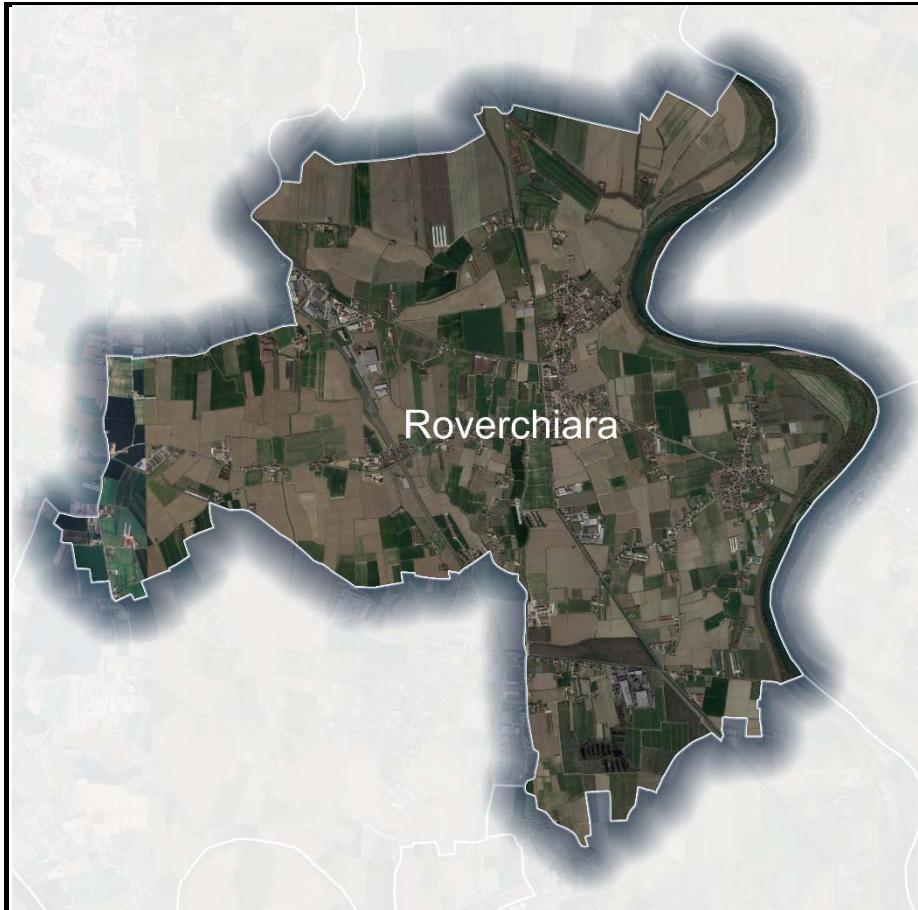
**Scala**



**V.C.I. – Valutazione  
Compatibilità Idraulica  
DGRV n.2948 del 6/10/2009**

Adottato con D.C.C. n. del  
Approvato con D.C.C. n. del

**IL SINDACO**  
Loreta Isolani



**UFFICIO TECNICO COMUNALE**  
Massimo Minozzi

**IL PROGETTISTA**  
**STUDIO ASSOCIATO ZANELLA**  
**Dott. Pian. Terr.le Alice Zanella**  
Architettura e Urbanistica  
Via Vittime delle Foibe, 74/6  
36025 Noventa Vic. (VI)  
Tel 0444 787040 - 760099  
info@studiozanella.it

## INDICE

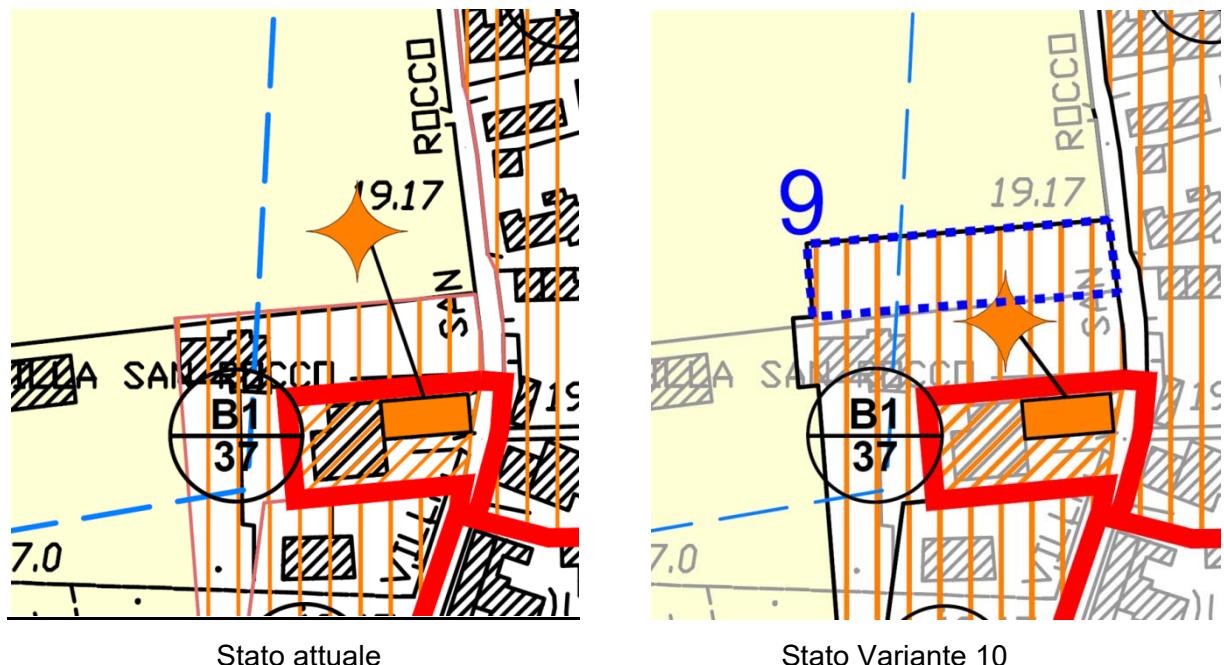
<b>1</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>ENTI COMPETENTI.....</b>	<b>4</b>
2.1	<i>AUTORITÀ DI DISTRETTO IDROGRAFICO .....</i>	4
2.1.1	<i>Piano di Gestione del Rischio Alluvioni .....</i>	5
2.2	<i>CONSORZIO DI BONIFICA VERONESE .....</i>	6
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDRAULICO .....</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>CONDIZIONI DI FRAGILITÀ IDRAULICA E IDROGEOLOGICA .....</b>	<b>12</b>
4.1	<i>AREA 4.3 - 5 .....</i>	12
4.2	<i>AREA 4.3 - 7 .....</i>	14
<b>5</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA .....</b>	<b>16</b>
5.1	<i>CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE .....</i>	16
<b>6</b>	<b>INDICAZIONI PROGETTUALI PER LE MISURE COMPENSATIVE.....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLA TRASFORMAZIONE.....</b>	<b>23</b>
7.1	<i>STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA.....</i>	23
7.2	<i>STIMA DEI VOLUMI SPECIFICI DI INVASO .....</i>	25
<b>8</b>	<b>DIMENSIONAMENTO MISURE COMPENSATIVE .....</b>	<b>26</b>
8.1	<i>AREA CAP. 4.3 -5 .....</i>	26
8.1.1	<i>Calcolo idrogrammi di piena.....</i>	26
8.1.2	<i>Calcolo volumi di laminazione con il metodo razionale .....</i>	28
8.2	<i>AREA CAP. 4.3 -7 .....</i>	28
8.2.1	<i>Calcolo idrogrammi di piena.....</i>	29
8.2.2	<i>Calcolo volumi di laminazione con il metodo razionale .....</i>	30
<b>9</b>	<b>ANALISI COMPARATIVA CON INDICAZIONI DEL PAT .....</b>	<b>32</b>
<b>10</b>	<b>RISULTATI E INDICAZIONI FINALI.....</b>	<b>33</b>

APPENDICE: AUTOCERTIFICAZIONE

## 1 PREMESSA

Sono state eseguite indagini idrogeologiche e idrauliche per la predisposizione della Valutazione di Compatibilità Idraulica della Variante n. 10 al Piano degli Interventi del Comune di Roverchiara (VR) riguardante le seguenti aree di trasformazione (la numerazione utilizzata riprende quella dei capitoli della relazione della Variante 10):

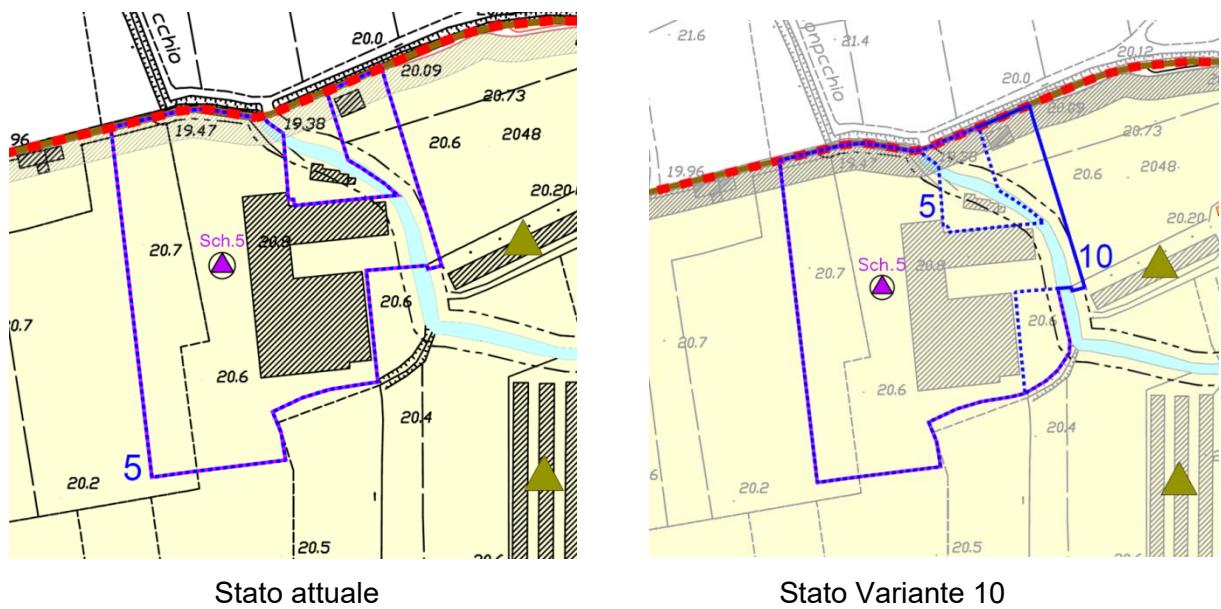
4.3 - 5



Superficie totale 2.289 mq:

Ampliamento della Zona B1/37 mediante la riclassificazione dell'area limitrofa da zona agricola di 2.160 mq, al fine di aumentare la potenzialità edificatoria già prevista da 1.200 mc a 1.400 mc (+200 mc).

Viene inoltre ampliata a ovest del fabbricato esistente la ZTO B1/37 senza nuova potenzialità edificatoria di 129 mq.



Fg. 2: mapp. 65; parte di mapp. 234,- mapp. 280

*Superficie totale 8.101 mq:*

*Modifica della scheda “Attività Produttiva da confermare n. 5” includendo nel perimetro della stessa scheda anche le aree limitrofe in proprietà*

La D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009 prevede che “*la valutazione di compatibilità idraulica sia necessaria per gli strumenti urbanistici comunali (P.A.T./P.A.T.I., P.I.)*”, e che sia comunque “*di primaria importanza che i contenuti dell’elaborato di valutazione pervengano a dimostrare che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non viene aggravato l’esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello*”.

Nel corso del complessivo processo approvativo degli interventi urbanistico-edilizi è richiesta con progressiva definizione l'individuazione puntuale delle misure compensative, eventualmente articolata tra pianificazione strutturale (Piano di Assetto del Territorio - PAT), operativa (Piano degli Interventi – PI), ovvero Piani Urbanistici Attuativi – PUA. Nel caso di varianti successive, per le analisi idrauliche di carattere generale si può anche fare riferimento alla valutazione di compatibilità già esaminata in occasione di precedenti strumenti urbanistici.

La presente analisi, sulla base di una attenta valutazione degli aspetti morfologici, litologici e territoriali, che caratterizzano le aree di variante, esamina le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali e indica una soluzione della gestione dello smaltimento delle acque meteoriche.

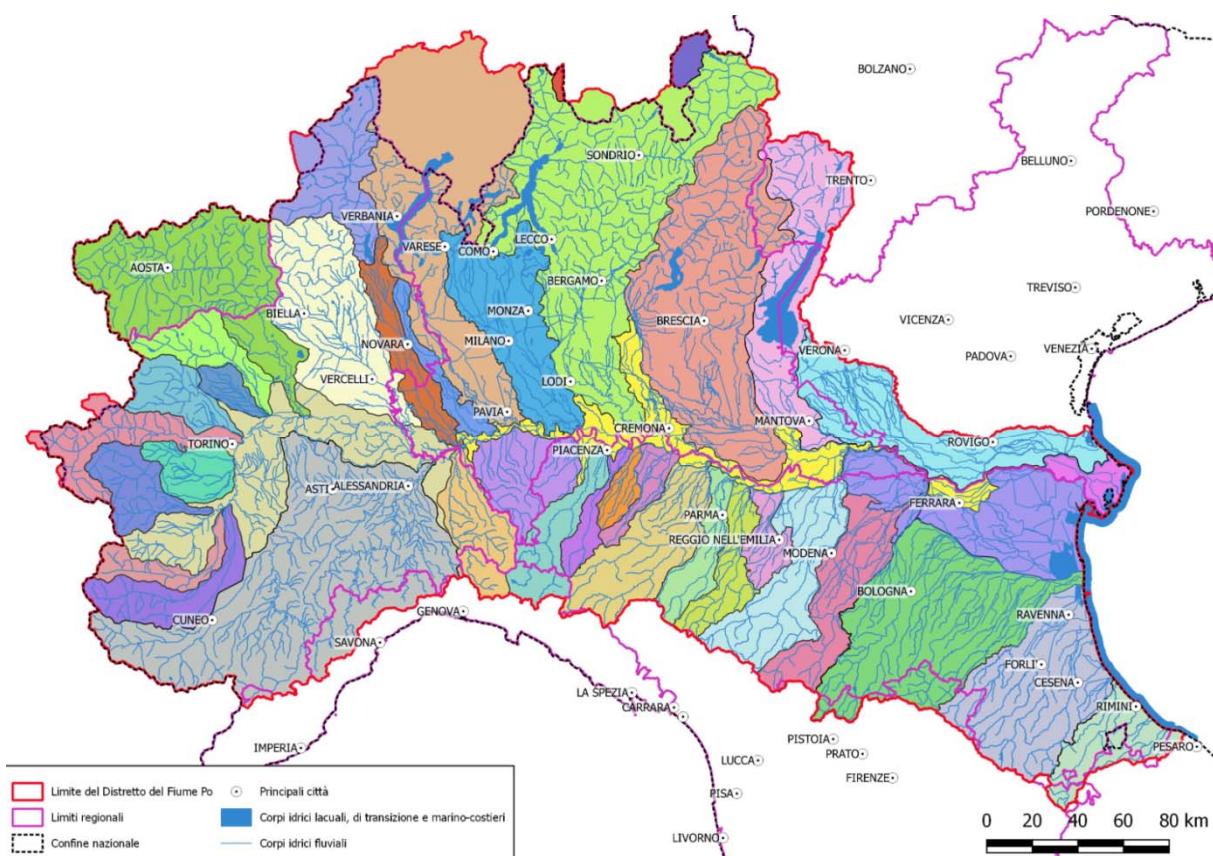
## 2 ENTI COMPETENTI

### 2.1 AUTORITÀ DI DISTRETTO IDROGRAFICO

Con le disposizioni del Testo Unico in materia ambientale (Decreto legislativo n. 152/2006) il territorio italiano è stato ripartito in otto distretti idrografici. In ciascun distretto idrografico è istituita l'Autorità di bacino distrettuale, di seguito Autorità di Distretto.

L'Autorità di Distretto svolge attività di pianificazione necessarie per la difesa idrogeologica, per la realizzazione delle mappe della pericolosità e del rischio, per la tutela delle risorse idriche e degli ambienti acquatici.

Il territorio di Roverchiara, fatta eccezione per l'asta fluviale del Fiume Adige, di competenza del Distretto delle Alpi orientali, ricade nel Distretto dell'Autorità di Bacino del fiume Po, che a seguito della seduta della Conferenza Istituzionale Permanente del 23 maggio 2017 è subentato alla già autorità di bacino del fiume Po annettendo i Bacini interregionali del Reno, del Fissero-Tartaro-CanalBianco, del Conca-Marecchia e i bacini regionali Romagnoli.



Distretto idrografico del Po

In questa nuova ottica distrettuale europea, per attuare le disposizioni comunitarie discendenti dalla Direttiva Acque (2000/60/CE) e dalla Direttiva Alluvioni (2007/60/CE), le Autorità di Distretto provvedono:

- all'elaborazione del Piano di bacino distrettuale,
- ad esprimere parere sulla coerenza con gli obiettivi del Piano di bacino dei piani e programmi comunitari, nazionali, regionali e locali relativi alla difesa del suolo, alla lotta alla desertificazione, alla tutela delle acque e alla gestione delle risorse idriche,
- all'elaborazione di un'analisi delle caratteristiche del distretto, di un esame sull'impatto delle attività umane sullo stato delle acque superficiali e sullo stato delle acque sotterranee, nonché di un'analisi economica dell'utilizzo idrico.

Il Piano di Bacino idrografico è definito come “lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono individuate e programmate le azioni finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque”.

L'attività di pianificazione in tema di difesa del suolo e gestione delle risorse idriche nel distretto idrografico si concretizza attraverso “piani stralcio” (Piano di Assetto Idrogeologico, Piano di Gestione delle Acque, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni)

### ***2.1.1 Piano di Gestione del Rischio Alluvioni***

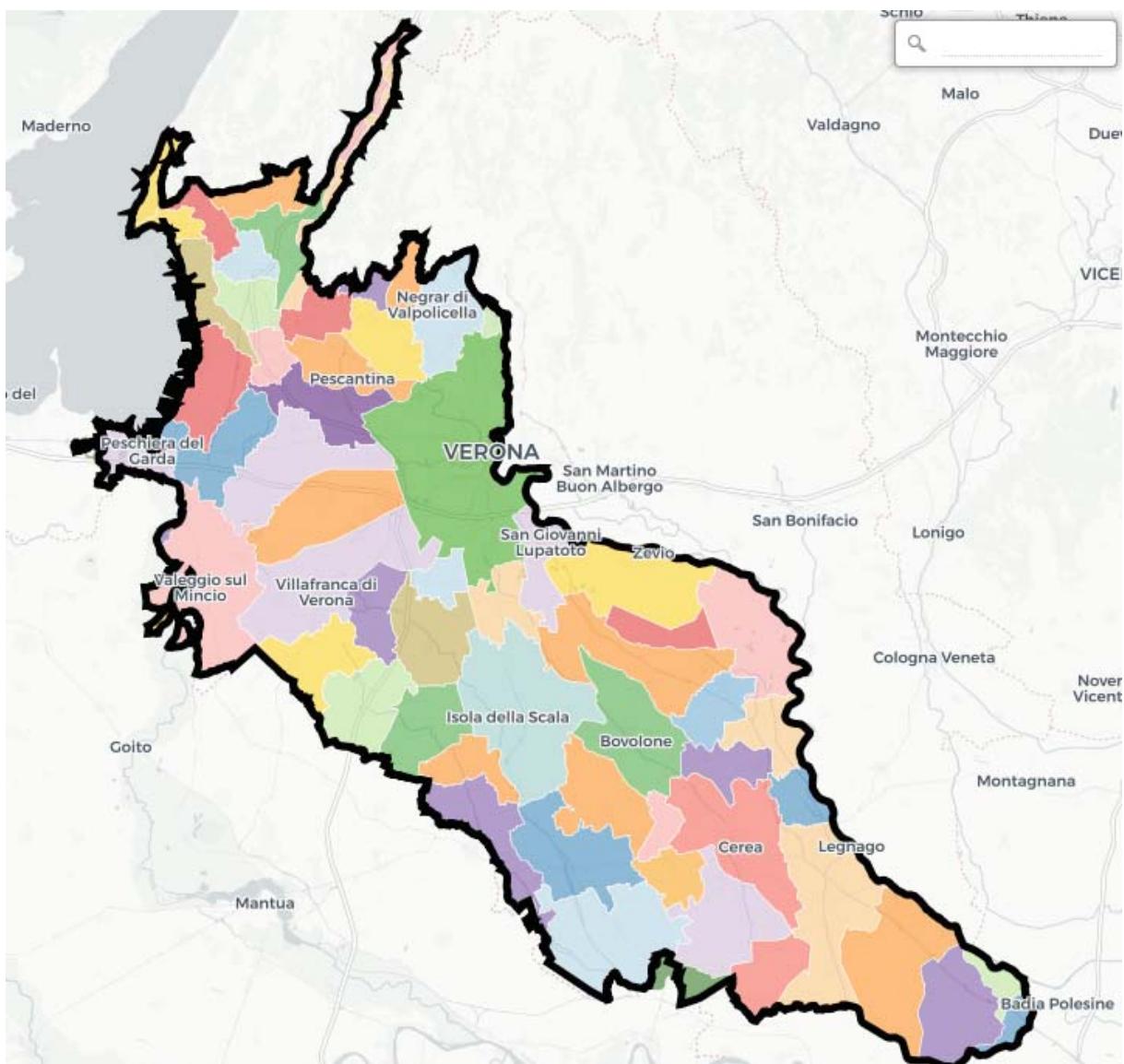
La Direttiva europea 2007/60/CE, cosiddetta Direttiva Alluvioni (DA), è stata recepita nel diritto italiano con D.Lgs. 49/2010 dando avvio ad una nuova fase di gestione del rischio di alluvioni avviata in Italia con la legge 183/89 e attuata dai Piani Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). La DA prescrive che gli Stati Membri elaborino, per ogni distretto idrografico o Unità di Gestione, un Piano di gestione del rischio di alluvioni (PGRA), contenente una diagnosi della pericolosità e del rischio di alluvioni, obiettivi appropriati per la salvaguardia della vita umana e dei beni esposti e misure per la mitigazione del rischio. Il PGRA è quindi lo strumento introdotto dalla DA per ridurre gli impatti negativi delle alluvioni sulla salute, l'economia e l'ambiente e favorire, dopo un evento alluvionale, una tempestiva ricostruzione e valutazione post-evento.

Il Piano è caratterizzato da scenari di allagabilità e di rischio idraulico su tre differenti tempi di ritorno e quindi su tre differenti scenerai di probabilità (alta, moderata e bassa).

## 2.2 CONSORZIO DI BONIFICA VERONESE

Il Consorzio di Bonifica Veronese deriva dalla fusione del Consorzio di Bonifica Adige Garda, del Consorzio di Bonifica Agro Veronese Tartaro Tione e del Consorzio di Bonifica Valli Grandi e Medio Veronese.

Il comprensorio del Consorzio di Bonifica Veronese si estende su una superficie complessiva di 159.887, 29 ettari. Comprende in parte o per intero i territori di 65 Comuni, prevalentemente in Provincia di Verona (n.58); modeste superfici ricadono nelle Province di Mantova (Comuni di Monzambano, Volta Mantovana, Castel d'Ario, Villimpenta e Ostiglia) e Rovigo (Comuni di Badia Polesine, Giacciano con Baruchella).



Comprensorio del Consorzio di Bonifica Veronese

### **3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, IDROGEOLOGICO E IDRAULICO**

Il territorio comunale di Roverchiara presenta condizioni geomorfologiche omogenee inserite nell'ambito della pianura alluvionale del Fiume Adige nel suo tratto medio-basso, all'interno dell'unità geomorfologica nota come “depositi fluviali della pianura alluvionale recente: piano di divagazione dell'Adige”.

L'elemento di maggior risalto geomorfologico è rappresentato dal corso del Fiume Adige che delimita il territorio comunale ad Est.

In questo tratto l'alveo fluviale risulta uniformemente canalizzato con arginature che superano i 7 metri d'altezza a protezione dei fenomeni di inondazione durante i periodi di piena: infatti tra il pelo del corso d'acqua e la pianura alluvionale sussiste una minima differenza di quota facilmente superabile dalle acque di piena con conseguenti allagamenti di ampie porzioni di territorio.

Gli interscambi - tra gli scorrimenti superficiali e quelli sotterranei - rappresentano la normalità in questo ambito, determinando in passato nei periodi di maggior innalzamento del livello del fiume, fenomeni di risorgenza alla base dell'arginatura maestra con conseguenti problemi di bonifica idraulica dei terreni, ovviato dalla realizzazione di un diaframma lungo l'arginatura.

La pianura alluvionale è caratterizzata da modeste differenziazioni altimetriche, con quote attestate fra 16 e 20 metri s.l.m.; le pendenze sono molto basse, intorno al 3‰.

Le depressioni presenti sono relative soprattutto a condizioni artificiali inerenti le aree ribassate per estrazione di materiale argilloso per l'industria dei laterizi.

Le litologie presenti nel territorio di Roverchiara fanno parte dei materiali alluvionali e possono essere suddivise in:

- *Materiali sciolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione e litorali* – contenuti nell'area tra l'argine maestro e il letto del fiume Adige, rappresentano parte dell'alveo di piena, soggetta a inondazione per portate di piena con ricorrenza superiore a quella della piena ordinaria.
- *Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa* – con spessori superficiali anche considerevoli, predominanti nella maggior parte del territorio comunale.
- *Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa* – costituenti il settore occidentale del territorio comunale al confine con i Comuni di Isola Rizza e San Pietro di Morubio.



Carta Geolitogica PAT – fuori scala –

Le complesse dinamiche deposizionali, che hanno interessato i luoghi in studio, hanno prodotto corpi sedimentari che spesso sfumano l'uno nell'altro; pertanto l'andamento dei limiti ha valore puramente indicativo, stimato sulla base di indagini puntuali talora distanti tra loro. Peraltro anche su distanze molto ridotte la composizione granulometrica dei terreni varia secondo rapporti complessi e non cartografabili alla scala del presente studio.

Alle differenti litologie viene associata una classe di permeabilità e comunque descritta nella cartografia secondo le indicazioni fornite dalla Regione del Veneto:

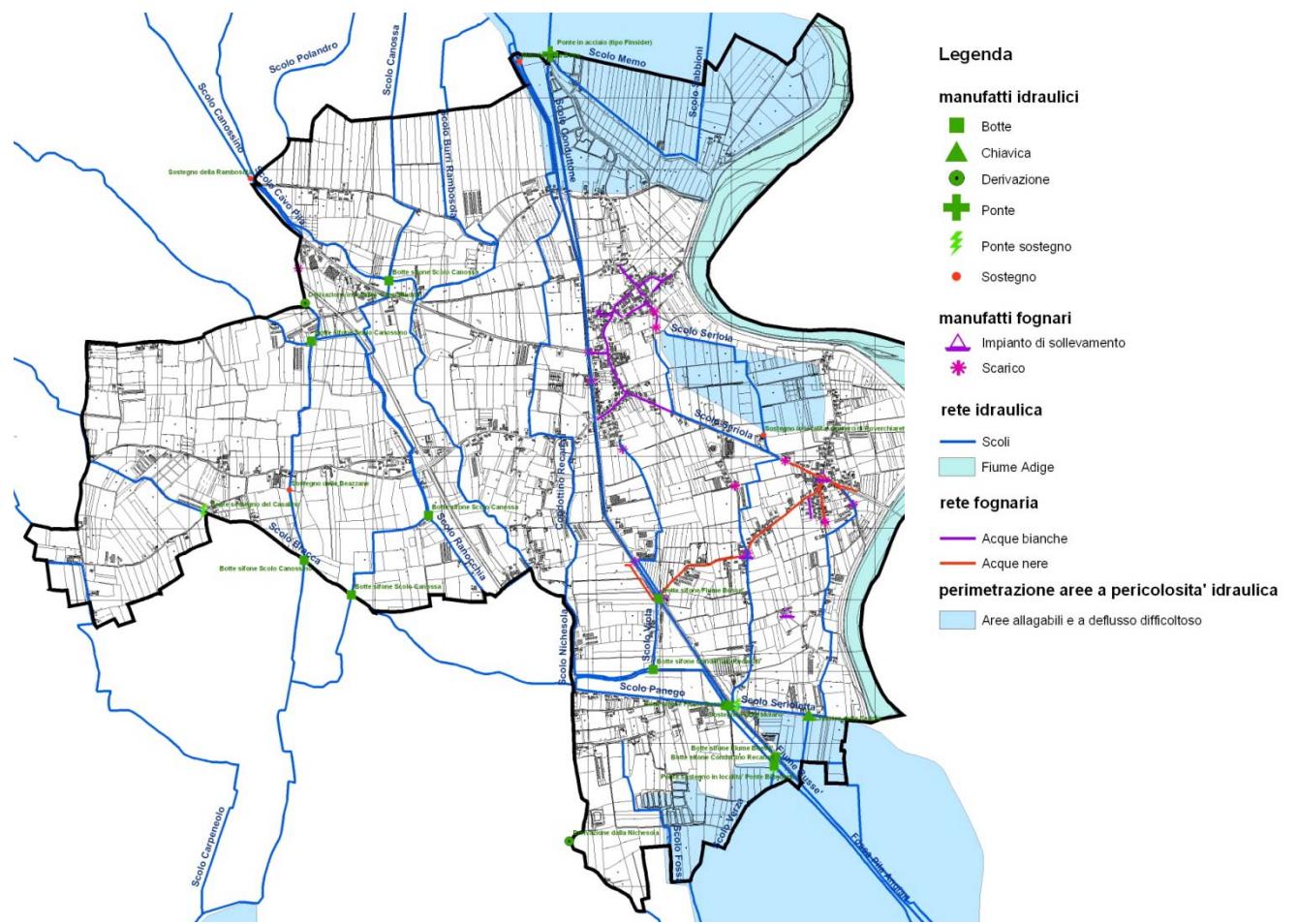
LITOLOGIA	CLASSE	PERMEABILITÀ'
Materiali scolti di alveo fluviale recente stabilizzati dalla vegetazione	1A- Depositi molto permeabili per porosità	$K > 1 \text{ cm/s}$
Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente sabbiosa	2A- Depositi mediamente permeabili per porosità	$K = 1 - 10^{-4} \text{ cm/s}$

Materiali alluvionali, fluvioglaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa	3A - Depositi poco permeabili per porosità	$K = 10^{-4} - 10^{-6}$ cm/s
---	--	------------------------------

Da un punto di vista idrografico il territorio comunale di Roverchiara è dominato dalla fitta rete di canali e scoli, a scopo irriguo e di bonifica, incentrata sul Fiume Bussè e sul Fiume Adige.

Per quanto riguarda il PGRA nessuna porzione del territorio comunale è considerata a pericolosità o a rischio idraulico.

Tuttavia, si individuano alcune situazioni di criticità da imputarsi al deflusso difficoltoso della rete di scolo e alla scarsa permeabilità delle zone perimetrali, localizzate a Nord dell'abitato di Roverchiara, nei pressi del cimitero di Roverchiaretta e al confine meridionale con il Comune di Angari.

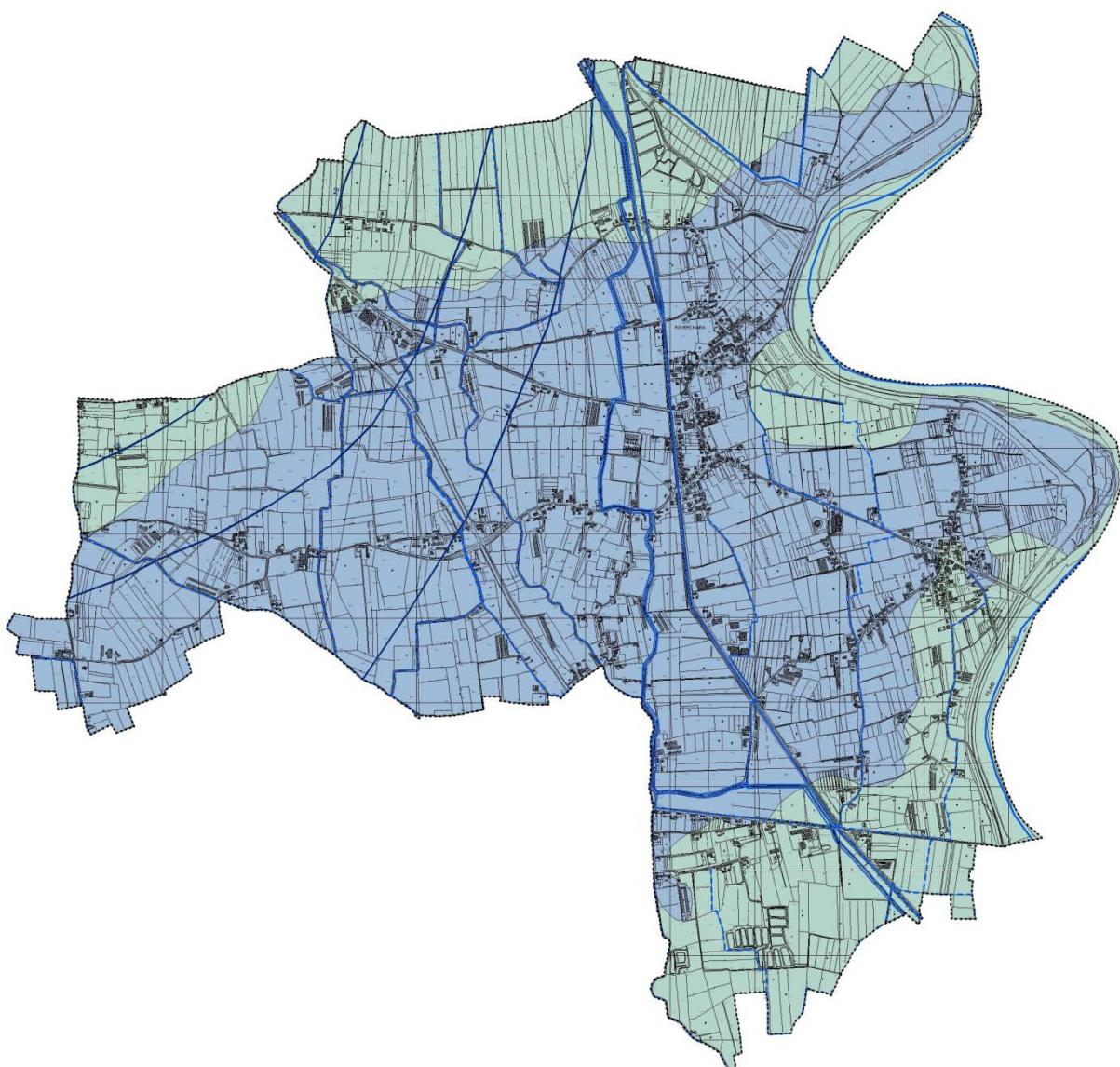


**Idrografia principale e aree allagabili e a deflusso difficoltoso – fuori scala –**

Per quel che concerne le condizioni idrogeologiche del territorio comunale, poiché il

sottosuolo è costituito da depositi sciolti alluvionali con un'alternanza di livelli o lenti a granulometria sabbiosa e a permeabilità media con altri limosi ed argillosi a bassa o molto bassa permeabilità, ci si trova in presenza di un acquifero multistrato.

Riguardo alla litologia presente nei primi metri, i dati reperiti in letteratura e i risultati delle indagini dirette consentono di affermare che l'acquifero è di tipo confinato ed il livello piezometrico è prossimo al piano campagna. Le litologie limose ed argillose che lo proteggono al tetto – acquiclude -, pur non essendo direttamente interessate dal deflusso sotterraneo a causa della loro scarsa permeabilità, presentano un elevato grado di saturazione per l'alta capacità di ritenzione.



#### *Acque sotterranee*

- Area con profondità della falda freatica compresa tra 0 e 2 metri dal p.c.
- Area con profondità della falda freatica compresa tra 2 e 5 metri dal p.c.

Carta della soggiacenza della falda freatica PAT – fuori scala -

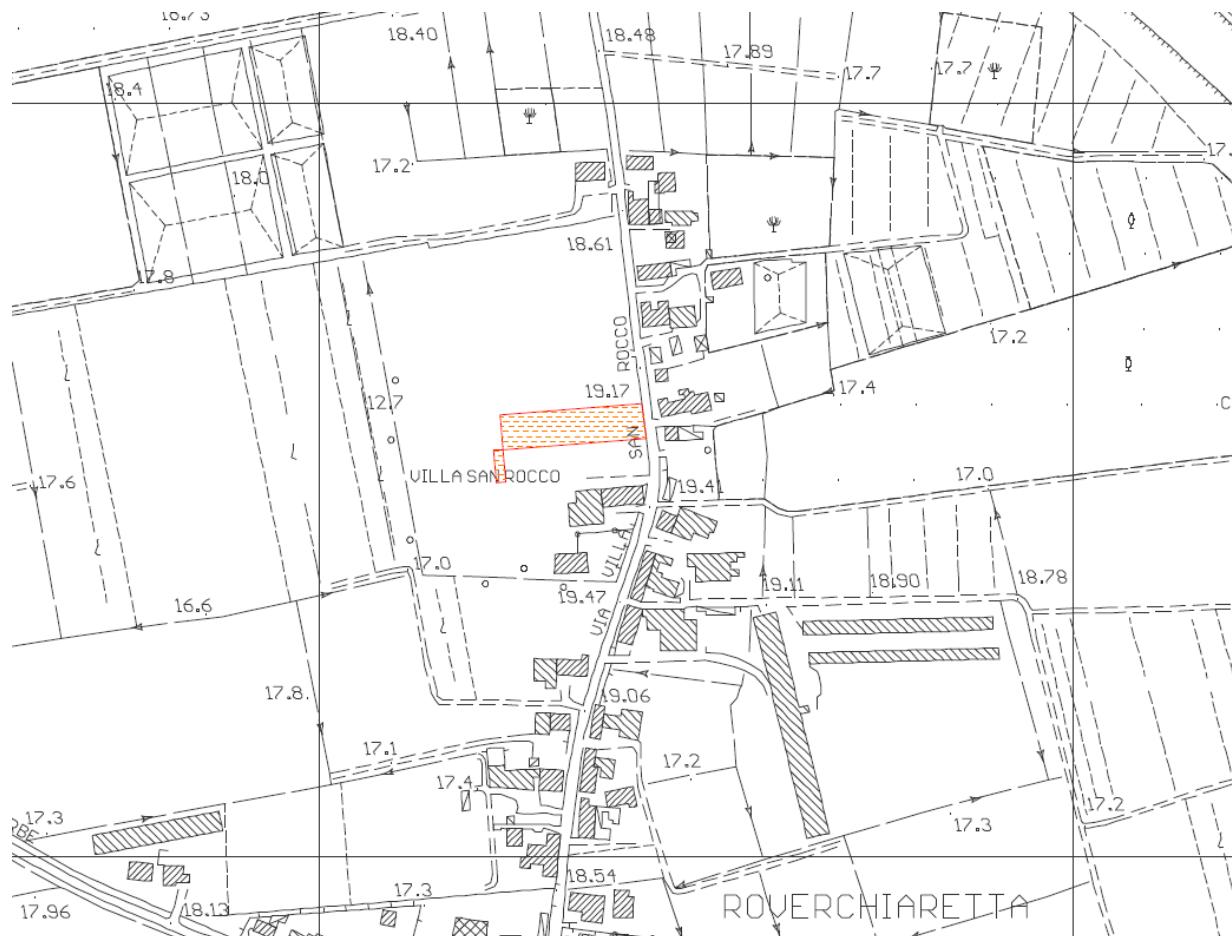
La quasi totalità del territorio comunale è caratterizzata da aree a profondità della falda freatica compresa tra 2 e 5 metri dal piano campagna, ad esclusione delle aree limitrofe al Fiume Adige, a quelle meridionali – zona ex cave – e a quelle dove la falda si trova ad una profondità minore di 2 metri dal piano campagna.

La direzione generale del deflusso è variabile da Nord-Sud a N.O. - S.E.; in prossimità del fiume Adige esse presentano una convessità, dovuta al ruolo drenante che il corso d'acqua assume nei periodi di secca o di morbida. Viceversa, nella stagione di piena, lo scambio idrico si inverte e l'Adige alimenta la falda locale.

## 4 CONDIZIONI DI FRAGILITÀ IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

### 4.1 AREA 4.3 - 5

L'area si trova ad una quota media 17 m s.l.m. nella porzione settentrionale della frazione Roverchiaretta



Estratto CTR con individuazione area di variante



Panoramica da Nord sull'area di variante

Si tratta di un'area costituita da depositi alluvionali a prevalente tessitura limo argillosa, con

soggiacenza della prima falda compresa tra 2 e 5 m.

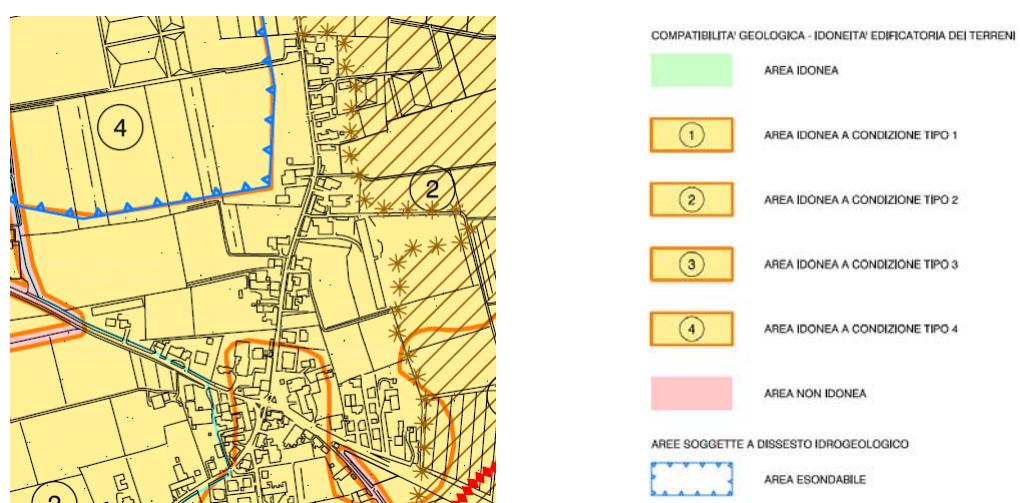
Non è presente una rete idrografica superficiale contigua all'area di intervento e il corso d'acqua più prossimo, scolo Seriola, affluente sinistro del Busse scorre a circa 4300 m a Ovest.

Ricade parzialmente in area a criticità idraulica.



Foto aerea con delimitazione area di variante e area di criticità idraulica (retinatura azzurra)

Per quanto riguarda gli elementi di fragilità, il PAT assegna all'area di variante condizioni di penalizzazione di carattere idrogeologico e/o idraulico per problematiche di tipo idrogeologico dovute al deflusso difficoltoso e potenzialmente allagabili, limitatamente alla zona ovets ricadente nell'area a condizione di tipo 4



Stralcio della Carta delle Fragilità del PAT

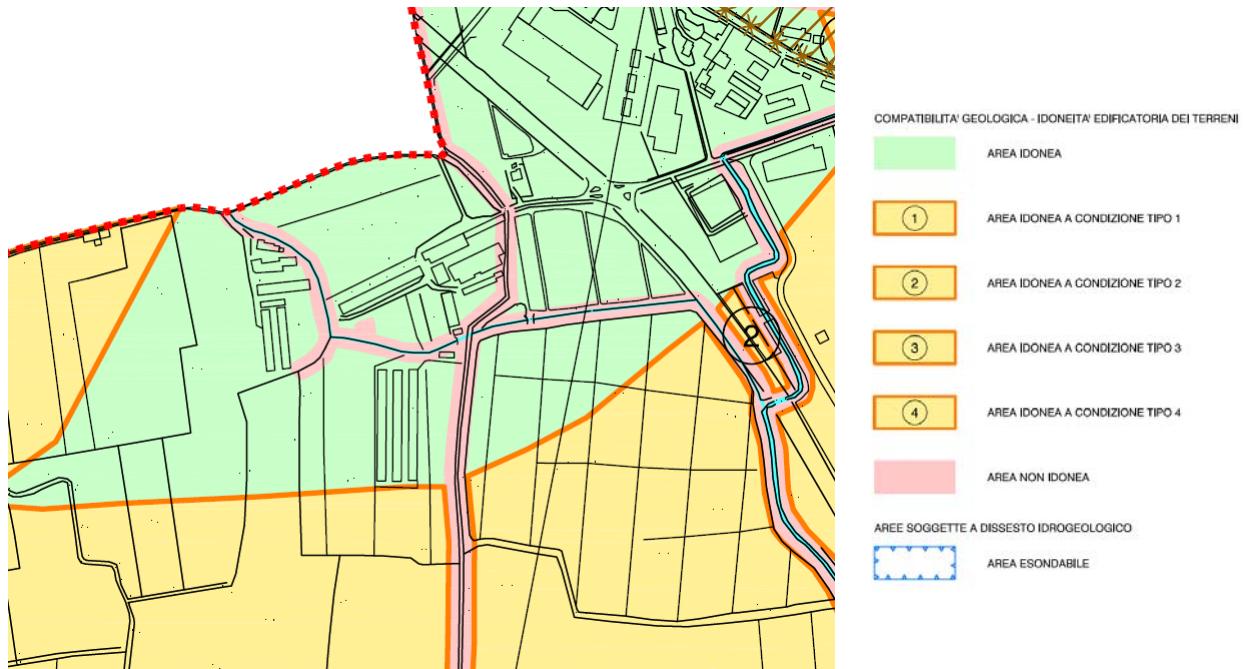
## 4.2 AREA 4.3 - 7

L'area si trova ad una quota media 20 m s.l.m. nella porzione occidentale del territorio comunale, nei pressi di località Quartasola.



L'area si trova immediatamente a valle dello scolo Ranocchia, che si immette più a valle nello scolo Nichesola per poi confluire i destra idrografica nel Busse.

Per quanto riguarda gli elementi di fragilità, il PAT non assegna all'area di variante condizioni di penalizzazione di carattere idrogeologico e/o idraulico.



Stralcio carta delle Fragilità del PAT

## **5 ANALISI IDROLOGICA**

### **5.1 CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE**

Per caratterizzare il comportamento idrologico di un'area d'intervento, con la determinazione della portata, che la rete di drenaggio deve essere in grado di convogliare e smaltire, si utilizzano opportuni metodi di trasformazione afflussi-deflussi, che consentono di associare ad una determinata grandezza idrologica un'assegnata probabilità di accadimento a partire da eventi pluviometrici caratterizzati dalla medesima probabilità.

Lo scopo dell'elaborazione statistica dei dati è la determinazione dei coefficienti **a** (mm/ora) e **n** che compaiono nelle equazioni di possibilità pluviometrica:

$$h = a t^n$$

dove: **h** = altezza di pioggia in mm

**t** = tempo in ore

Il concetto di rischio idraulico è quantificato dal tempo di ritorno **Tr**, definito come l'inverso della frequenza media probabile del verificarsi di un evento maggiore, ossia il periodo di tempo nel quale un certo evento è mediamente uguagliato o superato.

$$Tr = 1 / [1 - P(h \leq H)]$$

L'equazione di possibilità pluviometrica fornisce, per un fissato tempo di pioggia **t**, il massimo valore di **h** nel periodo pari al tempo di ritorno **Tr** e viene utilizzata, nei modelli afflussi-deflussi, per la determinazione della portata afferente all'area interessata.

La stazione pluviometrica utilizzata ai fini dell'analisi idrologica è quella di Montagnana, gestita da ARPAV.

Sono stati raccolti i dati pluviometrici delle serie storiche del valore di altezza di precipitazione di durata pari a 1, 3, 6, 12, 24 ore, fornite dal Centro Meteorologico ARPAV di Teolo.

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, fa riferimento alla distribuzione di Gumbel. Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

La distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$F(x) = \exp(-\exp(-\frac{x-u}{\alpha}))$$

dove  $x$  e  $u$  rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati con il metodo dei momenti:

$$\mu_x = mx = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N xi$$

$$\sigma_x = sx = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (xi - mx)^2}$$

$$\begin{aligned} \alpha &= \frac{\sqrt{6} \cdot sx}{u = m\bar{x} - \lambda \cdot \alpha} && \text{misura della dispersione attorno al valore medio} \\ & && \text{moda} \end{aligned}$$

con  $\lambda = 0,5772$  costante di Eulero.

Indicando con  $F(x)$  la probabilità di non superamento del valore  $x$ , il tempo medio di ritorno è calcolato dalla relazione:

$$Tr = \frac{1}{(1 - F(x))}$$

dove  $Tr$  rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore  $x$  viene superato una sola volta.

Di seguito si riportano i parametri calcolati a seguito dell'elaborazione statistica secondo Gumbel relative alle precipitazioni massime annue effettive della durata da 1 a 24 ore per la stazione di misura di Roverchiara (VR).

Nel campo bilogaritmico la curva ha forma lineare con coefficiente angolare pari ad "n" ed ordinata corrispondente ad un tempo unitario pari ad "a".

Considerata la modesta estensione dei bacini di scolo e prevedendo pertanto modesti tempi di corrievazione, la curva è stata discretizzata con una monomia che caratterizza eventi di durata superiore all'ora, periodo solitamente considerato nella pratica professionale per determinare i volumi di invaso necessari alla laminazione delle portate generate dagli eventi piovosi più gravosi.

Il dimensionamento invece delle condotte della rete fognaria viene di norma effettuato adottando invece le curve di possibilità pluviometriche relative a tempi di pioggia inferiori all'ora. In questa sede non viene affrontata quest'ultima tipologia di dimensionamento, che dovrà essere sviluppata nei progetti dei singoli interventi.

**Stazione Roverchiara**

Quota **17** (m s.l.m.)

Coordinate (EPSG:4258) **11.25118706; 45.2658043** (longitudine;latitudine)

Comune **ROVERCHIARA (Verona)**

Anno	Pioggia in mm									
	1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
	mm	data ora	mm	data ora	mm	data ora	mm	data ora	mm	data ora
<b>1992</b>	23.6	11/07/1992 18:40	31.2	11/07/1992 18:40	32.2	11/07/1992 18:40	39.2	11/07/1992 18:40	56.0	04/10/1992 16:20
<b>1993</b>	20.6	06/10/1993 19:00	24.0	24/09/1993 19:35	27.6	24/10/1993 04:05	47.0	24/10/1993 03:50	51.2	24/10/1993 14:25
<b>1994</b>	27.2	06/11/1994 09:50	38.8	17/09/1994 02:30	65.4	06/11/1994 14:15	84.0	06/11/1994 18:15	86.2	07/11/1994 05:30
<b>1995</b>	18.6	22/06/1995 21:25	33.0	10/06/1995 06:05	38.2	10/06/1995 06:35	40.0	10/06/1995 15:05	49.0	10/06/1995 19:10
<b>1996</b>	36.2	14/06/1996 00:35	36.4	14/06/1996 00:45	36.6	14/06/1996 00:45	36.6	17/11/1996 02:55	54.6	10/12/1996 21:50
<b>1997</b>	22.0	14/07/1997 20:05	22.4	14/07/1997 20:35	25.4	19/06/1997 15:05	32.0	20/12/1997 11:15	36.8	28/04/1997 00:00
<b>1998</b>	46.8	27/05/1998 20:05	49.0	27/05/1998 20:45	49.2	27/05/1998 23:10	49.2	27/05/1998 23:10	54.6	28/05/1998 18:10
<b>1999</b>	23.6	28/07/1999 14:40	36.0	28/07/1999 17:00	36.8	28/07/1999 18:40	48.0	20/09/1999 19:30	50.0	20/09/1999 23:30
<b>2000</b>	27.0	11/06/2000 06:50	42.0	11/06/2000 08:50	45.0	11/06/2000 10:20	61.4	11/06/2000 17:50	69.2	12/06/2000 05:45
<b>2001</b>	30.0	01/09/2001 17:45	33.2	01/09/2001 18:50	44.4	19/07/2001 23:45	68.0	20/07/2001 05:45	75.0	20/07/2001 14:40
<b>2002</b>	54.0	24/05/2002 01:55	77.8	15/07/2002 15:05	84.4	15/07/2002 16:00	84.4	15/07/2002 16:00	86.0	15/07/2002 15:30
<b>2003</b>	27.8	02/06/2003 20:50	29.4	02/06/2003 21:10	29.4	02/06/2003 21:10	30.2	08/11/2003 16:15	32.4	08/11/2003 19:55
<b>2004</b>	31.0	14/09/2004 18:50	68.0	14/09/2004 19:10	82.4	14/09/2004 20:15	93.4	14/09/2004 23:35	96.4	15/09/2004 08:10
<b>2005</b>	31.0	14/08/2005 19:05	41.2	03/10/2005 17:20	56.4	03/10/2005 19:05	63.2	18/05/2005 08:05	71.8	03/10/2005 19:25
<b>2006</b>	26.0	03/08/2006 05:20	36.0	15/09/2006 04:05	48.2	15/09/2006 06:15	55.0	15/09/2006 05:30	58.4	15/09/2006 10:25
<b>2007</b>	35.2	27/05/2007 15:45	36.2	27/05/2007 16:25	36.2	27/05/2007 16:25	36.2	27/05/2007 16:25	48.6	28/05/2007 14:35
<b>2008</b>	41.4	17/06/2008 23:10	43.0	17/06/2008 23:25	43.6	18/06/2008 03:20	43.6	18/06/2008 03:20	48.0	07/11/2008 03:10
<b>2009</b>	57.2	09/07/2009 19:25	57.6	09/07/2009 19:45	57.6	09/07/2009 19:45	57.6	09/07/2009 19:45	57.6	09/07/2009 19:45
<b>2010</b>	28.0	09/09/2010 23:10	31.2	10/09/2010 01:05	32.0	10/09/2010 01:45	36.4	04/05/2010 20:00	44.0	05/05/2010 07:40
<b>2011</b>	32.2	11/06/2011 07:50	38.0	11/06/2011 09:40	38.0	11/06/2011 09:40	39.6	16/03/2011 12:50	53.4	17/03/2011 02:50
<b>2012</b>	33.4	31/08/2012 15:25	44.4	01/10/2012 02:55	47.0	01/10/2012 03:15	69.4	11/11/2012 11:10	75.0	11/11/2012 18:10
<b>2013</b>	39.0	14/08/2013 06:55	45.2	14/08/2013 08:50	48.6	14/08/2013 10:05	48.6	14/08/2013 10:05	59.6	17/05/2013 07:00
<b>2014</b>	69.2	05/08/2014 05:55	72.6	05/08/2014 07:50	73.2	05/08/2014 06:15	73.8	05/08/2014 08:00	73.8	05/08/2014 08:00
<b>2015</b>	13.2	27/06/2015 20:30	19.2	06/02/2015 01:15	29.0	06/02/2015 02:05	42.2	06/02/2015 07:35	55.8	06/02/2015 08:05
<b>2016</b>	65.2	14/06/2016 06:20	92.6	14/06/2016 07:35	92.8	14/06/2016 08:40	92.8	14/06/2016 08:40	135.4	15/06/2016 02:50
<b>2017</b>	38.4	22/10/2017 20:25	46.8	22/10/2017 22:00	47.6	22/10/2017 22:00	47.6	22/10/2017 22:00	47.6	22/10/2017 22:00
<b>2018</b>	84.0	01/09/2018 18:05	92.0	01/09/2018 20:00	92.0	01/09/2018 20:00	93.0	02/09/2018 04:25	101.0	02/09/2018 02:40
<b>2019</b>	24.4	06/09/2019 09:05	45.4	06/09/2019 10:25	71.8	06/09/2019 11:55	79.8	06/09/2019 17:35	80.0	06/09/2019 17:35
<b>2020</b>	39.8	08/06/2020 15:40	43.6	08/06/2020 17:20	44.8	08/06/2020 20:10	44.8	08/06/2020 20:10	46.0	09/06/2020 04:05
<b>2021</b>	29.8	27/07/2021 16:40	29.8	27/07/2021 16:40	36.2	01/11/2021 20:00	36.8	01/11/2021 20:00	38.8	01/11/2021 20:00
<b>2022</b>	33.4	17/08/2022 19:25	36.0	27/07/2022 04:25	41.2	27/07/2022 06:00	50.2	18/08/2022 04:50	69.8	18/08/2022 12:30
<b>2023</b>	32.2	30/10/2023 10:20	41.6	30/10/2023 11:15	46.4	06/07/2023 11:05	52.2	24/10/2023 12:45	55.2	24/10/2023 20:00

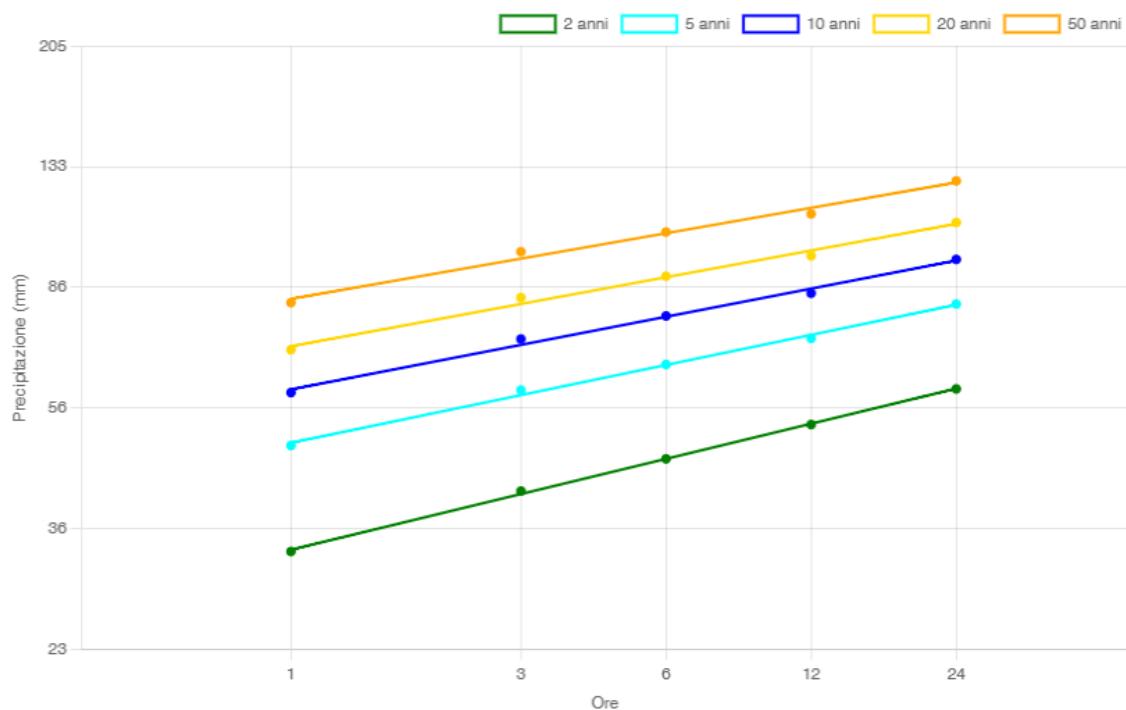
Parametri della distribuzione probabilistica di Gumbel

Parametro	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
<b>Numerosità (anni)</b>	32	32	32	32	32
<b>Media (mm)</b>	35.67	44.18	49.36	55.51	63.04
<b>Deviazione standard (mm)</b>	15.512	18.208	18.864	19.177	21.413
<b>Alfa</b>	13.643	16	16.584	16.863	18.832
<b>Mu</b>	28.331	35.561	40.438	46.434	52.908

Parametri delle curve di possibilità pluviometriche con durata 1-24h (espressa in ore)

Tempo di ritorno	a	n
2 anni	33.544	0.182
5 anni	49.276	0.156
10 anni	59.707	0.146
20 anni	69.719	0.139
50 anni	82.684	0.132

Curve di possibilità pluviometrica con metodo di Gumbel, durata 1-24h



Come prescritto nella D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009 “in relazione all’applicazione del principio dell’invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredata di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrispondenza critico per le nuove aree da trasformare. Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni” e la curva di possibilità pluviometrica è:

$$h \text{ (mm)} = 82,684 t^{0.132}$$

## **6 INDICAZIONI PROGETTUALI PER LE MISURE COMPENSATIVE**

Secondo la D.G.R.V. n°2948/2009, si possono suddividere gli interventi di trasformazione urbanistica in diverse categorie a seconda dell'estensione dell'area:

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.10 ha (1000 mq)
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 0.10 ha e 1 ha ( 1000 e 10000 mq)
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha ( 10000 e 100000 mq) – intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.30
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0.30

*Definizioni classi di intervento secondo la D.G.R.V. n°2948/2009*

Le aree di variante valutate interessano superfici complessive comprese tra i 2.000 e i 8.000 m<sup>2</sup> circa, per cui ricadono nella classe di intervento “Modesta impermeabilizzazione potenziale”

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

1. Nel caso di **trascuribile impermeabilizzazione** potenziale è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
2. Nel caso di **modesta impermeabilizzazione**, 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 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
3. Nel caso di **significativa impermeabilizzazione** andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico i modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione
4. Nel caso di **marcata impermeabilizzazione** è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Inoltre, secondo la D.G.R.V. n°2948/2009, il grado di approfondimento e dettaglio della Valutazione di Compatibilità Idraulica deve esser rapportato all'entità e alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche con una progressiva definizione articolata tra PAT, PI, PUA.

Si dovrà comunque tener conto che il Piano degli Interventi definisce solo il perimetro ed i rapporti di copertura per cui i calcoli di dettaglio dovranno comunque essere rimandati alla futura fase esecutiva.

Per la redazione di successive valutazione di compatibilità, dovranno essere eseguiti una serie di rilievi mirati alla determinazione delle caratteristiche morfologiche e idrauliche locali. Infatti il calcolo delle portate, inizia dalle precipitazioni, ma è fortemente condizionato dalle estensioni delle aree, dalla natura dei terreni attraversati e dalla composizione delle superfici scolanti.

Gli invasi necessari a laminare le portate di piena potranno essere realizzati, a causa della bassa soggiacenza di falda con le tipologie di seguito elencate,:

1. bacini di laminazione, realizzati mediante la depressione delle aree verdi o sistemi di stoccaggio sotterranei, collegati alla rete di scolo per mezzo di un manufatto che limiti le portate scaricate;
2. rete di fognatura dotata di condotte sovradimensionate per consentire un invaso distribuito in rete;

I bacini di laminazione inseriti in aree a verde destinati a raccogliere le acque meteoriche sono uno dei dispositivi più semplici ed economici.

Il bacino di accumulo assume usualmente una configurazione planimetrica irregolare, simile ai laghetti che si trovano talvolta all'interno dei giardini pubblici.

Poiché risulta acquisito che la prima frazione dei volumi di pioggia può presentare carichi inquinanti, tale tipo di bacino di laminazione viene spesso abbinata ad un bacino di prima pioggia interrata, collegata all'impianto di depurazione.

Il bacino di laminazione può essere suddiviso in compatti caratterizzati da diversa frequenza di allagamento, realizzando il fondo della bacino dei vari compatti a quote diverse, o, in alternativa, mediante argini interni di separazione tracimabili.

Il vantaggio di tale disposizione è dato dalla maggiore fruibilità a scopo ricreativo della parte di invaso che viene allagato più raramente, e dalla possibilità di razionalizzare le operazioni di manutenzione.

Gli stoccaggi sotterranei possono essere realizzati con strutture in calcestruzzo armato, con cisterne prefabbricate in vari materiali o anche mediante utilizzo di moduli prefabbricati assemblati da posizionare sotto aree a parcheggio, strade o aree verdi.

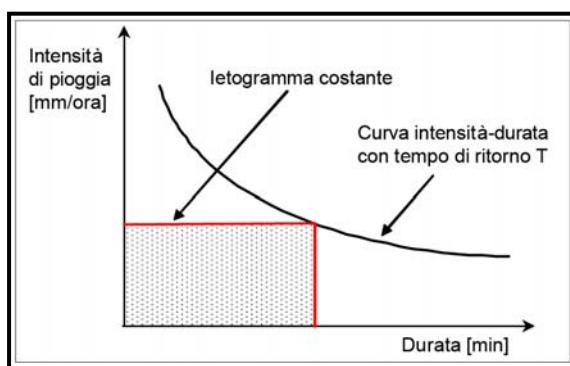
La realizzazione di una rete di fognatura dotata di condotte sovradimensionate può consentire di evitare il ricorso ad una vasca di laminazione finale, e ben si presta ad utilizzare come sede di invaso quella sottostante alla rete stradale ed ai piazzali.

L'adozione di tale tecnica privilegia principalmente le situazioni nelle quali gli spazi per altre opere compensative risultano limitati.

## 7 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLA TRASFORMAZIONE

### 7.1 STIMA DELL'IDROGRAMMA DI PIENA

La prima fase di quest'analisi ha comportato la definizione di uno **ietogramma costante**. Questo ietogramma, sicuramente il più diffuso nell'ambito progettuale, è dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica con l'ipotesi che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia sia costante in tutta la durata. Per la sua definizione è necessario quindi specificare la durata dell'evento. Quest'ultima risulterà funzione delle portate in ingresso al sistema di laminazione, prodotte dall'evento piovoso, e di quelle in uscita, proporzionali alla superficie dell'area da servire. Il metodo adottato per la stima della durata dell'evento piovoso è di tipo iterativo e conduce, caso per caso, a risultati diversi, massimizzando comunque ogni volta i volumi prodotti.



*ietogramma rettangolare*

Non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alle canalizzazioni per essere convogliato verso il recapito finale. I fenomeni idrologici che avvengono sulla superficie del bacino scolante modificano sostanzialmente sia la distribuzione temporale che il volume della pioggia utile ai fini del deflusso nella rete di drenaggio. Se si prescinde dall'evapotraspirazione e dall'intercettazione (del tutto trascurabili in un bacino durante un evento di pioggia particolarmente intenso) i fenomeni idrologici che intervengono sono sostanzialmente legati all'infiltrazione e immagazzinamento di acqua nelle depressioni superficiali esistenti.

Questi processi, in realtà molto complessi, sono normalmente trattati con un approccio di tipo concettuale, basato cioè su equazioni empiriche e non derivanti dalla modellazione rigorosa del fenomeno fisico.

Il valori dei coefficienti di deflusso utilizzati sono quelli indicati nell'Allegato A della D.G.R.V. n.2948 del 6 ottobre 2009 – indicazioni operative per la redazione dei nuovi strumenti urbanistici – proposti nella letteratura di settore e adottati nella normale pratica progettuale, in mancanza di una descrizione dettagliata della copertura del suolo.

Tipologia area	Coefficiente di deflusso
Agricola	0,1
Permeabili (aree verdi)	0,2
Semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato)	0,6
Impermeabili (strade, tetti, marciapiedi)	0,9

*Coefficienti di deflusso secondo la D.G.R.V. n°2948/2009*

L'ultima fase dell'analisi porta alla creazione dell'idrogramma di piena.

Tra i diversi metodi a disposizione, si è scelto il “**metodo lineare della corriavazione – metodo razionale –**”. Tale metodo schematizza il bacino come un insieme di canali lineari, tale cioè che il tempo di percorrenza del bacino sia un'invariante. È possibile quindi, almeno in via concettuale, tracciare le così dette linee isocorrive che uniscono i punti del bacino ad ugual tempo di corriavazione. Da esse, infine, è possibile costruire la curva aree-tempi che rappresenta in ordinate le aree del bacino comprese tra la sezione di chiusura e la linea isocorriva relativa al generico tempo di corriavazione, rappresentato in ascissa. Quest'ultimo, per una data superficie totale **S**, si definisce semplicemente tempo di corriavazione del bacino in esame **t<sub>c</sub>**. Dalla curva aree-tempi è possibile dedurre l'IUH – Idrogramma Unitario Istantaneo – che assume la forma:

$$h(t) = \frac{1}{S} \cdot \frac{dS}{dt}$$

dove **dS/dt** è la derivata dalla curva aree tempi medesima.

Il **tempo di corriavazione** del bacino è il tempo necessario perché la goccia d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano possa raggiungere la sezione di chiusura del bacino stesso.

Esso è valutato indipendentemente dalla possibile interferenza nel deflusso della goccia con altre particelle d'acqua.

Per bacini artificiali il tempo di corriavazione **t<sub>c</sub>** può, in prima approssimazione, essere valutato come somma di due termini

$$t_c = t_i + t_r$$

dove:

- t<sub>i</sub>** = tempo di ingresso, cioè il tempo che impiega la particella d'acqua a giungere alla più vicina canalizzazione scorrendo in superficie,
- t<sub>r</sub>** = è il tempo di trasferimento lungo i canali della rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura.

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

Descrizione del Bacino	$t_i$ [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

*Valori dei tempi di ingresso secondo Fair*

Per la determinazione del tempo  $t_r$  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.

*A questo punto è possibile a partire dai parametri pluviometrici ( $a, n$ ) di progetto, dal coefficiente di deflusso e dal tempo di corrievole, ottenere per il tempo di ritorno di 50 anni i volumi necessari alla laminazione delle portate di pioggia, potendo scaricare nella rete idrografica esistente la sola portata specifica caratteristica di un apporto proveniente da un suolo agrario. Quest'ultima viene generalmente fissata dai Consorzi di bonifica in 5 l/s per ettaro.*

## 7.2 STIMA DEI VOLUMI SPECIFICI DI INVASO

Il dimensionamento del bacino di laminazione può essere effettuato a partire dalle curve di possibilità pluviometrica; anche in questo caso si considera un tempo di ritorno pari a 50 anni.

Il volume specifico affluente,  $V_i$ , al bacino è:

$$V_i = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n [m^3]$$

Il volume  $V_u$ , che s'infiltra nel terreno è:

$$V_u = Q_u \cdot t [m^3]$$

Risulta dunque che il volume specifico invasato,  $V_{invasato}$ , nel bacino di laminazione è dato dalla differenza:

$$V_{invasato} = V_i(t) - V_u(t) [m^3]$$

## **8 DIMENSIONAMENTO MISURE COMPENSATIVE**

Come richiesto dalla DGR n.2948 del 06/10/2009, in questa fase si valuta l'impatto idraulico della trasformazione prevista, indicando gli interventi atti a garantire l'invarianza idraulica rispetto alla condizione attuale.

Nonostante l'indisponibilità in questa fase della pianificazione di una definita proposta progettuale si è considerato un uso del suolo tipico per le tipologie insediative in programma e si è proposto una soluzione per la realizzazione delle opere compensative.

### **8.1 AREA CAP. 4.3 -5**

L'area di variante in ampliamento interessa una superficie di 2.289 m<sup>2</sup>.

L'aumento di capacità edificatoria prevista dalla variante è di 200 m<sup>3</sup>

I parametri di progetto della variante al PI per questa area possono in linea indicativa essere così previsti:

- Coperture impermeabili (tetti e superfici esterne pavimentate) 200 m<sup>2</sup>
- Verde privato 2.089 m<sup>2</sup>

#### **8.1.1 Calcolo idrogrammi di piena**

Per lo stato attuale dell'area di ampliamento in variante, riferito alla destinazione d'uso vigente si assume in via cautelativa il seguente il coefficiente di deflusso:

STATO ATTUALE		
TIPOLOGIA	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente di deflusso
PERMEABILE	2.289	0,1
<b>TOTALE</b>	<b>2.289</b>	<b>0,1</b>

Allo stato ante variante, i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO ATTUALE	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 82,684 \cdot t^{0,132}$
Tempo di corrievazione	20 min
Coefficiente di deflusso	0,1

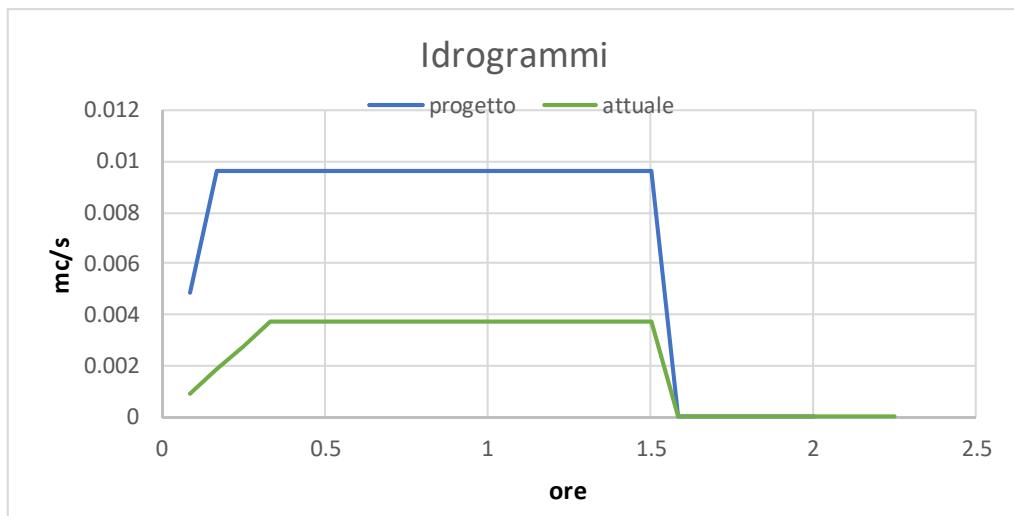
Per lo stato post variante i coefficienti di deflusso medi saranno così variati

STATO PROGETTO		
TIPOLOGIA	Superficie (m <sup>2</sup> )	Coefficiente di deflusso
PERMEABILE (verde profondo)	2.089	0,2
IMPERMEABILE (coperture edifici coperture esterne)	2.089	0,9
<b>TOTALE</b>	<b>2.289</b>	<b>0.26</b>

I parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO di PROGETTO	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 82,684 t^{0.132}$
Tempo di corriavazione	10 min
Coefficiente di deflusso medio	0.26

Gli idrogrammi di piena per lo stato attuale e di progetto, considerando una stessa durata di pioggia pari a 180 minuti, ma diversi coefficienti di deflusso sono:



Come si può notare allo stato di progetto il coefficiente di deflusso superiore fa alzare il picco della portata che massimizza i volumi.

La portata massima in uscita dallo stato originario è di 3,7 l/s mentre quella di progetto raggiungerà i 9,6 l/s.

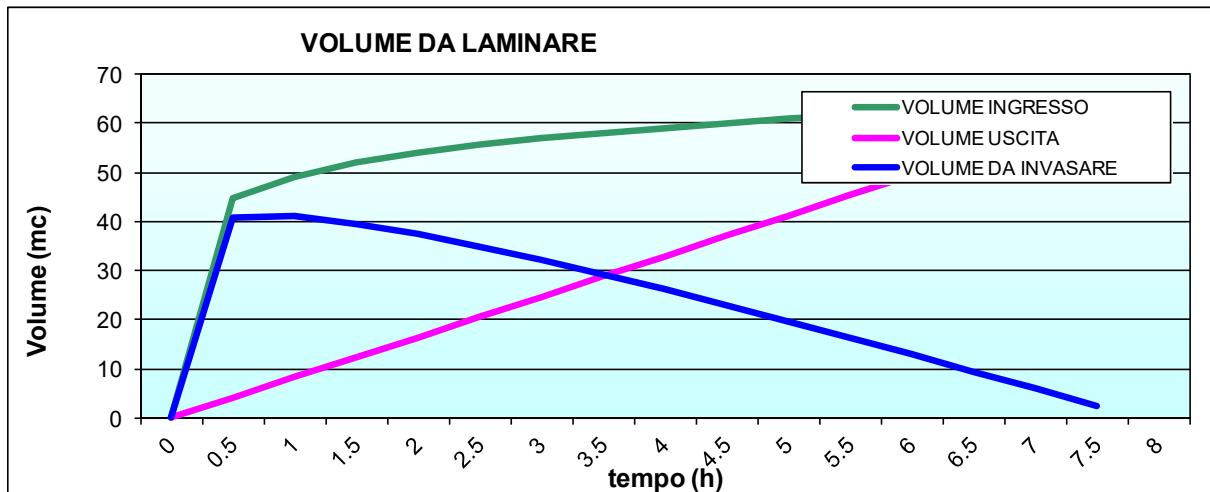
Nei calcoli che seguono sarà utilizzato un coefficiente di deflusso in uscita pari a 10 l/s per ettaro di superficie.

### 8.1.2 Calcolo volumi di laminazione con il metodo razionale

Considerando di consentire un deflusso diretto non superiore a 10 l/s per ettaro, il volume da laminare sarà pari a circa 41 m<sup>3</sup>, pari a un volume specifico di 179 m<sup>3</sup>/ha

Risulta infatti che il volume specifico immagazzinato, Vimmagazzinato, nel sistema di laminazione è dato dalla differenza:

$$V_{immagazzinato} = Vi(t) - Vu(t) [m^3]$$



Per quest'area non è presente una rete idrica superficiale naturale in un intorno utile per lo scarico diretto dei deflussi laminati. La progettazione dell'intervento a livello di PdC dovrà quindi identificare e dimensionare appositi sistemi di rilascio delle portate laminate.

Il bacino di laminazione potrà essere realizzato creando una depressione all'interno delle aree verdi.

## 8.2 AREA CAP. 4.3 -7

L'area di variante in ampliamento interessa una superficie di 8.101 m<sup>2</sup> da implementare nell'attività produttiva esistente, senza prevedere nuova possibilità edificatoria.

I parametri di progetto della variante al PI per questa area sono i seguenti:

- rapporto di copertura massimo 36,3%
- superfici a servizi 10 m<sup>2</sup>/100 m<sup>2</sup> 10% (di cui 1/2 a parcheggi e 1/2 a verde)
- a meno delle aree destinate agli spazi costruiti, alle aree di accesso, piazzali per la movimentazione dei mezzi, aree a verde e parcheggio, la parte rimanente dovrà essere sistemata a verde privato. Sulla base della planimetria indicativa dello stato di progetto riportata nella scheda di variante risulta che del rimanente 53,7% dell'area

complessiva, circa il 50% sarà destinato a verde e 50% a pavimentazioni esterne (piazzali, piste)

Pertanto con riferimento alla superficie di ampliamento prevista dalla presente variante, dei complessivi 8.101 m<sup>2</sup>:

il 36,3% pari a 2.941 m<sup>2</sup> incideranno su coperture impermeabili

il 5%+26,85% (totale 31,85%) pari a 2.580 m<sup>2</sup> incideranno su superfici esterne impermeabili

il 5%+26,85% (totale 31,85%) pari a 2.580 m<sup>2</sup> incideranno su superfici esterne a verde permeabili.

### **8.2.1 Calcolo idrogrammi di piena**

Per lo stato attuale dell'area di ampliamento in variante, riferito alla destinazione d'uso vigente si assume in via cautelativa il seguente il coefficiente di deflusso:

<b>STATO ATTUALE</b>		
<b>TIPOLOGIA</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Coefficiente di deflusso</b>
PERMEABILE	8.101	0,1
<b>TOTALE</b>	8.101	<b>0,1</b>

Allo stato ante variante, i parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

<b>STATO ATTUALE</b>	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 82,684 t^{0.132}$
Tempo di corriavazione	20 min
Coefficiente di deflusso	0,1

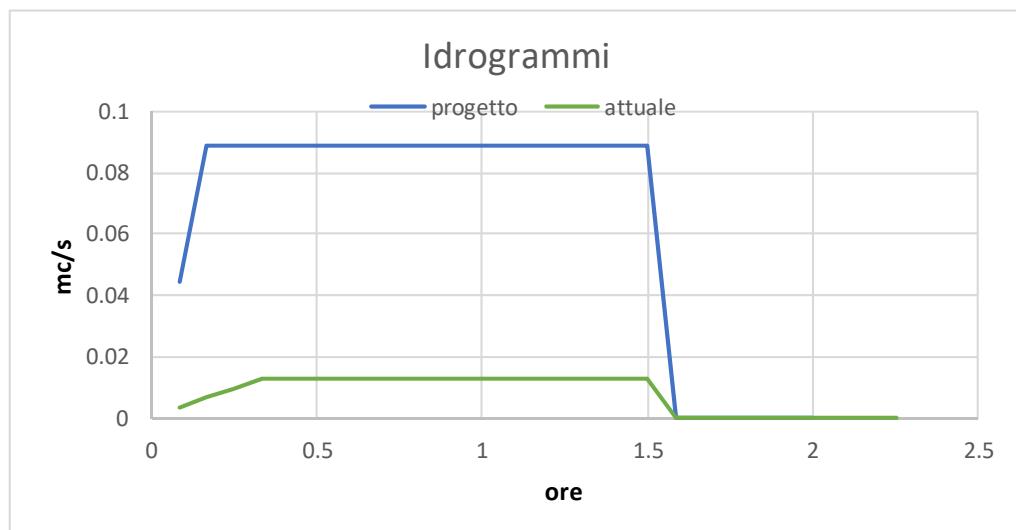
Per lo stato post variante i coefficienti di deflusso medi saranno così variati

<b>STATO PROGETTO</b>		
<b>TIPOLOGIA</b>	<b>Superficie (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Coefficiente di deflusso</b>
PERMEABILE (verde profondo)	2.580	0,2
IMPERMEABILE (coperture edifici coperture esterne)	5.521	0,9
<b>TOTALE</b>	<b>8.101</b>	<b>0,68</b>

I parametri idraulici assunti per il calcolo dell'idrogramma di piena sono:

STATO di PROGETTO	
Curva di possibilità pluviometrica	$h = 82,684 t^{0.132}$
Tempo di corriavazione	10 min
Coefficiente di deflusso medio	0.68

Gli idrogrammi di piena per lo stato attuale e di progetto, considerando una stessa durata di pioggia pari a 180 minuti, ma diversi coefficienti di deflusso sono:



Come si può notare allo stato di progetto il coefficiente di deflusso superiore fa alzare il picco della portata che massimizza i volumi.

La portata massima in uscita dallo stato originario è di 13 l/s mentre quella di progetto raggiungerà i 88 l/s.

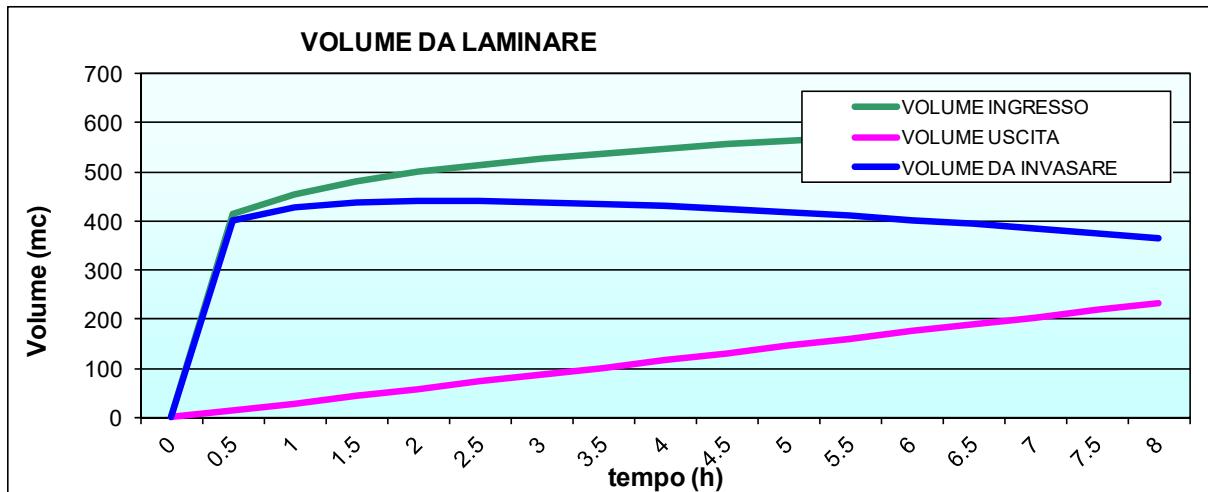
Nei calcoli che seguono sarà utilizzato un coefficiente di deflusso in uscita pari a 10 l/s per ettaro di superficie.

### 8.2.2 Calcolo volumi di laminazione con il metodo razionale

Considerando di consentire un deflusso diretto non superiore a 10 l/s per ettaro, il volume da laminare sarà pari a circa 441 m<sup>3</sup>, pari a un volume specifico di 544,5 m<sup>3</sup>/ha

Risulta infatti che il volume specifico immagazzinato, Vimmagazzinato, nel sistema di laminazione è dato dalla differenza:

$$V_{immagazzinato} = Vi(t) - Vu(t) [m^3]$$



Per quest'area è presente una rete idrica superficiale naturale (scolo Ranocchia) in un intorno utile per lo scarico diretto dei deflussi laminati. La progettazione dell'intervento a livello di PdC dovrà quindi identificare e dimensionare appositi sistemi di rilascio delle portate laminate.

Il bacino di laminazione potrà essere realizzato creando una depressione all'interno delle aree verdi.

## **9 ANALISI COMPARATIVA CON INDICAZIONI DEL PAT**

E' stato fatto anche un confronto con i volumi di invaso previsti dalla VCI del PAT con quelli calcolati per la presente variante al PI. La VCI del PAT indica volumi di invaso specifici compresi tra i 420 e i 520 m<sup>3</sup>/ha, quindi in linea con la previsione relativa all'area di Variante 4.3 -5 (544 m<sup>3</sup>/ha)

Si evidenzia invece una netta discrepanza per le valutazioni eseguite per l'area 4.3 – 7 (volume specifico di invaso 179 m<sup>3</sup>/ha), dovuta a una prensione di variante con coefficienti di deflusso decisamente più bassi (0.26). Le indicazioni di piano limitano infatti le possibilità edificatorie per l'ampliamento della zona residenziale a non più di 200 m<sup>3</sup>, su una superficie di ampliamento di oltre 2.000 m<sup>2</sup>. Ne consegue che la trasformabilità in termini di impermeabilizzazione risulta molta bassa.

Per quest'ultima area è da considerarsi che la porzione indicata a criticità idrauliche dal PAT non potrà essere interessata da edificazioni e dovrà pertanto rimanere a verde.

## **10 RISULTATI E INDICAZIONI FINALI**

Lo studio eseguito ha permesso di valutare da un punto di vista della compatibilità idraulica le azioni di modifica territoriale introdotte dal Piano degli Interventi n. 10, che da un punto di vista della compatibilità comportano variazioni modeste.

A seconda dell'utilizzo futuro delle aree di trasformazione sono stati considerati indici di impermeabilizzazione che comunque consentano di mantenere adeguate superfici di verde profondo.

Sulla base delle caratteristiche del territorio esaminato sono state individuate, quali possibili misure di mitigazione della varianza idraulica, gli invasi di laminazione delle portate di piena.

Considerato che per le aree di trasformazione previste dal P.I. il grado di dettaglio non è definito essendo solo ipotizzate le dimensioni areali delle superfici e la percentuale di impermeabilizzazione, non si è proceduto alla verifica del volume di laminazione utilizzando anche altri modelli di trasformazione afflussi-deflussi oltre a quello della corrievazione lineare.

I progetti dei singoli interventi dovranno sviluppare le soluzioni tecniche nel rispetto dei volumi specifici indicati nella presente. In considerazione della fragilità idraulica del territorio si ritiene che nella valutazione delle misure di mitigazione idraulica necessarie per garantire l'invarianza idraulica, siano da considerarsi coefficienti udometrici non superiori a 10 l/s ha, salvo dimostrazione in sede di progettazione dei singoli interventi che valori maggiori non comportino aumento delle condizioni di rischio idraulico.

Dovranno essere parimenti progettate le opere idrauliche di rilascio della laminazione alla rete superficiale limitrofa o in alternativa adeguati sistemi di infiltrazione efficace sul suolo (ad esempio subirrigazione) dimensionati sulla base di prove di permeabilità e di verifica del rispetto di un franco minimo di 1 m dalla superficiale della falda idrica sotterranea più superficiale.

# AUTOCERTIFICAZIONE DA ALLEGARE ALLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

**Oggetto:** Studio di compatibilità idraulica relativo a: PI 10

Comune di: ROVERCHIARA. Autocertificazione ai sensi dell'art. 46 del D.P.R. n. 445 del 28.12.2000.

## AUTOCERTIFICAZIONE DI IDONEITA' PROFESSIONALE

allegato A, p.to 6 alla D.G.R. n.2948 del 06/10/2009

(Sito modulistica: <http://www.regione.veneto.it/web/ambiente-e-territorio/modulistica-ambienteterritorio> ->

Il sottoscritto  dott.  CRISTIANO TOSI aente studio in  
VERONA via B. ZAMPIERI n. 1/D, iscritto all'Ordine  
de la REGIONE VENETO della Provincia di al n. 289, n. tel.  
3355236788, e-mail: cristiano.tosi@yahoo.it sotto la propria  
personale responsabilità, ai sensi e per gli effetti del D.P.R. n. 445/2000, per le finalità  
 contenute nella D.G.R. n. 2948/2009

## D I C H I A R A

di aver avere esperienza nel settore della compatibilità idraulica e di poterla comprovare  
(si allega un elenco firmato degli ultimi lavori seguiti ).

Luogo: VERONA, data: 20/01/2025



*FIRMATO*

---

---

---

# Cristiano Tosi - geologo

Via B. Zampieri 1/D – 37127 Verona  
tel.: 045 8301096 cell.: 3355236788  
e mail: cristiano.tosi@yahoo.it

Verona 20 GENNAIO 2025

## OGGETTO: Elenco lavori di Compatibilità Idraulica eseguiti negli ultimi anni

Ai fini dell'autocertificazione di Idoneità Professionale di cui all'allegato A p.to 6 alla DGR 2948/2009, il sottoscritto dr. geol. Cristiano Tosi, dichiara di aver eseguito negli ultimi anni le seguenti attività professionali inerenti studi di Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI):

- 2018 – Comune di Vicenza – VCI Progetto per la riqualificazione di Piazza Cereda alle Maddalene
- 2019 - Comune di Grezzana (VR): VCI per Variante 2 al PAT
- 2019 – Comune di Buttapietra (VR) VCI P.I.
- 2021 – Comune di Buttapietra (VR) VCI per Variante 3 P.I.
- 2020 VCI per Lottizzazione La Rizza in Comune di Verona
- 2022 VCI per PEEP 61 Loc. Bassona in Comune di Verona
- 2022 VCI per PUA “RSA STRADONE S. LUCIA” SCHEDA NORMA n° RA53 del PI in Comune di Verona
- 2022 VCI per PUA SCHEDA NORMA 131 del PI in loc. Quinzano in Comune di Verona
- 2022 VCI per COMPARTO URBANISTICO CONVENZIONATO SCHEDA norma 42 del P.I. Via Carso Verona
- 2022 – S.E.S.A. S.p.A. VCI per Intervento per la messa in sicurezza stradale mediante la realizzazione di una nuova intersezione a rotatoria e completamento ciclopedinale Este-Ospedaletto Euganeo
- 2023 VCI per variante 3 P.I. Barbarano Mossano (VI)
- 2023 VCI per variante 13B Longare (VI)
- 2024 VCI per PAT Sant’Ambrogio di Valpolicella (VR)

