

**COMUNE DI ARCOLE**

**PROVINCIA DI VERONA**

---

**Oggetto:**

**P.I. 2022 VARIANTE XII - VARIANTE PUNTUALE PER  
INDIVIDUAZIONE NUOVA ZONA PRODUTTIVA D**

*Committente:*

*Comune di Arcole*

**VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA**

Verona, 20/07/2022



Dott. geol. Simone dal Forno

---

*Dott. geol Simone Dal Forno*

*Via L. Dorigo, 21 - 37132 VERONA – cell:347-7345155*

*Mail: [simonedalforno@gmail.com](mailto:simonedalforno@gmail.com) - PEC: [geol.simonedalforno@epap.sicurezza postale.it](mailto:geol.simonedalforno@epap.sicurezza postale.it)*



## **SOMMARIO**

1.0	PREMESSA.....	2
2.0	NORMATIVA.....	2
3.0	DESCRIZIONE DELLA VARIANTE.....	3
4.0	INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA .....	4
4.1	Geologia e idrogeologia .....	5
4.1.1	Permeabilità dei depositi naturali .....	7
4.2	Rete idrografica .....	8
4.3	Pericolosità idraulica.....	8
5.0	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA.....	9
5.1	Norme e Piani di riferimento.....	9
5.1.1	Delibere di Giunta Regionale .....	9
5.1.2	Valutazione di compatibilità idraulica del P.A.T. ....	10
5.2	Valutazione di massima piovosità .....	11
5.3	Valutazione del coefficiente di deflusso .....	13
5.3.1	Calcolo del coefficiente di deflusso .....	14
5.4	Metodo per la stima delle portate massime o di progetto .....	14
5.4.1	Metodo razionale.....	15
5.4.2	Metodo dell'invaso .....	16
5.5	Stima dei volumi di invaso.....	17
6.0	MISURE COMPENSATIVE .....	18
7.0	CONCLUSIONI.....	19
8.0	BIBLIOGRAFIA.....	19
9.0	ALLEGATI.....	20
9.1	Risultati con dati di pioggia ARPAV .....	21
9.2	Risultati con dati di pioggia ANBI Veneto.....	23

## **1.0 PREMESSA**

Nell'ambito della variante puntuale n. XII al P.I., per l'individuazione di una nuova zona produttiva, si definiscono le misure compensative: volte e mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica", come indicato nelle modalità operative e indicazioni tecniche all'allegato A della D.gr. n. 2948 del 06/10/2009.

## **2.0 NORMATIVA**

- D.G.R.V. n. 2948 del 06/10/2009 "L. 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. n. 2948 del 06/10/2009 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative e indicazioni tecniche";
- Norme Tecniche di Attuazione del P.T.A. regionale (art. 121, Decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, "Norme in materia ambientale").
- Norme Tecniche di Attuazione del P.A.T. comunale;
- Norme Tecniche Operative del P.I. comunale.

### **3.0 DESCRIZIONE DELLA VARIANTE**

La variante al P.I. riguarda una modifica di carattere puntuale: di ampliamento della zona produttiva, all'interno dell'ambito previsto dal P.A.T. nella A.T.O. n. 6 (PRODUTTIVO ARCOLE) con direttrice di espansione.

L'area, nella carta delle fragilità del P.A.T., ricade interamente in "Area idonea"; a est è presente un'"Area idonea a condizione" per ridotta soggiacenza della falda.

L'area è interessata, parzialmente, dalla fascia di rispetto per i corsi d'acqua: ai sensi dell'art. 41 della L.R. 11/2004. L'art. 8.4 del P.A.T. definisce per l'A.T.O. 6 -Produttivo Arcole- una fascia di tutela di 20 m dall'unghia esterna dell'argine.

La previsione urbanistica era stata introdotta con la variante al P.I. -approvata con D.C.C. n. 6 del 17.02.2016 (Var. n. 7)- con accordo pubblico/privato ai sensi dell'art. 6 della L.R. 11/2004.

Successivamente, non avendo perfezionato l'accordo si è tornati alla previsione urbanistica previgente del P.I. 2014.

Con le nuove manifestazioni d'interesse -acquisite al protocollo comunale al n. 3850 e n. 3960 del 12 marzo 2022- si riprende il percorso pregresso con gli opportuni adeguamenti.

La nuova zona D ha una superficie totale d'ambito intervento pari 38.310 mq, così suddivise:

- sui mappali n. 1, 2, 6, 37, 38 del foglio 12 mq 19.871 + foglio 10 mapp. 38 mq 15.065 = mq 34.940;
- altre superfici interne all'abito attualmente indicate catastalmente come viabilità: mq 1.560 + mq 1.040 + mq 770 = mq 3.370;

Lo standard minimo del 10% è 3.831 mq. Il verde alberato di mq 4.100 è previsto sui mappali 565 (parte) e 561 (parte) del foglio 10.

In ragione delle manifestazioni d'interesse richiamate, il rapporto di copertura dell'area viene indicato pari al 50% della superficie fondiaria, mediante la formazione di un unico macrolotto con accesso da via Belvedere. Un secondo accesso su via Padovana Nuova dovrà essere autorizzato dalla Provincia. L'intervento non necessita di opere di urbanizzazione di carattere pubblico. Eventualmente uno standard a parcheggio pubblico potrà essere reperito in prossimità dell'accesso.

Nel margine ovest, in area entro la fascia di rispetto di 250 m dalle zone residenziali, sarà utilizzata una superficie a parcheggio (privato e/o pubblico) e manovra: con piantumazione di essenze di alto fusto lungo il margine ovest e comunque non occupato da edifici o altre strutture produttive.

In sede esecutiva (P.C. convenzionato ai sensi dell'art. 28-bis del DPR n. 380/2001) andranno definite le modalità attuative fin qui richiamate, con particolare riferimento al bacino di laminazione e all'eventuale utilizzo dello stesso anche per l'invaso a favore di altre opere pubbliche, a scomputo oneri.

#### 4.0 INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

L'area oggetto di variante si trova lungo via Padovana, tra la Z.A.I. e il centro abitato di Arcole, ed è rappresentata nella Carta d'Italia scala 1:50.000 foglio n. 125 "Vicenza" e nella Carta Tecnica Regionale nell'elemento n. 145043 "Arcole".

La localizzazione secondo il sistema di riferimento WGS84 è: Lat. 45°22'2.36"N - Long. 11°17'12.19"E.



Figura 4-1: Carta d'Italia 1:50.000 Foglio n. 125 "Vicenza"

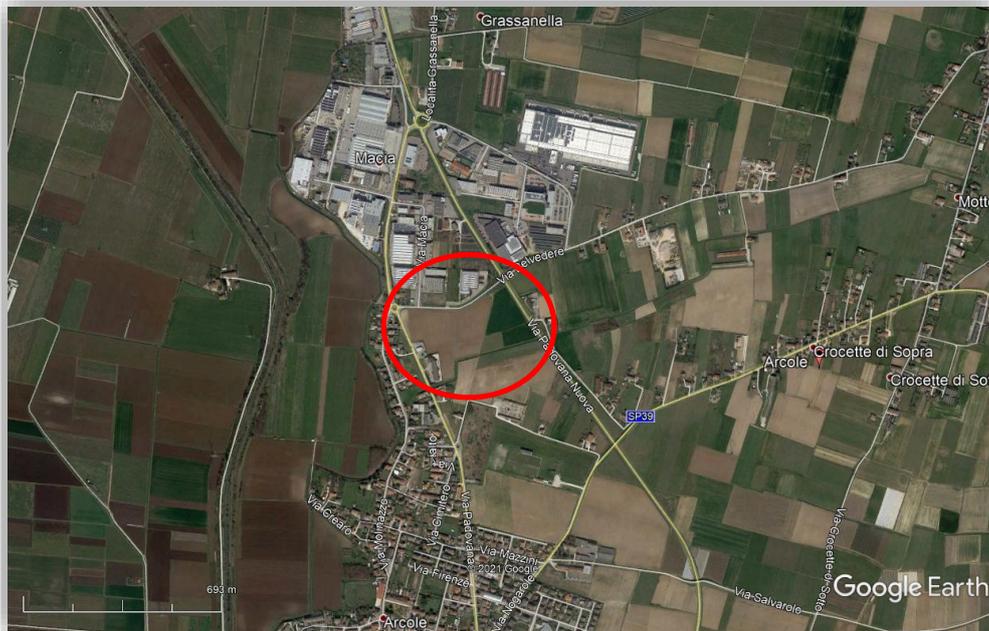


Figura 4-2: Inquadramento area d'intervento (Google Earth)

Comune di Arcole prot. n. 0010277 del 20-07-2022

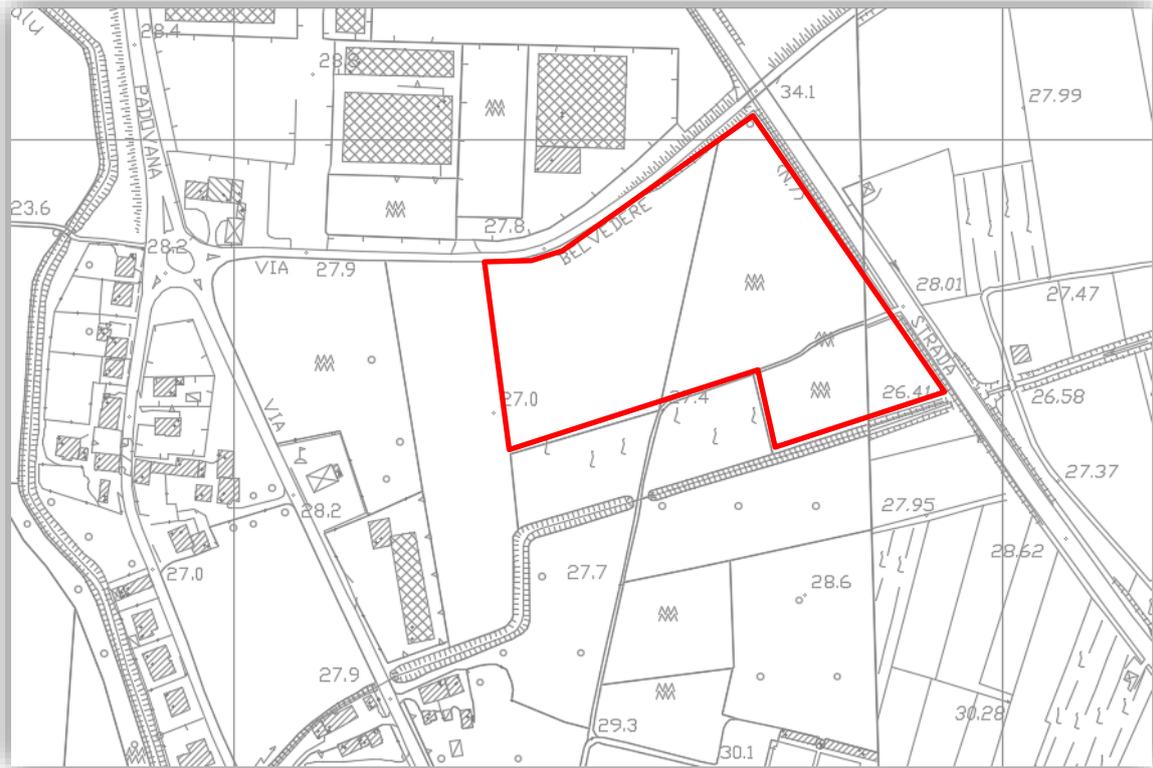


Figura 4-3: Stralcio della Carta Tecnica Regionale elemento: n. 145043 "Arcole" – scala 1:10.000

#### 4.1 Geologia e idrogeologia

Il territorio del comune si colloca sull'unità dell'antico conoide dell'Adige: formato dal materasso alluvionale depositato dal fiume Adige nelle sue ripetute divagazioni, le cui litologie presentano una granulometria prevalentemente sabbiosa e sabbio-limosa.

L'assetto geomorfologico comunale è caratterizzato dall'ampio conoide fluvioglaciale pleistocenico del Fiume Adige inciso, nella parte occidentale del territorio comunale, dal divagare del corso d'acqua pensile del torrente Alpone; il conoide Atesino è modellato anche dagli antichi paleoalvei dell'Adige: testimoni di ampie divagazioni del fiume.

Altro elemento morfologico importante è la scarpata erosiva: che percorre da nord a sud l'intero territorio comunale, con altezze che variano da 1 a 4 metri rispetto al p.c., rasentando, all'incrocio tra via Padovana e via Belvedere, l'area oggetto di variante.

Localmente sono presenti dossi sabbiosi, allungati secondo la direzione ovest-est.

Nella pianura comunale sono presenti quattro aree depresse: situate nella parte occidentale del territorio al di sotto dell'orlo di scarpata fluviale.

In prossimità della zona industriale, si trova un relitto di un canale abbandonato pensile che sfociava nel torrente Alpone. L'area oggetto di variante si presenta pianeggiante, senza forme morfologiche di rilievo, a una quota media di 27 m s.l.m.

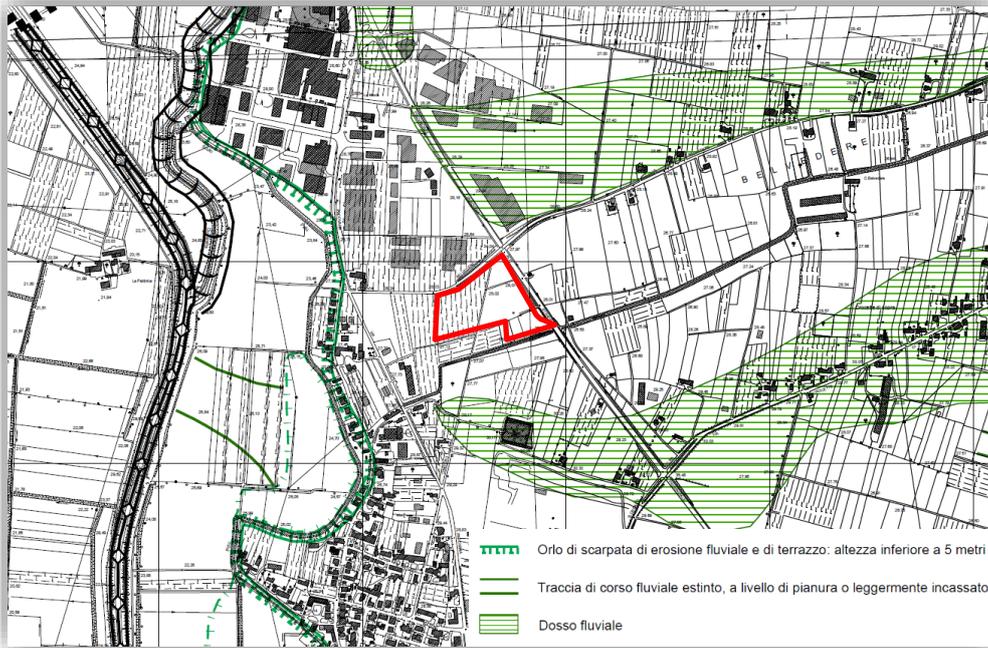


Figura 4-4: Stralcio della Carta Geomorfologica (P.A.T. Comune di Arcole, 2003)

Le litologie arealmente più estese sono costituite da alluvioni a tessitura prevalentemente sabbiosa; le alluvioni a tessitura prevalentemente limosa affiorano, principalmente, all'interno del piano di divagazione del Torrente Alpone; alluvioni a tessitura prevalentemente argillosa, sono presenti nella parte orientale del territorio comunale, al confine con il Comune di Belfiore e nel settore settentrionale del territorio comunale.

Le litologie superficiali -entro i primi 2 m di profondità-, rinvenute in scavi eseguiti all'interno dell'area, sono rappresentate da sabbie argillose, sabbie fini limose e sabbie medio-fini.

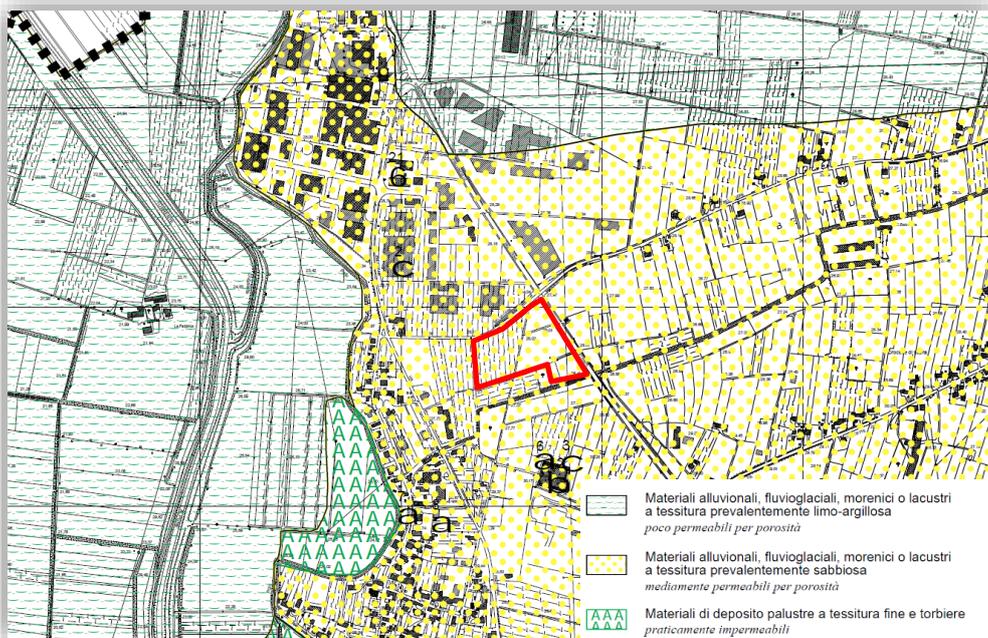


Figura 4-5: Stralcio della Carta Geolitologica (P.A.T. Comune di Arcole, 2003)

Nel dettaglio, la soggiacenza della falda nell'area d'intervento è di circa 5,0 m: in relazione alle quote della massima escursione della falda (22 m s.l.m.) e del piano campagna (27 m s.l.m.).

Le isofreatiche della carta idrogeologica sono il risultato delle misure di massima eseguite tra il 4 settembre e il 7 settembre del 1993 per la redazione della *Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Orientale*; non è da escludere che, anche localmente, ci siano stati dei superamenti in quegli anni caratterizzati da prolungati periodi di piovosità che hanno provocato allagamenti nei piani interrati di edifici nei comuni contermini.

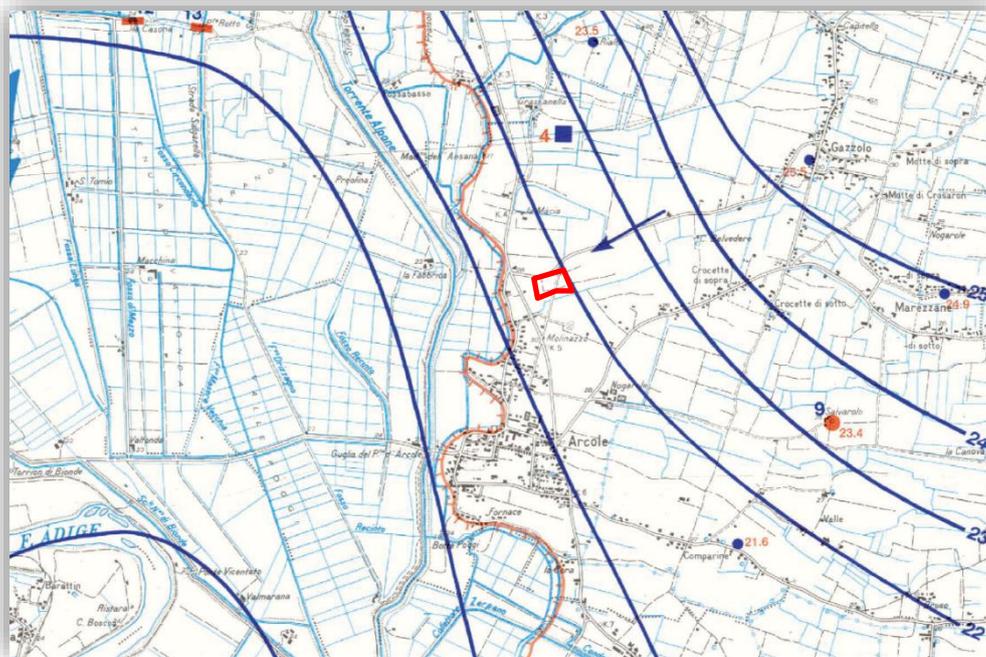


Figura 4-6: Stralcio della Carta Idrogeologica dell'Alta Pianura Veronese Orientale (A. Dal Prà - P. De Rossi - A. Siliotti - A. Sottani)

#### 4.1.1 Permeabilità dei depositi naturali

La permeabilità per porosità del sottosuolo costituito da sabbia argillosa/limosa è ridotta e stimata in  $K=10^{-5}$ - $10^{-6}$  m/s.

Tabella 4-1: Campo di variabilità della permeabilità dei terreni (Cestelli Guidi).

TABELLA 3.2 - Campo di variabilità della permeabilità dei terreni.				
k (cm/sec)	10 <sup>0</sup>	10	1,0	10 <sup>-1</sup> 10 <sup>-2</sup> 10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-4</sup> 10 <sup>-5</sup> 10 <sup>-6</sup> 10 <sup>-7</sup> 10 <sup>-8</sup> 10 <sup>-9</sup> 10 <sup>-10</sup>
Drenaggio	Buono		Ridotto	Praticamente nullo
Tipo di terreno	Ghiaia pulita	Sabbie pulite, misto di ghiaie e sabbie pulite	Sabbie molto fini, limo organico ed inorganico, misti di sabbie, limi e argille ecc.	terreno «impermeabile» argille omogenee al di sotto della coltre d'alterazione atmosferica.
		terreno «impermeabile» argille con modificazioni strutturali generate da vegetazione ed alterazione in sito		

#### 4.2 Rete idrografica

La rete idrografica è gestita dal Consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta e l'area ricade: nel bacino idrografico del Gorzone; nel bacino di bonifica del Fratta; in prossimità del distretto irriguo del Canale Maestro; all'esterno di aree protette (SIC, ZPS e Parchi). Sul confine meridionale scorre un canale consortile: il Dugaletto.

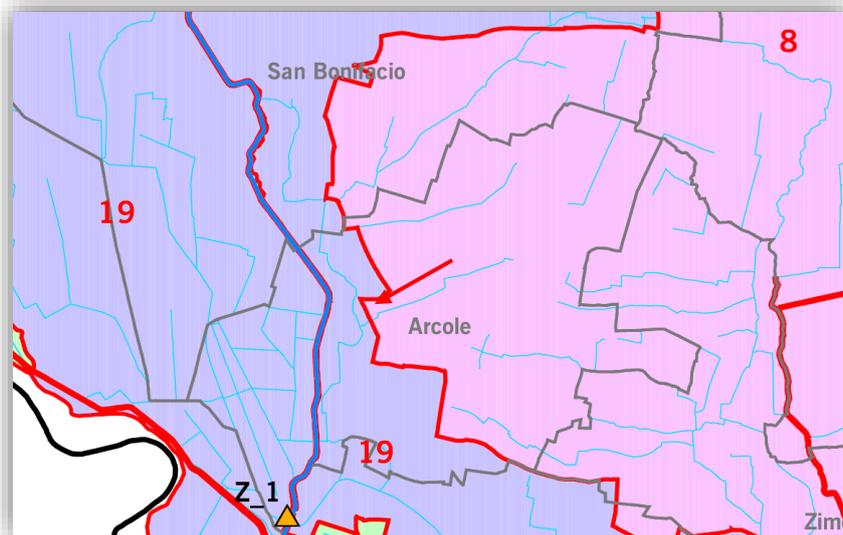


Figura 4-7: Stralcio della carta dei bacini di bonifica idraulica – Tav. 2.7 (Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, 2011)

#### 4.3 Pericolosità idraulica

Nel Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2021-2027, dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali, l'area oggetto di variante è esterna alle aree di pericolosità idraulica.

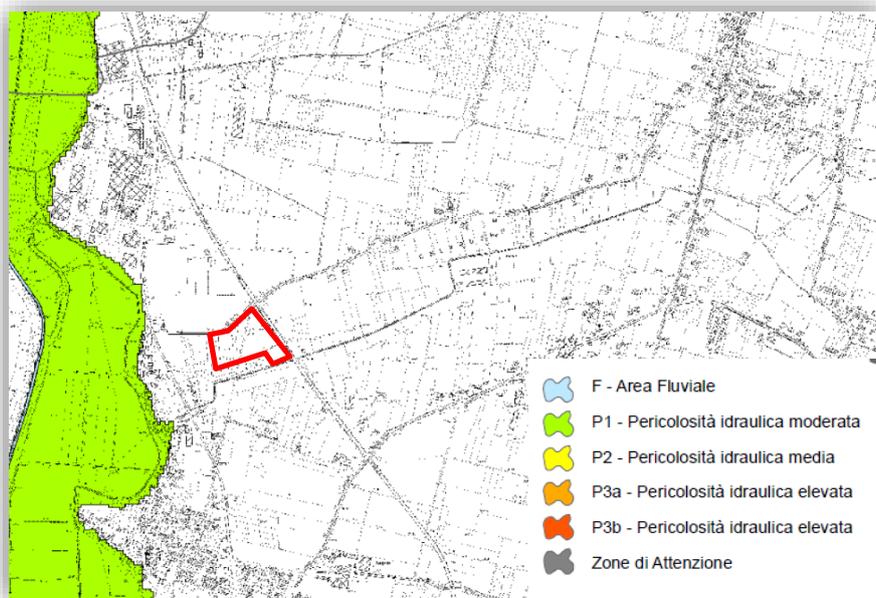


Figura 4-8: Stralcio della Carta Pericolosità Idraulica – Riquadro AH 14 (Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali, Piano di Gestione del Rischio Alluvioni 2021-2027)

Comune di Arcole prot. n. 0010277 del 20-07-2022

## 5.0 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

### 5.1 Norme e Piani di riferimento

#### 5.1.1 Delibere di Giunta Regionale

La D.G.R.V. n. 1322 del 10/05/2006 definisce le modalità di sviluppo degli studi di compatibilità idraulica e il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio: *“Per trasformazione del territorio a invarianza idraulica si intende la trasformazione di un’area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa”*.

Nell'allegato A della D.G.R.V. n.2948 del 06/10/2009 *“Modalità operative e indicazioni tecniche”*, si riporta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici: tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano differenti considerazioni in relazione all'effetto atteso dall'intervento.

<b>Classe di intervento</b>	<b>Definizione</b>
<i>Trascurabile impermeabilizzazione potenziale</i>	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
<i>Modesta impermeabilizzazione potenziale</i>	<i>Intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha</i>
<i>Significativa impermeabilizzazione potenziale</i>	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp < 0,3
<i>Marcata impermeabilizzazione potenziale</i>	Intervento su superfici superiori a 10 ha con Imp > 0,3

Tabella 5-1: Classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici

La superficie oggetto di trasformazione è pari a 38.310 mq; secondo la classificazione si tratta di **una significativa impermeabilizzazione potenziale**, dove *“andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione,”*.

Per l'individuazione e dimensionamento delle misure compensative, l'allegato alla delibera consente:

1. *“In caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di  $10^{-3}$  m/s e frazione limosa inferiore al 5% ), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Questi sistemi, che fungono da dispositivi di re-immissione in falda, possono essere realizzati, a titolo esemplificativo, sotto forma di vasche o condotte disperdenti posizionati negli strati superficiali del sottosuolo in cui sia consentito l'accumulo di un battente idraulico che favorisca l'infiltrazione e la dispersione nel terreno. I parametri assunti alla base del dimensionamento dovranno essere desunti da prove sperimentali. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi di invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata”;*

2. “Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all’infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, Il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura”;
3. “Qualora le condizioni del suolo lo consentano e nel caso in cui non sia prevista una canalizzazione e/o scarico delle acque verso un corpo recettore, ma i deflussi vengano dispersi sul terreno, non è necessario prevedere dispositivi di invarianza idraulica in quanto si può supporre ragionevolmente che la laminazione delle portate in eccesso avvenga direttamente sul terreno”.

Essendo in presenza di materiali dotati di bassa permeabilità, non viene considerata la possibilità di dispersione nel sottosuolo e tutto il volume d’invaso sarà laminato nel corso idrico superficiale (Dugaletto).

### 5.1.2 Valutazione di compatibilità idraulica del P.A.T.

La V.C.I. del P.A.T. per l’A.T.O. 6 non evidenzia criticità idrauliche (fenomeni di esondazione e di deflusso difficoltoso) se non per le criticità provenienti dallo scolo Palù: che non riesce a scaricare nel Torrente Alpene.

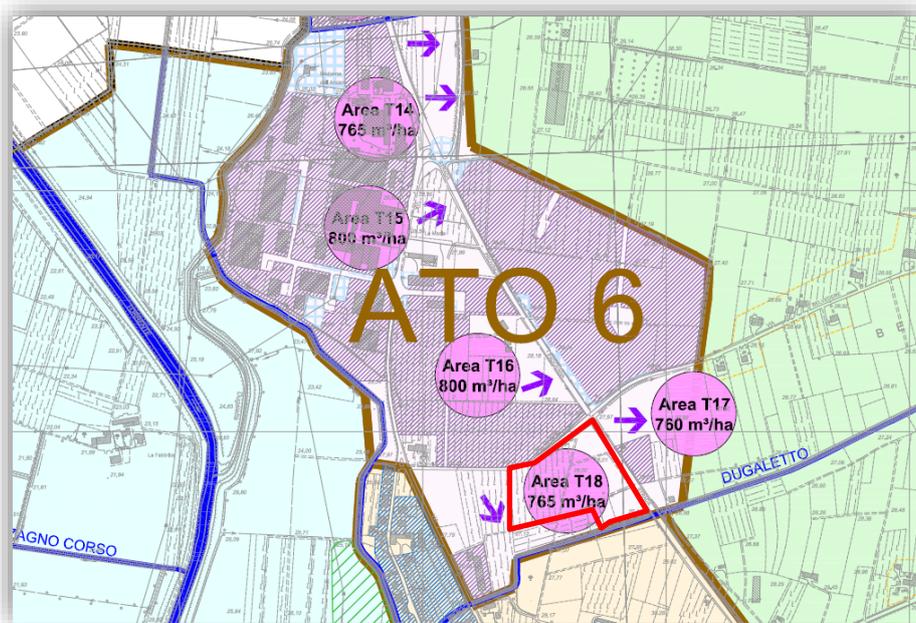


Figura 5-1: Stralcio Carta della compatibilità idraulica (P.A.T., novembre 2010).

In considerazione della mediocre permeabilità dei terreni sabbiosi, come misure compensative, vengono previsti bacini di laminazione depressi con scarico nella rete superficiale esistente e/o di futura progettazione. Il volume specifico d’invaso calcolato per l’area T18 è di 765 mc/ha<sup>1</sup> con: i parametri della curva di possibilità pluviometrica  $a=96.99$  e  $n=0.1311$ ; coefficiente di deflusso medio pari a 0,8; coefficiente udometrico 10 l/s per ha.

<sup>1</sup> P. Zangheri, Valutazione di compatibilità idraulica, P.A.T. Villafranca di Verona, gennaio 2014, p. 57.

La valutazione conclude chiarendo:

“L'elevato valore del volume specifico d'invaso deriva dal calcolo dei parametri della curva di possibilità pluviometrica della stazione ARPAV di Arcole per la quale si hanno a disposizione i soli dati di precipitazione degli ultimi 15 anni. Il dato ottenuto potrebbe pertanto essere considerato oggettivamente sovradimensionato; tuttavia considerando la fragilità del territorio comunale, con terreni poco permeabili e zone a deflusso difficoltoso, e il mutamento delle condizioni climatiche in questi ultimi anni, si ritiene corretto utilizzare i suddetti valori di volume specifico d'invaso per le nuove aree di trasformazione previste dal P.A.T.

Inoltre si ricorda che, in sede di P.I., dovrà essere localizzato il punto di scarico nella rete idrografica superficiale; in assenza o in caso di non compatibilità al ricevimento delle acque di scarico del fossato esistente, sarà necessario realizzare nuovi scoli.”

## 5.2 Valutazione di massima piovosità

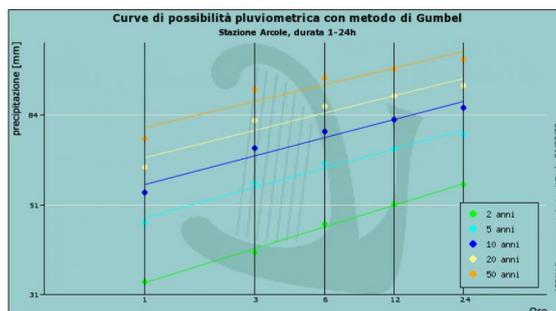
Per la stima delle portate massime di progetto, la D.G.R.V. n°2948 del 6 ottobre 2009 specifica che: “in relazione all'applicazione del principio dell'invarianza idraulica lo studio dovrà essere corredato di analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare. Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni”.

Nella V.C.I. del P.A.T. (2010), si erano assunti i dati relativi alle massime precipitazioni annue -forniti dal Dipartimento Regionale Sicurezza del Territorio dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto- per il Comune di Arcole nel periodo 1992-2006. I parametri della curva di possibilità pluviometrica erano:  $a=96.995$ ;  $n=0.1317^2$ .

I parametri della curva di possibilità pluviometrica aggiornati al periodo 1992-2021 sono:  $a=78.435$ ;  $n=0.133^3$ .

Curve di possibilità pluviometrica per durate 1-24h (espressa in ore)

Stazione	Arcole
Quota	27 m s.l.m.
Coordinata X	1679788
Coordinata Y	5027250
Comune	ARCOLE (VR)
Inizio attività sensore di pioggia	01/11/1991
Fine attività sensore di pioggia	ancora attivo



Tempo di ritorno	a	n
2 anni	33.044	0.175
5 anni	47.583	0.154
10 anni	57.217	0.145
20 anni	66.463	0.139
50 anni	78.435	0.133

<sup>2</sup> R. Rizzotto - S. Pozzerle, Valutazione di compatibilità idraulica, PAT Comune di Arcole, novembre 2010, p. 23.

<sup>3</sup> ARPAV, Bollettini, Dati storici, Precipitazioni di massima intensità, <https://www.arpa.veneto.it/bollettini/storico/precmax/>

La curva di possibilità pluviometrica è espressa da:

$$h = 78.435 * t^{0.133}$$

L'analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento, condotta per conto di ANBI Veneto<sup>4</sup>, per la regione omogenea Alta Pianura Veneta (fascia sud), sottozona omogenea 1, fornisce i seguenti parametri della curva segnalatrice tri-parametrica<sup>5</sup>.

Tabella 33. Parametri della curva segnalatrice tri-parametrica per le piogge sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno.

Tr [anni]	a	b	c
2	21.2	9.9	0.862
5	30.3	11.9	0.886
10	38.9	13.8	0.904
20	49.7	15.9	0.923
30	57.3	17.4	0.934
50	68.7	19.3	0.949
100	88.0	22.4	0.971
200	113.7	25.9	0.995

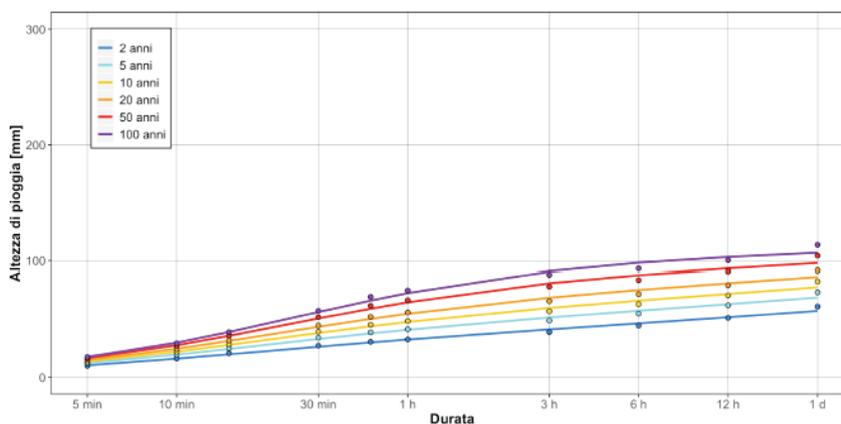


Figura 24. Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate sub-giornaliere per alcuni valori del tempo di ritorno.

La curva di possibilità pluviometrica è espressa da:

$$h = \frac{68.7}{(t + 19.3)^{0.949}} * t$$

<sup>4</sup> I4 Consulting S.r.l., Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento, ANBI Veneto, Aggiornamento 2019 con dati al 31/12/2017, p. 32.

<sup>5</sup> 5 min – 24 ore.

### 5.3 Valutazione del coefficiente di deflusso

Individuata l'intensità di precipitazione massima, si deve stimare quale frazione di essa viene raccolta dalla rete di collettori, frazione individuata dal coefficiente di deflusso  $\phi$ .

Il coefficiente di deflusso è inteso come il rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definitivo intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

I due fattori principali che lo influenzano sono:

- il grado di impermeabilità della superficie scolante (coefficiente di impermeabilità  $f_1$ );
- il tempo che impiega l'acqua di precipitazione ad arrivare dal punto più lontano idraulicamente al punto di arrivo considerato (coefficiente di ritardo  $\Psi$ ) e quindi funzione della pendenza media e dell'estensione del bacino.

La DGRV n.2948/2009 propone i seguenti coefficienti deflusso riferiti ad un'ora ( $\Psi=1,0$ ).

Aree agricole	0,1
Aree verdi	0,2
Aree semipermeabili	0,6
Aree impermeabili	0,9

Tabella 5-2: Coefficienti di deflusso  $\phi$

Il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori di  $\phi$  si ottiene con una media ponderale:

$$\varphi = \frac{\sum \phi_i S_i}{\sum S_i}$$

La variante prevede la seguente ripartizione delle superfici: Edifici 19.155 mq; piazzali e parcheggi 19.155 mq.

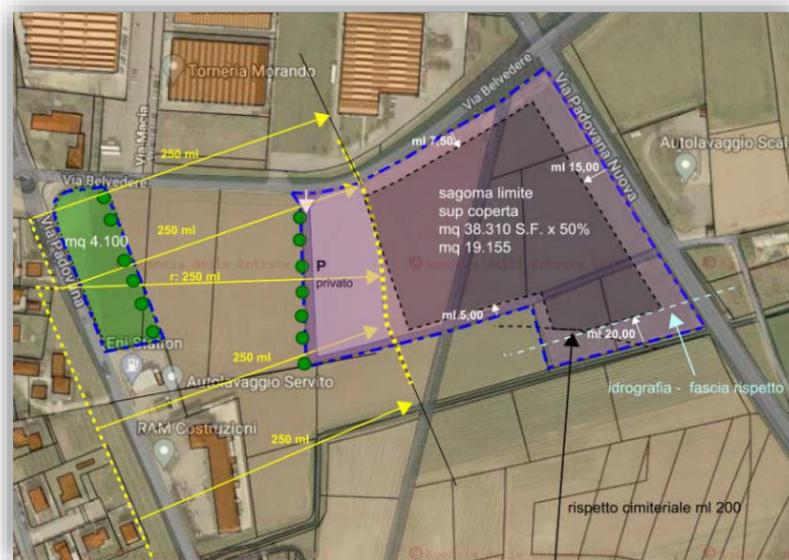


Figura 5-2: Superfici e distanze di progetto.

### 5.3.1 Calcolo del coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso medio delle aree è stato calcolato considerando:

- Coperture degli edifici produttivi impermeabili;
- Parcheggi e piazzali privati impermeabili<sup>6</sup>;

Il coefficiente di afflusso medio, dato dalla media ponderale dei coefficienti assegnati per ciascuna destinazione, risulta pari a:

Tabella 5-3: Coefficiente di deflusso medio

Destinazione d'uso	Superficie [ha]	Coefficiente di deflusso
Strade ed aree pavimentate impermeabili	1,9155	0,9
Superfici coperte da edifici, piazzali, marciapiedi	1,9155	0,9
Superfici a parcheggio pavimentato	0,0000	0,9
Superfici a verde	0,0000	0,2
Aree agricole	0,0000	0,1
Altro (parcheggi con grigliati semipermeabili, strade in terra battuta)	0,0000	0,6
<b>TOT.</b>	<b>3,8310</b>	
<b>Coefficiente di deflusso medio</b>		<b>0,9000</b>

### 5.4 **Metodo per la stima delle portate massime o di progetto**

Tra i modelli di tipo analitico/concettuale di trasformazione afflussi-deflussi la D.G.R.V. fa riferimento a tre che trovano ampia diffusione in ambito internazionale e nazionale:

- il *Metodo Razionale*, che rappresenta nel contesto italiano la formulazione sicuramente più utilizzata a livello operativo;
- il metodo Curve Numbers proposto dal Soil Conservation Service (SCS) americano [1972] ora Natural Resource Conservation Service (NRCS);
- il metodo dell'invaso.

L'Allegato alla D.G.R.V. consiglia di produrre stime delle portate con più metodi diversi e considerare ai fini delle decisioni i valori più cautelativi o comunque ritenuti appropriati dal progettista in base alle opportune considerazioni caso per caso.

Per lo scarico nel Dugaletto di Arcole, che scorre lungo il confine meridionale dell'area oggetto di variante, si adotta un coefficiente idrometrico pari a 5 l/s\*ha.

<sup>6</sup> Secondo il principio di massima cautela, in via preliminare, non si è ipotizzata la presenza di parcheggi in grigliato ( $\phi$  0,6): trattandosi di un'area produttiva con la presenza di mezzi pesanti e, il conseguente potenziale rischio di sversamenti accidentali di sostanze pericolose che potrebbero inquinare la falda.

5.4.1 Metodo razionale

Il metodo presume che l'onda entrante dovuta alla precipitazione piovosa  $Q_e(t)$  nell'invaso di laminazione è un'onda rettangolare avente durata  $D$  e portata costante  $Q_e$ : pari al prodotto dell'intensità media di pioggia - dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo in funzione della durata di pioggia-, per la superficie scolante impermeabile dell'intervento afferente all'invaso. Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento. La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S * \varphi * a * D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S * \varphi * a * D^n$$

con:

- $\varphi$  coefficiente di deflusso medio ponderale;
- $S$  superficie del bacino;
- $a * D^n$  curva di possibilità pluviometrica;

Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo sarà:

$$W_u = S * u_{IMP} * D$$

con:

- $u_{IMP}$  è la portata specifica limite ammissibile allo scarico.

il volume massimo  $\Delta W$  che deve essere trattenuto nell'invaso di laminazione al termine dell'evento di durata generica  $D$  (invaso di laminazione) è pari a:

$$\Delta W = W_e - W_u$$

Si tratta ora di trovare la durata di pioggia  $D_w$  che massimizza il volume invasato derivando l'espressione precedente.

Quindi la condizione di massimo è così espressa:

$$D_w = \left( \frac{Q_{u,lim}}{S * \varphi * a * n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

con:

- $Q_{u,lim}$  è la portata imposta allo scarico.

E quindi il volume di laminazione  $W_0$  da assegnare al sistema d'invaso sarà:

$$W_0 = S * \varphi * a * D_w^n - Q_{u,max} * D_w^n$$

#### 5.4.2 Metodo dell'invaso

Il coefficiente udometrico "u" è inteso come il contributo specifico per unità di superficie ed è stimato alla luce della portata massima e della superficie contribuente da urbanizzare.

Il metodo dell'invaso tratta il moto vario in modo semplificato assumendo come equazione del moto quella del moto uniforme e modella il processo con l'equazione dei serbatoi per simulare concettualmente l'effetto dell'invaso.

Brevemente nel seguito saranno richiamate le equazioni generali riferite al metodo dell'invaso in sistemi di reti chiuse ed aperte assumendo che per una adeguata stima del coefficiente udometrico si deve ritenere che il tempo di riempimento dell'invaso sia pari alla durata utile dell'evento meteorico.

La trattazione teorica e lo sviluppo matematico per la derivazione delle suddette equazioni è estesamente approfondita e riportata in Da Deppo e Datei (2005)<sup>7</sup> da cui sono tratte.

#### **COEFFICIENTE UDOMETRICO - Sezioni idrauliche chiuse**

$$u = \left( \frac{K_c}{v_0} \right)^{(1-n)/n} \text{ espresso in [l/s/ha]} \quad (\text{equazione A})$$

dove  $K_c$ :

$$K_c = \left( \frac{10 \cdot \varphi \cdot a}{\varepsilon \cdot 3,6^n} \right)^{1/(1-n)} \frac{1}{\ln \frac{\varepsilon}{\varepsilon - 1}}$$

e dove:

$v_0$  = Volume specifico di invaso in rete o totale [m<sup>3</sup>/ha];

$\varphi$  = coefficiente di afflusso medio per l'area contribuente [-];

$\varepsilon$  = rapporto tra la portata meteorica in afflusso e la portata, massima di riempimento del sistema, che per valori di  $n$  compresi tra 0,25 e 0,50 si può approssimativamente stimare con la seguente relazione:

$$\varepsilon = 3,94 - 8,21 \cdot n + 6,23 \cdot n^2;$$

$a$  ed  $n$  = coefficienti della curva di possibilità pluviometrica in cui  $a$  [mm/ora<sup>n</sup>] ed  $n$  [-].

#### **COEFFICIENTE UDOMETRICO - Sezioni idrauliche aperte**

$$u = 24 \cdot (26 \cdot \alpha + 66) \cdot n \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n)/n}} \text{ espresso in [l/s/ha]}$$

con  $\alpha$  maggiore di 1 ( $\alpha$  = scala delle portate che per sezioni aperte può essere assunto pari a 1,5)

con  $\alpha = 1$  come per i condotti chiusi;

<sup>7</sup> L. Da Deppo e C. Datei, FOGNATURE, Libreria Internazionale Cortina, Padova; quinta edizione (2005)

$$u \approx 2000 \cdot n \frac{(\varphi \cdot a)^{1/n}}{v_0^{(1-n/n)}} \text{ espresso in [l/s/ha]} \quad (\text{equazione B})$$

e dove:

$v_0$  = Volume specifico di invaso in rete o totale [m<sup>3</sup>/ha];

$\varphi$  = coefficiente di afflusso medio per l'area contribuente [-];

$a$  ed  $n$  = coefficienti della curva di possibilità pluviometrica in cui  $a$  [mm/ora<sup>n</sup>] ed  $n$  [-].

I suddetti volumi di invaso sono stati stimati con u foglio di calcolo predisposto dallo scrivente che implementa il suddetto metodo.

### 5.5 Stima dei volumi di invaso

Con i dati di pioggia tratti dai bollettini dei dati storici per le precipitazioni di massima intensità forniti da ARPAV<sup>8</sup> per la stazione di Arcole, i volumi specifici e di progetto sono:

A.T.O 6 - Produttivo Arcole								
	Sup. (mq)	Φ	Φ medio	μ (l/s/ha)	Metodo invaso		Metodo razionale	
					V. spec. (mc/ha)	V. prog. (mc)	V. spec. (mc/ha)	V. prog. (mc)
Edifici	19.155	0,90	0,90	5	867	3320	801	3070
Parcheggi e piazzali	19.155	0,90						
Verde	0	0,20						
<b>Superficie totale:</b>	<b>38.310</b>							

I volumi calcolati con il metodo dell'invaso risultano i più cautelativi.

Con i dati di pioggia tratti dall' "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" condotta per conto di ANBI Veneto, i volumi specifici e di progetto sono:

A.T.O 6 - Produttivo Arcole								
	Sup. (mq)	Φ	Φ medio	μ (l/s/ha)	Metodo invaso		Metodo razionale	
					V. spec. (mc/ha)	V. prog. (mc)	V. spec. (mc/ha)	V. prog. (mc)
Edifici	19.155	0,90	0,90	5	688	2635	699	2677
Parcheggi e piazzali	19.155	0,90						
Verde	0	0,20						
<b>Superficie totale:</b>	<b>38.310</b>							

I volumi calcolati con il metodo razionale risultano i più cautelativi.

I volumi calcolati con i dati storici ARPAV risultano maggiori di quelli calcolati con i dati ANBI Veneto.

Il volume specifico massimo calcolato (867 mc/ha) è maggiore di quello della V.C.I. del P.A.T. (765 mc/ha), nonostante i coefficienti della curva pluviometrica siano inferiori: perché è stato assunto un coefficiente di deflusso di 0,9 anziché 0,8 e un coefficiente udometrico di 5 l/s\*ha anziché di 10 l/s\*ha.

<sup>8</sup> ARPAV, Bollettini, Dati storici, Precipitazioni di massima intensità, <https://www.arpa.veneto.it/bollettini/storico/precmax/>

## 6.0 MISURE COMPENSATIVE

In ragione della bassa permeabilità delle litologie che caratterizzano l'area e della presenza del Dugaletto di Arcole lungo il confine sud, si prevede di realizzare un bacino di laminazione in adiacenza allo scolo dove è previsto lo scarico. Tale misura compensativa è tra quelle proposte nella V.C.I. del P.A.T. Il volume da invasare dovrà essere di 3.320 mc.

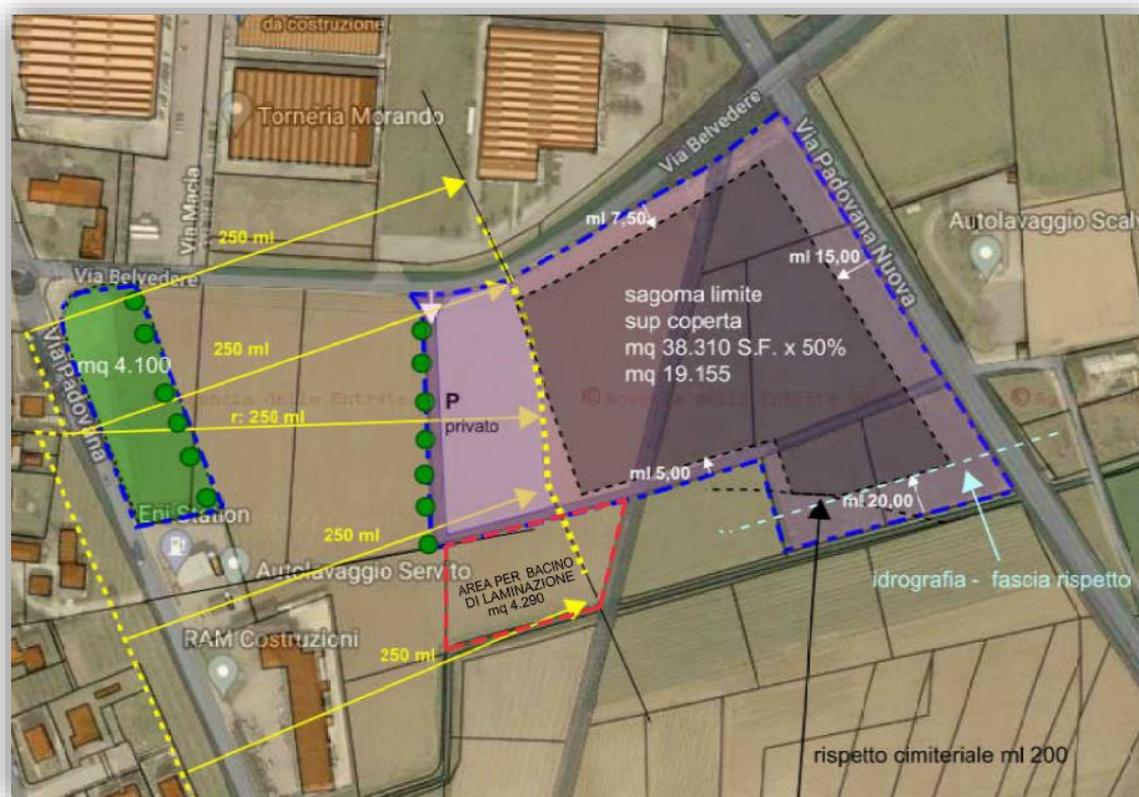


Figura 6-1: Individuazione planimetrica del bacino di laminazione

Nel parere del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta al P.A.T.<sup>9</sup>, si prescriveva che:

- tutte le superfici che verranno destinate all'invaso d'acque meteoriche, dovranno essere vincolate con atto notarile che ne stabilisce l'inedificabilità assoluta e l'obbligo di conservare inalterata nel tempo la loro destinazione;
- nel computo dei volumi da destinare all'accumulo provvisorio delle acque meteoriche, non potranno essere considerate le eventuali "vasche di prima pioggia";
- stante l'esigenza di garantire l'operatività degli enti preposti per gli interventi manutentori con mezzi d'opera, in fregio ai corsi d'acqua pubblici non potranno essere collocate essenze arbustive e/o arboree ad una distanza inferiore a m 6,00, salvo specifiche autorizzazioni;
- tutte le aree a parcheggio dovranno essere realizzate con pavimentazione poggiate su vespaio in materiale arido permeabile, dello spessore minimo di 0,50 m e condotte drenanti  $\Phi$  200 alloggiare sui

<sup>9</sup> Protocollo n. 9678 del 17/11/2010.

suo interno, collegate alla superficie pavimentata mediante un sistema di caditoie.

In ordine all'ultima prescrizione, in via cautelativa, si è previsto per i parcheggi una pavimentazione impermeabile: trattandosi di un'area produttiva con la presenza di mezzi pesanti e, il conseguente potenziale rischio di sversamenti accidentali di sostanze pericolose che potrebbero inquinare la falda.

## **7.0 CONCLUSIONI**

Nel presente studio si sono calcolati i volumi d'invaso atti a garantire l'invarianza idraulica: così come definitivo nella D.G.R.V. n.1322 del 10/05/2006 per le aree oggetto di variante n. XII al P.I.

Per la definizione delle misure compensative si è tenuto conto di quanto raccomandato e prescritto sia nelle delibere regionali sia negli studi specialistici allegati al P.A.T. comunale.

Come da prescrizione del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta: “[...], nelle fasi successive al Piano, dovranno essere preventivamente inviati allo scrivente Consorzio gli elaborati tecnici col dimensionamento e i particolari costruttivi delle misure di compensazione idraulica”.

Se in fase esecutiva il bacino di laminazione servirà anche per l'invaso delle opere pubbliche -a scomputo oneri-, i volumi di progetto dovranno essere aggiornati per tenere conto delle ulteriori superfici scolanti.

## **8.0 BIBLIOGRAFIA**

- Da Deppo L. – Datei C., Fognature, Libreria Internazionale Cortina, Padova, quinta edizione (2005).
- Rizzotto R. – Tosi C., Relazione geologica, P.A.T. Comune di Arcole, maggio 2010.
- Rizzotto R. – Pozzerle S., Valutazione di Compatibilità Idraulica, P.A.T. Comune di Arcole, novembre 2010.
- I4 Consulting S.r.l., Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento, ANBI Veneto, Aggiornamento 2019 con dati al 31/12/2017.

Nome file: 237\_22\_RID-0A.docx

## **9.0 ALLEGATI**

9.1 Risultati con dati di pioggia ARPAV

Metodo dell'invaso:

PROVINCIA DI VERONA  
 COLOGNOLA DI ARCOLE  
 A.T.O. 6 "Produttivo Arcole"

**PROGETTO**

$\phi$ medio	0,90	} curva di possibilità pluviometrica (Tr <sub>50</sub> )	coefficiente di deflusso medio dell'area da urbanizzare
a (mm)	78,44		
n (-)	0,133		
$\varepsilon$	2,958272		
S	3,8310	ha	superficie oggetto della variante (ettari)

u **5** l/s/ha **allo stato attuale**

Kc 1100,663

a) Volume di invaso specifico di progetto come da stima

v <sub>0</sub>	859,8658	m <sup>3</sup> /ha	Volume di <b>invaso specifico per assicurare un coefficiente udometrico pari ad "u"</b>
v <sub>0</sub> /2		m <sup>3</sup> /ha	Volume di <b>invaso in caso di possibilità di infiltrazione</b>

- impossibilità di infiltrazione nel sottosuolo
- possibilità di infiltrare nel sottosuolo

b) Volume di invaso di progetto stimato a partire dai valori definiti al punto a)

V	3294,146	m <sup>3</sup>	volume di <b>invaso richiesto per la invarianza rispetto al valore "u"</b>
V/2		m <sup>3</sup>	volume di <b>invaso con "u" stimato per possibilità a disperdere nel sottosuolo</b>

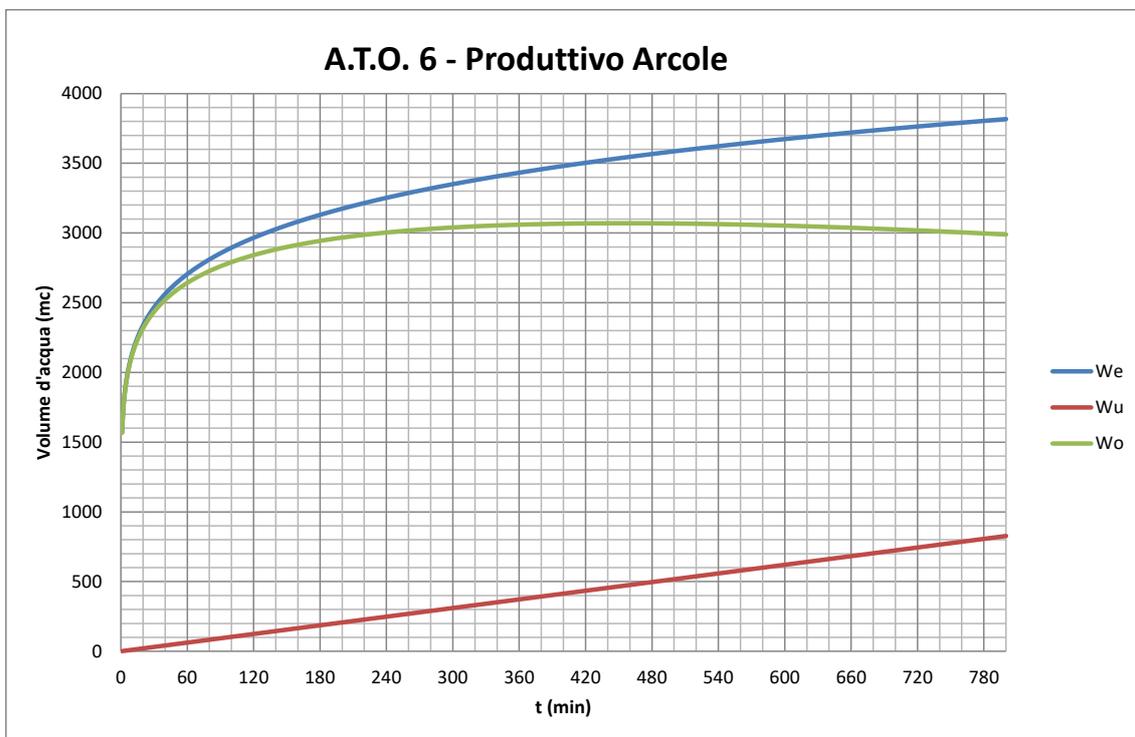
**VERIFICA volumi di progetto**

V <sub>i</sub>	3320	m <sup>3</sup>	invaso da progettare e realizzare	imposto nel progetto
v <sub>p</sub>	866,6145	m <sup>3</sup> /ha	invaso specifico reale sull'area in esame	verificato
u <sub>a</sub>	4,751567	l/s/ha	coefficiente udometrico reale in uscita (equazione A)	verificato
u <sub>a</sub>	4,931532	l/s/ha	coefficiente udometrico reale in uscita (equazione B)	verificato
v <sub>0</sub> /v <sub>p</sub>	1,01			verificato

Comune di Arcole prot. n. 0010277 del 20-07-2022

Metodo razionale:

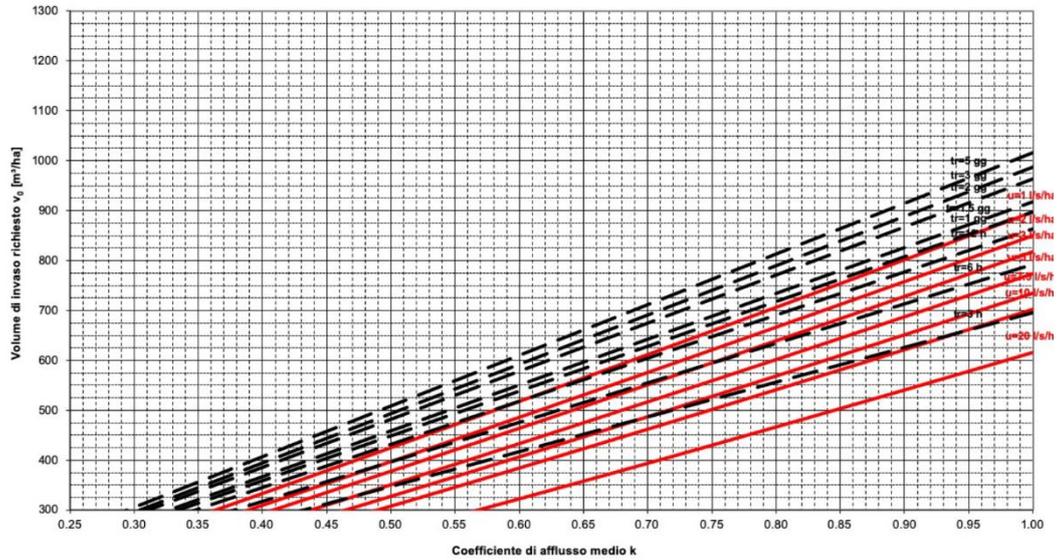
		VOLUME DI LAMINAZIONE $W_0$				
		$Q_{u,lim}$ (l/s)	Dw (h)	We (mc)	Wu (mc)	$W_0$ (mc)
$\phi$	0,90	17,24	7,6	3541	471	3070
S (ha)	3,8310					
a (mm/h)	78,435					
n	0,133					
u (l/s/ha)	5					



Comune di Arcole prot. n. 0010277 del 20-07-2022

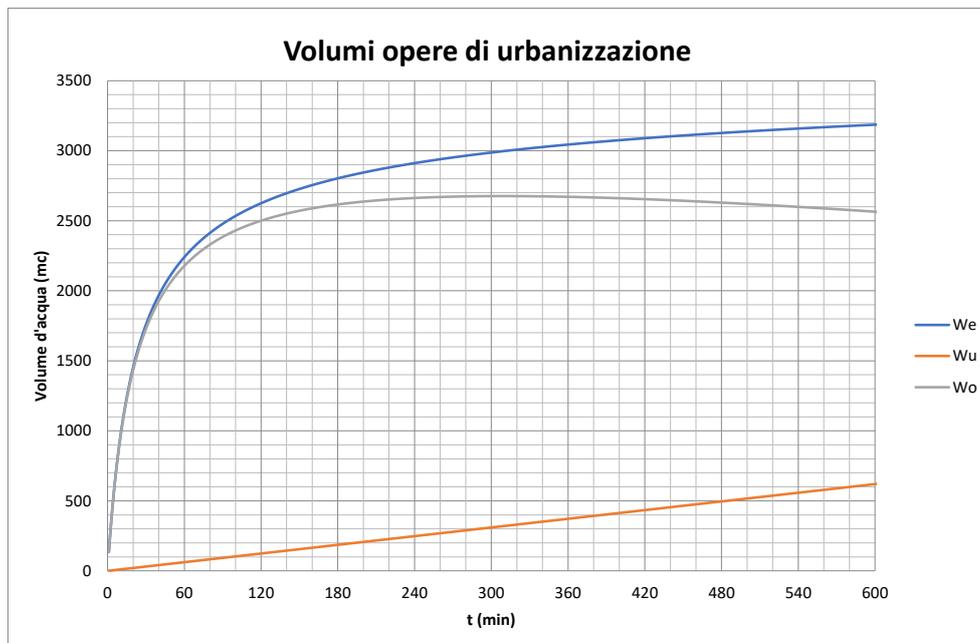
9.2 Risultati con dati di pioggia ANBI Veneto

Metodo dell'invaso<sup>10</sup>:



Metodo razionale:

VOLUME DI LAMINAZIONE $W_0$ - OPERE DI URBANIZZAZIONE						
	$Q_{u,lim}$ (l/s)	Dw (')	We (mc)	Wu (mc)	$W_0$ (mc)	
$\phi$	0,90	17,24	309	2996	319	2677
S (ha)	3,8310					
a	68,7					
b	19,3					
n	0,949					
u (l/s/ha)	5					



<sup>10</sup> I4 Consulting S.r.l., op. cit., p. 49 e p. 75.