

**Regione del
Veneto**

**Provincia di
Vicenza**

Comune di Montegaldella

**Progetto per la costruzione di n. 2 strutture
agricolo - produttive (allevamento avicolo)
e richiesta di sanatoria per una porzione di
fabbricato destinato ad allevamento avicolo**

Valutazione di Compatibilità Idraulica

Relazione

Committente: Sig. Furegon Sergio

Dott. Geol. Silvia Daleffe

Ordine dei Geologi della Regione Veneto n. 413



Silvia Daleffe

Indice

- 1 PREMESSA
- 2 COROGRAFIA
- 3 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO, GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO
 - 3.1 ANALISI DEL SITO: EVIDENZE GEOMORFOLOGICHE, SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA ED IDROGEOLOGIA
- 4 INQUADRAMENTO DELL'AREA OGGETTO DI TRASFORMAZIONE
 - 4.1 INDICAZIONI DELLA PIANIFICAZIONE COMUNALE E SOVRAORDINATA
 - 4.2 DESCRIZIONE DELLE TRASFORMAZIONI DELLE SUPERFICI IN TERMINI DI IMPERMEABILIZZAZIONE
- 5 VALUTAZIONE DEGLI EFFETTI DELLE TRASFORMAZIONI: COEFFICIENTI DI DEFLUSSO
- 6 ANALISI IDROLOGICA
- 7 DETERMINAZIONE DEL VOLUME DI INVASO
- 8 MISURE COMPENSATIVE
- 9 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

ALLEGATO: CALCOLI METODO CINEMATICO ED INVASO

1 Premessa

Lo studio di compatibilità idraulica analizza l'attitudine dei luoghi ad accogliere le nuove edificazioni, verificando le interferenze che queste possono avere con i dissesti idraulici presenti e potenziali, nonché valutando le alterazioni del regime idraulico conseguenti a cambi di destinazione o a trasformazioni di uso del suolo, ed individuando le misure compensative necessarie per mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell'invarianza idraulica: il presente elaborato analizza il progetto per la costruzione di n. 2 strutture agricolo - produttive (allevamento avicolo), previste in prossimità ad analoghi manufatti esistenti, e richiesta di sanatoria di due porzioni di fabbricato esistenti con medesima destinazione d'uso, in un'area a destinazione agricola posta in prossimità di via Ghizzole (ex strada vicinale degli Onari) nel comune di Montegaldella (VI). Tali opere produrranno un aumento del grado di impermeabilizzazione dell'area, pertanto verranno proposte le modalità più idonee per gestire le acque meteoriche, analizzando l'alterazione del regime idraulico conseguente all'intervento e proponendo adeguate misure compensative, in ottemperanza alle norme vigenti, con particolare riferimento a DGRV n. 3637/2002, DGRV n. 1322/2006, DGRV n. 1841/07, DGRV n. 2948/09.

Le fasi che hanno consentito di produrre il presente documento sono le seguenti:

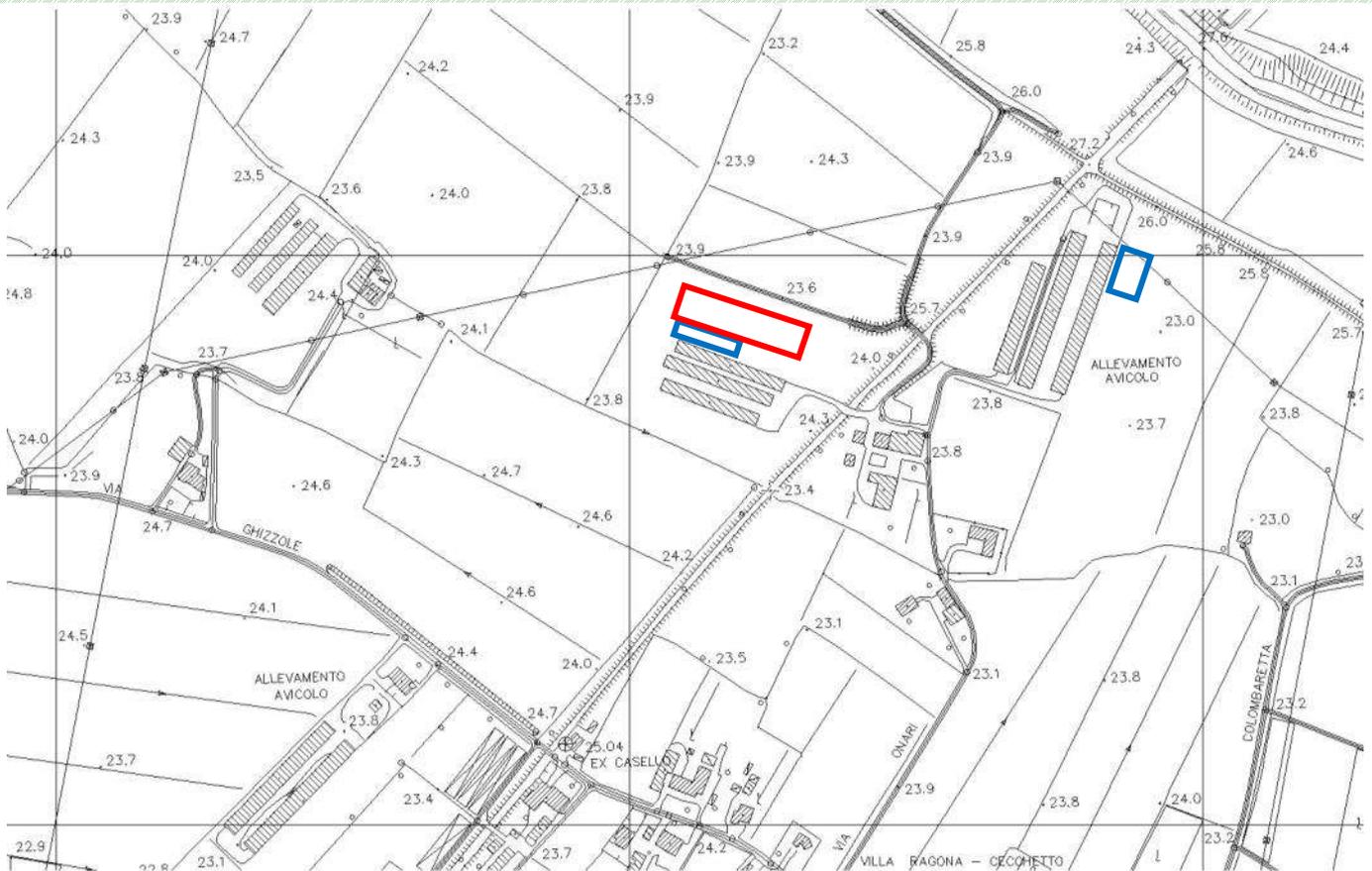
- acquisizione dei dati bibliografici e storici relativi all'area indagata;
- rilievo geologico e geomorfologico;
- indagini in sito.

2 Corografia

L'ambito di intervento si inserisce in un contesto subpianeggiante utilizzato ai fini agronomici con abitazioni sparse e con diffuse strutture agricolo - produttive, in cui le forme morfologiche naturali (dossi ed ondulazioni da ricondursi a processi morfogenetici fluviali, fluvioglaciali ed alluvionali) sono state obliterate dalle attività antropiche che si sono succedute (sistemazioni agrarie, opere per la regimazione delle acque, edificazione, realizzazione della viabilità e del tracciato della ex ferrovia Treviso – Ostiglia, ed, in tempi più recenti, dell'Autostrada Valdastico e della bretella di collegamento, con i relativi rilevati).

Le aree di progetto sono individuate nell'estratto di Carta Tecnica Regionale riportata alla pagina seguente: in rosso è indicata l'ubicazione dei fabbricati di progetto ed in blu sono contornate le porzioni di edifici esistenti da sanare, in quanto difformi dallo stato approvato.

Le quote dell'area in esame si aggirano attorno a 23 - 24 m s.l.m.



3 Inquadramento geomorfologico, geologico ed idrogeologico

L'attuale assetto geomorfologico dell'ambito in esame rappresenta il risultato di più cicli di modellamento legati a condizioni climatiche diverse: le forme attuali sono in generale in stretta relazione con gli eventi quaternari, poiché durante il Pleistocene si susseguirono almeno cinque periodi a clima freddo (glaciazioni), durante i quali le valli maggiori furono invase da lingue di ghiaccio che superavano il migliaio di metri di spessore; ad ogni fase fredda (glaciale) seguiva un periodo a clima caldo (cataglaciale). I depositi morenici del Veneto sono costituiti da materiali detritici trasportati dai ghiacciai prevalentemente nel corso dell'ultima glaciazione (Würmiana); mentre ai margini delle coltri glaciali si depositavano i materiali che avrebbero costituito le varie fronti moreniche, i depositi fluvioglaciali trasportati a valle dalle acque di scioglimento dei ghiacciai formavano vaste piane proglaciali: si tratta di un complesso di conoidi alluvionali a debole inclinazione, in gran parte coalescenti, con gli apici in corrispondenza dello sbocco degli scaricatori glaciali. L'assetto morfologico complessivo dei corsi d'acqua che hanno formato la piana proglaciale è riconducibile a quello di alvei a canali intrecciati, con continue divagazioni, con marcate variazioni di portata e con consistente carico solido, con deposito in un tempo relativamente breve di una grande quantità di detriti prevalentemente grossolani. Verso Sud, i conoidi ghiaiosi si rastremano progressivamente ma rapidamente, facendo transizione a depositi sabbiosi e limoso – argillosi, per la diminuita energia di trasporto e la limitata pendenza: è questa la tipologia di deposito che interessa l'ambito in esame, con forme relitte solo parzialmente riconoscibili, in quanto mascherate o cancellate dagli interventi di urbanizzazione, agronomici o da ulteriori attività antropiche, quali la realizzazione di rilevati stradali e ferroviari.

Gli elementi morfologicamente caratterizzanti dell'ambito circostante l'area in esame sono costituiti dal fiume Bacchiglione, che percorre con andamento meandriforme le zone di alveo recente, con presenza di numerosi terrazzi fluviali ed alcuni paleoalvei, ed i rilievi del gruppo di Montegalda: le falde orientale e occidentale del vicino Monte Lungo, costituito in gran parte da rocce basaltiche, mostrano pendenze più elevate rispetto al Monte Castello e Monte della Morte, che presentano invece una struttura tabulare, leggermente arcuata secondo un asse orientato NW – SE, in quanto costituiti prevalentemente da calcari e tufi, che conferiscono ai due rilievi un profilo arrotondato. Forme meno evidenti sono costituite dai dossi sabbiosi o barre fluviali della piana alluvionale.

Nell'estratto di interesse della “Carta delle unità geomorfologiche” della Regione Veneto, sono indicati con il colore giallo i depositi fluvioglaciali e alluvionali antichi e recenti; le fasce di divagazione delle aste fluviali attuali e recenti (paleoalvei) sono definite dal verde intenso, mentre con il verde più chiaro sono rappresentati i depositi fluviali della pianura alluvionale recente.



I sedimenti fini che caratterizzano l'area in esame furono deposti dal ghiacciaio dell'Astico (il cui massimo sviluppo risale al Riss, quando giunse a lambire le ultime propaggini dei Lessini orientali, dei Berici e degli Euganei) e rimaneggiati dagli scaricatori fluvioglaciali: solo recentemente, in epoca Olocenica (circa 8000 anni fa) i fiumi principali apportarono i loro sedimenti prevalentemente sabbiosi. La Carta Geologica d'Italia, alla scala 1:100.000 Foglio “Padova”, indica genericamente presenza di depositi alluvionali; nella “Carta litostratigrafica del Veneto”, i terreni sono definiti “4c: area di falde profonde in pressione, a potenzialità variabile da una zona all'altra”: litologicamente si tratta di limi e argille prevalenti. A scala geologica regionale (fonte: Geoportale Regione Veneto, c0501-litologia), la porzione di territorio in cui si inserisce l'intervento di progetto viene attribuita a sabbie e limi prevalenti (4b); verso Est (loc. Colombaretta) sono indicati limi e argille (4c), delimitati dalla linea blu.

REGIONE DEL VENETO Il Geoportale dei dati Territoriali

Area Riservata | Login ENI Locas | English | Contatti | FAQ

Visualizzatore

Esporta Link

Informazioni elementi

c0501031_litologia:reg.4872

uc_lega	4 b
materiali	sabbie e limi prevalenti
depositi_e	Depositi alluvionali a granulometria media
permeabil	2A
gruppi_lit	Sabbie
app	2012-02-09Z
desc_perm	Depositi MEDIANTE PERMEABILI per pozzi (30x1 - 10'-4 (30x1))

I terreni presenti nell'area in esame sono quindi costituiti secondo i dati bibliografici da depositi alluvionali con granulometria da limoso - sabbiosa ad argillosa, legati al divagare dei corsi d'acqua nel tempo.

Dal punto di vista tettonico, dalla consultazione del progetto ITHACA di ISPRA, che riporta il catalogo delle faglie capaci, cioè in grado di produrre deformazioni in superficie, la lineazione più prossima all'area di progetto è ID 72003 Schio – Vicenza, faglia normale di importanza regionale della lunghezza di 69.2 Km con direzione NW – SE, subverticale, che limita verso NE le aree collinari di Lessini, Berici e Euganei: la linea interessa il substrato roccioso sepolto sotto le alluvioni quaternarie e la sua esistenza è accertata da dati geofisici ed evidenze morfologiche. La struttura circa dista 1 Km dall'area di progetto.

Dal punto di vista idrogeologico, i sedimenti grossolani dell'alta pianura sono sede di un unico acquifero di tipo freatico (cioè in equilibrio piezometrico con la pressione atmosferica), caratterizzato da elevata permeabilità per la natura del materiale. Procedendo verso la bassa pianura i terreni grossolani vengono, come già detto, sostituiti da una alternanza di strati ad elevata permeabilità in cui sono alloggiare falde confinate, al tetto e al letto, da livelli impermeabili. Le differenze piezometriche tra monte e valle fanno sì che le falde separate siano in pressione, cioè di tipo artesiano. Nelle zone di media e soprattutto bassa pianura la falda acquifera superficiale in realtà è costituita da diversi acquiferi locali ospitati in livelli a permeabilità variabile (ma comunque generalmente piuttosto bassa), variamente interconnessi tra loro e spesso in rapporto idraulico con i corpi idrici superficiali. Tale connessione con gli alvei di fiumi e canali di scolo condiziona fortemente le direzioni di deflusso, le profondità di livello ed i gradienti del sistema della falda acquifera superficiale.

L'alimentazione dell'acquifero indifferenziato, che a sua volta alimenta il sistema multifalda, avviene per infiltrazione nel sottosuolo a seguito di precipitazioni sia locali che nei bacini montani posti a monte. Al passaggio tra i due sistemi idrogeologici (indifferenziato e differenziato multifalda), la prima falda si avvicina progressivamente al piano campagna fino ad affiorare in superficie creando il caratteristico fenomeno delle risorgive, tipico di aree poste più a monte rispetto al sito. Gli intensi emungimenti che avvengono in questa porzione della Pianura Padana hanno di fatto diminuito l'alimentazione sotterranea e quindi hanno determinato la progressiva scomparsa di molti punti di venuta a giorno della falda, evidenziando in questo modo il disequilibrio tra alimentazione e prelievi.

Sotto l'aspetto idrogeologico nell'ambito di progetto, dalle ricostruzioni litologiche del sottosuolo ricavate dalle stratigrafie di alcuni pozzi per acqua, risulta che il materasso alluvionale è notevolmente differenziato, sia in senso laterale che verticale, con la presenza di una falda multistrato.

L'area in esame è costituita da depositi alluvionali limoso –sabbiosi e limoso - argillosi a permeabilità da mediocre a bassa; la falda freatica, con deflusso NW - SE, viene alimentata da apporti di subalveo da parte del Bacchiglione, nonché da precipitazioni e irrigazione (tutta l'area è percorsa da scoli e da una fitta rete di rogge, scoline e canalette utilizzate per scopo irriguo e per lo smaltimento delle acque meteoriche); le escursioni sono legate alla stagionalità degli eventi meteorici, con massimo nel periodo tardo estivo e minimo nel periodo Gennaio - Marzo.

Si riporta un estratto della “Carta Isofreatica” prodotta dalla Regione Veneto sulla base dei rilievi effettuati nel 1983. L’area è posta a monte dell’isofreatica 20 m s.l.m.



“Carta Idrogeologica” del PTRC: anche in questo studio l’area si situa a monte dell’isofreatica 20 m s.l.m.



Da studi bibliografici la falda risulta quindi attestarsi a circa 1 - 2 m da piano campagna.

L’elemento idrologico fondamentale è costituito dal Fiume Bacchiglione, che scorre in un palealveo con andamento meandriforme circa 400 m a Nord dai fabbricati di progetto con direzione indicativa NW – SE; inoltre si ricorda la presenza di scoli, rogge e fossati, utilizzati per scopo irriguo e di bonifica.

3.1 Analisi del sito: evidenze geomorfologiche, successione litostratigrafica ed idrogeologia

Gli elementi dominanti che determinano i lineamenti geomorfologici della zona in cui si inserisce l’intervento proposto sono da ricondursi ai processi fluviali ed alluvionali, ai quali si è sovrapposto in maniera determinante l’intervento antropico, con la realizzazione di scavi di sbancamento, riporti di materiali, sistemazione e modellazione dei terreni. L’area oggetto dell’intervento rispecchia questa situazione con evidenze sia degli elementi naturali che antropici: i depositi superficiali sono stati rimaneggiati a seguito delle sistemazioni agronomiche, con arature e realizzazione di baulature, che hanno modificato l’originaria conformazione dell’area, oltre che con la formazione di canali e fossi per l’irrigazione e lo scarico delle acque, e con l’edificazione dei capannoni esistenti, oltre ai vicini rilevati stradali e ferroviari.

Dal punto di vista geolitologico, l’area in esame è costituita da depositi alluvionali formati superficialmente prevalentemente da limi e argille con sabbie. Le indagini (n. 2 prove penetrometriche statiche) eseguite per la redazione della “Relazione geologica – geotecnica” a corredo del progetto per la realizzazione dei due nuovi capannoni hanno fornito la seguente successione stratigrafica:

Strato	Descrizione litologica	Prof. (fino a m da p.c.)	Spessore (m)
V	Terreno vegetale a tessitura limoso –sabbiosa	0.80	0.80
LAS	Alternanze di limi e argille con sabbie e sabbie limose	6.20	5.40
A	Argille, talora limose e localmente con torbe	9.40 – 9.80	3.20 – 3.60
S	Sabbie, talora con ghiaie	N.D.	N.D.

La permeabilità (o conducibilità idraulica) è l'attitudine di un deposito a lasciarsi attraversare dall'acqua per effetto di un gradiente idraulico, ed esprime la resistenza che il mezzo oppone al deflusso dell'acqua che lo attraversa. Essa viene misurata con il coefficiente di permeabilità (K) e rappresenta il volume di acqua in metri cubi che attraversa con moto laminare nell'unità di tempo (1 secondo) un'unità di sezione (1 m²) ortogonale alla direzione di deflusso, sotto l'effetto di un gradiente idraulico unitario ed alla temperatura di 20° C. Il coefficiente K dipende prevalentemente dalle caratteristiche del terreno (composizione granulometrica, forma dei grani, stato di addensamento), ed il suo valore viene espresso generalmente in m/s o in cm/s.

Nel caso specifico, le indagini hanno evidenziato che i terreni superficiali sono costituiti da limi, argille e sabbie, con variazioni spaziali nelle percentuali, nella distribuzione e nella potenza dei singoli livelli: stanti queste premesse, *non è possibile attribuire un preciso valore di permeabilità ai terreni interessati dall'intervento, ma ci si dovrà necessariamente riferire ad un range*: la permeabilità è stata quindi valutata cautelativamente sulla base di stime in base alla descrizione litologica (Somerville, 1986); il valore risulta attestarsi tra 10⁻⁹ e 10⁻⁷ m/s, corrispondente ad una permeabilità molto bassa.

k (m/sec)	Grado di permeabilità	Tipo di terreno
$k > 1 \cdot 10^{-3}$	Alta	Ghiaie
$1 \cdot 10^{-3} > k > 1 \cdot 10^{-5}$	Media	Sabbie ghiaiose e Ghiaie sabbiose
$1 \cdot 10^{-5} > k > 1 \cdot 10^{-7}$	Bassa	Sabbie fini
$1 \cdot 10^{-7} > k > 1 \cdot 10^{-9}$	Molto bassa	Limi e sabbie argillose
$1 \cdot 10^{-9} > k$	Bassissima (impermeabile)	Argille

Per quanto riguarda la profondità del livello saturo, la prima falda, contenuta nei livelli granulari superficiali, non ha una continuità areale definita, in quanto può essere influenzata dalla morfologia locale ed è alimentata principalmente dalle precipitazioni meteoriche e dalle dispersioni dei corsi d'acqua superficiali: nel corso della campagna geognostica è stata rilevata a circa 1.5 m da piano campagna, in accordo ai dati bibliografici.

Lo smaltimento dei deflussi superficiali risente sia delle pendenze che soprattutto della tipologia di terreni, costituiti prevalentemente da depositi fini; il terreno in esame smaltisce le acque parte per assorbimento e parte per scorrimento secondo le pendenze, con scarico lungo gli scoli circostanti.

Nell'area in esame non si evidenziano allo stato attuale fenomeni di dissesto idrogeologico.

4 Inquadramento dell'area oggetto di trasformazione

Si verificheranno di seguito le indicazioni degli strumenti di pianificazione per l'area in oggetto; si provvederà quindi a descrivere le trasformazioni delle superfici in termini di impermeabilizzazione.

4.1 Indicazioni della pianificazione comunale e sovraordinata

I nuovi capannoni ed il settore contermina da sanare ricadono in zone di pericolosità idraulica moderata come perimetrate dal PAI (rif. Tavola 63 Piano Stralcio Assetto Idrogeologico del Fiume Brenta – Bacchiglione, D. Lgs. 152/06. Decreti segretariali n. 1891 del 17/7/2013; n. 2432 del 25/9/2013; n. 2 del 20/1/2014 e n. 46 del 5/8/2014), mentre i fabbricati posti ad Est del rilevato non sono soggetti a tale criticità.

Legenda:

PIANO ASSETTO IDROGEOLOGICO P.A.I.
Perimetrazione e classi di pericolosità idraulica

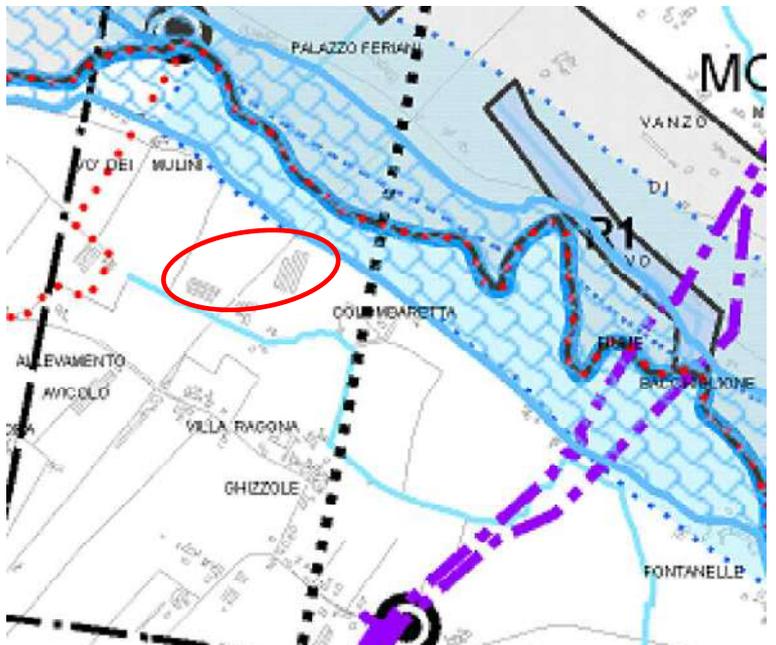
-  F - Area Fluviale
-  P1 - Pericolosità idraulica moderata
-  P2 - Pericolosità idraulica media
-  P3 - Pericolosità idraulica elevata
-  P4 - Pericolosità idraulica molto elevata

 **Indicazione delle zone di pericolosità e di attenzione geologica***

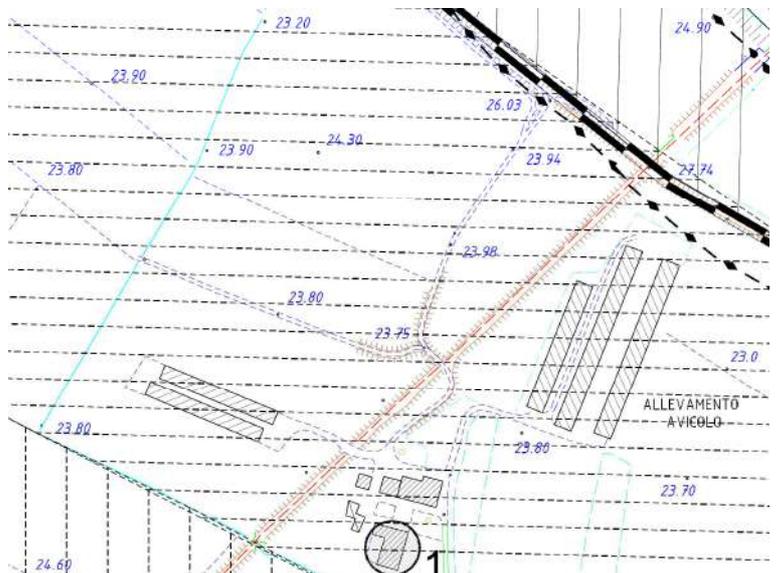
 *cfr. cartografia geologica



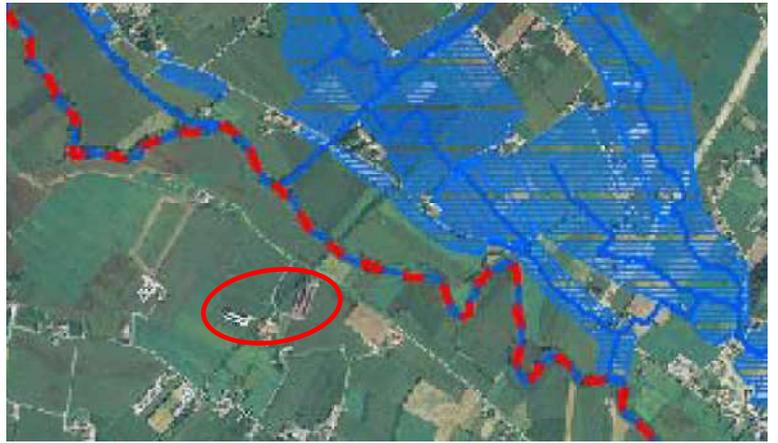
La “Carta delle fragilità” allegata al Piano Territoriale di Coordinamento provinciale, approvata con DGR 708/2012, non inserisce i siti in esame né nelle aree a pericolosità, né nelle aree a rischio idraulico Piano di Emergenza, né in “area esondabile o a ristagno idrico – Art. 10”.



La variante parziale al PRG di Montegaldella approvata con DCC n. 32 del 04.10.2021 attribuisce il sito a zone agricole (ZTO E 2-1).



La cartografia riguardante le aree soggette ad allagamento prodotta dal Consorzio Alta Pianura Veneta (di cui si riporta uno stralcio estratto dalla VCI del PAT di Montegalda) non evidenzia zone con tale criticità nell'intorno dell'ambito in studio.



Per quanto riguarda la rete scolante, il Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, nell'ambito del Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio, nell'elaborato 2.9.65 "Carta della rete idrica dei Comuni" indica a Sud dei capannoni esistenti la presenza dello scolo demaniale Bacchiglione.



	Canali demaniali di bonifica e/o promiscui in gestione al Consorzio
	Canali demaniali ad uso irriguo in gestione al Consorzio
	Canali non demaniali di bonifica e/o promiscui in gestione al Consorzio
	Canali non demaniali ad uso irriguo in gestione al Consorzio

In sintesi, dall'analisi degli elaborati di Regione Veneto, Autorità di Bacino Brenta – Bacchiglione (Rif. "Carta della pericolosità idraulica", tavola 63), PTCP, Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta e PRG, l'area di intervento presenta le seguenti caratteristiche:

- evidenze geomorfologiche: nessuna
- litologia di superficie: limi e argille; sabbie
- profondità falda da p.c. : 1.5 m
- pericolosità idraulica in accordo al PAI: moderata
- criticità idrogeologiche: no

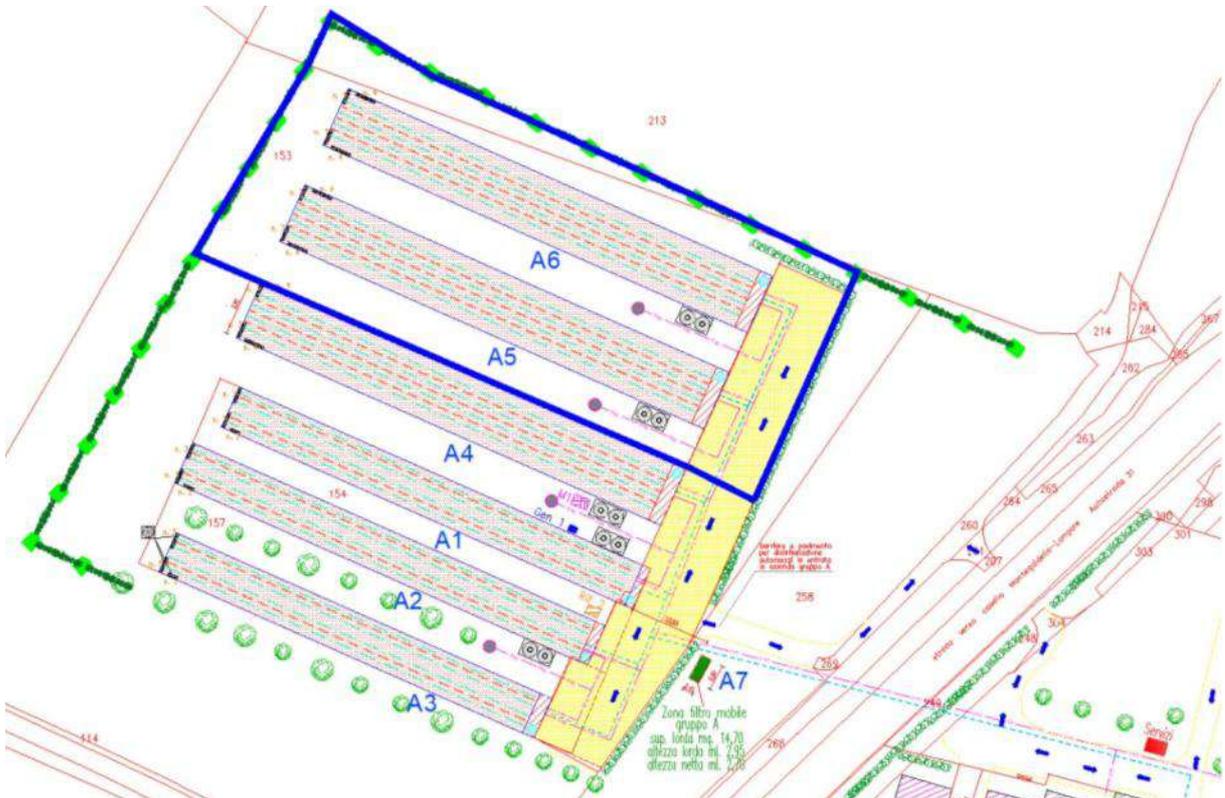
4.2 Descrizione delle trasformazioni delle superfici in termini di impermeabilizzazione

Come visto in precedenza, il progetto riguarda la sanatoria di due porzioni di capannoni avicoli esistenti e la realizzazione due nuovi fabbricati con misure in pianta pari a 16.00 x 110.25 m: ***poiché lo studio di compatibilità idraulica riguarda gli interventi che comportano una trasformazione d'uso del suolo rispetto allo stato precedente, le misure compensative saranno calcolate per l'ambito oggetto di nuova edificazione.*** Per una migliore comprensione dello stato attuale dei luoghi, si riporta alla pagina successiva un'immagine estratta da Google maps, che evidenzia in rosso il sedime di intervento.



Nell'immagine estratta da Google maps, in rosso è indicato il settore che sarà oggetto di impermeabilizzazione

Con riferimento alla tavola 7 di progetto a firma Geom. Giancarlo Guerra, di cui si riporta un estratto non in scala, si desume che la superficie che varierà la destinazione d'uso è pari a 7895 mq.



Estratto tavola 7 di progetto: con il contorno blu è indicata l'area, attualmente agricola, che sarà oggetto di studio di compatibilità idraulica (in giallo le pavimentazioni; le aree rimanenti tra i capannoni resteranno a verde, analogamente a quelle esistenti)

Con la realizzazione del progetto le superfici saranno così distribuite:

- capannoni: 3636 mq
- superficie pavimentata: 843 mq
- area a verde: 3416 mq

5 Valutazione degli effetti delle trasformazioni: coefficienti di deflusso

La compatibilità idraulica nella Regione Veneto è così normata:

- DGVR 3637/2002: indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici;
- DGRV 1322/2006: nuove indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico;
- DGRV 1841/2007: nuove indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Allegato A – Valutazione della compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche (aggiornamento Giugno 2007);
- DGRV 2948/2009: nuove indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Allegato A – Valutazione della compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici. Modalità operative e indicazioni tecniche,

Per valutare gli effetti delle trasformazioni del suolo, vanno calcolati i valori del *coefficiente di deflusso medio ponderale*, che sono convenzionalmente assunti come segue (DGRV 2948/2009):

- superfici impermeabili (tetti, pavimentazioni ed aree impermeabili in genere): 0.9
- aree con pavimentazione semipermeabile (pavimentazioni drenanti, strade in ghiaia o stabilizzato): 0.6
- aree a verde: 0.2
- aree agricole: 0.1

Il coefficiente di deflusso viene calcolato con l'espressione $\varphi = \Sigma \varphi_i S_i / S$.

Attualmente per la parte in ampliamento le superfici sono così distribuite:

Aree permeabili ($\varphi = 0.1$):

area agricola: 7895 mq

Il coefficiente di deflusso risulta pertanto

$$\varphi \text{ attuale} = 0.10$$

Le superfici *a seguito della realizzazione delle opere* risulteranno le seguenti:

Aree impermeabili ($\varphi = 0.9$):

superficie coperta + superficie pavimentata: 3636 + 843 = 4479 mq

Aree permeabili ($\varphi = 0.1$):

verde: 3416 mq

$$\varphi \text{ progetto} = 0.55$$

Il coefficiente di deflusso φ in realtà varia con la durata della precipitazione: per le reti di drenaggio urbano si assume spesso di trattare il coefficiente come costante, e pari a quello relativo alla precipitazione della durata di un'ora, a patto di usare, per durate inferiori all'ora, in luogo dell'esponente n (curva di possibilità pluviometrica) il valore di $4/3 n$. Per durate superiori l'ora è da mantenere φ costante e quindi usare l'esponente n : tale ipotesi, come di vedrà al paragrafo 7, è stata adottata nel caso dei calcoli condotti con il metodo cinematico.

6 Analisi idrologica

Per la determinazione delle portate scolanti si utilizzano le curve di possibilità pluviometrica a due parametri (a, n): l'altezza di pioggia h caduta per una durata t per un fissato valore di tempo di ritorno T_r si ricava dalla seguente formulazione, che esprime la legge fisica per cui l'intensità della precipitazione diminuisce con la durata dell'evento:

$$h = a t^n$$

dove a ed n sono parametri che dipendono dalla località geografica, dalla distribuzione statistica e dal tempo di ritorno T_r : quest'ultimo viene, in accordo alla DGRV 1841/2007, fissato in 50 anni.

Lo studio è stato condotto utilizzando i valori di pioggia della stazione meteorologica di Montegalda, che presenta le seguenti caratteristiche:

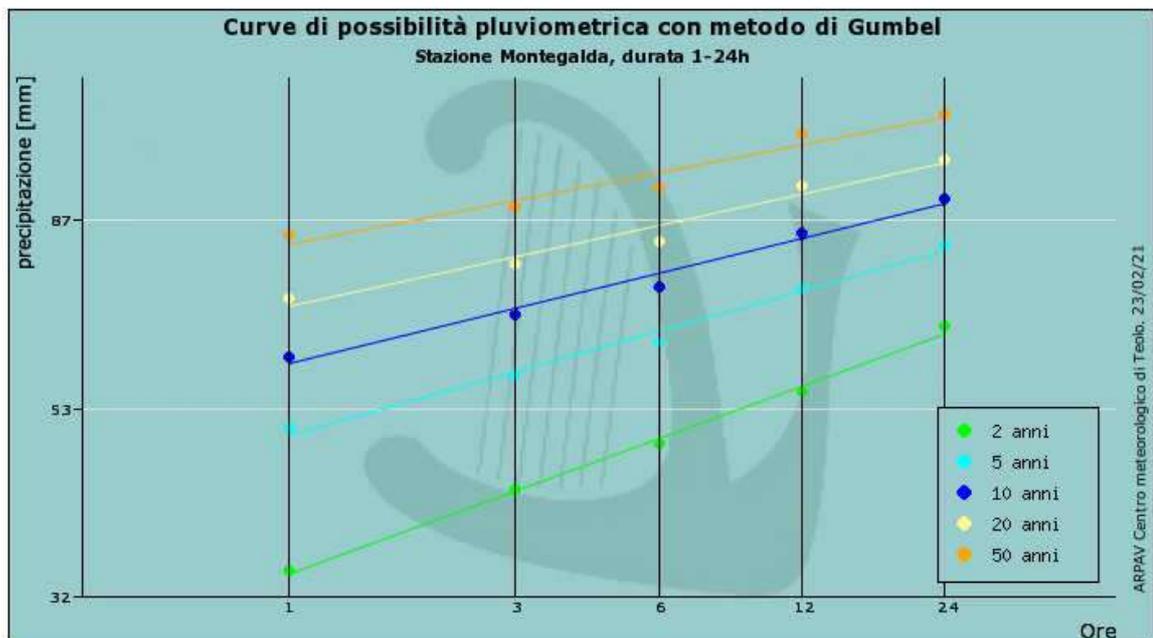
Stazione	Montegalda	
Quota	22	m s.l.m.
Coordinata X	1708188	Gauss-Boaga fuso Ovest (EPSG:3003)
Coordinata Y	5036362	
Comune	MONTEGALDA (VI)	
Inizio attività sensore di pioggia 09/12/1991		
Fine attività sensore di pioggia ancora attivo		

I valori di pioggia della stazione, reperiti nel sito istituzionale di Arpav ("Dati delle precipitazioni di massima intensità"), sono disponibili dal 1991 al 2020. I dati registrati sono stati quindi rielaborati: le altezze delle precipitazioni e le curve di possibilità pluviometrica fornite dal sito Arpav per la stazione di Montegalda sono riportate alla pagina seguente.

Per lo studio in esame, come già accennato, è da considerare il tempo di ritorno $T_r = 50$ anni, in accordo alla DGRV 1841/2007 (non viene effettuato il calcolo con $T_r = 200$ anni, tempo di riferimento per adottare sistemi di infiltrazione facilitata per un valore del 75% in aree di pianura, viste le caratteristiche di permeabilità dei terreni, che, come visto, risultano non idonee).

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
1992	37.0	05/07/1992 16:30	42.8	05/07/1992 17:00	44.2	04/10/1992 11:40	55.6	04/10/1992 11:45	74.4	08/12/1992 21:40
1993	44.2	26/08/1993 21:10	49.2	26/08/1993 22:35	49.4	27/08/1993 00:10	49.4	27/08/1993 00:10	59.4	27/08/1993 18:05
1994	27.0	20/07/1994 03:35	40.2	13/09/1994 19:40	45.6	20/07/1994 07:55	45.6	20/07/1994 07:55	56.4	14/09/1994 16:40
1995	35.6	08/08/1995 00:55	35.6	08/08/1995 00:55	35.6	08/08/1995 00:55	38.4	25/04/1995 05:10	62.8	08/08/1995 00:55
1996	27.2	09/05/1996 17:10	28.8	08/05/1996 19:30	31.8	16/11/1996 21:10	38.6	10/12/1996 17:30	60.6	10/12/1996 22:00
1997	35.0	17/08/1997 23:25	36.8	17/08/1997 23:45	39.6	18/08/1997 04:15	40.2	18/08/1997 07:45	52.0	18/08/1997 03:10
1998	36.2	08/10/1998 14:35	53.8	08/10/1998 15:40	53.8	08/10/1998 15:40	53.8	08/10/1998 15:40	67.2	07/10/1998 13:10
1999	26.8	14/07/1999 21:50	29.8	23/10/1999 11:35	51.8	07/11/1999 00:05	82.0	07/11/1999 05:40	84.8	07/11/1999 08:50
2000	26.8	08/05/2000 07:10	50.8	08/05/2000 07:55	54.6	08/05/2000 09:00	63.6	08/05/2000 09:40	71.0	08/05/2000 09:40
2001	27.6	20/07/2001 00:45	56.0	20/07/2001 01:20	72.2	20/07/2001 04:00	83.8	20/07/2001 06:20	91.8	20/07/2001 16:00
2002	46.2	06/08/2002 11:15	51.2	06/08/2002 12:45	53.2	06/08/2002 13:10	64.4	06/08/2002 11:20	68.8	06/08/2002 21:30
2003	58.8	02/06/2003 20:00	59.2	02/06/2003 20:25	59.2	02/06/2003 20:25	59.4	03/06/2003 03:00	64.0	08/11/2003 21:30
2004	58.4	03/08/2004 22:35	64.0	04/08/2004 00:40	70.4	04/08/2004 02:50	70.4	04/08/2004 02:50	70.4	04/08/2004 02:50
2005	97.0	01/07/2005 07:40	99.2	01/07/2005 09:40	101.2	01/07/2005 11:25	101.6	01/07/2005 11:25	109.6	06/11/2005 23:55
2006	39.0	12/08/2006 17:50	51.0	12/08/2006 19:25	64.8	15/09/2006 07:10	92.0	15/09/2006 10:30	100.0	15/09/2006 10:30
2007	22.2	02/05/2007 13:10	27.8	02/05/2007 14:55	32.0	02/05/2007 17:00	34.6	04/05/2007 16:50	34.6	04/05/2007 16:50
2008	42.2	06/07/2008 17:25	53.2	06/07/2008 17:50	53.2	06/07/2008 17:50	53.2	06/07/2008 17:50	53.2	06/07/2008 17:50
2009	24.6	07/07/2009 11:55	31.4	16/09/2009 03:25	39.4	16/09/2009 06:20	69.8	16/09/2009 12:20	83.6	16/09/2009 13:05
2010	29.2	09/09/2010 21:40	44.0	09/09/2010 23:45	44.4	09/09/2010 23:50	50.2	25/10/2010 17:20	63.6	25/10/2010 17:25
2011	51.6	01/07/2011 02:05	58.4	01/07/2011 03:35	58.8	01/07/2011 03:35	58.8	01/07/2011 03:35	77.8	17/03/2011 00:20
2012	20.0	21/07/2012 11:00	28.6	11/11/2012 03:45	53.4	11/11/2012 06:00	77.6	11/11/2012 11:35	79.4	11/11/2012 14:20
2013	31.8	25/08/2013 19:35	43.6	25/08/2013 21:25	52.4	26/08/2013 00:15	53.4	26/08/2013 04:55	68.8	25/08/2013 22:45
2014	38.6	30/05/2014 19:15	45.8	30/05/2014 21:00	46.0	30/05/2014 21:50	49.2	01/03/2014 23:05	62.0	02/03/2014 11:40
2015	40.2	27/04/2015 10:35	50.4	27/04/2015 12:25	60.4	27/04/2015 15:25	62.2	27/04/2015 16:35	71.0	27/04/2015 16:35
2016	19.6	18/08/2016 22:30	31.0	12/05/2016 05:35	35.8	12/05/2016 07:05	44.0	14/10/2016 22:55	61.4	14/10/2016 23:55
2017	34.6	07/09/2017 15:45	34.6	07/09/2017 15:45	35.4	07/09/2017 20:35	35.4	07/09/2017 20:35	51.6	06/02/2017 12:00
2018	33.4	13/08/2018 19:25	36.6	13/08/2018 20:30	39.6	13/05/2018 14:10	57.6	13/05/2018 19:50	60.6	13/05/2018 22:10
2019	31.6	10/04/2019 17:45	35.0	11/05/2019 21:35	40.2	10/04/2019 23:10	47.4	12/05/2019 06:55	58.6	05/05/2019 22:05
2020	18.4	22/09/2020 19:50	25.4	11/05/2020 07:15	33.6	11/10/2020 09:00	36.8	04/06/2020 22:15	46.8	11/10/2020 21:05

Valori massimi annui delle precipitazioni registrate alla stazione di Montegalda con durata 1 – 24 h



Curve di possibilità pluviometrica per la stazione di Montegalda

I valori dei coefficienti della curva di possibilità pluviometrica di interesse sono i seguenti:

Coefficienti della curva di possibilità pluviometrica			
Tr (anni)	a (mm h ⁿ)	N	n ₀ = n*4/3
50	81,327	0,107	0,143

7 Determinazione del volume di invaso

Analizzato lo stato dei luoghi e le previsioni progettuali, effettuato lo studio propedeutico alla valutazione delle modifiche al regime idraulico del territorio interessato all'intervento (con riferimento alle caratteristiche litologiche, soggiacenza della falda, vulnerabilità degli acquiferi, contiguità con aree a rischio idraulico, di deflusso difficoltoso, contiguità con corsi d'acqua temporanei e permanenti classificati e non, impatto sulle reti di smaltimento delle acque meteoriche eventualmente esistenti o in realizzazione, ecc.) si procede al dimensionamento delle misure di compatibilità idraulica.

Per la valutazione dell'invaso di laminazione, in accordo alla normativa regionale che suggerisce di utilizzare più metodologie di calcolo e di adottare i volumi più cautelativi tra quelli ottenuti, si sono utilizzati *il metodo cinematico* ed *il metodo dell'invaso lineare*, entrambi derivati dalla "formula razionale", che determina la portata critica nella sezione di interesse in funzione di precipitazione critica e caratteristiche del suolo.

$$Q_c = S \cdot u = S \cdot 2.78 \cdot \varphi \cdot \varepsilon \cdot i(\theta_c, T)$$

con:

Q _c	portata di picco (l/s)
S	superficie bacino scolante (ha)
u	coefficiente udometrico (l/s ha)
φ	coefficiente di afflusso
T	tempo di ritorno (anni)
θ _c	durata critica (h)
ε	coefficiente dipendente dal metodo di trasformazione afflussi – deflussi
a, n	parametri della curva di possibilità pluviometrica
i = a θ _c ⁿ⁻¹	intensità di precipitazione (mm/h)

Le ipotesi alla base della formula razionale sono:

- pioggia di intensità costante;
- descrizione perdite idrologiche con metodo percentuale, cioè con φ = costante
- modello lineare di trasformazione afflussi – deflussi

Calcolo con il metodo cinematico

Il metodo assume che la *portata di picco* in una specifica sezione del reticolo di drenaggio si formi per una durata di precipitazione pari al tempo di corrvazione, quest'ultimo definito come il tempo necessario alla goccia caduta nel punto più lontano del bacino scolante per arrivare alla sezione considerata.

$$Q_c = (\varphi S i) / 360$$

dove i è l'intensità di precipitazione:

$$i = a \theta_c^{n-1} \text{ (mm/h)}$$

con:

- Q_c portata di picco (mc/s)
- S superficie del bacino afferente (ha)
- φ coefficiente di afflusso
- a, n parametri della curva di possibilità pluviometrica

Il calcolo del volume di laminazione W viene effettuato a partire dalla formulazione di Alfonsi – Orsi del metodo cinematico:

$$W = 10 \cdot \varphi \cdot S \cdot a \cdot v^n + 1.295 \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{Q_u^{1-n}}{\varphi \cdot S \cdot a} - 3.6 \cdot Q_u \cdot \theta - 3.6 \cdot Q_u \cdot t_c$$

con:

- Q_u portata in uscita (l/s)
- S superficie del bacino afferente (ha)
- φ coefficiente di afflusso
- a, n parametri della curva di possibilità pluviometrica
- θ durata precipitazione (h)
- t_c tempo di corrivazione (h)

La durata di precipitazione da considerare è quella critica, che si determina risolvendo l'equazione:

$$2.78 \cdot n \cdot \varphi \cdot S \cdot a \cdot v_w^{n-1} + 0.36 \cdot (1-n) \cdot t_c \cdot Q_u^2 \cdot \frac{Q_u^{-n}}{\varphi \cdot S \cdot a} - Q_u = 0$$

I volumi necessari per laminare i carichi idraulici prodotti dall'intervento di progetto vengono stimati assumendo una portata effluente pari a 5 l/s ha, valore massimo ammissibile nella rete del Consorzio; calcolando il tempo di precipitazione, il valore affluito alla sezione di chiusura ed il volume scaricato, e, per differenza tra i due, il volume da invasare, è possibile determinare il volume necessario alla laminazione ricercando il massimo dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione. Si è costruito cioè un modello che determina, in funzione degli eventi considerati e della portata di deflusso, l'altezza della precipitazione, la portata di pioggia alla sezione di chiusura con l'espressione del metodo cinematico e la portata da invasare, data dalla differenza tra portata di pioggia e portata defluita: il valore di invaso da considerare sarà quello massimo calcolato.

Calcolo con il metodo dell'invaso lineare

Il metodo determina la portata di picco generata dal drenaggio di un bacino secondo la formula:

$$Q_c = S \cdot 2.78 \cdot 0.65 \cdot \varphi \cdot a \cdot K^{n-1}$$

con:

- Q_c portata di picco (l/s)
- S superficie del bacino afferente (ha)
- φ coefficiente di afflusso
- a, n parametri della curva di possibilità pluviometrica
- K costante di invaso (h)

Tra le metodologie che utilizzano il metodo dell'invaso, si è eseguito il calcolo secondo la procedura proposta da Moriggi e Zampaglione (1978), sempre nell'ipotesi di un tempo di ritorno di 50 anni. Al fine di dimensionare il volume di laminazione necessario, il calcolo è stato condotto integrando l'equazione di continuità che uguaglia la differenza tra la portata entrante Q_{in} e quella uscente Q_u , funzioni del tempo t , con la derivata della funzione volume dell'invaso $W(t)$, anch'essa funzione di t , rispetto al tempo. Adottando l'ipotesi semplificativa di porre la portata in uscita costante e come visto in precedenza pari a 5 l/s ha, il bacino afferente viene schematizzato come un serbatoio lineare di costante di invaso K , interessato da una precipitazione costante di durata θ , avente un coefficiente di deflusso ϕ costante durante tutto l'evento: fissato con η il rapporto tra la massima portata entrante e quella uscente, si possono ricavare la durata critica θ_w ed il volume da assegnare alla vasca W mediante le relazioni che seguono.

Assunto il rapporto di laminazione:

$$\eta = Q_u/Q_c$$

risulta:

$$Q_c = 0.65 S \phi a K^{n-1}$$

dove:

$$K = 0.75 t_c$$

con t_c tempo di corrivazione.

La durata critica della precipitazione si ricava dalla relazione:

$$\theta_w = [(Q_u / S \phi n a)^{1/n-1}] / C$$

con:

$$C = [(0.165 n) / (\eta + 0.01)] - [(\eta - 0.1) / 30] + 0.5$$

Il volume di laminazione W viene ricavato dalla seguente relazione:

$$W = S \phi a \theta_w^n [0.95 - (\eta)^{2/3}]^{3/2}$$

con:

W	volume della vasca (mc)
S	superficie del bacino afferente (ha)
ϕ	coefficiente di afflusso
a, n	parametri della curva di possibilità pluviometrica
θ	durata precipitazione (s)
t_c	tempo di corrivazione (s)

Si definisce il *tempo di corrivazione* t_c come il tempo necessario alla goccia caduta nel punto più lontano del bacino scolante per arrivare alla sezione considerata: secondo gli studi eseguiti da Mambretti e Paoletti (1996), per i bacini urbani tale tempo viene stimato in prima approssimazione dalla somma di una componente di accesso alla rete t_a (che rappresenta il tempo impiegato da una particella d'acqua per raggiungere la rete più vicina scorrendo in superficie) e del tempo di rete t_r (tempo necessario a transitare per la rete di drenaggio fino alla sezione di chiusura), secondo il modello del condotto equivalente, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso avviene in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti) che raccolgono le acque scolanti:

$$t_c = t_a + t_r$$

Il valore di t_a varia in funzione della pendenza superficiale: per i casi in esame si è fatto riferimento alla tabella di Fair (1966), adottando un valore di 15 minuti:

Tipologia di bacino	t_a (min)
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e frequenti caditoie	< 5
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie meno frequenti	10 - 15
Aree residenziali estensive con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	20 - 30

Il tempo di rete t_r dipende dalla la velocità di rete, che, per evitare problemi di deposito ed erosione, deve essere compresa tra 0.5 e 4.0 m/s: ipotizzando le canalizzazioni piene ma non in pressione, la velocità dell'acqua è di 1 m/s: per il caso in esame il tempo di rete t_r vale 2 minuti. Il tempo di corrvazione t_c allo stato di progetto considerato per le varie richieste vale pertanto:

$$t_c = 17 \text{ min}$$

I calcoli sono riportati in allegato: si riporta una tabella riassuntiva con i valori dei volumi di invaso ottenuti.

	Metodo cinematico		Metodo invaso	
	Volume specifico di invaso	Volume da invasare	Volume specifico di invaso	Volume da invasare
Tr 50 anni	448 mc/ha	353,5	439 mc/ha	346,4 mc

I valori da adottare sono quelli più cautelativi, ottenuti con il metodo cinematico.

Volume di invaso = 354 mc

8 Misure compensative

Con riferimento alla classificazione proposta in Allegato A della DGRV n. 2948 del 06/10/2009, le classi di intervento sono definite sulla base delle superfici interessate: per ciascuna classe, la norma fornisce delle indicazioni sui criteri da adottare per conseguire l'invarianza idraulica.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

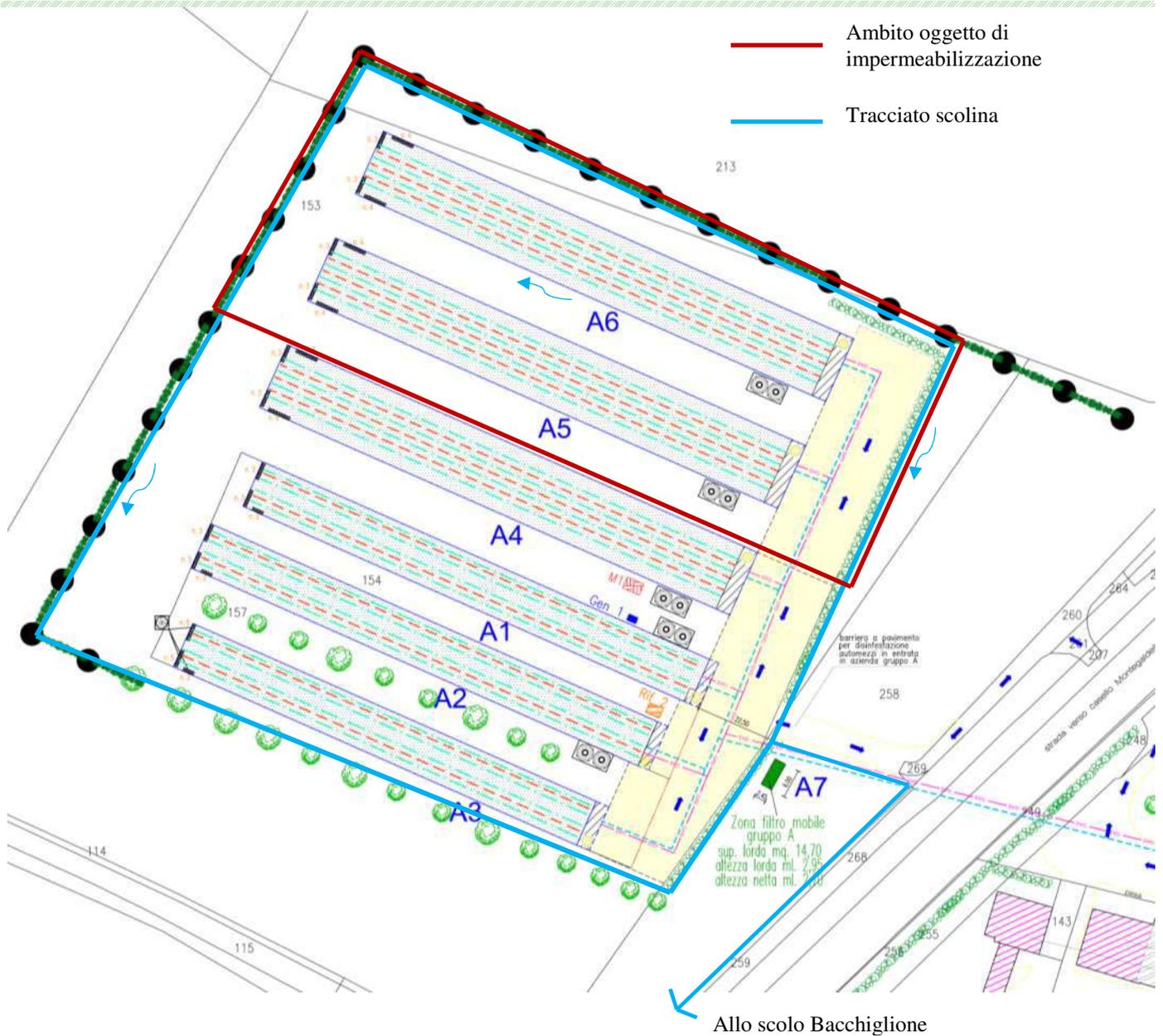
- nel caso di *trascurabile impermeabilizzazione* potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di *modesta impermeabilizzazione*, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni 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;
- nel caso di *significativa impermeabilizzazione*, 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;
- nel caso di *marcata impermeabilizzazione*, è richiesta la presentazione di uno studio molto approfondito.

Il caso in esame comporta una modesta impermeabilizzazione potenziale.

Vista la bassa permeabilità dei terreni ed il livello di falda ad una quota pari a circa 1.5 m da p.c., si propone di realizzare un vaso a cielo aperto costituito da una scolina, analoga a quella indicata nell'immagine, ripresa dalla VCI del comune di Camisano. Questa aggirerà tutta l'area occupata dai capannoni e conferirà allo scolo parallelo al tracciato della strada verso Montegaldella - Longare (portata in uscita imposta nei calcoli: 5 l/s ha), a sua volta recapitante allo scolo Bacchiglione.



Alla pagina seguente si riporta uno schema estratto dalla tavola 7 di progetto con l'ubicazione della scolina.



La scolina avrà una sezione trapezia, con ampiezza a piano campagna di 1.3 m ed alla base pari a 1.0 m, ed altezza 60 cm (potranno essere utilizzate anche altre misure, purchè l'area sia raffrontabile), per una lunghezza di circa 545 m; con tali valori:

$$\text{Invaso scolina} = 376 \text{ mc} > \text{invaso minimo richiesto } 354 \text{ mc}$$

Si consiglia di porre in opera anche una vasca di raccolta per lo stoccaggio ed il recupero delle acque meteoriche dei tetti per il successivo utilizzo in sito.

9 Considerazioni conclusive

In conformità a quanto in precedenza esposto, a quanto previsto dalle norme vigenti, con particolare riferimento alla DGRV 1322/2006 ed alla DGRV 2948/2009, si riassumono le caratteristiche e la situazione dell'area indagata:

- il progetto prevede la realizzazione di due nuovi capannoni ad uso allevamento polli di superficie 16.00 x 110.25 m, in adiacenza ad analoghe opere; ulteriore impermeabilizzazione sarà costituita da nuove pavimentazioni nell'area di transito dei mezzi. Dall'analisi egli elaborati di Regione Veneto, Autorità di Bacino Brenta – Bacchiglione (rif. “Carta della pericolosità idraulica”, tavola 63), PTCP, Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta e PRG in merito all'area di intervento si evince quanto segue:
 - evidenze geomorfologiche: nessuna
 - litologia di superficie: limi e argille; sabbie
 - profondità falda da p.c. : 1.5 m
 - pericolosità idraulica in accordo al PAI: moderata
 - criticità idrogeologiche: no
- i terreni presentano una bassa permabilità: i sistemi di infiltrazione facilitata quali pozzi o trincee disperdenti, non possono essere presi in considerazione, se non come semplici volumi di invaso in accordo alla DGRV 2948/09;
- la rete idraulica ricettrice è costituita dallo scolo Bacchiglione, posto ad una distanza di poco meno di 50 m in direzione Sud dall'area di intervento (cfr. pag. 8);
- per ridurre il carico idraulico derivante dall'impermeabilizzazione conseguente alla realizzazione degli interventi di progetto, si propone di ricavare una scolina attorno al perimetro dei capannoni esistenti e di quelli di progetto, profonda 60 cm, con una sezione trapezia di ampiezza a piano campagna di 1.3 m ed alla base pari a 1.0 m, di lunghezza pari a circa 545 m; l'invaso fornito è quindi di 376 mc, maggiore del volume minimo richiesto pari a 354 mc. Lo scarico, tramite una scolina esistente, avverrà nello scolo Bacchiglione, nella misura di 5 l/s ha;
- si raccomanda la pulizia e la manutenzione delle opere per garantirne l'efficienza nel tempo.



Dott. Geol. Silvia Daleffe

Silvia Daleffe

Allegato

Calcolo metodo cinematico

t	t	altezza di pioggia h	J	Q pioggia	Q defluente	Vpioggia in	Vpioggia out	V invaso
min	ore	mm	mm/h	l/s	l/s	mc	mc	mc
15	0,25	66,70	266,82	320,9	3,95	288,8	3,55	285,28
30	0,50	73,66	147,31	177,2	3,95	318,9	7,11	311,83
45	0,75	78,05	104,07	125,2	3,95	338,0	10,66	327,31
60	1,00	81,33	81,33	97,8	3,95	352,2	14,21	337,96
75	1,25	83,30	66,64	80,2	3,95	360,7	17,76	342,91
90	1,50	84,94	56,62	68,1	3,95	367,8	21,32	346,46
105	1,75	86,35	49,34	59,3	3,95	373,9	24,87	349,03
120	2,00	87,59	43,80	52,7	3,95	379,3	28,42	350,86
135	2,25	88,70	39,42	47,4	3,95	384,1	31,97	352,11
150	2,50	89,71	35,88	43,2	3,95	388,4	35,53	352,92
165	2,75	90,63	32,96	39,6	3,95	392,4	39,08	353,34
180	3,00	91,48	30,49	36,7	3,95	396,1	42,63	353,46
195	3,25	92,26	28,39	34,1	3,95	399,5	46,19	353,32
210	3,50	93,00	26,57	32,0	3,95	402,7	49,74	352,94
225	3,75	93,69	24,98	30,0	3,95	405,7	53,29	352,38
240	4,00	94,33	23,58	28,4	3,95	408,5	56,84	351,63
255	4,25	94,95	22,34	26,9	3,95	411,1	60,40	350,74
270	4,50	95,53	21,23	25,5	3,95	413,7	63,95	349,71
300	5,00	96,61	19,32	23,2	3,95	418,3	71,06	347,29
360	6,00	98,52	16,42	19,7	3,95	426,6	85,27	341,32
420	7,00	100,16	14,31	17,2	3,95	433,7	99,48	334,21
480	8,00	101,60	12,70	15,3	3,95	439,9	113,69	326,24
540	9,00	102,89	11,43	13,8	3,95	445,5	127,90	317,61
600	10,00	104,05	10,41	12,5	3,95	450,6	142,11	308,45
660	11,00	105,12	9,56	11,5	3,95	455,2	156,32	298,85
720	12,00	106,10	8,84	10,6	3,95	459,4	170,53	288,90
780	13,00	107,01	8,23	9,9	3,95	463,4	184,74	278,64

Calcolo metodo dell'invaso

$Q_{maxin} = 243,2$ l/s

$K = 0,21$ h

$\eta = 0,0162298$

$C = 1,4002433$

$t_{cr} = 3,13$ h

$W = 346,35$ mc