

Variante al Piano degli Interventi n. 9 del Comune di Villorba

Valutazione di compatibilità idraulica

Sommario

1. Premessa.....	3
1.1. Obiettivi.....	5
2. Riferimenti normativi	6
3. Inquadramento territoriale e caratterizzazione idro-geologica.....	8
3.1. Inquadramento dell'area	8
3.2. Idrografia e criticità idrauliche	8
3.3. Inquadramento geologico	10
3.4. Il corpo idrico recettore	12
4. Parametri di progetto.....	13
4.1. Il tempo di ritorno	13
4.2. Le curve di possibilità pluviometrica.....	14
4.3. L'area di trasformazione	16
4.4. Il coefficiente di deflusso.....	19
4.5. Portata massima scaricabile	20
5. Il volume di compenso	21
5.1. Calcolo con il metodo delle sole piogge	21
5.2. Indicazioni del Consorzio di Bonifica Piave	23
5.3. Confronti e individuazione del volume di invaso.....	24
6. Soluzioni progettuali	25
6.1. Realizzazione degli invasi.....	25
6.1.1. Invasi concentrati a cielo aperto o sotterranei	25
6.1.2. Invasi diffusi all'interno della rete di drenaggio.....	26
6.1.3. Invaso in trincee drenanti.....	26
6.1.4. Invasi in pozzi drenanti	28
6.2. Dispositivi di laminazione	29
6.3. Raccolta, trattamento acque e smaltimento delle acque	29
7. Verifica delle trincee drenanti	30
8. Verifica dei pozzi drenanti.....	30
9. Conclusioni	32

1. Premessa

La presente relazione tecnica costituisce la valutazione di compatibilità idraulica relativamente al singolo intervento di Piano previsto nella "VARIANTE N°9 AL PIANO DEGLI INTERVENTI VIGENTE PER IL CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO DELLA ZONA FB35" del Comune di Villorba, definendo criteri e predimensionamenti, che dovranno essere in seguito perfezionati a fronte della effettiva configurazione di progetto.

Oggetto della variante al PI vigente è la riclassificazione della zona Fb35 (area per attrezzature di interesse collettivo) a zona B/239 residenziale di completamento totalmente edificata; in tale area è presente l'edificio destinato a scuola materna; nel piano seminterrato sono presenti locali utilizzati per le attività pastorali della Parrocchia e al piano rialzato l'alloggio del parroco. La zona è ubicata nel Comune di Villorba (TV), frazione di Catena, in via Postioma n°54 ed è di proprietà della *Parrocchia dell'Annunciazione della Beata Vergine Maria*, con sede in via Postioma n°54 a Catena di Villorba 31020, CF 80008480263, con parroco pro-tempore e legale rappresentante don Marco Carletto.

Il D.G.R.V. n. 3637/02 ed il D.G.R.V. n. 1322/06 prevedono la valutazione della compatibilità idraulica per gli studi di pianificazione territoriale (P.A.T., P.I., P.U.A.) e per singole varianti urbanistiche.

La presente relazione di compatibilità idraulica analizza l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze tra il reticolo idrografico, i dissesti idraulici ad esso connessi, e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo collegate all'attuazione del Piano degli Interventi.

L'elaborato tiene conto di quanto individuato dalla compatibilità idraulica del PAT e delle indicazioni/prescrizioni fornite dagli enti competenti (Genio Civile e Consorzio di Bonifica) in tale sede.

Lo studio delle trasformazioni in previsione inizia con un breve inquadramento e una caratterizzazione delle criticità idrauliche del territorio.

Successivamente, passando dal generale al dettaglio, è stata verificata la reale possibilità di trasformazione urbanistica. A tal scopo è stato svolto sul posto un sopralluogo atto ad individuare la trama e le particolarità morfologiche ed idrogeologiche a beneficio di un più ampio quadro di

Valutazione di compatibilità idraulica

conoscenze per indirizzare con maggiore grado di attenzione e attendibilità, le scelte di fattibilità e le misure compensative.

Nelle fasi progettuali successive, definita nel dettaglio la configurazione finale di urbanizzazioni e lottizzazioni interne, dovrà essere approfondito lo studio di compatibilità idraulica, con calcolo esatto dei volumi di compenso, in funzione della massima portata uscente, e comprensivo di planimetrie e profili delle opere di compensazione.



Figura 1.1: Localizzazione dell'area di intervento – foto satellitare

1.1. Obiettivi

Si intendono verificare le condizioni di deflusso delle precipitazioni meteoriche interessanti il bacino suddetto nello scenario di progetto. Da un punto di vista idrologico, l'urbanizzazione di un territorio si concretizza nell'aumento dell'impermeabilizzazione del suolo e nella regolarizzazione delle superfici che, a loro volta, causano un incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e l'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata) delle aree trasformate.

Sulla base di queste considerazioni, la regolazione dei volumi e delle portate dello scenario futuro deve essere basata sul principio di invarianza idraulica, ovvero si devono prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico al fine di mantenere i colmi di piena, prima e dopo la trasformazione, inalterati.

Di fatto, l'unico modo per garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni è quello di prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione dei deflussi e la riduzione dell'infiltrazione, che sono un effetto inevitabile di ogni trasformazione del suolo da non-urbano ad urbano. Operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio.

2. Riferimenti normativi

La Regione Veneto ha approvato le seguenti norme che disciplinano la pianificazione urbanistica in relazione alla regimazione dei deflussi:

- D.G.R.V. n. 3637/02 del 13/12/2002;
- D.G.R.V. n. 1322/06 del 10/05/2006;
- Allegato A del D.G.R.V. n. 1322/06 del 10/05/2006;
- D.G.R.V. n. 1841/07 del 19/06/2007;
- Allegato A del D.G.R.V. n. 1841/07 del 19/06/2007;
- Ordinanza n. 2 del 21/12/2007 del Commissario delegato per l'emergenza per gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007;
- Ordinanze n. 2, 3 e 4 del 22/01/2008 del Commissario delegato per l'emergenza per gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007;
- Linee guida per gli interventi di prevenzione dagli allagamenti e mitigazione degli effetti del commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 - 3 agosto 2009;
- D.G.R.V. n. 2948/09 del 06/10/2009.

Inoltre, si fa riferimento a:

- PTA Regione Veneto, approvato dal Consiglio Regionale con Delibera n. 107, in vigore dall'08/12/2009, aggiornato, con D.G.R.V. n. 842 del 15/05/2012;
- PAI del Bacino del Sile;
- Le indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica Piave;
- Piano degli Interventi comunale;
- Piano di Assetto del Territorio comunale.

Il D.G.R.V. n. 3637/02 ed il D.G.R.V. n. 1322/06 prevedono la valutazione della compatibilità idraulica per gli studi di pianificazione territoriale (PAT, PI, PUA) e per singole varianti urbanistiche.

L'Ordinanza n. 2 del 21/12/2007 del Commissario delegato per l'emergenza per gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007 individua i Comuni della Regione Veneto colpiti dagli allagamenti. Per tutti questi Comuni valgono le ordinanze n. 2, 3 e 4 del 22/01/2008.

Valutazione di compatibilità idraulica

Villorba non appartiene all'elenco dei Comuni dichiarati colpiti dagli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007, pertanto valgono le sole direttive impartite nel D.G.R.V. n. 3637/02 e nel D.G.R.V. n. 1322/06.

Con riferimento alla classificazione presente nell'allegato A del D.G.R.V. n. 1322/06 (poi D.G.R.V. n. 2948/2009) il presente intervento di progetto interessa una superficie di riferimento, ovvero quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo, compresa tra 0.1 ha e 1 ha e pertanto può essere definito di "modesta impermeabilizzazione potenziale".

Per questa classe di intervento, la norma indica che *"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. Inquadramento territoriale e caratterizzazione idro-geologica

3.1. Inquadramento dell'area

L'intervento si sviluppa nel Comune di Villorba (TV), frazione di Catena, in via Postioma n°54, su terreno già edificato (in tale area è presente l'edificio destinato a scuola materna; nel piano seminterrato sono presenti locali utilizzati per le attività pastorali della Parrocchia e al piano rialzato l'alloggio del parroco).

Al Catasto Terreni l'area in oggetto è oggi così censita: *Comune di Villorba - Foglio 20 – Mapp. n°87.*

Oggetto della variante al PI vigente è la riclassificazione della zona Fb35 (area per attrezzature di interesse collettivo) a zona B/239 residenziale di completamento totalmente edificata;

La nuova zona B/239 ha una superficie di 3612 mq nel Piano degli Interventi (stessa dimensione della precedente zona Fb35).

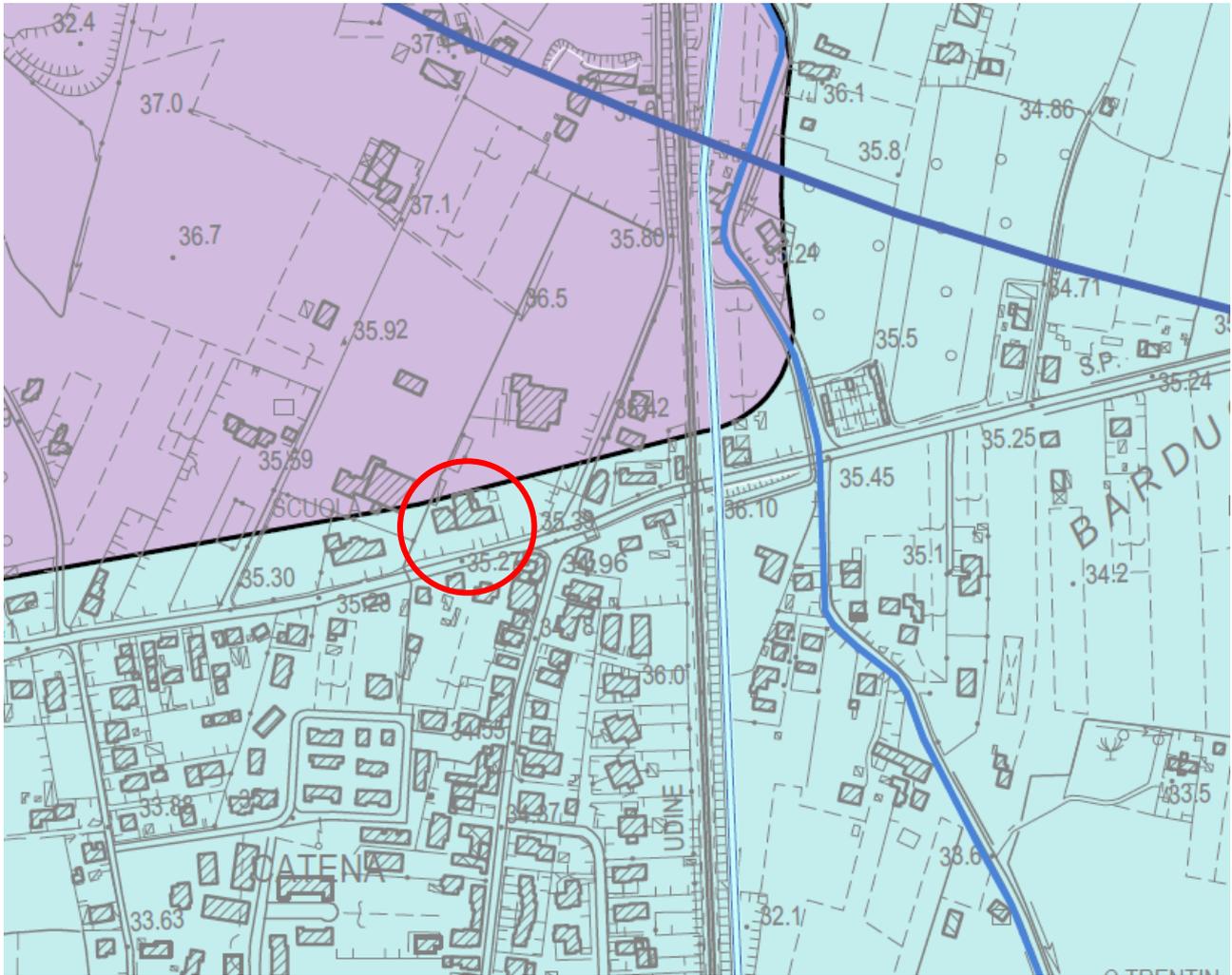
3.2. Idrografia e criticità idrauliche

Il Comune di Villorba si trova in provincia di Treviso ed è interamente compreso all'interno del Bacino del Sile. La rete idrografica del Comune di Villorba è costituita sia da corsi d'acqua naturali sia da artificiali. I corsi naturali principali sono il torrente Giavera, il fiumicello Limbraga ed il Melma, tutti con verso di scorrimento nord-sud.

La profondità della superficie freatica dal piano campagna è notevole a Nord, con un massimo di circa 21,50 m a Visnadello. Si riduce procedendo verso Sud: è di circa 12,40 m a Villorba, 3,60 alla stazione di Lancenigo e giunge a profondità inferiore al metro (0,96 m) nella zona dell'ippodromo e di Fontane-Chiesa Vecchia.

Nella zona oggetto di studio la falda si trova compresa tra i 5 e i 10 m di profondità dal piano di campagna (o oltre i 10 m nella porzione nord).

Valutazione di compatibilità idraulica



CLASSI DI PROFONDITA' DELLA SUPERFICIE FREATICA DAL P.C.

	Area con profondità della falda freatica compresa tra 0 e 2 m dal p.c.
	Area con profondità della falda freatica compresa tra 2 e 5 m dal p.c.
	Area con profondità della falda freatica compresa tra 5 e 10 m dal p.c.
	Area con profondità della falda freatica maggiore di 10 m dal p.c.

Figura 2: Estratto carta idrologica del PAT Comunale.

3.3. Inquadramento geologico

Il territorio comunale è compreso nell'alta pianura veneta, al passaggio con la bassa, segnato dalla linea delle risorgive che interessa la parte più meridionale del Comune.

Il territorio in oggetto si localizza in zona costituita da materiali granulari fluviale e/o fluvioglaciali antichi, a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati. Il terreno vegetale di copertura ha spessori da molto ridotti a discreti.

Il terreno è mediamente permeabile per porosità (con K compreso tra 1 e 10⁻⁴ m/sec).

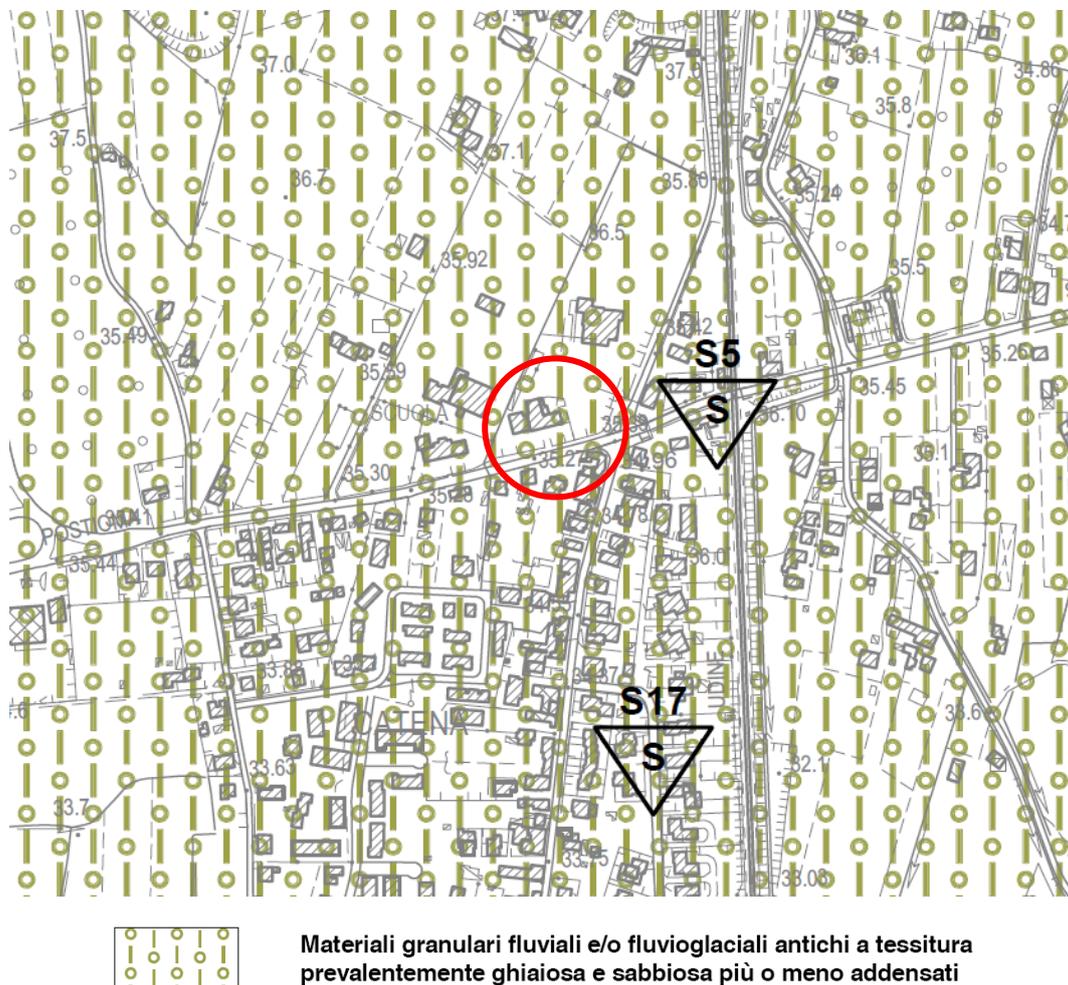


Figura 3: Estratto carta geolitologica del PAT Comunale

Valutazione di compatibilità idraulica

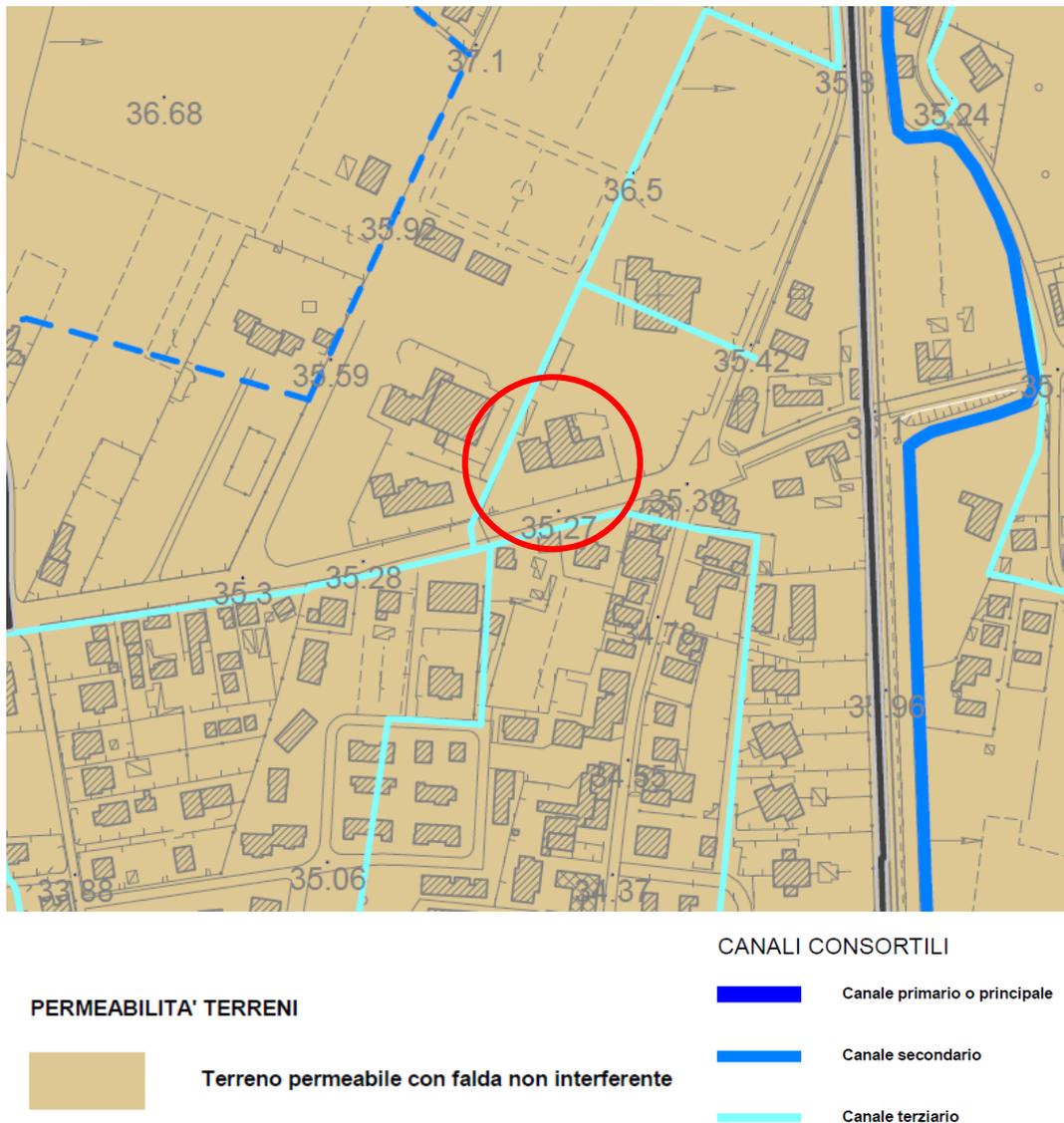


Figura 4: Estratto della Carta delle Criticità Idrauliche allegata alla valutazione di compatibilità idraulica del P.I. Comunale.

La Carta delle Criticità Idrauliche allegata alla valutazione di compatibilità idraulica del P.I. Comunale non evidenzia problematiche di tipo idraulico nell'area in oggetto, non riportando indicazioni di aree a pericolosità idraulica.

Si evidenzia la presenza all'interno del lotto di un canale terziario (di competenza del Consorzio di Bonifica Piave), in parte su canaletta prefabbricata in cemento e in parte interrato.

Valutazione di compatibilità idraulica

Previa autorizzazione del Consorzio, potrà valutarsi in fase successiva, se necessario, la possibilità di interrare completamente la canaletta, al fine anche di poter aprire un accesso carraio indipendente per il lotto su via Ferrarezza.

3.4. Il corpo idrico recettore

Sulla base di quanto indicato al punto 5 dell'allegato A delle Norme Tecniche del P.A.T. del Comune, lo scarico ammesso su rete meteorica comunale, data l'insufficienza della rete ad accogliere nuovi contributi, è nullo e pertanto il drenaggio delle acque piovane dovrà avvenire all'interno dell'ambito di intervento, per sola infiltrazione (a meno che non venga appurata e dimostrata agli uffici tecnici comunali l'impossibilità di smaltire per sola infiltrazione la portata di pioggia. In tal caso gli Uffici Comunali potranno concedere deroga ed autorizzare lo scarico su rete meteorica comunale).

4. Parametri di progetto

Si riporta di seguito una tabella riassuntiva dei dati assunti alla base della verifica idraulica condotta.

Elemento	Valore	Commento	
Tempo di ritorno T_r	50 anni	(cfr. par. 4.1)	
Curva pluviometrica	$h = \frac{31.5}{(t + 11.3)^{0.797}} \cdot t$ [h in mm, t in minuti]	(cfr. par. 4.2)	
Superficie di riferimento S	3612 m ²	(cfr. par. 4.3)	
Coefficienti di afflusso in rete	Verde	0.2	(cfr. par. 4.4)
	Semipermeabile	0.6	
	Coperto	0.9	
Portata massima scaricabile	10 l/s,ha	(cfr. par. 4.5)	

Tabella 4.1: Riepilogo dei parametri di progetto

4.1. Il tempo di ritorno

Il tempo di ritorno T_r di un dato evento è definito come:

$$T_r = \frac{1}{1 - P}$$

Il tempo di ritorno T_r rappresenta la durata media in anni del periodo in cui l'evento viene superato una sola volta.

P è la probabilità di non superamento dell'evento esprimibile mediante una relazione che associa ad ogni valore dell'evento (es. altezza di pioggia o portata associata) la corrispondente probabilità di non superamento. Tale relazione viene in generale indicata come funzione, o distribuzione, di probabilità.

Il rischio R_n che un determinato evento si verifichi in n anni è definito come:

$$R_n = 1 - \left(\frac{1}{1 - T_r} \right)^n$$

Il tempo di ritorno di progetto è assunto pari a 50 anni, in accordo con quanto previsto dalla D.G.R.V. n. 2948/2009 e s.m.i. In determinati casi la D.G.R.V. n. 2948/2009 consente alcuni “sconti”, in termini di volumi di invaso compensativo, a patto di utilizzare un T_r di 200 anni.

4.2. Le curve di possibilità pluviometrica

Congruentemente con quanto previsto nell'allegato A delle NTO del PAT comunale, per la valutazione in oggetto si è fatto riferimento alla curva segnalatrice di possibilità pluviometrica ricavata dallo studio “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento” – A6. Consorzio di Bonifica Piave, individuate in seguito ad un'analisi regionalizzata dei dati di pioggia registrati da 27 stazioni ARPAV, opportunamente selezionate per dare copertura al territorio di interesse contenuto nelle linee guida della valutazione di compatibilità idraulica del Commissario Delegato per l'emergenza meteorologica del 2007. La sottozona territoriale di riferimento è quella “Alto Sile – Muson”.

La forma dell'equazione di possibilità climatica scelta per le elaborazioni è di tipo tri-parametrico:

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

dove con t si intende la durata della precipitazione, a , b e c i parametri delle curve forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

Con riferimento a piogge di durata da 5 minuti a 24 ore, le curve assunte sono (t in min, h in mm):

T_r	a	b	c
2	19,3	9,6	0,828
5	24,9	10,4	0,827
10	27,7	10,8	0,82
20	29,7	11,0	0,811

Valutazione di compatibilità idraulica

30	30,6	11,2	0,805
50	31,5	11,3	0,797
100	32,4	11,4	0,785
200	32,9	11,5	0,772

Tabella 4.2: Curve segnalatrici a 3 parametri per la zona "Alto Sile – Muson"

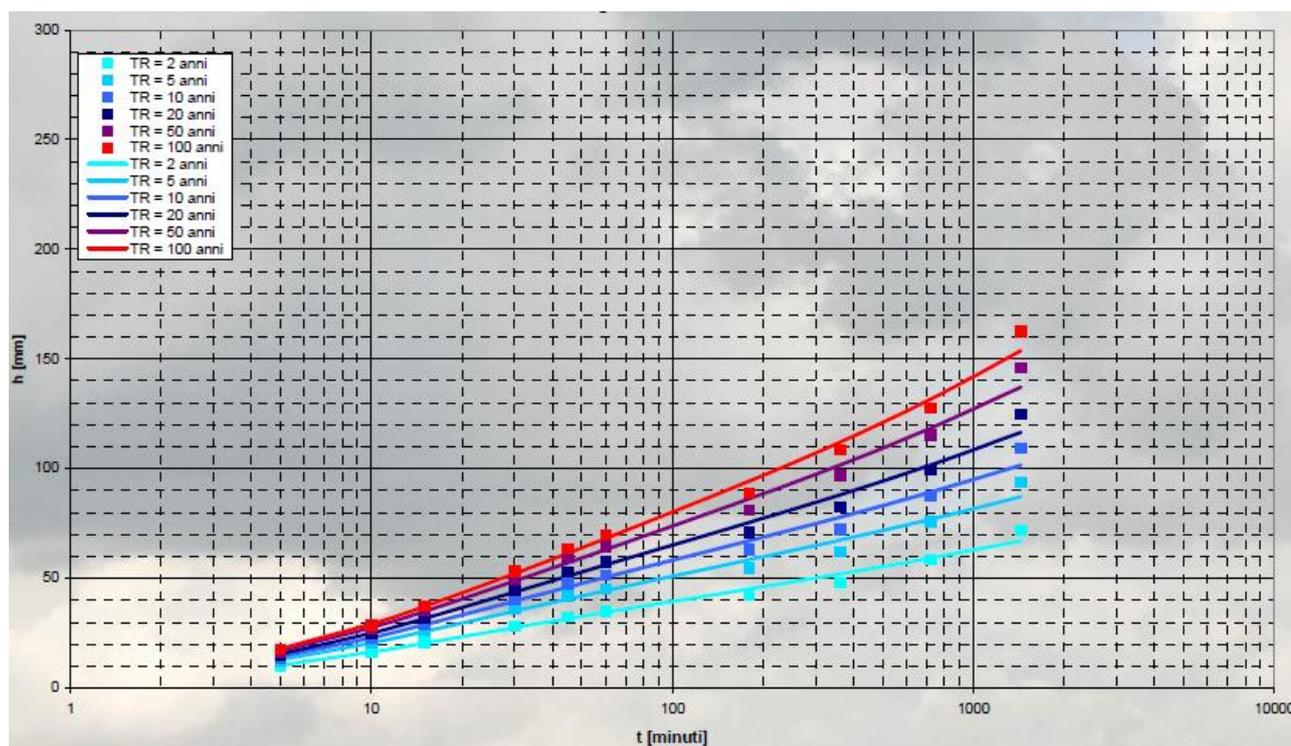


Figura 4.1: Curve segnalatrici a 3 parametri per la zona "Alto Sile – Muson"

4.3. L'area di trasformazione

L'intervento si articola all'interno di un appezzamento di circa 3612 m², attualmente occupato da un fabbricato (circa 1142m² comprensivi di marciapiedi), un piazzale in ghiaio di circa 580 m² e destinato a verde per la rimanente superficie.

Ai fini della presente valutazione di compatibilità idraulica per la nuova zona B/239, **non essendoci oggi un progetto per il recupero dell'immobile**, si è ipotizzato il caso di riconversione dell'area in cui l'immobile possa venire demolito e ricostruito con sedime diverso, realizzando la massima superficie coperta consentita per il lotto dalla norma per la zona B.

Inoltre, viste le innumerevoli possibilità di sviluppo dell'area, al fine delle considerazioni di compatibilità idraulica, **si è ipotizzata la soluzione che comporterebbe la maggior impermeabilizzazione dell'area.**

La cubatura esistente della scuola materna è di circa 5800 mc fuori-terra. Poiché le zone B hanno indice di edificabilità pari a 1,2 mc/mq, il lotto in oggetto è già saturo e comunque, in caso di ristrutturazione è consentito il mantenimento del volume legittimo esistente.

A seguire è riportato graficamente il confronto delle superfici esistenti e di progetto.

Si precisa che tutte le superfici indicate nelle tabelle sono state ricavate da ortofoto, in quanto non è stato effettuato un rilievo dell'area in oggetto. Per di più recentemente è stata realizzata dal Comune di Villorba la rotonda sulla via Postumia e sono in corso i lavori di realizzazione di una nuova piazza sempre da parte del Comune.

Valutazioni più precise potranno essere eseguite nelle successive fasi progettuali di dettaglio.

Valutazione di compatibilità idraulica



Ortofoto da Google Maps

LEGENDA DESTINAZIONE D'USO SUOLO
 STATO DI FATTO

— CONTORNO LOTTO DI PERTINENZA EX-SCUOLA MATERNA (3612 MQ)
 CORRISPONDENTE A ZONA B 239

- SEDIME FABBRICATO 817 MQ
- RAMPE/MARCIAPIEDI 325 MQ
- PLOTTE GHIAIO 241 MQ
- PAVIMENTAZIONE IN GHIAIA 339 MQ
- VERDE 1890 MQ

— CANALA IN CEMENTO (CONSORZIO BONIFICA)

--- CANALA INTERRATA (CONSORZIO BONIFICA)

ZONA	AREA
B 239	3612 mq

Valutazione di compatibilità idraulica



Ortofoto da Google Maps

LEGENDA DESTINAZIONE D'USO SUOLO
 SU SCHEMA DI IPOTESI DI MASSIMA DI PROGETTO

- CONTORNO LOTTO DI PERTINENZA EX-SCUOLA (3612 MQ)
CORRISPONDENTE A ZONA B 239
- SEDIME FABBRICATO 1264 MQ (SUP. COPERTA MASSIMA)
- SUPERFICIE CARRABILE ASFALTATA 1195 MQ
- MARCIAPIEDE 157 MQ
- PAVIMENTAZIONE IN GHIAIA 121 MQ
- PARCHEGGIO DRENANTE 507 MQ
- VERDE 368 MQ
- CANALA IN CEMENTO (CONSORZIO BONIFICA)
- - - - - CANALA INTERRATA (CONSORZIO BONIFICA)
- ACCESSO AL LOTTO

ZONA	AREA
B 239	3612 mq

4.4. Il coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso permette la caratterizzazione dello stato di impermeabilizzazione di una superficie. Esso è individuato, infatti, dal rapporto tra il volume di pioggia defluito attraverso un'assegnata sezione in un intervallo di tempo ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso. È un parametro che permette una stima della cosiddetta pioggia netta o efficace, ovvero la pioggia che non si perde per evaporazione, infiltrazione o scorrimento.

Il D.G.R. n. 2948/2009 prevede che i coefficienti di deflusso devono essere:

TIPOLOGIA TERRENO	COEFF. DI DEFLUSSO
Aree agricole	0,1
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Superfici semipermeabili (gigliati drenanti, strade in terra battuta...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali...)	0,9

Tabella 4.3: Valori dei coefficienti di deflusso

Poiché un bacino è composto da zone con tipologie urbanistiche diverse, il coefficiente di deflusso complessivo deve essere calcolato come media pesata, in funzione delle aree, dei coefficienti di deflusso di ogni zona, utilizzando cioè la relazione:

$$\varphi = \frac{\sum_i S_i \cdot \varphi_i}{\sum_i S_i}$$

con

- S_i = area della i-esima zona urbanisticamente omogenea
- φ_i = coefficiente di deflusso relativo alla zona i-esima

La suddivisione delle aree è riportata sinteticamente nella tabella seguente.

Situazione	Area		φ_i	φ
	fraz.	[m ²]		
Attuale	Verde	1890	TOT. 3612	0.2
	Sempermeabile	580		0.6
	Impermeabile	1142		0.9
Progetto	Verde	368	TOT. 3612	0.2
	Sempermeabile	628		0.6
	Impermeabile	2616		0.9

Tabella 4.4: Suddivisione delle aree e coefficiente di deflusso medio

Valutazione di compatibilità idraulica

Tenuto conto che l'intervento prevede con buona probabilità la demolizione e ricostruzione del fabbricato, la presente valutazione non tiene conto delle attuali impermeabilizzazioni considerando l'intervento come da realizzarsi su terreno agricolo vergine.

4.5. Portata massima scaricabile

La portata massima che un'area oggetto di trasformazione può scaricare alla rete si calcola moltiplicando la superficie oggetto dell'intervento per il coefficiente idrometrico massimo fissato dal Consorzio Piave, ovvero 10 l/s/ha. Tale limite allo scarico garantisce che la rete sia effettivamente in grado di scaricare la portata ricevuta dalle lottizzazioni e dai singoli interventi di trasformazione. È questo il valore di portata cui far riferimento nel calcolo dei volumi di compenso. È facile intuire che l'imposizione di questo limite allo scarico porta ad una gestione del territorio ancor più cautelativa rispetto a quella suggerita dal concetto dell'*invarianza idraulica*. Quest'ultima, infatti, è il principio secondo cui la portata massima scaricabile dall'area in oggetto per un dato evento deve rimanere invariata rispetto a quella pre-intervento.

5. Il volume di compenso

I metodi di calcolo dei volumi necessari per assicurare l'invarianza idraulica seguono le indicazioni contenute nelle "Linee guida per la valutazione della compatibilità idraulica" della Struttura Commissariale.

I volumi di compenso sono calcolati in funzione dell'incremento di superficie impermeabilizzata derivante dall'urbanizzazione e del coefficiente udometrico consentito allo scarico.

La presente valutazione non tiene conto delle attuali impermeabilizzazioni (fabbricati, piazzali, ecc), considerando l'intervento come da realizzarsi su terreno agricolo vergine.

5.1. Calcolo con il metodo delle sole piogge

Questo metodo fornisce una valutazione del volume da invasare sulla base della sola curva di possibilità pluviometrica e della portata massima, trascurando completamente, ad eccezione delle sole perdite idrologiche, la trasformazione afflussi-deflussi che si realizza nel bacino a monte.

Il volume entrante nella vasca per effetto di una pioggia di durata t_p risulta (considerando curva pluviometrica bi-parametrica):

$$V_{IN} = S \cdot \varphi \cdot h(t_p) = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t_p^n$$

dove φ è il coefficiente d'afflusso del bacino. Nello stesso tempo t_p il volume uscito dalla vasca sarà:

$$V_{OUT} = Q_{OUT} \cdot t_p = u \cdot S \cdot t_p$$

dove u è la portata specifica. Il volume invasato nel serbatoio sarà dunque:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t_p^n - u \cdot S \cdot t_p$$

Imponendo la condizione di massimo, si ottiene la durata di pioggia critica t_{cr} che massimizza il volume invasato:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = 0 \rightarrow t_{cr} = \left(\frac{u}{\varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

e quindi il volume da assegnare al sistema di invaso sarà:

Valutazione di compatibilità idraulica

$$V_{max} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{u}{\varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - u \cdot S \cdot \left(\frac{u}{\varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Analogamente può essere implementato il medesimo metodo per il calcolo del volume di invaso utilizzando le curve a tre parametri. Il calcolo risulta più complicato, vista l'impossibilità di esprimere in forma esplicita il tempo critico. È necessario dunque risolvere numericamente l'espressione che nasce dal porre nulla la derivata prima dell'equazione che esprime il volume invasato, al fine di determinarne il suo valore massimo.

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b + t)^c} - u \cdot S \cdot t$$

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\varphi \cdot a \cdot [(b + t)^c - t \cdot c \cdot (b + t)^{c-1}]}{(b + t)^{2c}} - u = 0$$

Risolvendo numericamente (ad es. con il metodo della secante) l'equazione, si determina il tempo critico t_{cr} , tale per cui $V(t_{cr})$ è massimo. Esso sarà il volume da assegnare al sistema di invaso.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti applicando tale metodo:

Coeff. d'afflusso	0.777
Coeff. udometrico allo scarico [l/s,ha]	10
Parametro a curva di poss. pluviom. [mm min ^{c-1}]	32.7
Parametro b curva di poss. pluviom. [min]	11.6
Parametro c curva di poss. pluviom.	0.797
Superficie di intervento [m ²]	3612
Tempo critico [min]	290
Volume specifico necessario [m ³ /ha]	576.07
Volume necessario [m³]	208.08

Tabella 5.1: Volumi di compenso calcolati con il metodo delle sole piogge

A seguire il grafico riportante l'andamento dei volumi di pioggia generati nell'ipotesi di progetto, scaricati e da invasare, in funzione della durata dell'evento di pioggia. Dal grafico è individuabile,

Valutazione di compatibilità idraulica

anche visivamente, il tempo di pioggia che massimizza il volume di invaso necessario a garantire una portata di scarico costante funzione del coeff. udometrico imposto.

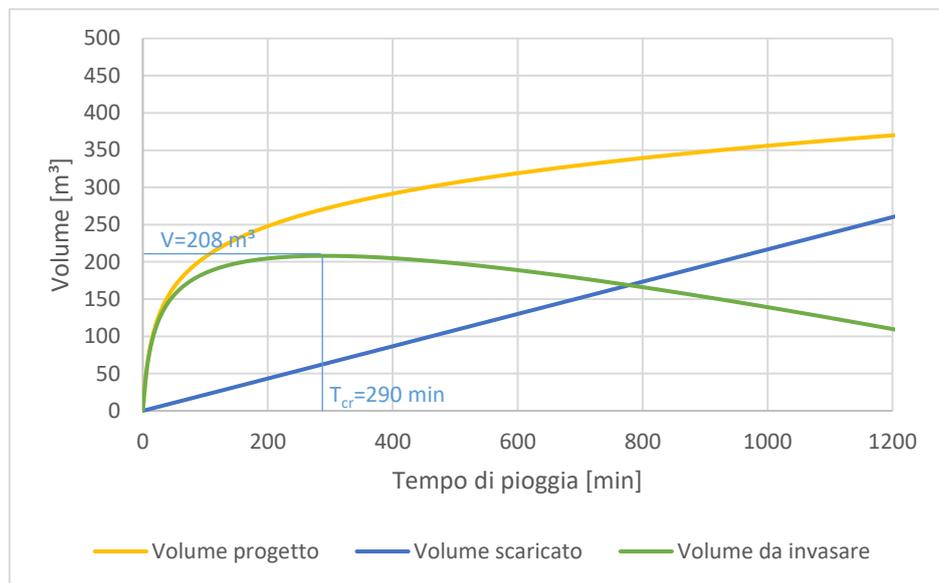


Figura 5.1: Grafico V(t) e individuazione del massimo volume da invasare

5.2. Indicazioni del Consorzio di Bonifica Piave

Il Consorzio di Bonifica Piave suggerisce comunemente di adottare un volume specifico di invaso minimo pari a 700 m³ di volume di invaso per ettaro di superficie impermeabilizzata, relativamente a nuovi insediamenti a destinazione produttiva/commerciale.

Considerando una superficie efficace di progetto (ogni porzione pesata con il relativo coefficiente di deflusso) si ottiene:

Superficie impermeabilizzata [m ²]	3612
Coefficiente di permeabilità superficie impermeabilizzata	0.777
Volume specifico minimo [m ³ /ha]	700
Volume minimo [m³]	196.34

Tabella 5.2: Volumi di compenso minimi secondo indicazioni del Consorzio di Bonifica Piave

5.3. Confronti e individuazione del volume di invaso

Confrontando quanto sopra caratterizzato, è possibile individuare i volumi di compenso minimi che dovranno essere realizzati, considerando cautelativamente i valori maggiori.

Metodo	Volume [m ³]
Metodo delle sole piogge	208.08
Consorzio di Bonifica Piave	196.34

Tabella 5.3: Confronto dei volumi di compenso

I volumi da realizzarsi dovranno essere superiori ai valori minimi ottenuti con il metodo delle sole piogge.

6. Soluzioni progettuali

6.1. Realizzazione degli invasi

Le misure compensative possono essere realizzate in diverse modalità, purché la somma dei volumi realizzati corrisponda al volume totale imposto dai precedenti dimensionamenti:

- Invasi concentrati a cielo aperto o interrati;
- Invasi diffusi (sovradimensionamento della rete);
- Tubazioni/trincee drenanti;
- Pozzi drenanti.

6.1.1. Invasi concentrati a cielo aperto o sotterranei

Una prima tipologia di invaso è quella di creare dei bacini concentrati ove poter stoccare temporaneamente volumi d'acqua.

Tali bacini possono essere:

- a cielo aperto, realizzati su aree depresse inerbite (laghetti) o fossati, conformati con fondo con una pendenza minima dell'1‰ verso lo sbocco, al fine di garantire il completo vuotamento dell'area;
- su vasche interrate, costituite in diverse tipologie costruttive (in c.a. in opera o prefabbricato, in elementi modulari prefabbricati in materiale plastico, ecc.)

Il volume complessivo qui invasabile dovrà essere calcolato a partire dal livello del punto più depresso dell'area di intervento considerando anche il franco di sicurezza di 20 cm.

La rete di raccolta delle acque meteoriche deve avere il piano di scorrimento ad una quota uguale o inferiore a quella del fondo dell'invaso, salvo l'utilizzo di sistemi di sollevamento meccanico delle acque.

Questo tipo di invaso può avere una duplice funzionalità:

- invaso temporaneo per una successiva graduale restituzione alla rete di raccolta mediante manufatto regolatore
- bacino drenante per l'infiltrazione graduale nel suolo, qualora il tipo di terreno lo consenta. In tal caso il fondo deve essere a pendenza quasi nulla (0,5‰), rivestito con pietrame di pezzatura 50-70 mm, con geotessuto interposto tra terreno e pietrame.

L'uscita delle portate dall'invaso verso la rete deve essere presidiata da un manufatto di controllo del tipo descritto successivamente in grado di modulare la portata uscente.

6.1.2. Invasi diffusi all'interno della rete di drenaggio

Operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio. Per tal motivo può essere conveniente il sovradimensionamento delle condotte.

Il volume complessivo qui invasabile dovrà essere calcolato a partire dal livello del punto più depresso dell'area di intervento considerando anche un adeguato franco di sicurezza.

Qualora il dislivello complessivo tra monte e valle della rete di drenaggio risulti notevole, potranno essere interposti, in adeguata posizione, dei manufatti di controllo delle portate che garantiscano il riempimento di collettori.

È da considerarsi nel calcolo dei volumi di compenso solamente il contributo delle tubazioni principali e grandi pozzetti, trascurando il minimo contributo di piccoli pozzetti di raccordo, caditoie, tubi di collegamento.

6.1.3. Invaso in trincee drenanti

Vista la caratterizzazione granulometrica dei terreni, dotati di alta permeabilità, lo smaltimento delle portate potrà essere effettuato a mezzo di dispositivi di infiltrazione facilitata nel sottosuolo, a patto che venga confermata, con idonee indagini, la disponibilità di un franco di almeno 1 m tra la minima profondità di falda e i dispositivi stessi e venga misurato il grado di permeabilità dei terreni.

Una tipologia di dispositivo di infiltrazione facilitata è la trincea drenante.

La trincea drenante è un sistema costituito da una tubazione microforata, su cui vengono convogliate le portate meteoriche, avvolta da un setto di materiale granulare, solitamente ghiaione lavato con pezzatura 50-70 mm, posato in modo tale che la pezzatura più elevata sia negli strati superiori. Tale spessore sarà protetto superiormente e lateralmente da geotessuto e posato su letto di sabbia di almeno 20 cm. Le portate convogliate alla tubazione forata, previa dissabbiatura, si disperderanno quindi tramite il setto drenante nel sottosuolo.

Valutazione di compatibilità idraulica

Le trincee devono essere dotate di pozzetti di ispezione a monte, a valle, ed eventualmente in posizione intermedia ogni massimo 40-50 m, con la complementare funzione di dissabbiatura dei volumi in arrivo.

Contribuisce all'invaso complessivo anche il volume che viene a crearsi negli interstizi del materiale costituente la trincea drenante. E' infatti possibile assumere una porosità n , intesa come rapporto tra il volume dei vuoti e il volume totale $n = V_{vuoti}/V_{totale}$, pari a 0.3.

Assumendo una trincea di sezione rettangolare, attraversata da tubazione drenante, il volume invasabile è quindi:

$$V_{trincea} = (b \cdot H - A_{tubo}) \cdot n \cdot L$$

essendo:

- b la larghezza in bocca della trincea [m];
- H l'altezza della trincea [m];
- L la lunghezza della trincea [m];
- A_{tubo} è la sezione lorda del tubo drenante [m²];
- n la porosità del materiale.

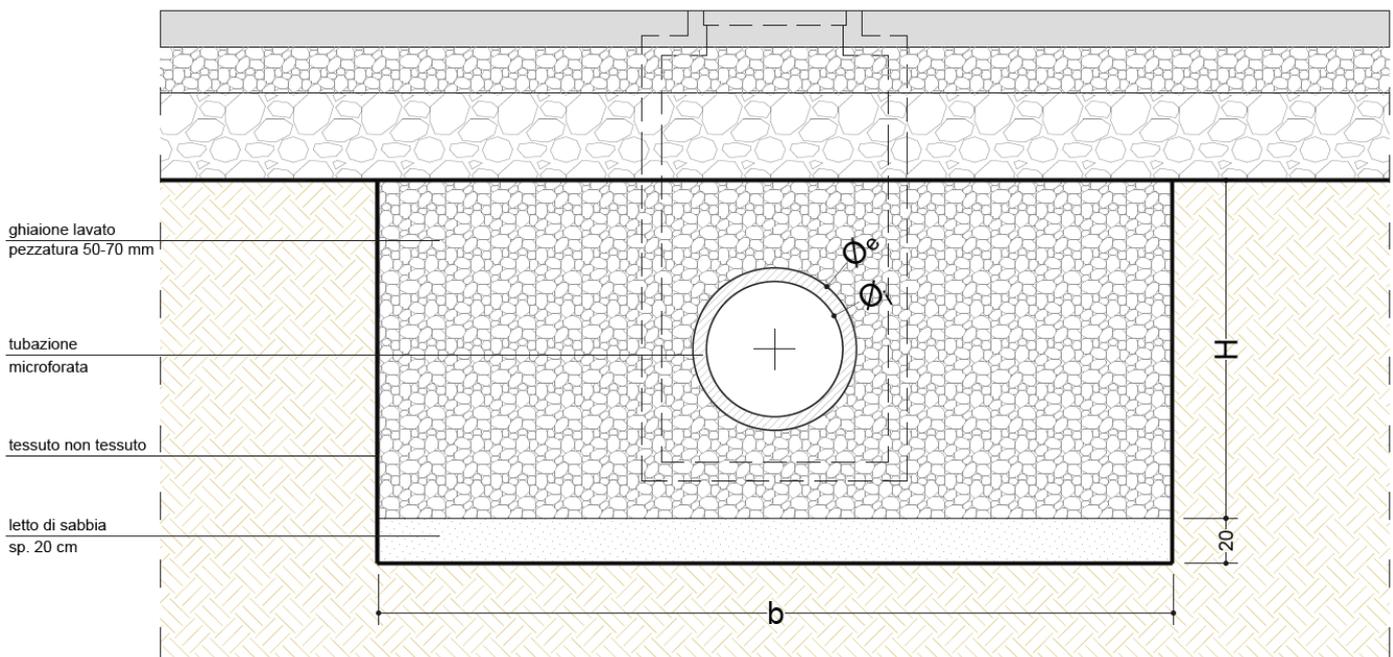


Figura 6.1: Schema tipico di una trincea drenante

6.1.4. Invasi in pozzi drenanti

Un ulteriore sistema di infiltrazione facilitata è quello dei pozzi drenanti, detti anche pozzi perdenti, ovvero manufatti costituiti da elementi cilindrici in cls, prefabbricati, con fori laterali, poggianti su materiale arido con pezzatura 40-100 mm e un reinterro laterale di almeno 50 cm di profondità.

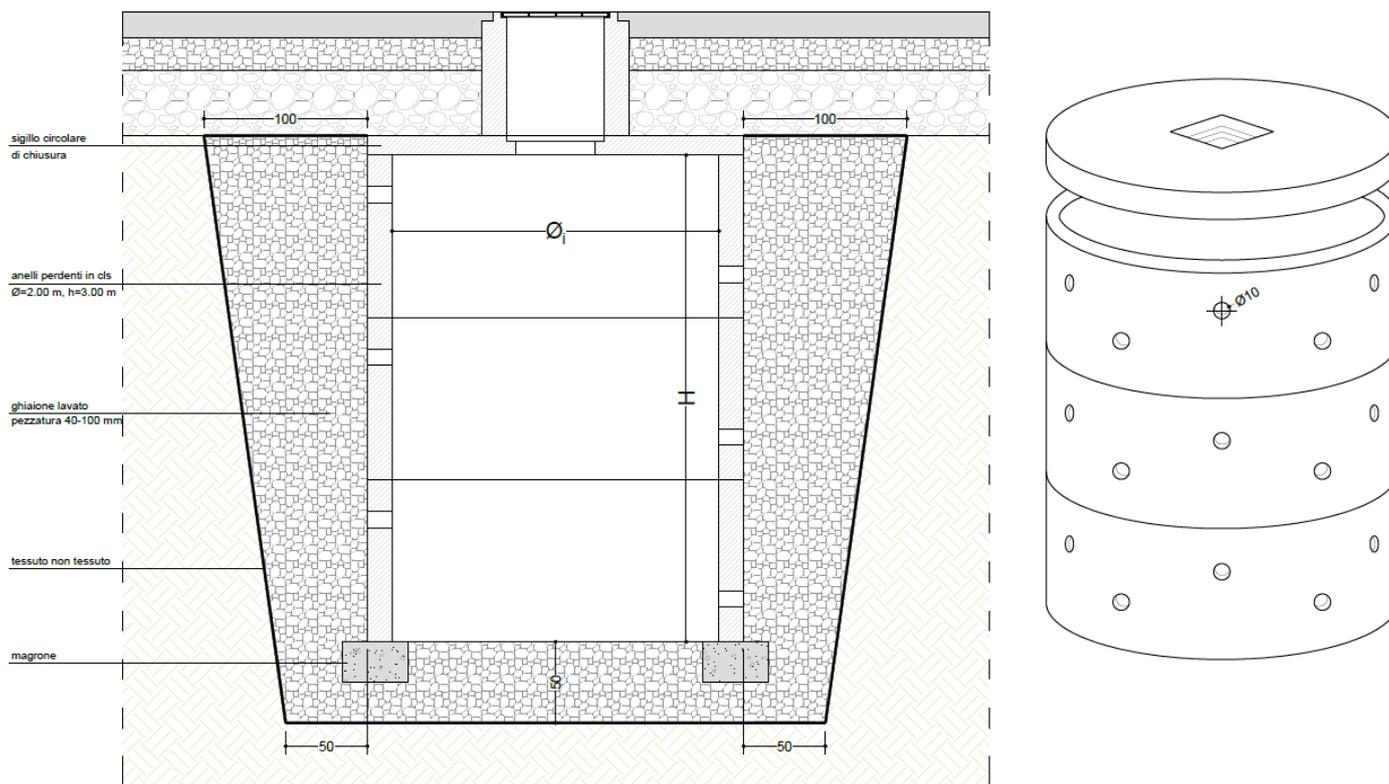


Figura 6.2: Schema tipico di un pozzo drenante

Contribuisce all'invaso complessivo anche il volume invasabile all'interno del pozzo stesso, calcolabile semplicemente:

$$V = H \cdot \pi \frac{\varnothing_i^2}{4}$$

Si precisa che la capacità di invaso dei pozzi perdenti può essere computata all'interno dei volumi di invarianza solo per i pozzi che non vengono considerati ai fini dell'infiltrazione.

6.2. Dispositivi di laminazione

Al fine di garantire una portata massima di scarico al ricettore finale non superiore ai limiti indicati dal Consorzio di Bonifica Piave (10 l/s/ha), operando un effetto laminatorio, la sezione di chiusura della rete per lo smaltimento delle acque meteoriche deve essere munita di un pozzetto di collegamento alla rete di smaltimento con luce tarata.

Come previsto dal D.G.R.V. n. 2948/09, *“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.”*

Quanto sopra corrisponde al caso in parola, pertanto non risulta necessario prevedere dispositivi di laminazione.

Se necessario potranno però essere disposti lungo la rete manufatti simili al fine di garantire il pieno stoccaggio all'interno dei corpi di invaso individuati.

6.3. Raccolta, trattamento acque e smaltimento delle acque

La captazione delle acque dovrà essere conseguita con adeguati dispositivi come caditoie o griglie in ghisa (di opportuna classe di carrabilità) distribuite nelle aree stradali, parcheggi e piazzali al fine di garantire la corretta raccolta delle acque dell'intera superficie. Prima dell'immissione all'interno dei dispositivi di infiltrazione facilitata (trincee o pozzi) deve prevedersi la dissabbiatura (con idoneo pozzetto) al fine di limitare l'intasamento delle porosità nei setti drenanti.

Le acque meteoriche cadute nelle coperture dei nuovi fabbricati dovranno essere adeguatamente raccolte da grondaie, convogliate ai pluviali e quindi inviate, tramite tubazioni, al ricettore finale.

7. Verifica delle trincee drenanti

La capacità filtrante delle trincee drenanti dovrà essere verificata secondo il metodo a seguire riportato.

La portata Q_{inf} infiltrabile grazie alla tubazione drenante è assimilabile a quella smaltibile dalla trincea che la avvolge ed è pertanto calcolabile secondo la seguente formula, che cautelativamente trascura il contributo delle pareti verticali:

$$Q_{inf} = 1000 \cdot K \cdot (b + 2H) \cdot L$$

dove:

- Q_{inf} è la portata infiltrabile dalla trincea [l/s];
- K è il coefficiente di permeabilità in m/s;
- b la larghezza in bocca della trincea [m];
- H l'altezza della trincea [m];
- L la lunghezza della trincea [m].

La portata smaltibile dovrà quindi essere confrontata con la portata di progetto.

8. Verifica dei pozzi drenanti

I pozzi sono realizzati da elementi cilindrici in cls, prefabbricati, con fori laterali, poggianti su materiale arido con pezzatura 40-100 mm e un reinterro laterale di almeno 50 cm di profondità.

Prima dell'immissione in pozzo è sempre previsto un pozzetto di decantazione, ispezionabile, per consentire la sedimentazione sul fondo del materiale fine.

La distanza minima tra due batterie di pozzi deve essere almeno pari a $i_{min} = 2(r_o + H)$ per garantire la piena capacità drenante degli stessi (posti r_o il raggio del pozzo e H l'altezza utile).

La portata massima smaltibile da un pozzo drenante può essere calcolata in funzione del coefficiente di permeabilità del terreno K (in m/s), del raggio del pozzo r (in m) e del carico idraulico rispetto alla base del pozzo H (in m), tramite la seguente formula:

$$Q = C \cdot K \cdot r \cdot H$$

Valutazione di compatibilità idraulica

calcolando il coefficiente C secondo la relazione di Stephens e Neuman (1982):

$$\log C = 0.658 \log \frac{H}{r} - 0.398 \log H + 1.105$$

La portata smaltibile dovrà quindi essere confrontata con la portata di progetto, al fine di verificare la capacità drenante del pozzo.

Indipendentemente dalla capacità di smaltimento fornito dalle formule utilizzate, usualmente il Consorzio di Bonifica Piave considera, a favore di sicurezza, allo smaltimento un pozzo di diametro 2,00 m e profondo 3,00 m ogni 500 mq di superficie impermeabilizzata qualora il terreno risulti sufficientemente permeabile (coefficiente di filtrazione maggiore di 10^{-3} m/s e frazione limosa inferiore al 5%).

9. Conclusioni

L'applicazione del modello idrologico ha permesso di calcolare delle misure compensative per l'impermeabilizzazione introdotta nel bacino di studio, provvedimenti che consentono di ridurre, se non di annullare, gli incrementi di portata prodotti con la realizzazione dell'urbanizzazione.

Il presente studio definisce una serie di misure, criteri e predimensionamenti, che dovranno essere in seguito perfezionati a fronte della effettiva configurazione di progetto.

Conegliano, settembre 2023

Il tecnico

Dal Moro ing. Roberto

