



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO



Comune di
**SERNAGLIA DELLA
BATTAGLIA**
Provincia di Treviso

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA

MISSIONE 2 Rivoluzione verde e transizione ecologica **COMPONENTE 4** Tutela del territorio e della risorsa idrica
INVESTIMENTO 2.2 Interventi per la resilienza, la valorizzazione del territorio e l'efficienza energetica dei Comuni
CUP: C74E18000050002

Comune di Sernaglia della Battaglia - Progetto di “Messa in sicurezza strada comunale Via Gravette mediante la realizzazione di un percorso ciclo-pedonale”

PRC - Piano Regolatore Comunale

Articolo 12 Legge Regionale 23 aprile 2004, n° 11

PI - Piano degli Interventi – Variante al PI “Pista ciclabile via Gravette”

Articoli 17 e 18 Legge Regionale 23 aprile 2004, n° 11

Relazione di Valutazione di Compatibilità idraulica

PROGETTAZIONE
Ing. Roberto Dal Moro

SINDACO
Mirco Villanova

ASSESSORE ALL'URBANISTICA
Paola Balliana

SERVIZIO URBANISTICA
Mauro Gugel - responsabile
Rosanna Bortolini

SEGRETARIO
Elena De Valerio



Relazione di valutazione di compatibilità idraulica

	OGGETTO:	Messa in sicurezza della strada comunale via Gravette mediante la realizzazione di un percorso ciclopedonale
	UBICAZIONE INTERVENTO:	Comune di Sernaglia della Battaglia (TV) Via Gravette
	COMMITTENTE:	Amm.ne Comunale di Sernaglia della Battaglia Piazza Martiri della Libertà, 1 31020 Sernaglia della Battaglia (TV)
	PROGETTISTA:	ing. Roberto Dal Moro
	FILE:	21033_D 1.4_01.01 - rel VCI.docx

Sommario

1. Premessa.....	3
1.1. Obiettivi	3
2. Riferimenti normativi	4
3. Inquadramento territoriale	6
3.1. Idrografia	6
3.2. Inquadramento idrogeologico	9
4. Parametri di progetto.....	12
4.1. Il tempo di ritorno	12
4.2. La curva di possibilità pluviometrica.....	13
4.3. L'area di trasformazione	14
4.4. Il coefficiente di deflusso.....	14
4.5. Coefficiente udometrico allo scarico	18
5. Il volume di compenso	19
5.1. Calcolo con il metodo delle sole piogge	19
5.2. Indicazioni del Consorzio di Bonifica Piave.....	21
5.3. Confronti e individuazione del volume di compenso	22
6. Soluzioni progettuali	23
6.1. Realizzazione dei volumi di compenso	23
6.1.1. Invaso nelle tubazioni	23
6.1.2. Invaso nei pozzetti	24
6.1.3. Invaso nelle trincee drenanti	24
6.1.4. Invaso complessivo.....	26
7. Verifica trincee drenanti	27
7.1. Calcolo delle portate	27
7.2. Verifica infiltrazione	28
8. Conclusioni	29

1. Premessa

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di San Biagio di Callalta, è stata eseguita la progettazione definitiva dell'intervento di *"Messa in sicurezza della strada comunale via Gravette mediante la realizzazione di un percorso ciclopedonale"*, nel comune di Sernaglia della Battaglia (TV).

La presente relazione presenta la valutazione di compatibilità idraulica dell'intervento, esponendo le misure adoperate al fine di garantire il corretto smaltimento dei deflussi meteorici all'interno del bacino oggetto di intervento, nel rispetto del principio di invarianza idraulica.



Figura 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 dal 08/12/2009, aggiornato, con D.G.R.V. n. 842 del 15/05/2012;
- 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.

Sernaglia della Battaglia non appartiene all'elenco dei Comuni dichiarati colpiti dagli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007.

Valgono quindi in questo caso il D.G.R.V. n. 3637/02, il D.G.R.V. n. 1322/06 e D.G.R.V. n. 2948/2009, che classificano gli interventi in 4 distinte classi:

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 $Imp > 0,3$

L'intervento in oggetto prevede l'aumento di impermeabilizzazione per una superficie complessiva di circa 2000 m² (0.2 ha) e pertanto è classificabile come di "modesta impermeabilizzazione potenziale".

Per questa classe il D.G.R.V. n. 1322/06 prevede 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"*.

Il progetto dovrà essere sottoposto al Consorzio di Bonifica competente che esprimerà il parere di compatibilità.

3. Inquadramento territoriale

Il Comune di Sernaglia della Battaglia è situato al centro del territorio storicamente denominato "Quartier del Piave" della Provincia di Treviso, nell'ambito geografico che si interpone tra il fiume Piave, a nord del Montello, e la zona pedemontana dell'Alto trevigiano. Il territorio comunale, di estensione pari a 20,25 kmq, confina con i Comuni di Farra di Soligo, Giavera del Montello, Moriago della Battaglia, Nervesa della Battaglia, Pieve di Soligo, Susegana e Volpago del Montello. Situato al centro dell'omonima Piana, il Comune di Sernaglia si trova ad un'altitudine di 117 m s.l.m. e comprende le frazioni di Falzè di Piave, Fontigo e Villanova.

La zona oggetto dell'intervento è sita nella porzione sud del capoluogo. L'intervento interessa la strada comunale via Gravette, per uno sviluppo di circa 900 m: dal cimitero di Sernaglia a nord, fino a raggiungere il percorso ciclopedonale esistente a circa 150 m dall'intersezione con la S.P.34.

3.1. Idrografia

Il territorio comunale è interamente compreso nel Bacino Idrografico del fiume Piave, come si evince dall'estratto della "Carta dei corpi Idrici e dei bacini idrografici" allegata al Piano di Tutela della Acque della Regione Veneto.

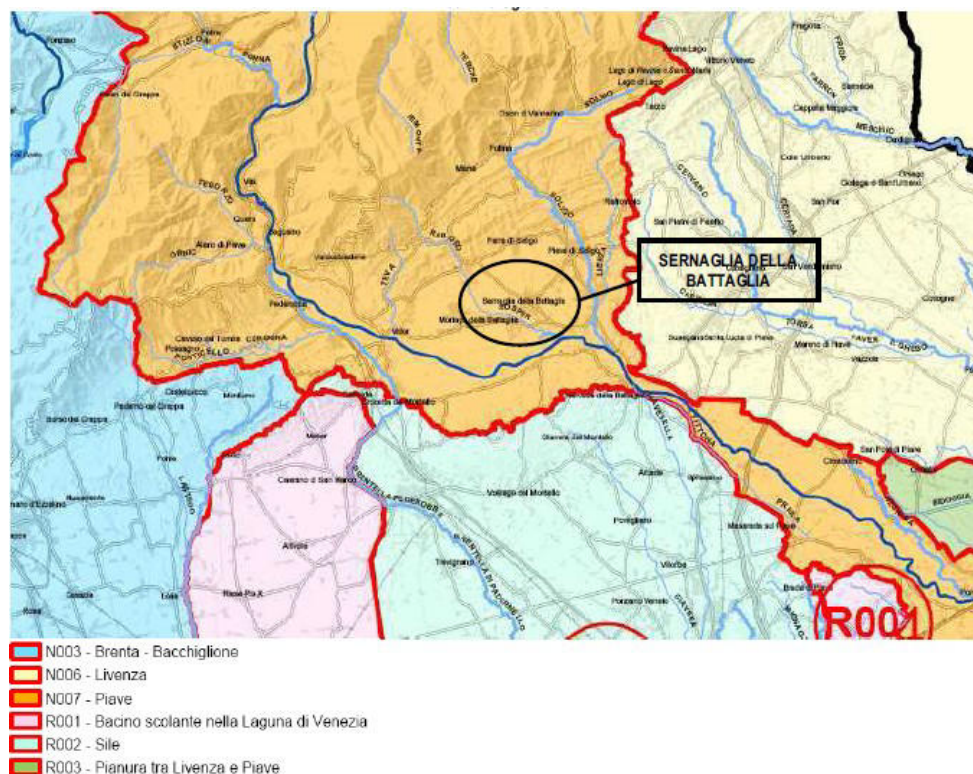


Figura 2: Estratto della Carta dei corpi Idrici e dei bacini idrografici allegata al PTA del Veneto..

Il territorio di Sernaglia della Battaglia presenta una ricca rete idrografica, caratterizzata in particolare dal corso del medio Piave, nella porzione più meridionale dell'ambito comunale, dal corso del fiume Soligo, il cui tracciato coincide in diversi tratti con il confine comunale orientale, e da un fitto reticolo di corsi d'acqua che discendono dai versanti collinari di Farra di Soligo e Vidor, e confluiscono nel Raboso - Rospèr. Tra questi il Patean e il Pateanello.

Le opere di progetto sono interferenti in particolare con lo scolo Pateanello di San Tiziano, corso sotto la gestione del Consorzio di Bonifica Piave, e attraversano, in parte, il vincolo relativo al corso del Rio Raboso, che fluisce parallelo a via Gravette a sud-ovest.

L'intera area afferisce al sottobacino idrografico del Rospèr-Raboso.

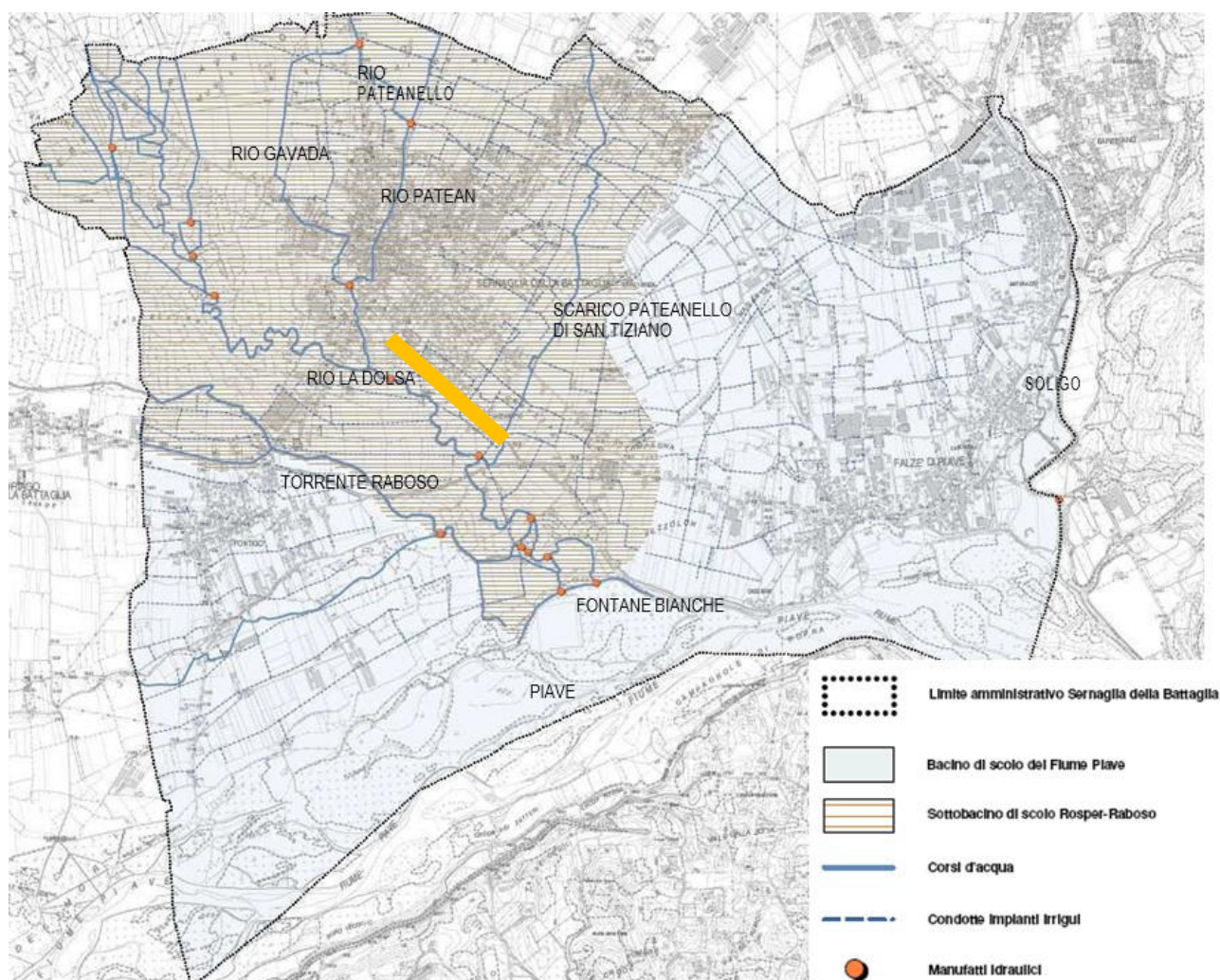


Figura 3: Sottobacini idraulici individuati dal Consorzio di Bonifica Piave

Secondo quanto riportato nel PAI – Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Idrografico del fiume Piave, a cura dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione, la zona interessata dalla pista ciclopedonale rientra in aree a pericolosità idraulica moderata P1 (la classe a minor grado di pericolosità).

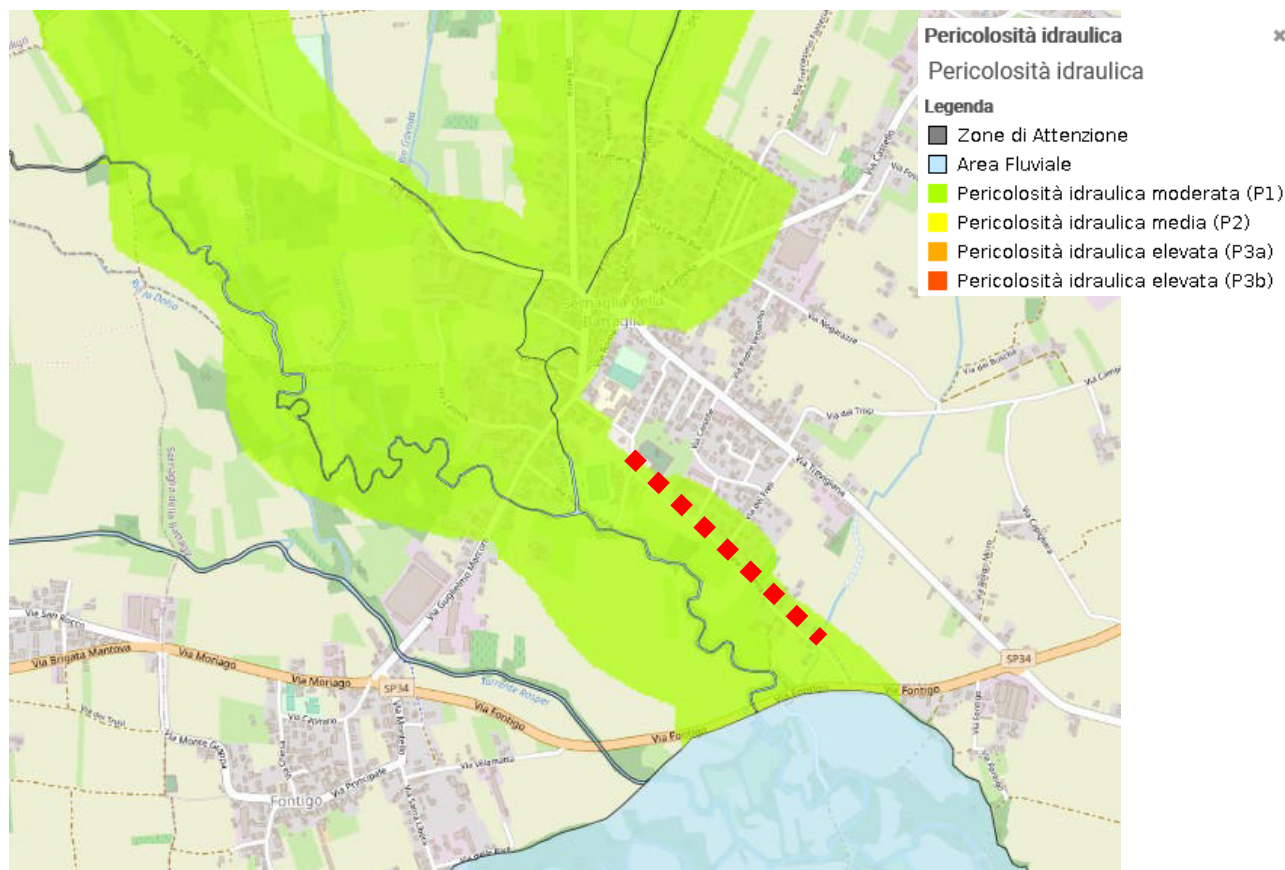


Figura 4: Estratto carta criticità idrauliche – all. 1 Comp. Idraulica 2^a var. P.I.

Le norme del PAI riportano all'art. 16 i “*Principi generali per la redazione dei nuovi strumenti urbanistici o di loro varianti a quelli esistenti*” indicando che “*Negli strumenti urbanistici generali, al fine di limitare gli afflussi nelle reti idrografiche delle acque provenienti dal drenaggio delle superfici impermeabilizzate mediante pavimentazione o copertura, devono essere adottate misure idonee a mantenere invariati i deflussi generati dall'area oggetto di intervento*”.

3.2. Inquadramento idrogeologico

Il Quartier del Piave, di cui fa parte anche il territorio di Sernaglia della Battaglia, si situa nell'anticlinale racchiusa tra le due sinclinali del Montello a S e del Cesen-Visentin a N. La catena prealpina sfuma in una serie di colline costituite principalmente da arenarie, calcareniti e soprattutto conglomerati. Tra di esse si sono sviluppate delle piccole valli parallele formate da sabbie fini poco cementate ed argille.

La zona oggetto di studio poggia su antichi depositi marini di origine miocenica sui quali sono poi intervenuti l'orogenesi alpina e prealpina, agenti atmosferici ma soprattutto l'azione rilevante del modellamento glaciale. Il ghiacciaio del Piave giungeva, infatti, fino alla pianura determinando accumuli morenici ancora visibili particolarmente nella zona di Vittorio Veneto e in quella dei laghi di Revine.

Relativamente ai terreni presenti le ghiaie, di origine alluvionale o fluvio-glaciale costituiscono buona parte del territorio comunale. Si distinguono i due depositi del Piave e del Soligo, che presentano diversa composizione petrografia dei ciottoli e presenza o meno di stratificazione incrociata. Questa formazione ghiaiosa, di origine wurmiana o post-wurmiana, ha una potenza tra i 50 e i 70 m con delle ondulazioni in corrispondenza dei paleoalvei dei due fiumi: l'antico alveo del Soligo passante per la località Patean con direzione N 20 W - S 20 E e l'antico alveo del Piave a S di Fontigo con direzione SE - NO.

In diversi punti si rilevano affioramenti conglomeratici determinati da risedimentazione di carbonato di calcio da acque di percolamento, originatisi quando il Piave si trovava a circa -70 m dall'attuale piano campagna in seguito a fenomeni carsici (scomparsi con l'innalzarsi del livello di base).

Di seguito si riporta la carta geolitologica compresa nella cartografia del P.A.T., nella quale si distinguono le diverse litologie presenti. Si rileva che nell'area in oggetto sono presenti ghiaie sabbiose, di antica alluvione.

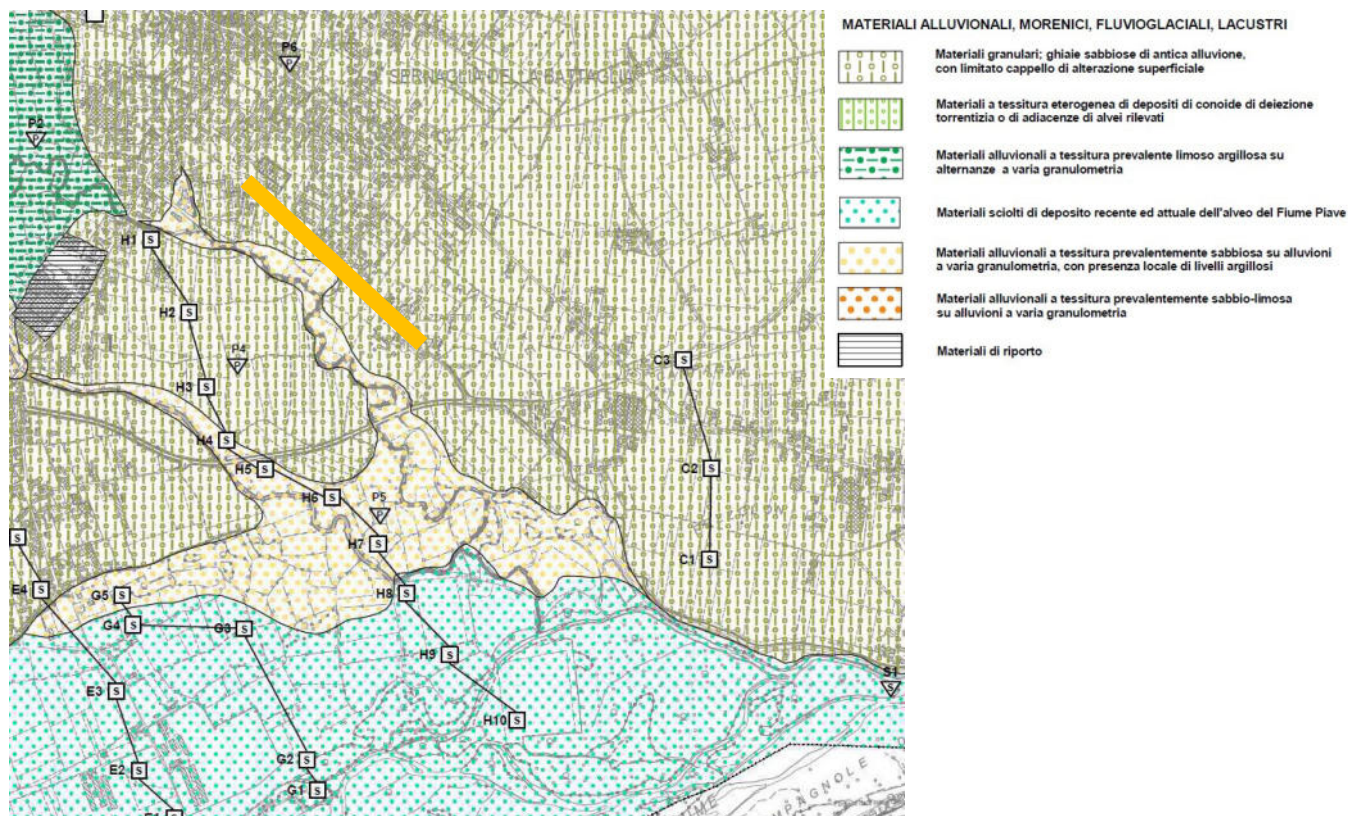


Figura 5: Caratteristiche litologiche - Estratto del PAT

Nell'ambito comunale in esame, il materasso alluvionale deriva dal mescolamento dei depositi alluvionali del Soligo e dei torrenti minori e di quelli fluvio-glaciali del Piave; esso è costituito da ghiaie e sabbie con intercalazioni ciottolose, risultando pertanto a permeabilità e capacità drenante molto elevate. La falda che in esso si sviluppa è freatica ed indifferenziata.

Come si evince dall'estratto a seguire, l'area oggetto di intervento è classificata nelle classi di profondità della falda freatica dal piano di campagna tra 2 e 5 m o tra 5 e 10 m (nella parte sud).

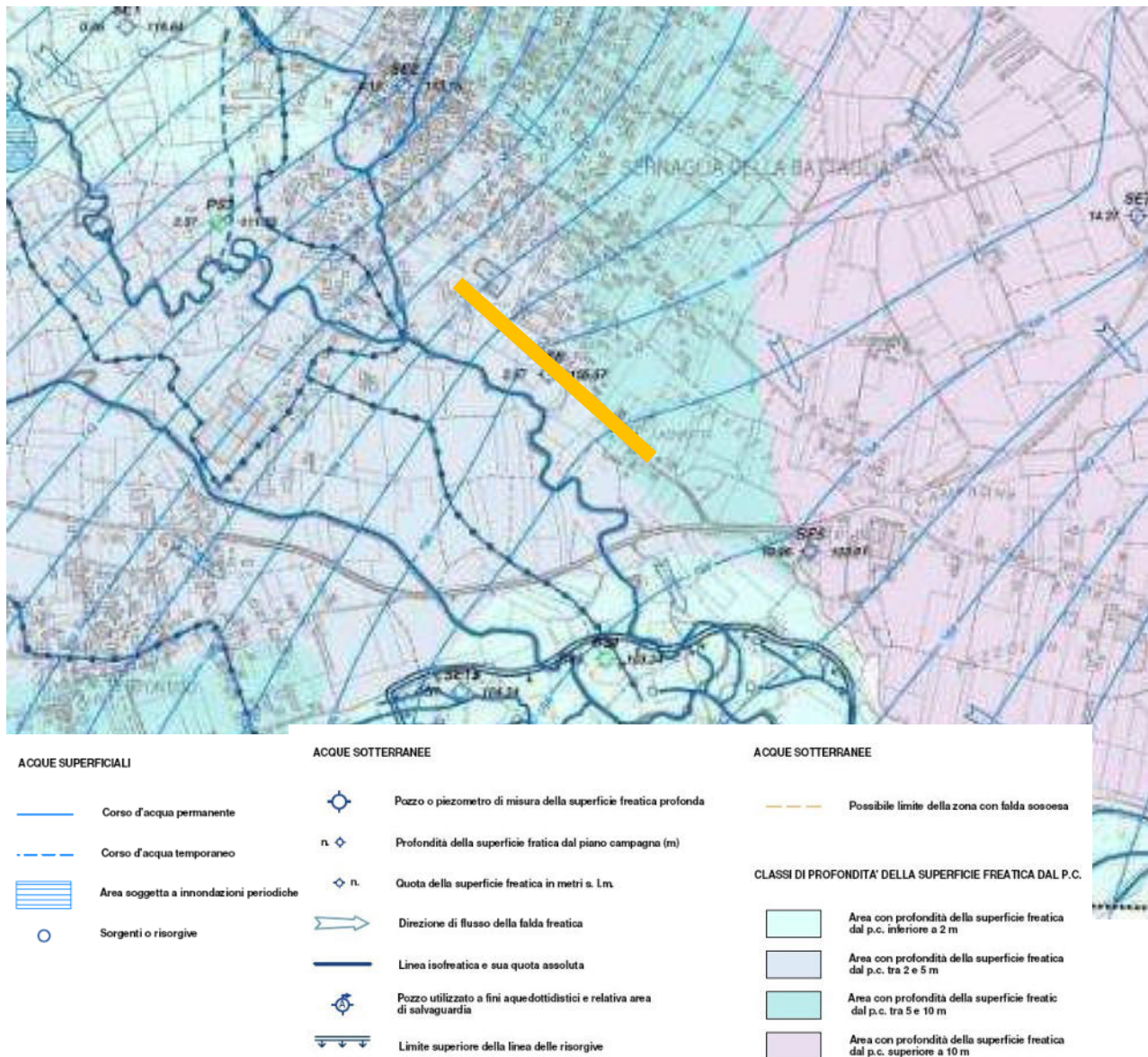


Figura 6: Estratto carta idrogeologica del P.A.T. comunale

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	$h = \frac{27.7}{(t + 9.3)^{0.750}} \cdot t$ [h in mm, t in minuti]		(cfr. par. 4.2)
Superficie impermeabilizzazione	circa m ² 2000		(cfr. par. 4.3)
Coefficienti di afflusso in rete	Verde	0.2	(cfr. par. 4.4)
	Semipermeabile	0.6	
	Coperto	0.9	
Coefficiente udometrico	10 l/s,ha		(cfr. par. 4.5)

Tabella 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 a quanto previsto dagli strumenti urbanistici e dalla D.G.R.V. n. 2948/2009 e s.m.i.

4.2. La curva di possibilità pluviometrica

Per il progetto della rete meteorica in esame, 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”, 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. Con riferimento al bacino del Consorzio di Bonifica Piave, la sottozona territoriale di riferimento è quella “Alto Piave”.

É utilizzata l’equazione tri-parametrica della forma:

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

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 al tempo di ritorno di anni 50, si ha (t in minuti, h in mm):

$$h = \frac{27.7}{(t + 9.3)^{0.750}} \cdot t$$

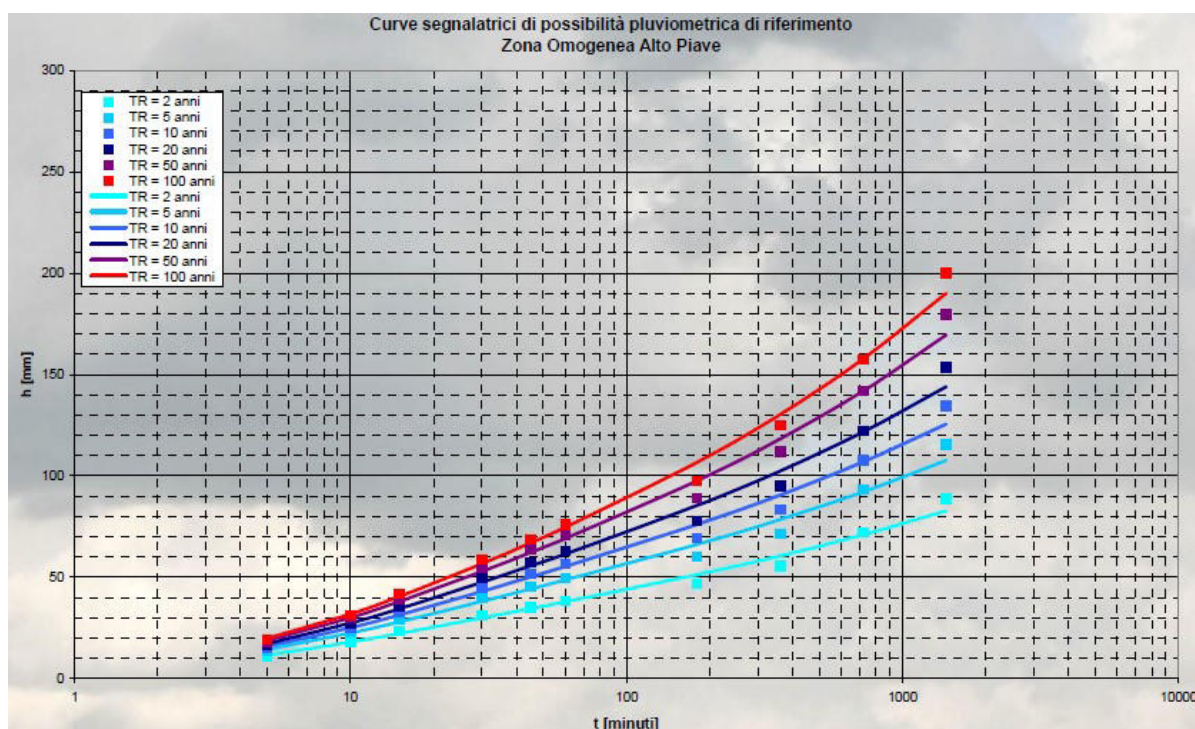


Figura 7: Curve segnalatrici a 3 parametri per la zona “Alto Piave”

4.3. L'area di trasformazione

Il percorso si svilupperà, lungo Gravette, per una lunghezza complessiva di circa 900 m, a partire, a nord, dall'ingresso del cimitero, fino a raggiungere, a sud, l'estremità del percorso ciclopedonale esistente (che prosegue verso Falzè di Piave parallelo alla S.P.34).

Il percorso si svilupperà restando sempre sul lato nord di via Gravette, nello spazio oggi occupato da banchine stradali o occupando porzioni di proprietà privata, previo rifacimento delle recinzioni. La pista avrà una larghezza media di 2,50 m, con alcuni tratti in cui la sezione è di poco ridotta per la presenza di manufatti, immobili e recinzioni vicini alla strada che non permettono larghezze maggiori. La pavimentazione sarà in calcestruzzo drenante.

Oltre alla formazione della pista, si provvederà alla ricalibratura della carreggiata stradale. La pista è separata dalla strada prevalentemente da uno spartitraffico in cordonate. Alcuni tratti prevedono invece aiuole a verde oppure la sopraelevazione della pista rispetto al piano stradale.

All'estremità sud del tracciato, il percorso interseca lo scolo demaniale Pateanello di San Tiziano, su tratto di banchina stradale già tominato.

Si rimanda agli elaborati grafici per un maggior dettaglio sugli interventi previsti.

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 2: 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 ricavata dalle tavole di progetto e riportata sinteticamente nelle tabelle seguenti. Le superfici indicate sono relative ai soli incrementi di impermeabilizzazione rispetto alla situazione preesistente.

In particolare, le nuove impermeabilizzazioni sono dovute a:

- Allargamento della carreggiata stradale e creazione di uno spartitraffico (completa copertura $\varphi = 0.9$);
- Realizzazione del percorso ciclopeditonale con pavimentazione drenante ($\varphi = 0.6$)

Sono trascurate a favore di sicurezza le superfici oggetto di depavimentazione (ripristino a verde).

Area			φ_i	φ
fraz.	[m ²]			
Verde	0	TOT. 1994	0.2	0.677
Semipermeabile	1483		0.6	
Impermeabile	511		0.9	

Tabella 3 – Suddivisione delle aree e coefficiente di deflusso medio

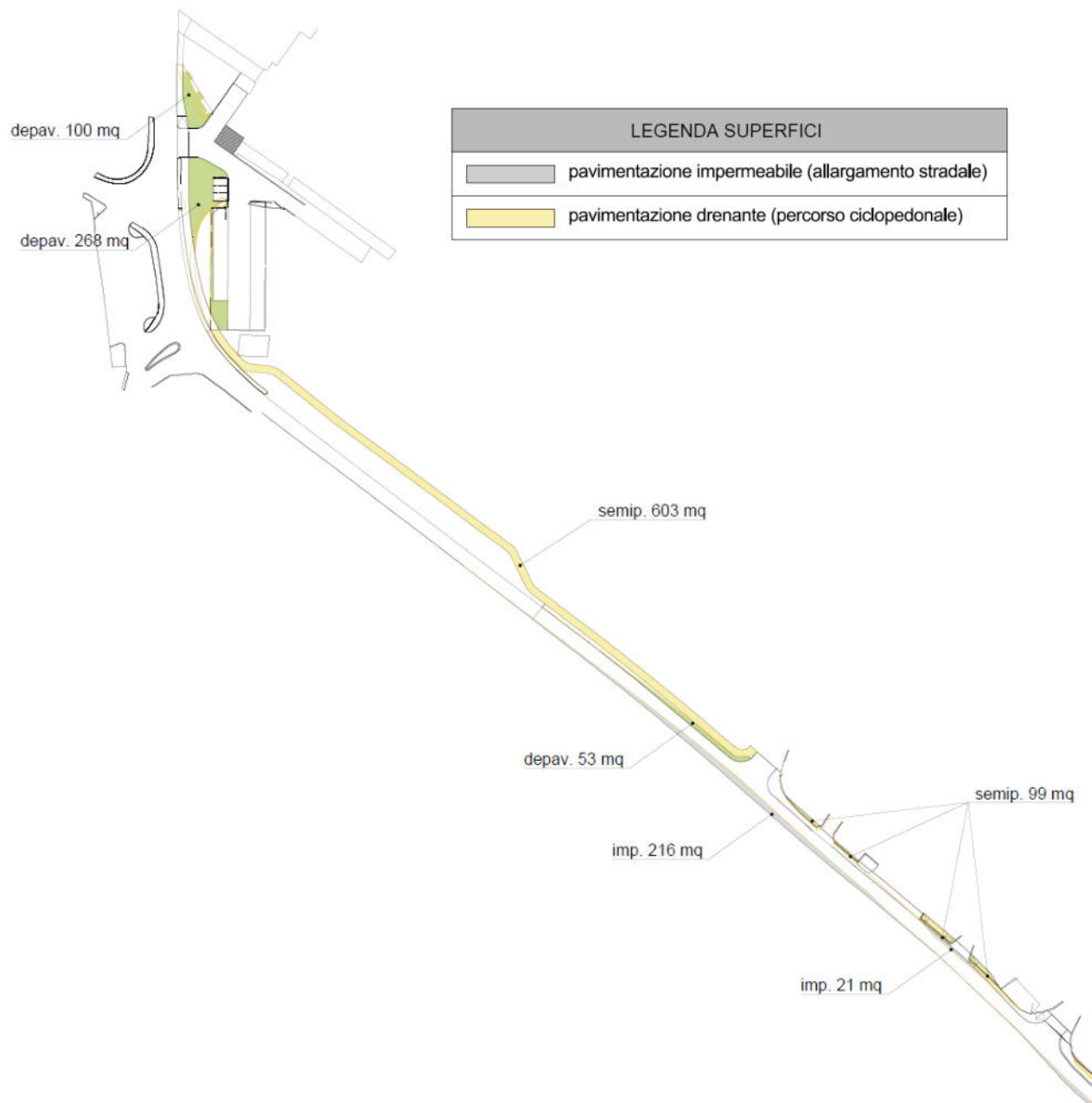


Figura 8: Incremento di impermeabilizzazione di progetto – parte nord



Figura 9: Incremento di impermeabilizzazione di progetto – parte sud

4.5. Coefficiente udometrico allo scarico

Il parametro di riferimento che descrive la risposta idrologica di un terreno in termini di trasformazione degli afflussi (piogge) in deflussi (portate) è detto “coefficiente udometrico” o “contributo specifico di piena” e si esprime usualmente in l/(s,ha) (litri al secondo per ettaro). La trasformazione d’uso del suolo introdotta dalle nuove urbanizzazioni implica l’aumento del coefficiente udometrico u , con il conseguente aumento della portata scaricata nei corpi idrici ricettori; per mantenere inalterato il contributo specifico dell’area d’intervento, risulta necessario formare volumi d’invaso (superficiale o profondo) che consentano di ridurre ragionevolmente le portate in uscita durante gli eventi di meteorici. Il calcolo dei volumi d’invaso necessari a tal fine, si effettua considerando costante il valore della portata in uscita ($Q_u = u \cdot S$) dal bacino, posto pari a quello che si stima essere prodotto dalle superfici scolanti, prima che ne venga modificata la destinazione d’uso.

Relativamente ad interventi di trasformazione urbanistica, il Consorzio di Bonifica impone comunemente di assumere un coefficiente udometrico allo scarico di 10 l/s,ha.

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 dalla realizzazione della nuova pista e del coefficiente udometrico consentito allo scarico.

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:

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

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:

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

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	0.677
Coeff. udometrico allo scarico [l/s,ha]	10
Parametro a curva di poss. pluviom. [mm min ^{c-1}]	27.7
Parametro b curva di poss. pluviom. [min]	9.3
Parametro c curva di poss. pluviom.	0.750
Superficie di intervento [m ²]	1194
Tempo critico [min]	359
Volume specifico necessario [m ³ /ha]	585.2
Volume necessario [m³]	116.7

Tabella 4 – Volume di compenso calcolato con il metodo delle sole piogge (curva tri-param.)

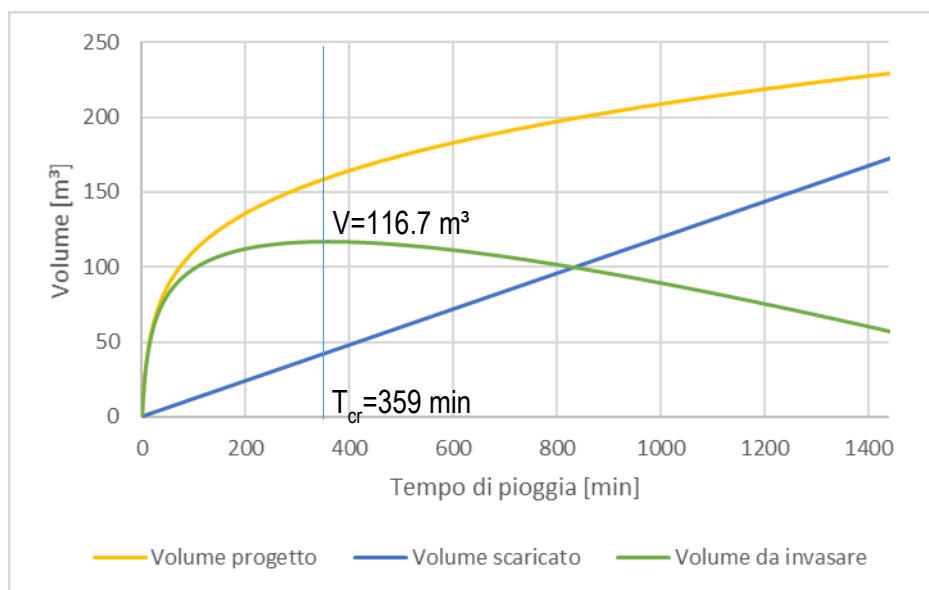


Fig. 1: Grafico V(t) e individuazione del massimo volume da invasare

5.2. Indicazioni del Consorzio di Bonifica Piave

Indipendentemente dal calcolo ottenuto con metodi empirici e dal grado di impermeabilizzazione ante-operam, il Consorzio di Bonifica Piave prescrive di assicurare almeno 800 m³ di volume di invaso per ettaro di superficie impermeabilizzata, relativamente ad interventi su strade, parcheggi, piste ciclabili.

Nel caso in oggetto, i volumi minimi di invaso da realizzare, calcolati sulle superfici pesate con i relativi coefficienti medi di afflusso, dovranno quindi essere pari a:

Volume specifico minimo [m³/ha]	800
Superficie di intervento [m²]	1994
Coeff. d'afflusso (ϕ)	0.677
Superficie efficace ($S \times \phi$) [m²]	1349.7
Volume necessario [m³]	108.0

Tabella 5 – Volume di compenso minimo secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica Piave

5.3. Confronti e individuazione del volume di compenso

Come consigliato dall'Allegato A alla Dgr n. 1841 del 19 giugno 2007, la stima della portata e del volume di compenso è ricondotta a più metodi diversi, dei quali si considerano i valori più cautelativi.

Metodo	Volume
Piogge	<u>116.7 m³</u>
Indicazioni del Consorzio di Bonifica Piave	108.0 m ³

Tabella 6 – Confronto dei volumi di compenso

Il volume minimo di invaso da assicurare è quindi quello calcolato con il metodo delle piogge.

6. Soluzioni progettuali

Le acque meteoriche saranno raccolte da una serie di caditoie a griglia orizzontale in ghisa su pozzetti prefabbricati in cls, posizionate oltre la banchina stradale in corrispondenza dello spartitraffico di delimitazione della carreggiata dal percorso ciclopedonale. In corrispondenza degli accessi carrai o pedonali esistenti saranno installate, canalette grigliate per impedire l'eventuale ingresso di acqua all'interno delle proprietà private.

Le caditoie e griglie saranno collegate a trincee drenanti realizzati sotto il sedime della nuova pista ciclopedonale.

La trincea drenante è un sistema costituito da una tubazione microforata, in questo caso in cls DN400, avvolta da un setto di materiale granulare, 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 per il contenimento del materiale e per impedire la saturazione degli interstizi da parte del materiale fine. Le portate convogliate alla tubazione forata si disperderanno quindi tramite il setto drenante nel sottosuolo.

Lo smaltimento delle portate meteoriche nel sottosuolo è giustificato dalla profondità di falda e dalla buona permeabilità dei terreni.

Si rimanda agli elaborati grafici per un maggior dettaglio.

6.1. Realizzazione dei volumi di compenso

6.1.1. Invaso nelle tubazioni

Operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio. In particolare saranno posate tubazioni in cls armato circolari del diametro interno di 400 mm.

Ai fini del conteggio dei volumi invasabili, si assume cautelativamente un riempimento massimo del 50%.

Tratto	Dimensioni tub. (mm)	max invaso	L_{tot} (m)	V (m ³)
A1-A3	DN400	50%	78	4.9
B1-B4	DN400	50%	87	5.5
C1-C15	DN400	50%	390	24.5
TOTALE			555	34.9

Tabella 7 – Volumi invasabili all'interno delle tubazioni

6.1.2. Invaso nei pozzetti

Sono conteggiati volumi utili all'invaso anche quelli relativi ai pozzetti di raccordo e ispezioni disposti lungo la rete fognaria.

Saranno posati in particolare pozzetti in c.a. delle dimensioni interne di 120cm x 120cm, qualora si innestino tubazioni in cls DN800, o 150cm x 150cm ove si innestino tubazioni in cls DN1200.

Tratto	dim. interne (cm x cm)	y_{max} (cm)	n	V (m ³)
A1-A3	80x80	30	3	0.58
B1-B4	80x80	30	4	0.77
C1-C15	80x80	30	15	2.88
TOTALE			23	4.2

Tabella 8 – Volumi invasabili all'interno di pozzetti

6.1.3. Invaso nelle trincee drenanti

La trincea drenante è un sistema costituito da una tubazione microforata, in questo caso in cls DN400, avvolta da un setto di materiale granulare, 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 per il contenimento del materiale e per impedire la

saturatione degli interstizi da parte del materiale fine. Le portate convogliate alla tubazione forata si disperderanno quindi tramite il setto drenante nel sottosuolo.

Contribuisce all'invaso complessivo anche il volume che viene a crearsi negli interstizi del materiale costituente le trincee drenanti. 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:

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

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.

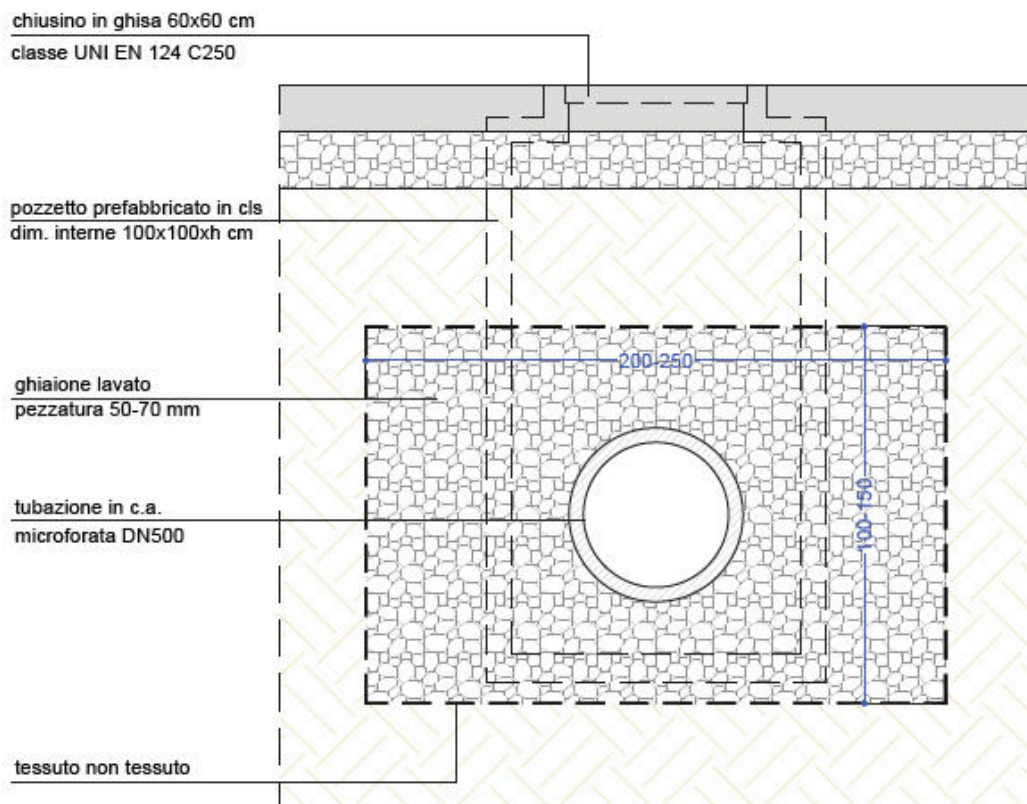


Figura 10: Schema tipico di una trincea drenante

Nella tabella a seguire sono riepilogate le caratteristiche delle trincee drenanti di progetto.

Trincee	B (m)	H (m)	A _{tubo} (m ²)	A _{netta} (m ²)	n	L (m)	V (m ³)
A1-A3	1.2	0.7	(DN400) 0.2206	0.61938	0.3	80	14.87
B1-B4	1.2	0.7	(DN400) 0.2206	0.61938	0.3	90	16.72
C1-C15	1.2	0.7	(DN400) 0.2206	0.61938	0.3	405	75.25
TOTALE						575	106.8

Tabella 9 – Volumi invasabili nei setti drenanti [m³/ha]

I volumi invasabili all'interno delle tubazioni sono già stati precedentemente computati.

6.1.4. Invaso complessivo

Riepilogando, complessivamente gli invasi di compenso saranno così realizzati, distintamente per i vari tratti:

	Volume [m ³]
<i>Tubazioni</i>	34.9
<i>Pozzetti</i>	4.2
<i>Piccoli invasi</i>	106.8
Totale di progetto	145.9
Richiesto	116.7
	✓

Tabella 10 – Riepilogo volumi invasabili

I volumi di progetto sono pertanto sufficienti a garantire quanto richiesto.

7. Verifica trincee drenanti

A conclusione della valutazione fino ad ora condotta, si riporta la verifica della capacità filtrante delle trincee drenanti.

Sono valutati separatamente i contributi afferenti alle 3 trincee drenanti di progetto. A seguire si riepilogano le caratteristiche dei 3 sottobacini presi in esame.

Oltre al contributo del nuovo percorso ciclopedonale, ogni sottobacino sottenderà la metà nord della piattaforma stradale di via Gravette.

Sottobacino	Trincee	S (m ²)	φ medio
A	A1-A3	495	0.76
B	B1-B4	650	0.77
C	C1-C15	2580	0.78

Tabella 11 – Riepilogo sottobacini

7.1. Calcolo delle portate

Il calcolo delle portate generate alla chiusura del bacino può essere calcolato utilizzando il metodo delle piogge, assumendo un tempo di pioggia t_p pari al tempo di corrivazione t_c , condizione per cui la portata è massima.

$$Q_p = \frac{\varphi \cdot S \cdot h(t_c)}{t_c}$$

Il tempo di corrivazione, ovvero il tempo che occorre alla generica goccia di pioggia caduta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura del bacino in esame, è assunto cautelativamente pari a 10 min.

La portata massima stimata per un tempo di ritorno di 50 anni generata all'interno dei sottobacini, calcolata con il metodo delle piogge, è quindi:

Sottobacino	Q (l/s)
A	19
B	25
C	100

Tabella 12 – Portate massime stimate

7.2. Verifica infiltrazione

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].

Assunto dalla letteratura, per terreni ghiaioso-sabbiosi, $K = 10^{-3}$ m/s si avrà:

$$Q_{infA} = 1000 \cdot 10^{-3} \cdot (1.2 + 2 \cdot 0.7) \cdot 80 = 208 \text{ l/s} > 19 \text{ l/s}$$

$$Q_{infB} = 1000 \cdot 10^{-3} \cdot (1.2 + 2 \cdot 0.7) \cdot 90 = 234 \text{ l/s} > 25 \text{ l/s}$$

$$Q_{infC} = 1000 \cdot 10^{-3} \cdot (1.2 + 2 \cdot 0.7) \cdot 405 = 1053 \text{ l/s} > 100 \text{ l/s}$$

Le portate smaltibili sono abbondantemente superiori alle portate di progetto e pertanto si ritiene verificato il dimensionamento.

8. 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.

All'interno dell'area di studio il volume di invaso di compensazione verrà ottenuto principalmente mediante la realizzazione di trincee drenanti.