

STUDIO DI GEOLOGIA TECNICA - AMBIENTALE - IDROGEOLOGIA
Dott. Sergio Drago
GEOLOGO

**REGIONE VENETO – PROVINCIA DI PADOVA
COMUNE DI TEOLO**

PROGETTO

***Ristrutturazione ed ampliamento riqualificativo
"Hotel Thermae Novessentia"***

ELABORATO

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

DATA:
26/02/2018

COMMESSA:
05.0VCI/2018

COMMITTENTE

Giuliani Srl

Dott Geol. Sergio Drago

Ing. Francesco Pescarolo



*Dott. Geol. Sergio Drago - Via Piovega 41b - 35010 Borgoricco (PD)
Mob: 347.7206547 - Fax: 049.9335590 - mail: geologia.drago@gmail.com
P.IVA 04847730282*

E
Teolo
Comune di Teolo
COPIA CONFORME ALL'ORIGINALE DIGITALE
Protocollo N.0004373/2018 del 08/03/2018
Firmatario: Francesco Pescarolo, SERGIO DRAGO

INDICE

<u>1.</u>	<u>PREMESSA</u>	<u>2</u>
<u>2.</u>	<u>DESCRIZIONE DEL PROGETTO</u>	<u>4</u>
<u>3.</u>	<u>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</u>	<u>9</u>
<u>4.</u>	<u>ANALISI DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL COMPENSORIO (P.A.I.)</u>	<u>11</u>
<u>5.</u>	<u>CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA</u>	<u>13</u>
<u>6.</u>	<u>CONCLUSIONI</u>	<u>26</u>

1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è stata redatta al fine della caratterizzazione idrologica e idraulica dell'area oggetto di un progetto di ampliamento e modifica del complesso Hotel Michelangelo sito nel Comune di Teolo (PD) sulla Strada Provinciale N. 25d in via San Daniele n. 8 (Figura 1); costituisce la valutazione di compatibilità idraulica che accompagna gli elaborati allegati alla pratica edilizia in oggetto.

La superficie del lotto si pone ad una quota altimetrica di 10.0 m s.l.m. (Figura 3) e si estende per circa 28.000 m², ivi è presente una struttura alberghiera composta di un fabbricato approntato a camere e zone adibite ad attività termali con piscine aree benessere.

Il complesso ora sarà sede di una rivisitazione architettonica con la costruzione di una fascia destinata a clinica medica, zone logistiche con relative pertinenze, area di parcheggio interrata e aggiornamenti estetici dell'intero centro benessere portando ad una riqualificazione estetica e funzionale del complesso.

L'intervento va pertanto a modificare l'attuale permeabilità della superficie esistente, imponendo di adottare gli opportuni interventi di mitigazione idraulica al fine di sopperire alla pavimentazione prevista dal progetto.

Il presente rapporto tecnico ha lo scopo di indagare sugli effetti dell'intervento edilizio, diretti e indiretti, in relazione alla capacità e modalità di smaltimento delle acque meteoriche.

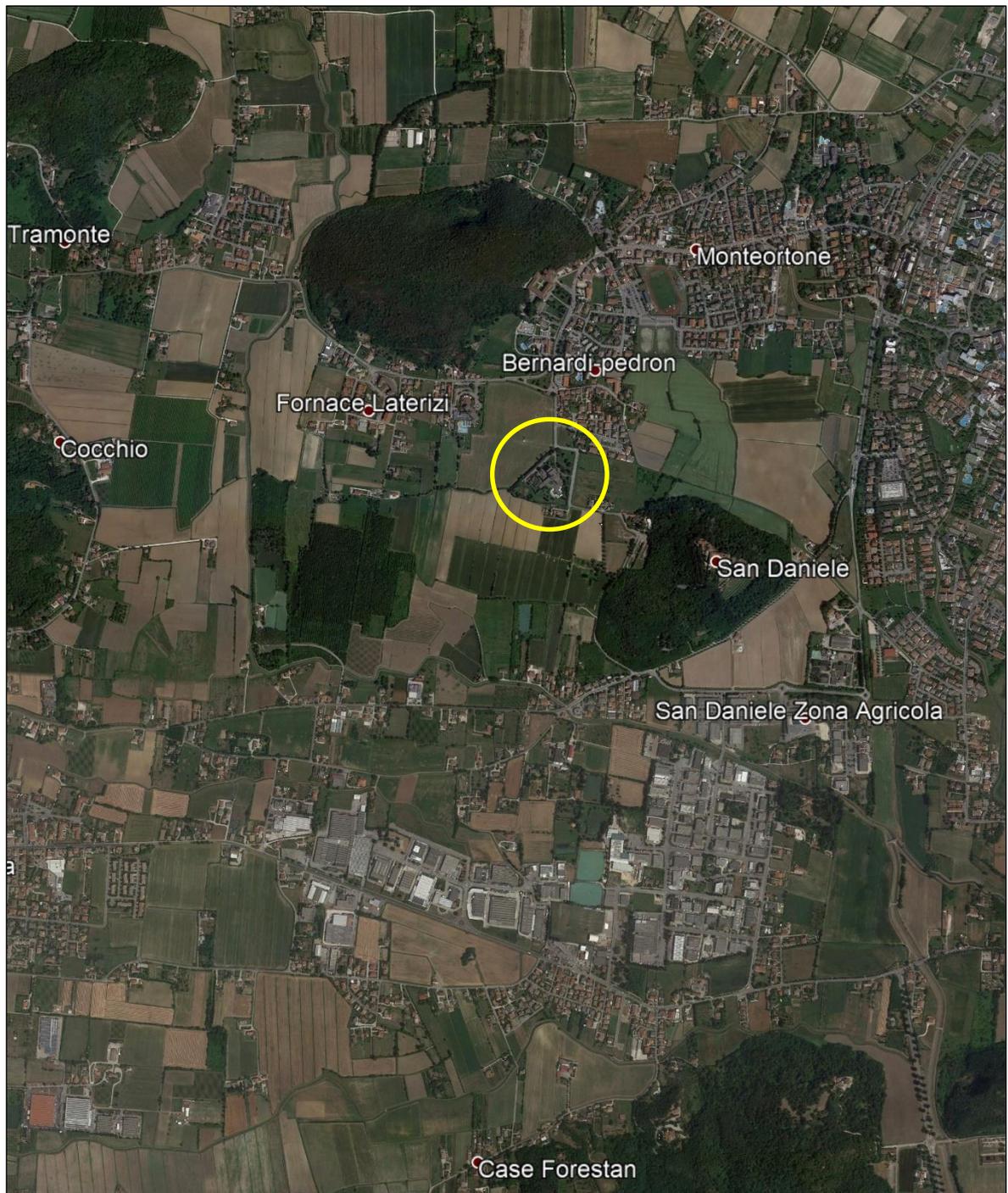


Figura 1 – Foto aerea con indicazione della zona d'indagine

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Come riportato in premessa, il progetto prevede un progetto di ampliamento e modifica del complesso Hotel Michelangelo sito nel Comune di Teolo (PD) sulla Strada Provinciale N. 25d in via San Daniele n. 8. Il progetto si sviluppa su un lotto di circa 28.000 m², si colloca ad una quota altimetrica di 10 m s.l.m. e prevede l'edificazione di una nuova ala operativa destinata a clinica medica e altri piccoli ampliamenti superficiali, nonché la realizzazione di un parcheggio interrato sotto la strada esistente di accesso alla struttura.

Il progetto si compone di una serie di interventi e proposte in variante che complessivamente andranno a modificare l'attuale superficie impermeabilizzata portandone ad un incremento pari a 2.570 m² che comprende marciapiedi, zone operative, un parcheggio interrato che si sviluppa sotto la strada di accesso (che porterà un aumento della superficie impermeabile di circa 300 m² sul lato Nord-Ovest), mentre tutto il resto del lotto rimarrà a verde. Alcune zone in realtà risultano già poco permeabili per la presenza di impianti, tuttavia si considera l'intera superficie in trasformazione come soggetta ad un intervento di pavimentazione ex-novo così come raccomandato anche dal Consorzio di Bonifica che ha la gestione il comprensorio.

Globalmente la superficie modificata sarà considerata impermeabilizzata in toto e risulta quindi essere pari a 2.570 m²; di conseguenza ne viene modificata la capacità d'invaso e di filtrazione totale in ragione delle caratteristiche dei materiali di copertura e rivestimento.

Per la visione di dettaglio dell'intervento si rimanda alla consultazione degli elaborati di progetto. Sulla scorta di questi numeri di progetto e della normativa di riferimento sono state condotte le analisi e le osservazioni del caso.

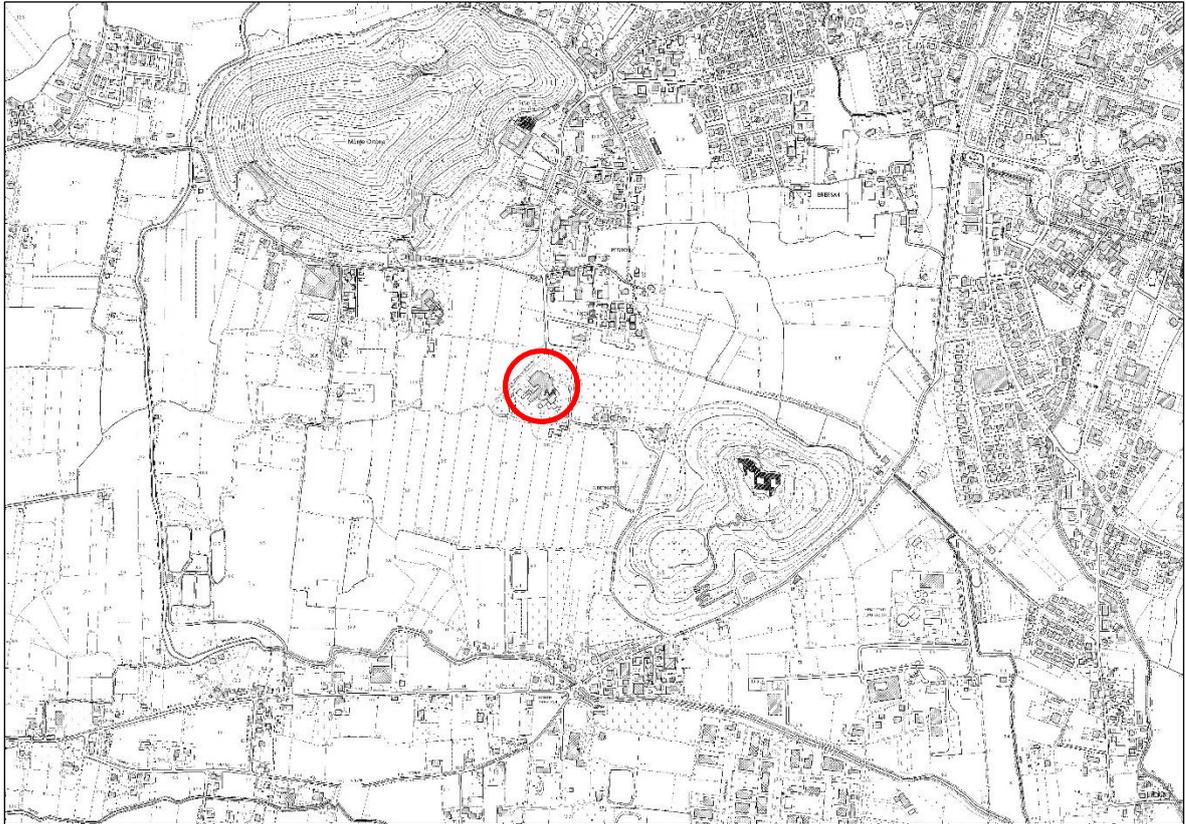


Figura 2 – Estratto C.T.R. 5.000 della Regione Veneto

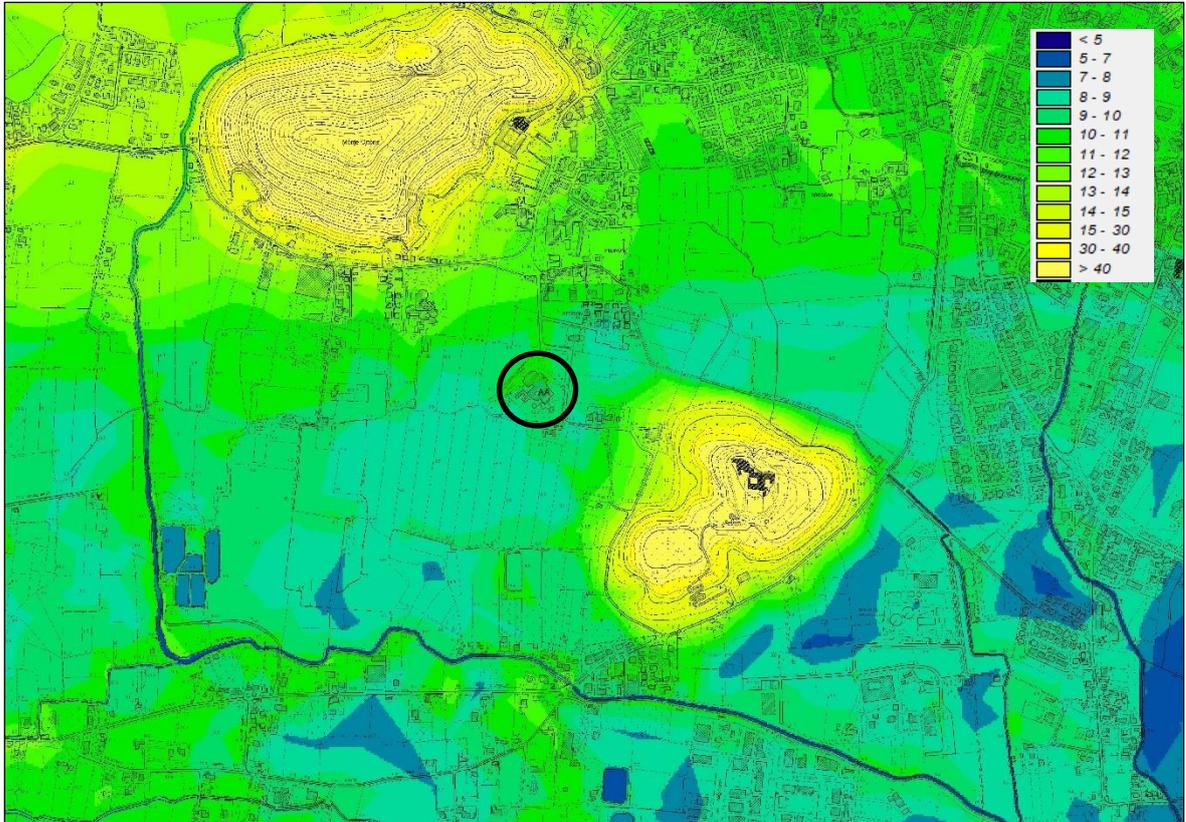


Figura 3 – Estratto C.T.R. 5.000 con supporto DEM a 5 m della Regione Veneto



Figura 4 – Vista aerea dello stato attuale con indicazione del limite del lotto

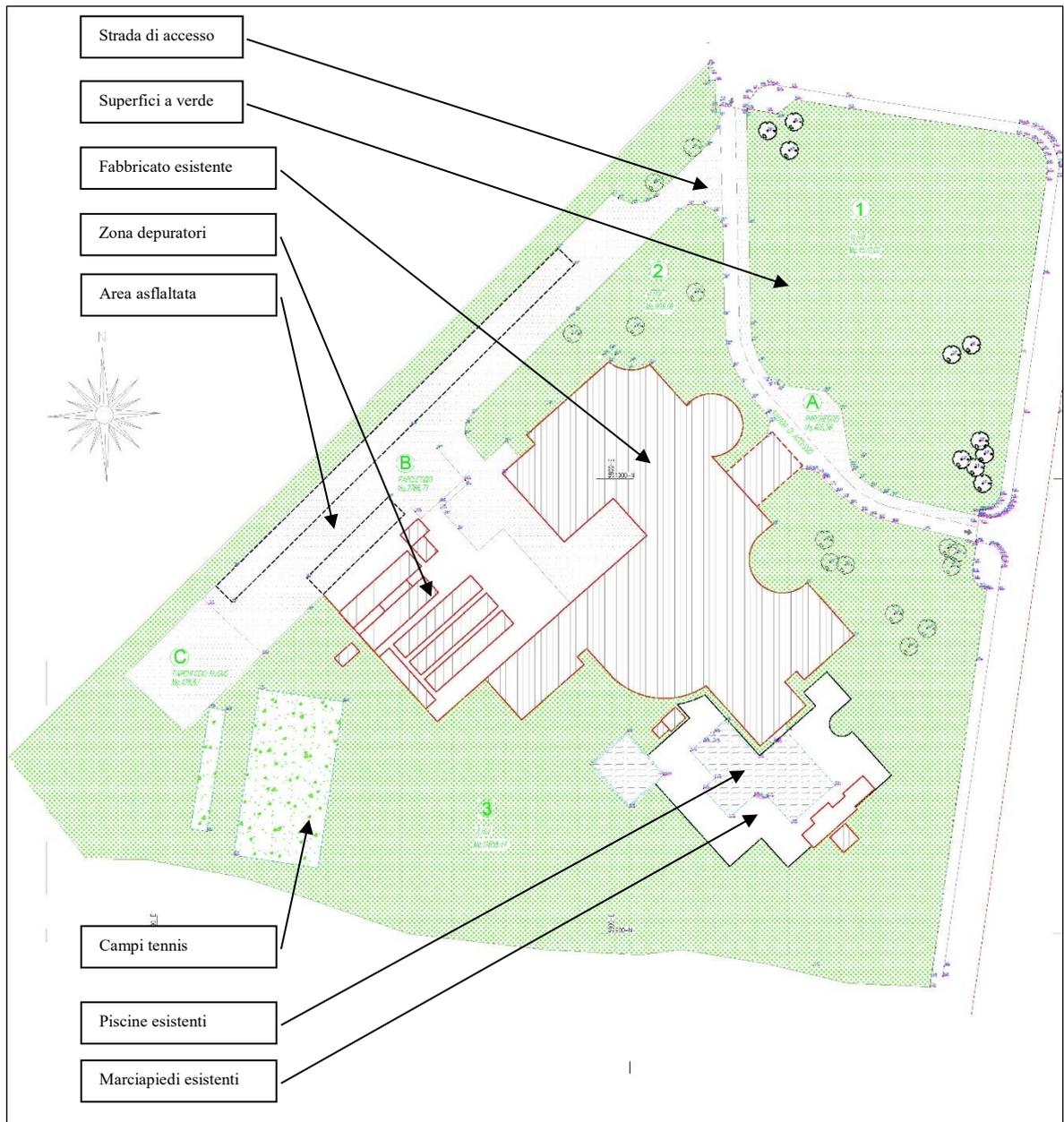


Figura 5 – Rilievo dello stato attuale del lotto

3. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa di interesse specifico per la presente relazione è la seguente:

- Ordinanza n. 3 del 22/01/2008 del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007;
- Primi indirizzi e raccomandazioni per l'applicazione delle ordinanze 2, 3 e 4 del 22/01/2008 in materia di prevenzione dal rischio idraulico;
- Valutazione di compatibilità idraulica – Linee guida (agosto 2009) del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007;
- D.G.R.V. n. 1322 del 10/05/2006 come modificata e integrata dalla D.G.R.V. n. 1841 del 19/06/2007;
- D.G.R.V. n. 2948/2009 della Regione Veneto – “Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici”;
- Piano degli Interventi e Compatibilità Idraulica del Comune di Teolo.
- Criteri e procedure per il rilascio di concessioni, autorizzazioni, pareri, relativi ad interventi interferenti con le opere consorziali, trasformazioni urbanistiche, e sistemazioni idraulico-agrarie del Consorzio Bacchiglione.

Per interventi la cui superficie è compresa nel range $1.000 < S < 10.000 \text{ m}^2$ è necessaria la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI) che verrà trasmessa al Comune di appartenenza con la necessità di acquisizione del parere idraulico emesso dal Consorzio di Bonifica competente così come indicato nelle Linee guida per la Valutazione di Compatibilità Idraulica, redatte dal Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007 (agosto 2009).

Il caso in esame ricade in tale ipotesi, interessando una superficie totale in trasformazione pari a 2.570 m^2 .

Le superfici ragguagliate ai coefficienti di deflusso dell'area, ossia la superficie totale che idealmente produrrebbe un deflusso superficiale pari al 100% di quanto piovuto (vedi Capitolo 5), sono:

- Stato attuale $S^* = 2.570 \cdot 0,2 = 514 \text{ m}^2$
- Stato finale $S^* = 2.570 \cdot 0,9 = 2.313 \text{ m}^2$

Con riferimento alle "indicazioni operative" contenute nell'allegato A della D.G.R.V. n. 1841/2007 e D.G.R.V. n. 2948/2009, che definisce le classi d'intervento in relazione all'impermeabilizzazione potenziale derivante dall'attuazione dei nuovi strumenti urbanistici, l'intervento in oggetto si classifica come a "modesta impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superfici comprese tra 1.000 m² e 10.000 m²). Per tale classe d'intervento è necessario che lo studio idraulico preveda l'opportunità di sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene; in questi casi è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

4. ANALISI DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL COMPENSORIO (P.A.I.)

L'area interessata dal progetto precedentemente descritto è ubicata all'estremità Est del comune di Teolo, sul confine con Abano Terme e Torreglia. Dal punto di vista catastale il terreno in esame è censito al catasto terreni del Comune di Teolo al Foglio n. 12 - Mappali 233 e 234. Sulla scorta del delicato equilibrio idraulico della Regione Veneto e in base alla morfologia territoriale l'Autorità di Bacino ha definito il Piano stralcio delle fasce fluviali per l'assetto idrogeologico individuando le aree a maggior o minor vulnerabilità dal punto di vista idrogeologico e idraulico e definendo in particolare 4 classi di pericolosità.

La zona di Teolo in questione è trattata nel P.A.I. del Bacino Idrografico del Fiume Brenta-Bacchiglione, che non segnala pericolosità idraulica per le zone del territorio comunale limitrofe all'area di studio, inoltre non risultano essere state segnalate zone allagate per gli eventi alluvionali del 26 settembre 2007. Nello specifico la zona di interesse non è contemplata tra le aree soggette a pericolosità idraulica e non appare soggetta ad esondazioni e quindi a rischio idraulico, risulta dunque non segnalata nelle carte del P.A.I..

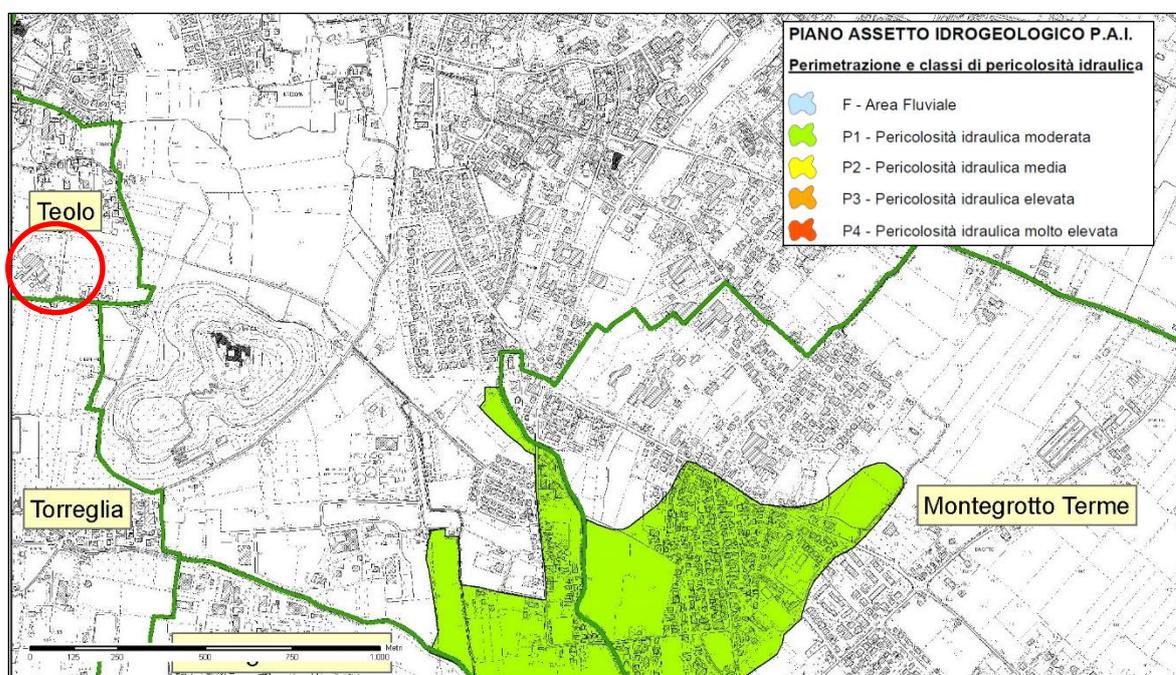


Figura 7 – Carta della pericolosità idraulica – Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Brenta-Bacchiglione – Stralcio della Tavola 86

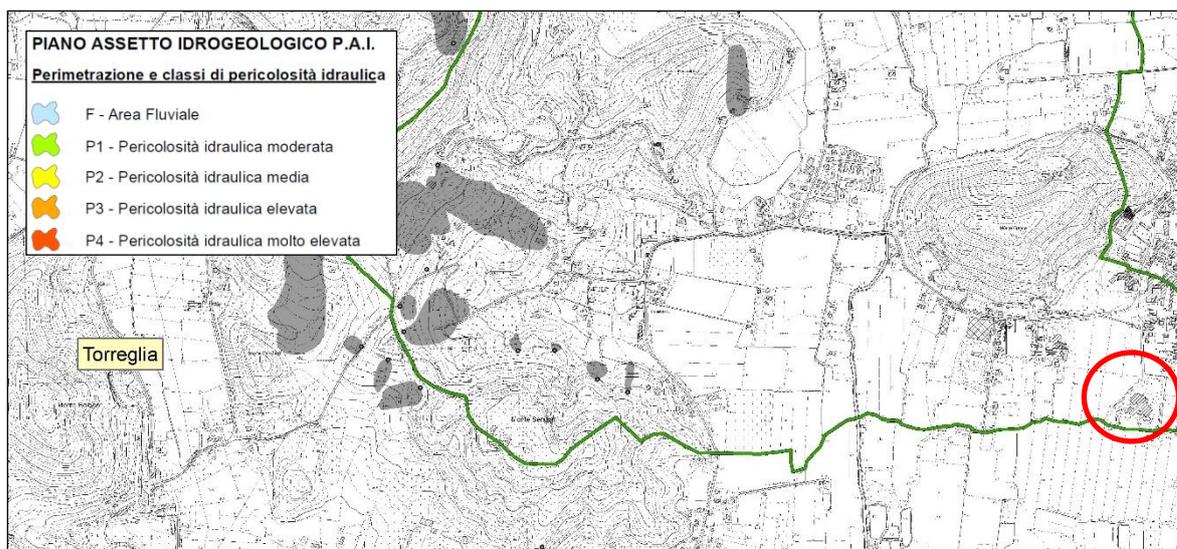


Figura 8 – Carta della pericolosità idraulica – Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del Fiume Brenta-Bacchiglione – Stralcio della Tavola 87

In ogni caso il Consorzio di Bonifica competente ha informazioni di natura puntuale sul territorio che non possono essere contemplate nel P.A.I. essendo quest’ultimo un piano di carattere più generale e di larga scala. In effetti, nel Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio del Consorzio di Bonifica Bacchiglione la zona di interesse non viene perimetrata come area a pericolosità idraulica tuttavia è molto prossima a fasce segnalate critiche tra i confini con i comuni di Torreglia e Abano Terme.

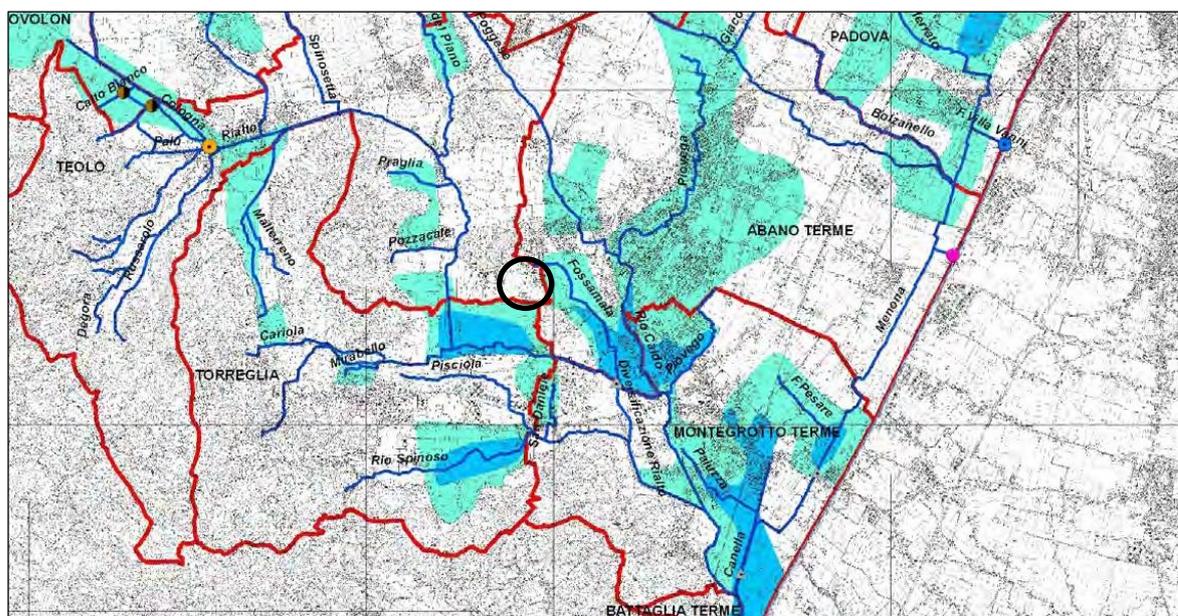


Figura 9 – Carta della pericolosità idraulica – Stralcio della Tavola del PGBTT del Consorzio di Bonifica Bacchiglione

5. CARATTERIZZAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

Lo studio “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento” fornisce i parametri delle curve di possibilità pluviometriche individuate in seguito ad una analisi regionalizzata dei dati di pioggia registrati da 27 stazioni ARPAV, opportunamente selezionate per dare copertura al territorio di interesse. Le curve di possibilità pluviometrica proposte sono espresse sia con la formula italiana a due parametri (a,n)

$$h = at^n$$

dove:

h = altezza di pioggia

t = durata della precipitazione;

a, n = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto, che con la formula più generale a tre parametri (a,b,c)

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

dove:

h = altezza di pioggia

t = durata della precipitazione

a, b, c = parametri della curva forniti dalla elaborazione statistica in dipendenza della zona territoriale di riferimento e del tempo di ritorno assunto.

Le curve a tre parametri consentono una migliore interpolazione dei dati per tutte e 10 le durate considerate (5', 10', 15', 30', 45', 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h).

Le curve a due parametri infatti non riescono ad interpolare adeguatamente i dati per l'intero range di durate; è necessario invece individuare intervalli più ristretti di durate, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale.

Le curve a due parametri sono quindi fornite e tarate per sei diversi intervalli di durata degli eventi meteoroclimatici, in particolare per: 5'÷45' $tp \approx 15'$, 10'÷1h $tp \approx 30'$, 15'÷3h $tp \approx 45'$, 30'÷6h $tp \approx 1h$, 45'÷12h $tp \approx 3h$, 1h÷24h $tp \approx 6h$.

La suddivisione territoriale proposta, esplicitata secondo quattro zone omogenee principali è riportata nella Tabella 1, nella quale è evidenziata la zona di interesse.

Zona omogenea	Provincia		
	PD	TV	VE
SW	Aba no Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Maserà di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero		Cona, Santa Maria di Sala, Vigonovo
Costiera SE		Casale sul Sile, Casier, Mogliano Veneto	Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesso d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia
Interna NW	Camposampiero, Cittadella, Loreggia, Massanzago, Piombino Dese, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe	Istrana, Morgano, Resana	Noale
NE		Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Monastier di Treviso, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, San Biagio di Callalta, Silea, Treviso, Veduggio, Zenson di Piave, Zero Branco	Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Salzano, Scorze'

Tabella 1 – Suddivisione territoriale delle caratteristiche meteoroclimatiche omogenee

Il Comune di Teolo viene a trovarsi quindi nella zona omogenea cosiddetta Sud Occidentale 'SW' secondo la classificazione definita dalla Regione Veneto.

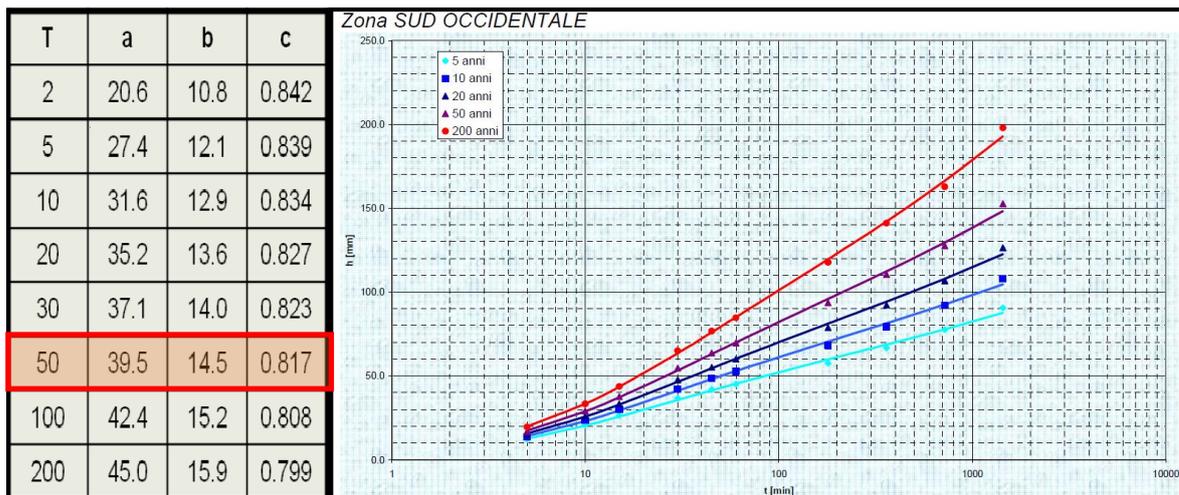


Tabella 2 – Estratto dalle Linee Guida della Regione Veneto

Le linee guida prescrivono di eseguire il calcolo idraulico sulla base di eventi di riferimento caratterizzati da tempo di ritorno pari a 50 anni, per cui: $a = 39.5$, $b = 14.5$, $c = 0.817$. Tale valore del tempo di ritorno fa riferimento a quanto previsto per i PAT/PATI dalla D.G.R. 1322 del 10/05/2006, Allegato A. Il diagramma del rischio che un evento dimensionato con tempo di ritorno pari a 50 anni si presenti in un periodo di n anni è presentato in Figura 10.

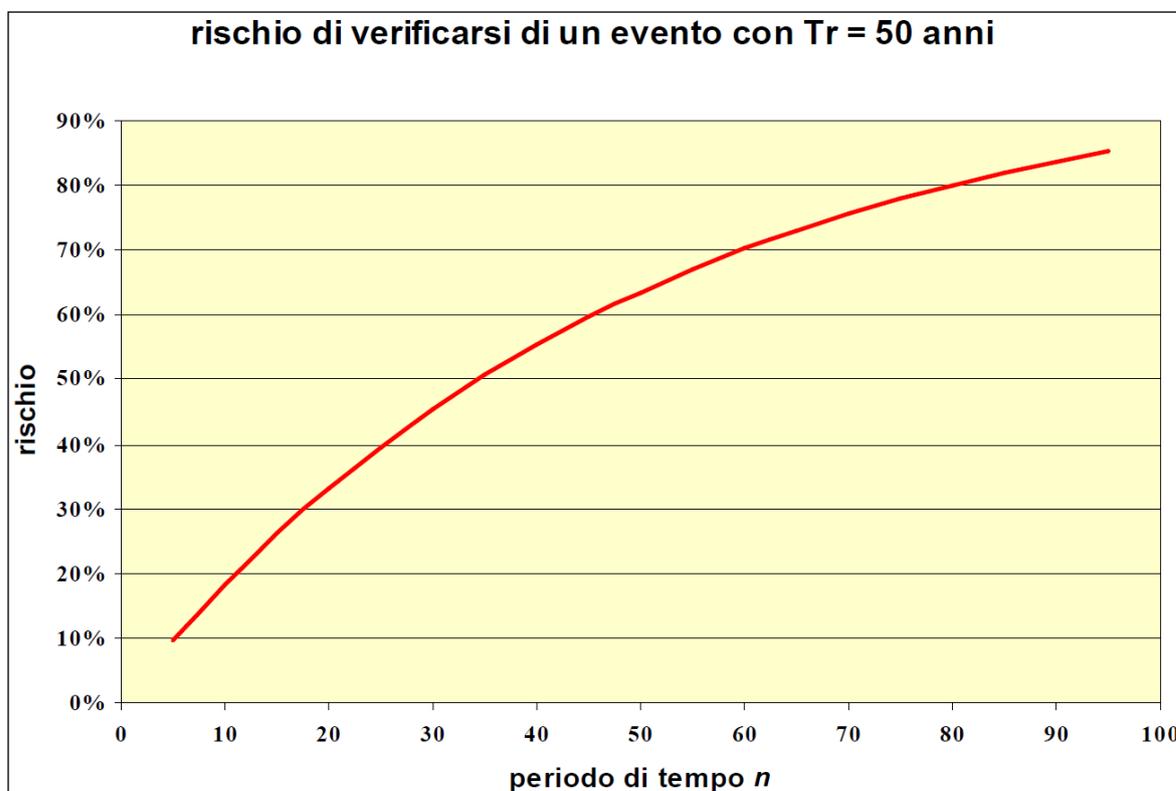


Figura 10 – Rischio di verificarsi di un evento relativamente al tempo di ritorno pari a 50 anni

Con questi parametri si ricavano le altezze di pioggia corrispondenti alle diverse durate di precipitazione e quindi le portate e i volumi liquidi in gioco.

Seguendo un approccio empirico e semplice, ma efficace per bacini piatti e piccoli possiamo ricavare la massima portata a partire dalla intensità di pioggia $i = h/t$, per cui:

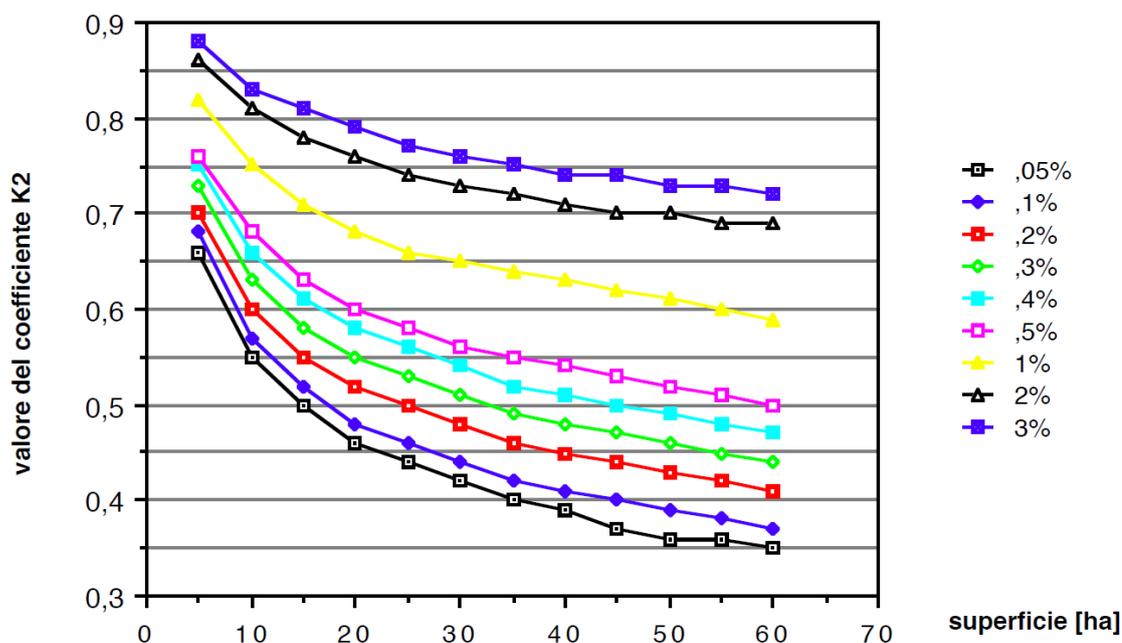
$$Q = i \cdot A$$

Q rappresenta la portata massima nominale alla quale va applicato un coefficiente di ritardo K_2 che nel caso in oggetto, con superficie così ridotta, si pone in via cautelativa pari a 1 e coefficiente un coefficiente di deflusso φ che dipende dalle caratteristiche della superficie di scorrimento.

$$Q_{\text{effettiva}} = Q \cdot K_2 \cdot \varphi$$

Come si evince dal grafico sotto il coefficiente di ritardo è correlato alla dimensione del bacino e alla sua pendenza, per bacini piccoli con elevata pendenza tende a 1; nel nostro caso trattandosi di una superficie limitata si pone comunque il coefficiente pari a 1 assumendo in via cautelativa che quanto piove afferisca immediatamente alla rete scolante nonostante la pendenza pressoché nulla.

Abaco dei coefficiente di ritardo (Burki modificato)



Occorrerà, quindi, anche stimare quale frazione di precipitazione viene raccolta dalla rete di drenaggio. Tale frazione è individuata tramite il coefficiente di deflusso φ , inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione, in un definito intervallo di tempo, ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

In base alle prescrizioni del D.G.R.V. n. 1841/2007 e D.G.R.V. n. 2948/2009, i coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, andranno convenzionalmente assunti pari a:

- 0,10 per le aree agricole;
- 0,20 per le superfici permeabili (aree verdi);
- 0,30 per le superfici in ghiaio battuto;
- 0,60 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...);
- 0,90 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, etc.);
- 0,40 per le pavimentazioni in grigliati garden;
- 0,70 per le pavimentazioni in cubetti o pietre con fuga non sigillata su sabbia;
- 0,40 per le pavimentazioni in ciottoli su sabbia e ghiaia sciolta;
- 0,30 per le superfici in ghiaia sciolta.

Nel caso in esame sarà assunto un coefficiente di deflusso $\varphi = 0,9$ per tutte le superfici in trasformazione e $\varphi = 0,2$ per le superfici a verde, in questo modo si ottiene una superficie ragguagliata:

- Stato attuale $S^* = 2.570 \cdot 0,2 = 438 \text{ m}^2$
- Stato finale $S^* = 2.570 \cdot 0,9 = 1.971 \text{ m}^2$

Prendendo a riferimento la precipitazione di durata oraria:

$h \cong 74$ mm di lama d'acqua (altezza critica)

$$i = h/t \cong 0,02 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$$

$$Q_{\text{attuale}} = i \cdot S^* = 10 \text{ l/s (portata per una precipitazione oraria } Tr = 50 \text{ anni)}$$

$$Q_{\text{finale}} = i \cdot S^* = 46 \text{ l/s (portata per una precipitazione oraria } Tr = 50 \text{ anni)}$$

$$Q_{\text{finale}} - Q_{\text{attuale}} = 36 \text{ l/s}$$

Come si evince da questa analisi relativamente all'evento cinquantennale l'apporto idrico indotto dalla modifica superficiale appare sensibile, aumentando di 36 l/s la portata afferente al ricettore finale.

Oltretutto si tiene a precisare come i calcoli delle portate siano stati effettuati senza tener conto di un effettivo tempo di corrivazione, viste comunque le ridotte dimensioni del sistema drenante, avendo assunto un coefficiente di ritardo paria 1, inoltre è stata considerata per sicurezza l'intera superficie in trasformazione tutta impermeabile, nonostante l'area oggetto di effettiva modifica non sia tutta a verde ma presenti zone già in qualche modo poco permeabili, in questo modo i valori di portate calcolati si presentano come massimi per l'intera area d'indagine.

Prendendo a riferimento la precipitazione della durata di 30 minuti, come raccomandato nelle disposizioni del Settore Tecnico di diversi comuni del Veneto:

$h \cong 51,6$ mm di lama d'acqua (altezza critica)

$$i = h/t \cong 0,03 \text{ l/s}\cdot\text{m}^2$$

$$Q_{\text{attuale}} = i \cdot S^* = 15 \text{ l/s (portata per una precipitazione di 30 minuti } Tr = 50 \text{ anni)}$$

$$Q_{\text{finale}} = i \cdot S^* = 68 \text{ l/s (portata per una precipitazione di 30 minuti } Tr = 50 \text{ anni)}$$

$$Q_{\text{finale}} - Q_{\text{attuale}} = 53 \text{ l/s}$$

L'individuazione di un eventuale volume di invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata al ricettore finale (fognature bianche o miste, corpi idrici superficiali) e per mantenere il principio dell'invarianza idraulica è stata ricavata cautelativamente seguendo

l'approccio esposto nelle già citate "Linee Guida per la redazione Valutazione di Compatibilità Idraulica", come riportato nella successiva Tabella 3.

Riferimento	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Ordinanze	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S^* < 200 \text{ mq}$	0
	Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ mq} < S^* < 1.000 \text{ mq}$	1
D.G.R. 1322/06	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$	1
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$	2
	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0,3$	2
		$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0,3$	3

Tabella 3 – Criteri per la classificazione degli interventi

Il metodo proposto è basato sul concetto del coefficiente udometrico calcolato con il metodo dell'invaso. Il metodo dell'invaso tratta il problema del moto vario in modo semplificato, assegnando all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme, e assumendo l'equazione dei serbatoi, in luogo dell'equazione di continuità delle correnti unidimensionali, per simulare l'effetto dell'invaso.

Il volume specifico V_0 così calcolato va moltiplicato per l'intera superficie del lotto in trasformazione per individuare il volume complessivo da realizzare. Considerate le ipotesi fondamentali del metodo dell'invaso, operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio ed i piccoli invasi. Considerato che per il velo idrico si può assumere un valore compreso tra 10 e 25 m^3/ha , (attribuendo il valore maggiore alle superfici irregolari ed a debole pendenza) e che il volume attribuibile alle caditoie ecc. può variare tra 10 e 35 m^3/ha (attribuendo i valori superiori ad aree con elevato coefficiente di deflusso), il valore dei piccoli invasi può variare da 35 a 45 m^3/ha .

Nelle fasi esecutive della progettazione, quando è dunque nota nel dettaglio la geometria della rete, il valore di V_0 può essere depurato del valore corrispondente ai piccoli invasi secondo la Tabella 4.

coefficiente di afflusso	0,10	0,2	0,30	0,4	0,50	0,6	0,70	0,8	0,90	1
velo idrico [mc/ha]	25	23	22	20	18	17	15	13	12	10
caditoie ecc. [mc/ha]	10	13	16	18	21	24	27	29	32	35
piccoli invasi [mc/ha]	35	36	37	38	39	41	42	43	44	45

Tabella 4 – Volume piccoli invasi

Considerata la particolare criticità in cui si trova il territorio, nel caso lo stato di fatto dell'area oggetto di studio risulti già urbanizzata, la portata massima imposta in uscita nella configurazione di progetto non potrà essere superiore a quella desumibile da un coefficiente udometrico $u=10$ l/s/ha.

In questa analisi, dato che il territorio circostante è perimetrato a pericolosità idraulica il Consorzio di bonifica Bacchiglione prescrive di adottare $u=5$ l/s/ha.

Facendo riferimento ai valori di volume specifico forniti dalle "Valutazione di compatibilità idraulica – Linee Guida- Agosto 2009", relativi al tempo di ritorno 50 anni (estratta dallo studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento") per l'area in esame, considerando un coefficiente udometrico $u=10$ l/s/ha, a partire da un coefficiente di deflusso ottenuto come media ponderata di ciascun valore in base alla specifica area di competenza si ottiene:

$$\varphi^* = (\varphi_1 \cdot A_1 + \varphi_2 \cdot A_2 + \varphi_3 \cdot A_3 + \dots) / A_{\text{totale}} \cong 0.9$$

Interpolando tra i valori tabellari indicati nella Tabella 5 si ottiene:

$$V_0 \cong 1105 \text{ m}^3/\text{ha}$$

da cui:

$$V = 1105 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 0,257 \text{ ha} \cong 284 \text{ m}^3.$$

Zona sud occidentale - Tr = 50 anni			Comuni: Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgorico, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalselugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Cona, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Masera' di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Santa Maria di Sala, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrasa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonovo, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero.								
a	39,5	[mm min ⁻¹]									
b	14,5	[min]									
c	0,817	[-]									
Esponente della scala delle portate a			1								
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m ³ /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA											
f	Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s.ha]										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	107	89	72	63	55	50	45	41	38	35	32
0,15	176	149	123	108	98	90	83	77	72	68	64
0,2	252	213	178	158	145	134	125	118	111	105	100
0,25	331	281	236	211	194	181	170	160	152	145	139
0,3	415	353	297	267	246	230	217	206	196	188	180
0,35	501	427	361	325	300	281	266	253	242	232	223
0,4	591	503	426	384	356	334	317	302	289	278	268
0,45	683	582	493	446	413	389	369	352	338	325	314
0,5	777	663	562	509	472	445	423	404	388	374	361
0,55	873	745	633	573	533	502	478	457	439	424	410
0,6	972	829	705	639	594	561	534	511	492	475	460
0,65	1.072	915	779	706	657	621	591	567	546	527	511
0,7	1.174	1.002	853	774	721	681	649	623	600	580	562
0,75	1.277	1.091	929	844	786	743	709	680	656	634	615
0,8	1.383	1.181	1.006	914	852	806	769	738	712	689	668
0,85	1.489	1.273	1.085	985	919	869	830	797	769	744	723
0,9	1.597	1.365	1.164	1.058	987	934	892	857	827	801	778
0,95	1.707	1.459	1.244	1.131	1.056	999	954	917	886	858	833
1	1.817	1.554	1.325	1.205	1.125	1.065	1.018	978	945	916	890

Tabella 5 – Volumi di invaso specifico

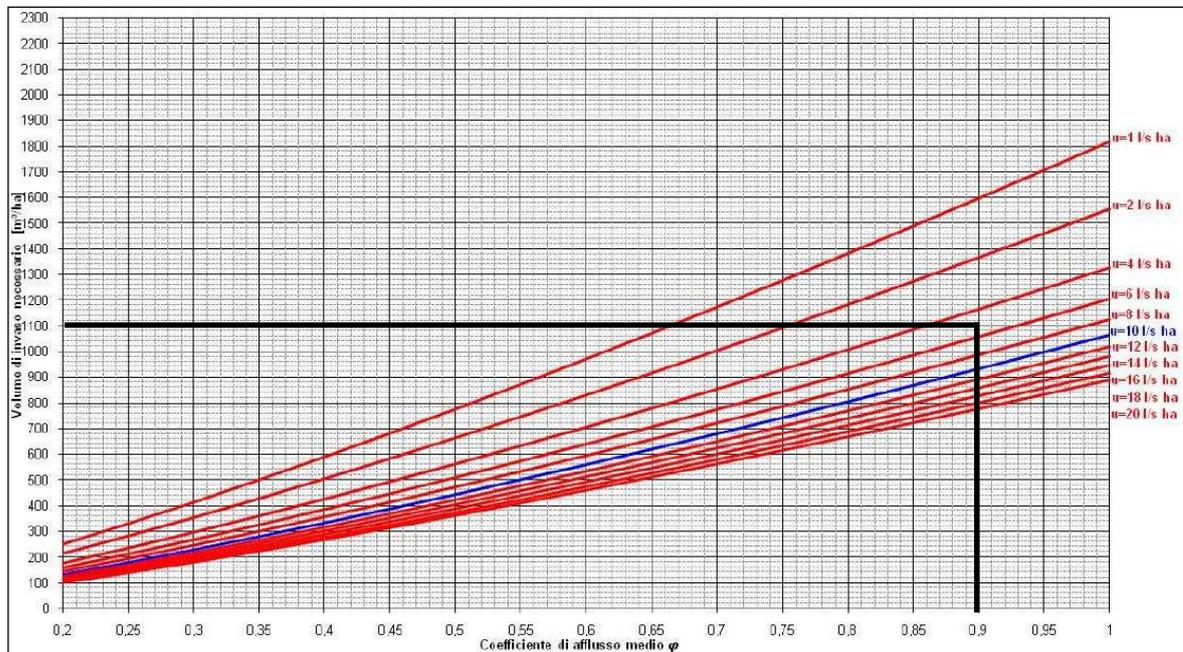


Figura 11 – Grafico interpolatore dei volumi di invaso specifico

Al volume di invaso realizzato dalla rete dei collettori vanno sottratti i cosiddetti piccoli invasi, costituiti dalle reti minori, le tubazioni di allaccio, le caditoie, i pozzetti e dal velo liquido superficiale, che possono essere assunti pari a circa 44 m³/ha (Tabella 4). Si avrà pertanto:

$$V_{\text{piccoli invasi}} = 0,257 \text{ ha} \cdot 44 \text{ m}^3/\text{ha} = 11 \text{ m}^3$$

In definitiva il volume di invaso da ricavare sarà pari a:

$$V_{\text{invaso, linee guida}} = 284 \text{ m}^3 - 11 \text{ m}^3 \cong 275 \text{ m}^3$$

Le misure compensative più comuni, utilizzate per la laminazione delle piene (smaltimento del volume da invasare), sono la predisposizione di una rete di collettori opportunamente dimensionata, in modo tale che, con grado di riempimento delle condotte non superiore a 0.85 - 0.90, sia in grado di contenere un volume pari a quello da invasare e l'individuazione di apposite superfici (aree verdi o bacini di invaso) poste a quota inferiore rispetto alle superfici limitrofe, da destinare alla raccolta dei volumi in eccesso.

Nel presente caso, l'intervento in oggetto si classifica come a "modesta impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superfici comprese tra 1.000 m² e 10.000 m²). Per tale classe d'intervento sarebbe necessario sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene.

Nell'ipotesi di una linea di scarico come quella indicata in Figura 12, che recapita i deflussi verso il fosso esistente sul confine Sud si potrà realizzare un invaso superficiale creando una bassura della superficie verde esistente di circa 80 cm e per una estensione di almeno 560 m² ottenendo un volume di ritenzione di oltre i 275 m³ con un tirante di 50 cm mantenendo un franco di 30 cm, più di tutto il volume necessario a soddisfare il principio di invarianza idraulica. La dorsale principale di collettamento sarà rifatta e realizzata con tubazione da 400 mm fino al ricettore finale. Il bacino di invaso sarà collegato alla tubazione di scarico tramite due by-pass realizzati con tubi da 300 mm posti a una quota di scorrimento di 10 cm sopra lo scorrimento della linea di recapito e alla stessa quota del bacino di accumulo, quindi 80 cm sotto il piano campagna esistente; in questo modo per eventi poco significativi le acque meteoriche defluiranno direttamente al fosso ricettore, mentre solo in occasione di forti precipitazioni si potrebbe verificare l'adescamento dei tubi by-pass e quindi il riempimento del bacino. A fine evento il bacino si svuoterà naturalmente a gravità.

Il sistema dovrà essere regolato da un pozzetto di laminazione delle portate che garantirà un deflusso regolato e ridotto potendosi attivare il bacino di laminazione a seguito dell'innalzamento dei livelli indotto dal manufatto partitore.

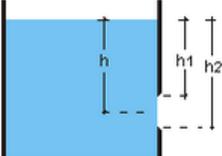
verificare la quota di scorrimento del ricettore finale onde assicurare che il bacino di invaso possa svuotarsi per gravità.

La massima portata effluente, imposto il coefficiente udometrico pari a 10 l/s/ha secondo le linee guida, considerando la superficie in trasformazione (2.190 m²), dovrà essere pari a:

$$Q_{\max} = 5 \text{ l/s/ha} \cdot 0.257 \text{ ha} \cong 1 \text{ l/s}$$

Sarà quindi necessario installare un pozzetto limitatore di portata a valle del sistema di invaso come già anticipato precedentemente per poter regolare i deflussi.

Scegliendo un manufatto con setto a stramazzo per il troppopieno e foro tassato al fondo scarico, il diametro del foro tassato per garantire tale efflusso si calcola con la seguente:

$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$


$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{C_Q \cdot \pi \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}}}$$

con $C_Q = 0.61$, D =diametro condotta, Q =portata e h =battente a monte posto pari a 1 m in modo da minimizzare il diametro del tubo in uscita. Si ottiene $D = 12 \text{ mm}$, tuttavia per ragioni operative al fine di evitare intasamenti si opta per 100 mm. Tale soluzione garantisce la laminazione e l'officiosità idraulica al tempo stesso del manufatto, e risulta la più comunemente adottata e condivisa con gli enti in diverse analoghe applicazioni.

Si consiglia di utilizzare un pozzetto d'ispezione di dimensioni opportune per facilitare la manutenzione periodica del manufatto onde evitare malfunzionamenti a causa dell'intasamento.

In caso di troppopieno o nell'ipotesi che il foro da 100 mm fosse ostruito, l'acqua stramazzerà, non prima di aver invaso tutto il sistema a monte e consentirà di sfiorare la portata eccedente.

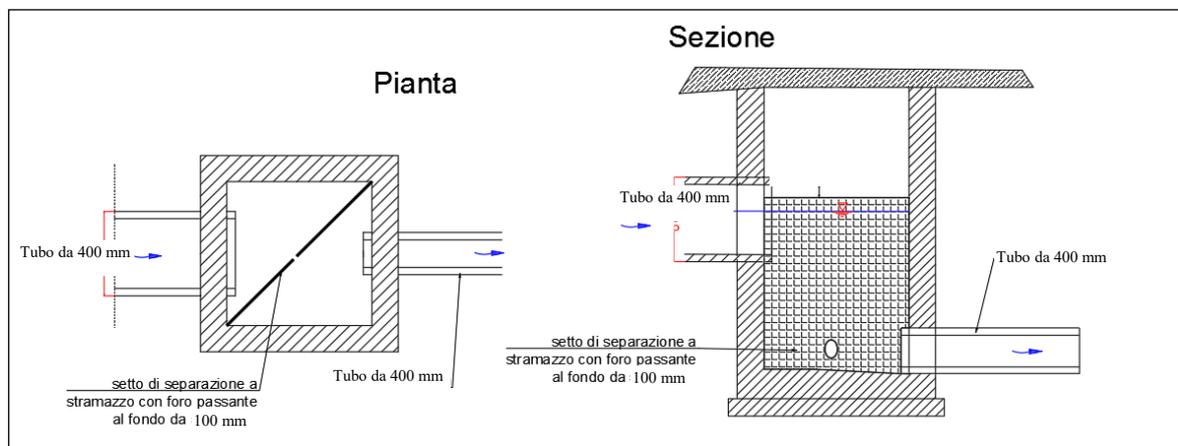


Figura 13 – Pozzetto limitatore di portata con strozzatura realizzata da setto a stramazzo e foro passante

Lo stramazzo dovrà avere una quota di sfioro prossima alla quota di massimo invaso prevista nel bacino di ritenzione e quindi circa 30 cm al di sotto del piano campagna poco più, al fine di garantire la possibilità riempimento di tutto il sistema di accumulo in dotazione.

Per la visione di dettaglio dei particolari costruttivi si rimanda agli elaborati allegati alla progettazione e alla presente relazione.

6. CONCLUSIONI

Sulla scorta delle analisi ed elaborazioni condotte, si può concludere che:

- la relazione di valutazione di compatibilità idraulica e i relativi elaborati grafici progettuali, sono stati redatti nel rispetto della D.G.R.V. n. 1841 del 19 giugno 2007 della Regione Veneto, delle recenti Linee Guida sulla Valutazione di Compatibilità Idraulica redatta dal Commissario per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007) e nello specifico della più recente D.G.R.V. n. 2948/2009;
- trattandosi di un intervento che interessa una superficie $1.000 \text{ m}^2 < S < 10.000 \text{ m}^2$ secondo D.G.R.V. n. 2948/2009 si ascrive tra gli interventi a "modesta impermeabilizzazione potenziale", per cui la relazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI) verrà trasmessa al Comune di Teolo il quale è tenuto ad acquisire il parere idraulico emesso dal Consorzio di Bonifica competente;
- il progetto risulta compatibile dal punto di vista idraulico e dovrà essere eseguito rispettando quanto indicato nella presente relazione di compatibilità idraulica in termini di:
 1. superfici, permeabili, impermeabili e semipermeabili, in particolare nella sistemazione esterna prevista;
 2. volume di invaso da recuperare per l'invarianza idraulica così come definiti nella presente analisi. Sarà da recuperare il volume di pioggia generato dall'intervento di progetto attraverso gli invasi secondo le proposte indicate nella presente analisi. La disposizione planimetrica della linea di invaso proposta in Figura 12 è puramente indicativa, si potrà intervenire adottando scelte progettuali anche diverse, in ogni caso, al fine di ottenere l'invarianza idraulica, sarà necessario rispettare i volumi di invaso calcolati in questa sede e pure le portate effluenti dal pozzetto partitore;
 3. portate di progetto da drenare secondo le prescrizioni indicate nella presente relazione di valutazione di compatibilità idraulica. Sono state calcolate in via cautelativa considerando un tempo di ritorno pari a 50 anni in base allo studio della Regione Veneto redatto a monte delle D.G.R.V. n. 1841/2007 e D.G.R.V. n. 2948/2009.

Alla luce delle indicazioni e prescrizioni riportate nel presente rapporto tecnico con la determinazione dei dispositivi di smaltimento delle acque meteoriche e invaso dei volumi d'acqua indotti dalla modificazione superficiale prodotta dall'intervento edificatorio, al fine di garantire il principio di invarianza idraulica, in ossequio a tali disposizioni, si ritiene il progetto conforme alle indicazioni prescritte dalle normative vigenti in particolare delle D.G.R.V. n. 1841/2007 e D.G.R.V. n. 2948/2009, nonché alle regolamentazioni disposte dalle normative comunali vigenti e alle soluzioni consentite dai diversi Consorzi di bonifica del territorio veneto.

Borgoricco, 26/02/2018



Dott. Geol. Sergio Drago



Ing. Francesco Pescarolo