

Dal Molin dott. Luca - GEOLOGO

Via Durando, 75 - 36100 Vicenza
cell. 3920556636

Codice Fiscale DLM LCU63R26L736F
Partita IVA 02504070240

REGIONE VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI VICENZA

**Verifica delle condizioni di rischio idraulico e idrogeologico
e della eventuale mitigazione delle acque meteoriche
per il nuovo piano di lottizzazione PUA denominato VICENZA – AREA SPECIALE 1 –
EX FERROVIERI situato tra Vicolo Benvenuto Campesani e Via Pier Eleonoro Negri**

RELAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

**Piano stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino Brenta Bacchiglione
(Adozione P.A.I., novembre 2012 e s.m.i.)
Delibera della Regione Veneto n. 2948/2009 – Allegato A
Norme Comunali vigenti (P.A.T., P.I., Piano delle Acque)**

COMMITTENTE: MISOMALO MARIO - MISOMALO PAOLA

VICENZA, 17 Febbraio 2021

Dr. Geol. Luca Dal Molin
(Firmato digitalmente)



INDICE

1 - PREMESSA

2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

3 - ASSETTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

4 – CONSIDERAZIONI IDROGRAFICHE E IDRAULICHE LOCALI

5 - ANALISI IDROLOGICA

6 - INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

7 - CONCLUSIONI

ALLEGATI

- Planimetria rete di scarico acque piovane con ubicazione bacino di laminazione
- Schema e sezioni bacino di laminazione acque meteoriche
- Elaborazione delle precipitazioni
- Dichiarazione al Sindaco

1 – PREMESSA

Su incarico dei Sig.ri **MISOMALO MARIO** e **MISOMALO PAOLA** è stato eseguito uno studio di compatibilità idraulica di supporto al progetto di nuovo piano di lottizzazione PUA denominato VICENZA – AREA SPECIALE 1 – EX FERROVIERI situato tra Vicolo Benvenuto Campesani e Via Pier Eleonoro Negri nel comune di Vicenza.

Il presente studio si pone l'obiettivo di attestare l'assenza di rischio e di pericolosità idraulica e idrogeologica dell'area oggetto d'intervento, nonché la conformità del progetto alle norme del Piano di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) del Bacino idrografico Brenta Bacchiglione (ai sensi degli artt. 5, 6 e 8 delle NdA del suddetto Piano).

Con la presente relazione si danno, altresì, indicazioni sul sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dall'area oggetto di intervento, in riferimento alle modificazioni apportate alla morfologia del terreno o alle possibili interferenze del regime idraulico che la nuova destinazione o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare, come previsto dalle D.G.R. n. 3637/2002, D.G.R. n.1322/2006, DGR. n.1841/2007 e D.G.R. n.2948/2009. In particolare la Relazione di compatibilità idraulica è stata redatta seguendo le prescrizioni riportate dall'art. 3 comma 11 delle NTO del PI vigente.

Il presente studio idraulico si pone l'obiettivo di:

- Verificare la compatibilità dello smaltimento delle acque meteoriche, con le caratteristiche idrologiche ed idrogeologiche locali;
- individuare gli interventi di mitigazione idraulica al fine di rendere compatibile l'intervento in progetto.
- eseguire il dimensionamento dei manufatti atti alla laminazione delle acque meteoriche.

Nella redazione dell'indagine si sono tenuti in considerazione i contenuti del P.A.I., adottato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino dell'Alto Adriatico in data 30/11/2012. A tale proposito vengono classificati i territori in funzione delle condizioni di pericolosità e rischio nelle seguenti classi:

pericolosità	rischio
P1 (pericolosità moderata)	R1 (rischio moderato)
P2 (pericolosità media)	R2 (rischio medio)
P3 (pericolosità elevata)	R3 (rischio elevato)
P4 (pericolosità molto elevata)	R4 (rischio molto elevato)

Per la determinazione della zonizzazione di pericolosità si rimanda al “*Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione*”, al Capitolo 3 della Relazione Illustrativa di sintesi per quanto riguardagli “Obiettivi e metodologie e risultati del Piano.”

Si è fatto riferimento infine ai Regolamenti e Norme del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta e del Comune di Vicenza (NTA del PAT, NTO del PI vigente e adottato e Piano delle Acque).

Lo studio ha riguardato l'analisi dell'assetto morfologico, geologico e idrogeologico del sito in oggetto. La caratterizzazione geologica e idrogeologica del sito è stata desunta dai dati bibliografici del PRG e del PAT vigente (anno 2010) e dai risultati di uno studio geologico a completamento del suddetto piano di lottizzazione eseguito nel 2004 dalla geol. Maria Sculco (*Studio Geologico, Geomorfologico ed Idrogeologico sui terreni della “Lottizzazione Ferrovieri”*).

2 – INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La zona d'indagine si colloca nell'ampia fascia pianeggiante compresa tra i Monti Berici ad est ed a sud ed i Lessini vicentini ad ovest. Nelle pagine a seguire si riportano un estratto di Google maps, uno stralcio della Carta CTR in scala 1:5000, un estratto di mappa con ubicazione dell'ambito di intervento, ed un estratto del P.I. – Zonizzazione, con evidenziata l'estensione del PUA.

La superficie territoriale del Piano Urbanistico, esteso su di un'area di 14.931 mq, attualmente è occupato da aree a verde pubblica/privata e da viabilità esistente (segmenti viari di Vicolo Campesani e Via Negri) e che comprenderà un'area residenziale di superficie 3.618 mq, un'estesa area a verde pubblico nel settore sud del comparto, di superficie circa 5.166 mq, ed infine opere per la viabilità, che comprendono anche due nuove rotatorie, marciapiedi e aree di sosta e un nuovo percorso ciclopedonale. Il progetto prevede la realizzazione di tre fabbricati residenziali, nuove pavimentazioni esterne a betonelle drenanti ed aree verde (giardino).

Si fa presente che l'area a verde pubblico di complessivi 5.166 mq, esclusa la superficie della pista ciclopedonale di mq 138,00, verrà completamente risistemata con il rifacimento del cotico erboso. Le quote altimetriche presenti attualmente nell'area a verde rimarranno invariate ad esclusione della fascia di terreno interessata dall'intervento di realizzazione della pista ciclopedonale. Come previsto nella Convenzione le aree a verde e le altre aree a standard verranno cedute gratuitamente al Comune di Vicenza (vedi Dichiarazione al Sindaco in allegato).

La natura delle superfici previste per i nuovi insediamenti residenziali e la nuova viabilità sono evidenziati nelle tabelle di seguito esposte.

Natura delle superfici	Area (mq)
Area a verde privata esclusa dalla trasformazione urbanistica	1.343
Area a verde pubblica/privato	10.186
Viabilità esistente (strade, marciapiedi)	2.448
Banchine	954
SUPERFICIE TOTALE	14.931

Tabella 1: destinazione delle superfici relative allo stato di fatto

Natura delle superfici	Area (mq)
Area a verde privata esclusa dalla trasformazione urbanistica	1.343
Area residenziale misto (3618 mq):	
superficie permeabile (a verde giardino)	985
superficie semipermeabile (pavimentazioni in betonelle drenanti)	1.302
superficie impermeabile (coperture fabbricati, recinzioni)	1.331
Viabilità di progetto (strade, marciapiedi e area a sosta, rotatorie, pista ciclopedonale)	4.804
Area a verde pubblica	5.166
SUPERFICIE TOTALE	14.931

Tabella 2: destinazione delle superfici relative allo stato di progetto

3 – ASSETTO MORFOLOGICO, GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO DELL'AREA

3.1 - Caratteristiche geomorfologiche del sito

Dal punto di vista geomorfologico, nel territorio comunale di Vicenza ove si ubica l'intervento di progetto, l'elemento più evidente è rappresentato dai grandi alvei dei fiumi Bacchiglione che a circa 2.0 km a nord, e fiume Retrone, che scorre a circa 400 metri più ad est.

Tali fiumi percorrono con andamento meandriforme (in special modo il Bacchiglione) le loro zone di alveo recente. La primitiva morfologia superficiale non è più interamente osservabile, dal momento che interventi antropici di notevole portata hanno profondamente modificato l'aspetto originario di tali aree caratterizzate da ampie anse dei corsi d'acqua maggiori, ed alcune zone sono state imbonite con materiali di riporto.

In particolare, il progetto di lottizzazione interessa un lotto di terreno pianeggiante che si trova in un settore a sud-ovest del centro abitato di Vicenza ad una quota di 34.5 m. s.l.m., e non presenta quindi caratteristiche morfologiche particolari essendo inserito in un'area densamente edificata come sopra descritto e vicina alla zona industriale.

Il rilevamento di superficie non ha evidenziato zone di instabilità geomorfologica, legate a rischio di: frane attuali o potenziali, erosione accelerata o concentrata attuale o potenziale. Allo stato attuale pertanto non vi sono processi morfogenici o dissesti in atto o potenziali.

3.2 – Assetto geologico del sito

Il sito si colloca in una zona di pianura che appartiene al dominio delle alluvioni recenti e antiche del sistema Bacchiglione-Tesina-Astichello, depositate dai fiumi a seguito del trasporto dei sedimenti lungo la piana corrispondente alla media Pianura Veneta.

Dal punto di vista geologico, infatti, l'area è caratterizzata dalla presenza dei sedimenti di origine fluviale e fluvioglaciale (*di età quaternaria, olocenica e pleistocenica*) tipici della media Pianura Veneta.

Generalmente, il sottosuolo dell'alta e media pianura è costituito prevalentemente da grandi conoidi ghiaiosi depositi dai corsi d'acqua prealpini allo sbocco dalle vallate montane. Nella fascia di alta pianura, a ridosso dei rilievi prealpini, i differenti conoidi sono tra loro sovrapposti, a causa dell'ampia divagazione dei fiumi, determinando un sottosuolo pressoché ghiaioso, indifferenziato anche per qualche centinaio di metri. A valle, nella media pianura, i conoidi di differente età non sono sovrapposti tra loro ma risultano nettamente separati da spessi livelli limoso-argillosi che arrivano quasi ad avvolgere i conoidi stessi; il sottosuolo mostra una struttura stratigrafica caratterizzata da alternanza di livelli alluvionali ghiaiosi con livelli limoso-argillosi, per spessori di almeno 300-400 metri.

Il sottosuolo nel territorio comunale ove viene anche a collocarsi l'intervento di progetto, è quindi caratterizzato da una serie sedimentaria alluvionale, costituita da una potente successione di limi ed argille prevalenti, all'interno della quale si intercalano in profondità orizzonti e lenti più grossolane sabbioso-ghiaiose. La serie è riferibile ad ambienti di sedimentazione fluviali di bassa energia, con frequenti condizioni palustri o marine, e con temporanei e localizzati episodi fluviali o torrentizi d'energia maggiore. Il margine sud dell'area è interessato da formazioni rocciose del substrato roccioso prequaternario; infatti affiorano le propaggini dei Monti Berici, costituite da calcari, calcareniti, arenarie e marne oligoceniche eoceniche, con inclusioni vulcanitiche basaltiche appartenenti al sistema eruttivo oligocenico – paleocenico degli Euganei – Berici – Lessini.

Nell'area del piano di lottizzazione di progetto, in base a risultati di prove eseguite, si è rilevata la presenza terreni fini in prevalenza limi e argille; in particolare si rinviene un livello superficiale limoso

e limoso-argilloso per i primi metri di profondità, a cui segue uno strato argilloso limoso anche di basso consistenza, interrotto da lenti limo-sabbiose almeno fino ad arrivare ad una decina di metri di profondità dalla superficie.

3.3 – Idrogeologia del sito

Dal punto di vista idrogeologico, dai risultati di parecchi studi effettuati e dalle ricostruzioni litologiche del sottosuolo fatte utilizzando le stratigrafie di pozzi per acqua, risulta che il materasso alluvionale è notevolmente differenziato, sia in senso laterale che verticale, con la presenza di una falda multistrato.

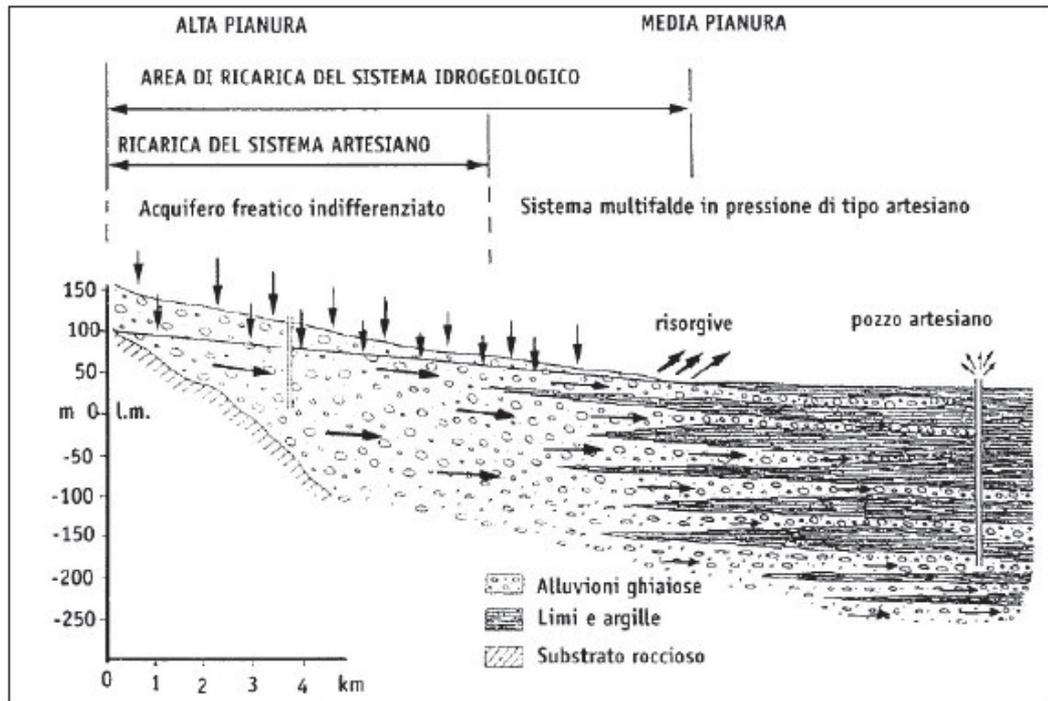
Nella media pianura i depositi sono rappresentati da materiali progressivamente più fini, costituiti da ghiaie e sabbie con digitazioni limose ed argillose le quali diventano sempre più frequenti da monte a valle; in questi depositi esiste una serie di falde sovrapposte, di cui la prima è generalmente libera e quelle sottostanti in pressione, localizzate negli strati permeabili ghiaiosi e/o sabbiosi intercalati alle lenti argillose dotate invece di bassissima permeabilità. Il sistema delle falde in pressione è strettamente collegato, verso monte, all'unica grande falda freatica, dalla quale trae alimentazione e che ne condiziona la qualità di base.

La zona di passaggio dal sistema indifferenziato a quello multifalde, è rappresentata da una porzione di territorio a sviluppo est-ovest, larga anche qualche chilometro e variabile nel tempo, denominata "Fascia delle risorgive". La falda si avvicina progressivamente alla superficie del suolo fino ad emergere, anche a causa della presenza delle sottostanti lenti argillose, formando le tipiche sorgenti di pianura, dette appunto risorgive (o fontanili). Esse costituiscono il "troppo pieno" della falda freatica dell'alta Pianura Veneta, e finché resteranno attive assicureranno la disponibilità idrica al sistema differenziato posto a valle.

Si trova, nella pianura alluvionale, una vasta gamma di terreni, disposti in letti sovrapposti oppure in lenti suborizzontali, con granulometria variabile dalla sabbia con ghiaia all'argilla. E' importante sottolineare il fatto che comunque, ogni strato permeabile posto al di sotto del terreno vegetale, appare saturo d'acqua: in linea di massima si assiste quindi alla presenza di una prima falda superficiale, discontinua, ospitata da terreni sabbioso limosi poco potenti e sovrastante un acquifero multistrato formato dalla presenza di falde confinate o semiconfinate dotate di una certa risalienza.

La pianura ove vengono a collocarsi gli interventi di progetto, appartenente in parte ai grandi materassi alluvionali dei corsi d'acqua principali (F. Brenta con apporti del Bacchiglione e T. Astico), e pervengono in profondità le acque delle altre porzioni collinari di territorio descritte, nonché quelle locali d'infiltrazione meteorica.

Come si può anche notare nella figura di pagina seguente, lungo la fascia di transizione dei due sistemi si identificano una falda freatica e più falde in pressione sottostanti, ed in definitiva la falda freatica viene definitivamente a giorno per la progressiva rastremazione del livello ghiaioso più superficiale, che in breve spazio si esaurisce; l'emergenza della falda avviene nei punti più depressi del suolo dove hanno origine i fontanili, tipiche e ben note sorgenti di pianura.

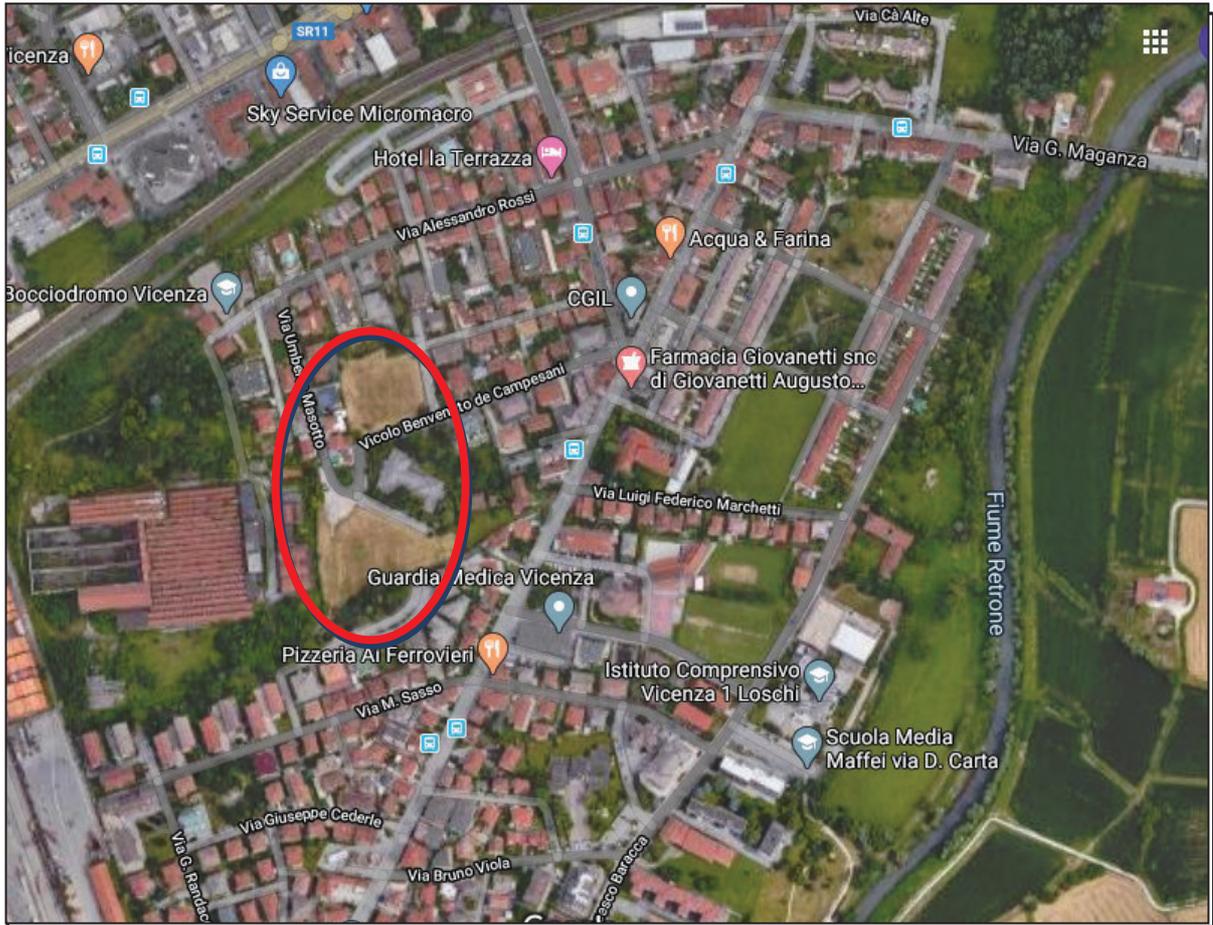


Modello idrogeologico della media ed alta pianura veneta

L'alimentazione degli acquiferi ghiaiosi del materasso alluvionale è garantita come già prima accennato soprattutto da due fattori: la dispersione in alveo dei corsi d'acqua nel tratto che attraversa la fascia pedemontana della pianura, e l'infiltrazione degli afflussi meteorici della falda stessa. Dispersioni fluviali ed infiltrazioni meteoriche vanno a ricaricare l'acquifero di alta pianura, che provvede ad alimentare il sistema multifalde posto a valle, con il quale è strettamente collegato.

In particolare, tutto il territorio del Comune di Vicenza ove vengono anche a collocarsi gli interventi di progetto si trova all'interno della "fascia delle risorgive" ovvero in quella zona di pianura nella quale l'intero sistema acquifero "sfiora" naturalmente le portate idriche eccedenti le sue capacità di ritenuta.

In base ai risultati di prove eseguite nei pressi del lotto di progetto (*Studio Geologico, Geomorfologico ed Idrogeologico sui terreni della "Lottizzazione Ferrovieri" del novembre 2004 a firma della dr.ssa geol. Maria Sculco*), si conferma quanto sopra riportato e ben evidenziato nella figura di pagina precedente, infatti nell'area di interesse i terreni sono costituiti quasi interamente da argille e limi con rare intercalazioni di limi sabbiosi e sabbie limose, e la falda risulta essere stata misurata ad una profondità di - 1.50 metri dal piano campagna.



Ubicazione intervento di progetto tratta da Google Maps



Estratto di CTR – scala 1:5000

Foglio N° 48

Mappali N°369-818-942-102-1510-1511-943-1512-1513-1495-68

990-103-989-984-985-986-987-988

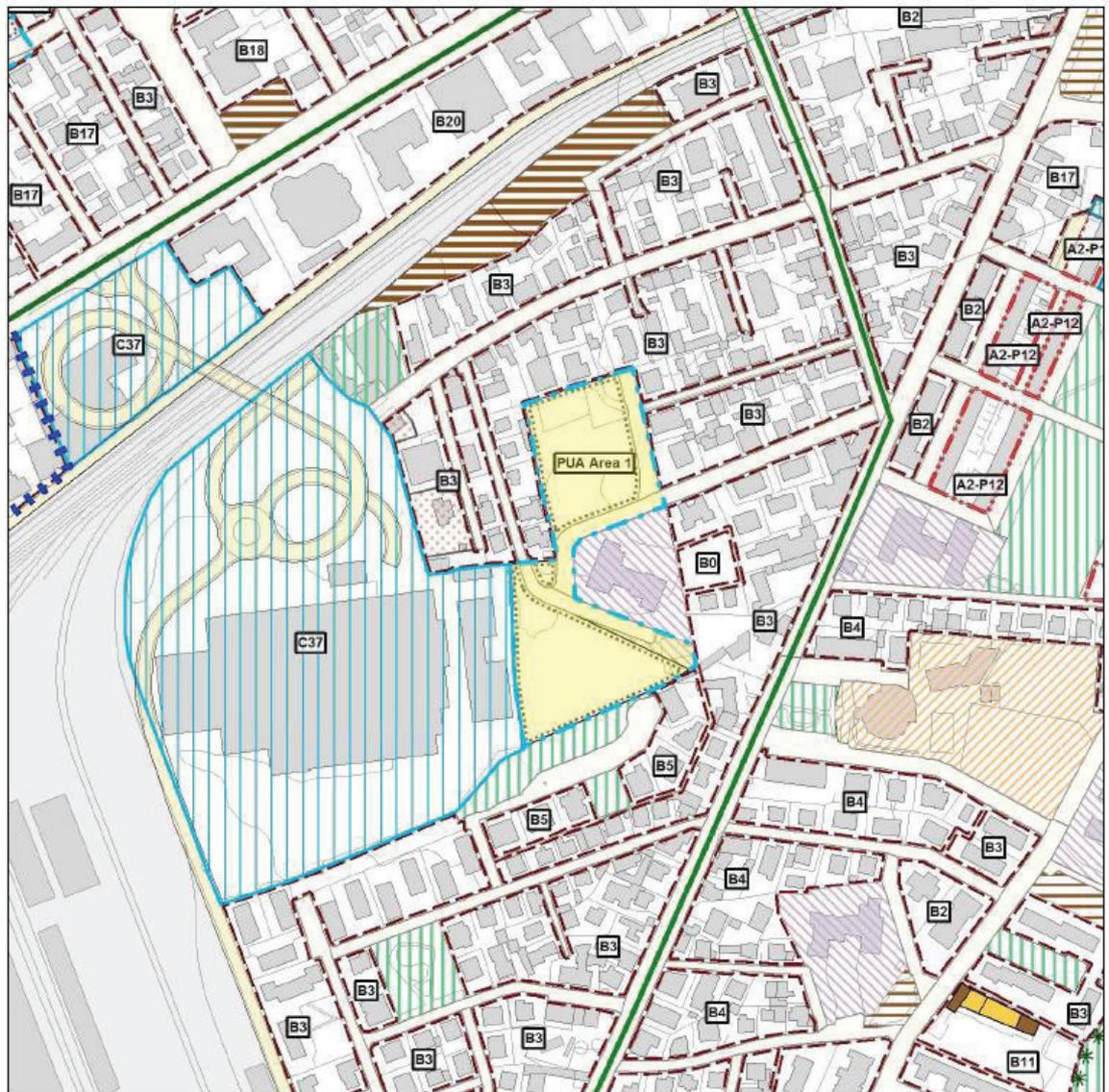
 **ambito d'intervento**



Estratto catastale



ambito d'intervento



Estratto di P.I. – Zonizzazione



Planimetria dello stato di fatto



Planimetria dello stato di progetto

4 – CONSIDERAZIONI IDROGRAFICHE E IDRAULICHE LOCALI

Per quanto riguarda i caratteri idrologici, il sito in esame è collocato in zona di bonifica di pianura (bacino idrografico Retrone, sotto-bacino Selmo).

Per quanto riguarda l'idrografia superficiale, l'elemento di maggior rilievo è rappresentato dal F. Retrone, che scorre con direzione nord sud a circa 400 m. ad est dell'area in oggetto, mentre nelle immediate vicinanze del comparto in oggetto non sono presenti altri corsi d'acqua, a causa dell'elevata urbanizzazione dell'area.

Per valutare le condizioni idrogeologiche - idrauliche dell'area di studio si sono consultati alcuni studi redatti dagli enti territoriali competenti, ed in particolare il "Piano per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Brenta-Bacchiglione" (P.A.I.) adottato nel 2012 dall'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione, il "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale" (P.T.C.P.) redatto dalla Provincia di Vicenza, il "Programma provinciale di previsione e prevenzione dei rischi" dell'Ufficio di Protezione Civile, ed, infine, la "mappa sulla pericolosità idraulica del territorio della bonifica nella regione Veneto" realizzato dall'Unione Regionale Veneta delle Bonifiche. In tali carte in particolare sono evidenziate le aree che sono state temporaneamente e periodicamente allagate soprattutto per difficoltà di sgrondo della rete idrografica secondaria.

Sono state anche prese in considerazione le cartografie allegate al P.A.T. vigente adottato nel agosto del 2010.

Va detto che le condizioni di dissesto idraulico evidenziate sono da ricollegare sia ai ricorrenti fenomeni di esondazione del F. Bacchiglione, l'ultimo dei quali, di notevole entità, si è verificato a seguito di intensi impulsi meteorici nel corso del mese di novembre 2010, sia ad allagamenti originati da problematiche di varia natura, in molti casi anche non strettamente collegate alla rete idrografica principale (rotta arginale), tra i quali la scarsa efficienza della rete scolante minore e delle scoline interpoderali, soggiacenza della tavola d'acqua sotterranea bassa, specie in particolari periodi di piena idrologica.

Dall'analisi dell'estratto della tavola di "Pericolosità idraulica" allegata al P.A.I. (Tav. n. 50 - agg. Con Decr. Sec. N. 46 del 05/08/2014) e dello stralcio della "Carta della Fragilità" contenuta nel P.T.C.P. della Provincia di Vicenza (maggio 2010) si ricava che l'area in oggetto non ricade entro una zona a pericolosità/rischio idraulico.

Dalla Carta Idrogeologica del P.A.T. (anno 2010) si legge inoltre che l'area di studio non è soggetta ad esondazioni o a periodico ristagno idrico (informazioni da Consorzio), mentre lo è in maniera consistente buona parte della campagna depressa in zona S. Agostino lungo il F. Retrone (la quale ricade nel PAI entro un'area a Pericolosità media P2).

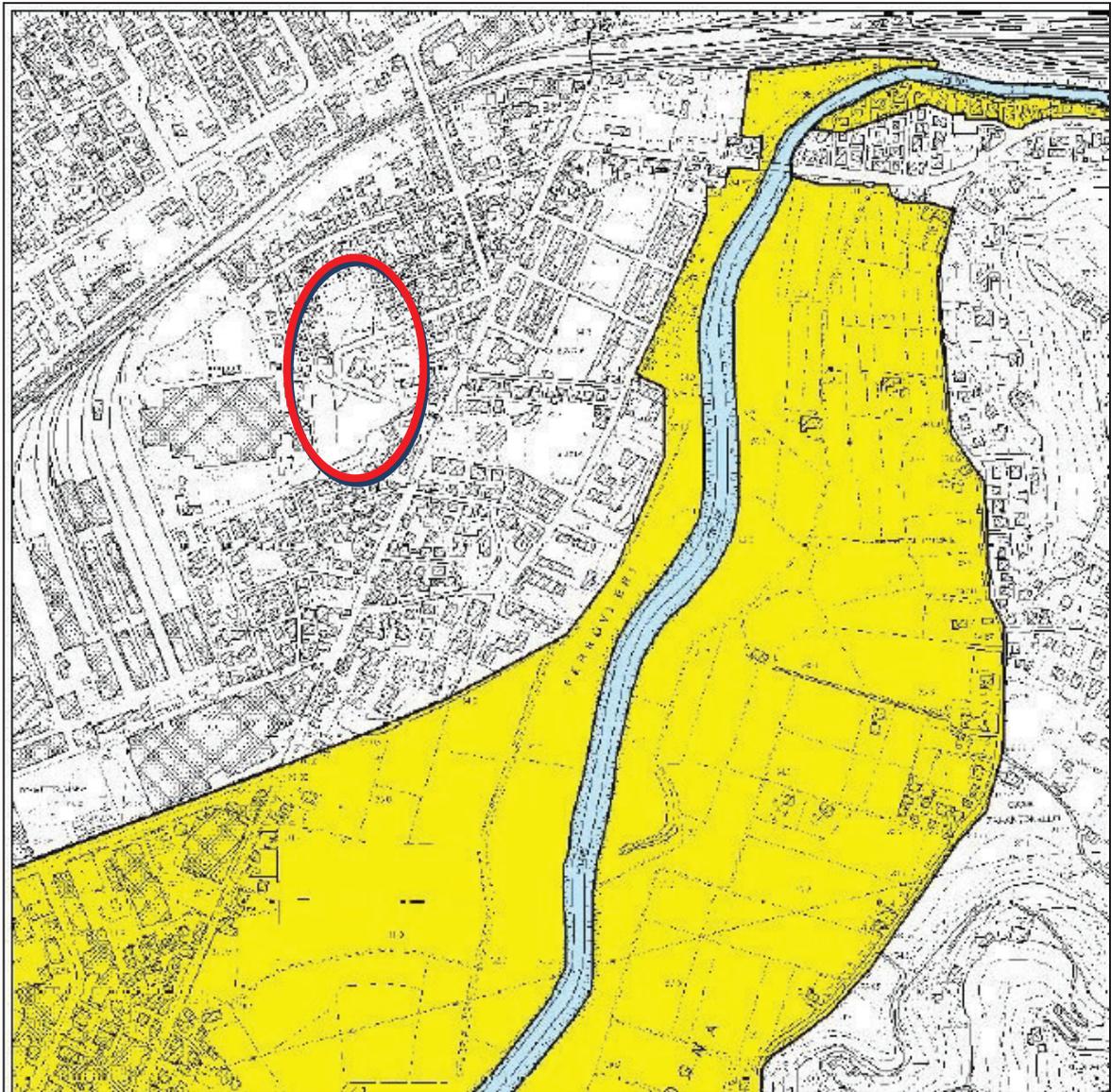
E' stato infine consultato il Piano di gestione del rischio di alluvioni del distretto idrografico delle Alpi Orientali, che riporta le mappe di allagabilità e del rischio di alluvioni (per i tre scenari di allagabilità, con TR = 30 - 100 - 300 anni) in adempimento degli obblighi previsti dall'art.6 del D.Lgs.23 febbraio 2010, n.49 di recepimento della direttiva 2007/60/CE. Dalla consultazione delle suddette mappe (mappe delle altezze idriche e mappe del rischio alluvioni) si evince che il sito investigato non rientra in un'area di potenziale allagamento.

Per quanto riguarda invece l'attestazione di conformità del progetto alle norme del Piano di Assetto Idrogeologico P.A.I. (ai sensi degli artt. 5, 6 e 8 delle NdA del suddetto Piano) si dichiara che il sito non ricade in una "*zona di attenzione idraulica*" (art. 5), che rappresenta una porzioni di territorio ove vi sono informazioni di possibili situazioni di dissesto idraulico a cui non è ancora stata associata alcuna classe di pericolosità e che sono individuate in cartografia con apposito tematismo;

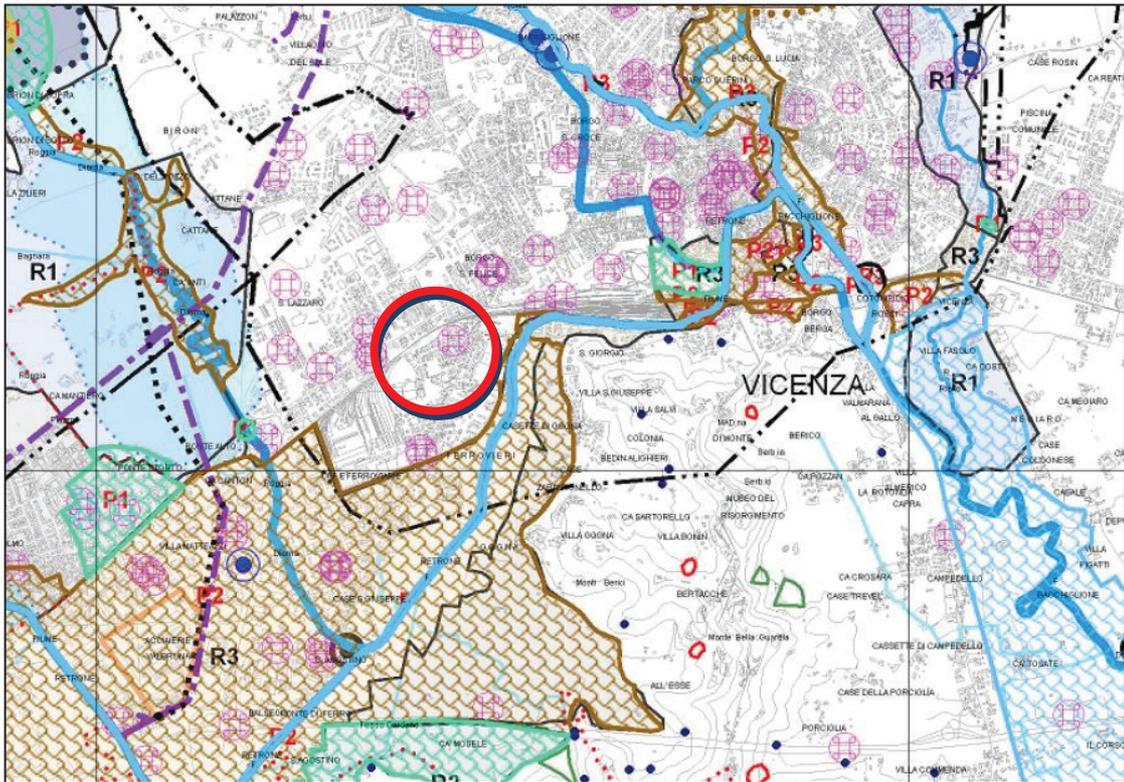
inoltre il progetto non prevede abbassamenti del piano di campagna; vengono mantenute le condizioni esistenti di funzionalità idraulica e comunque non viene impedito con l'intervento di progetto il normale deflusso delle acque; non vengono aumentate le condizioni di pericolo dell'area interessata a valle o a monte della stessa (art.8).

Per tutti questi motivi e presupposti cartografici e di vincolo, considerate le quote altimetriche locali (34.5 m slm), la rete idraulica di scolo agrario e consortile, la cronistoria degli eventi di allagamento registrati e noti, si dichiara che la sicurezza idraulica dell'area del comparto residenziale è sufficientemente garantita.

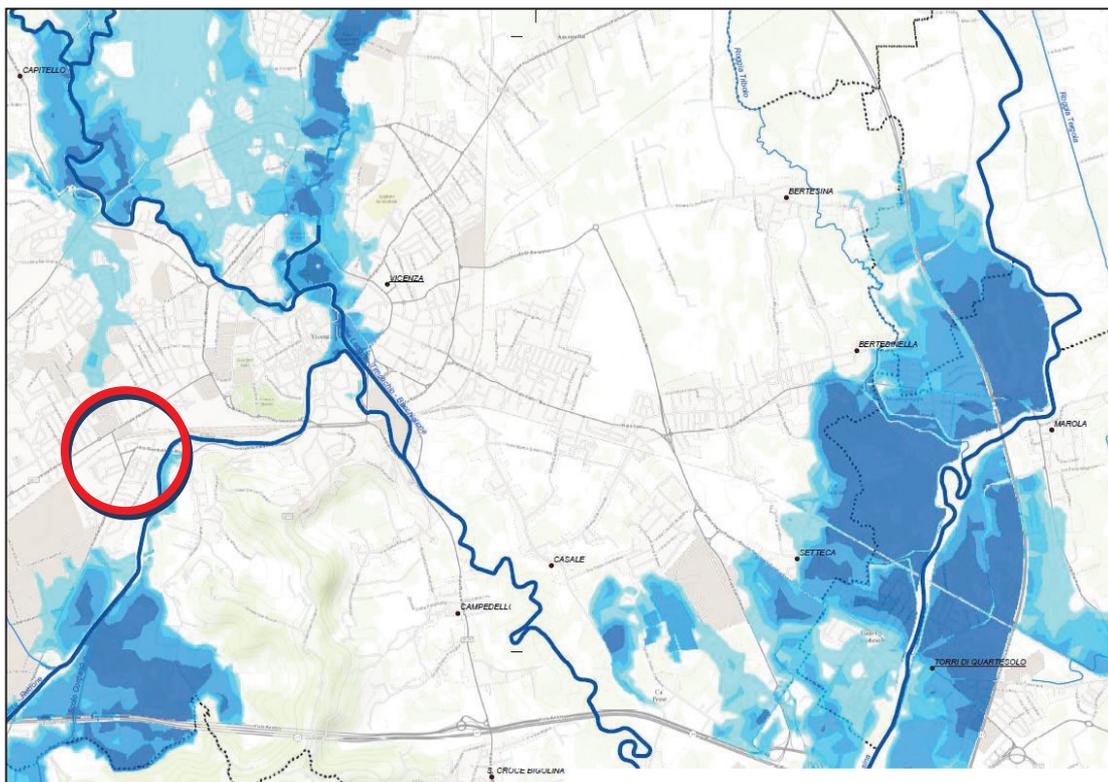
In conclusione nel presente studio è emerso che il sito in oggetto **non rientra in un'area di potenziale allagamento e risulta pertanto in sufficiente sicurezza idraulica.**



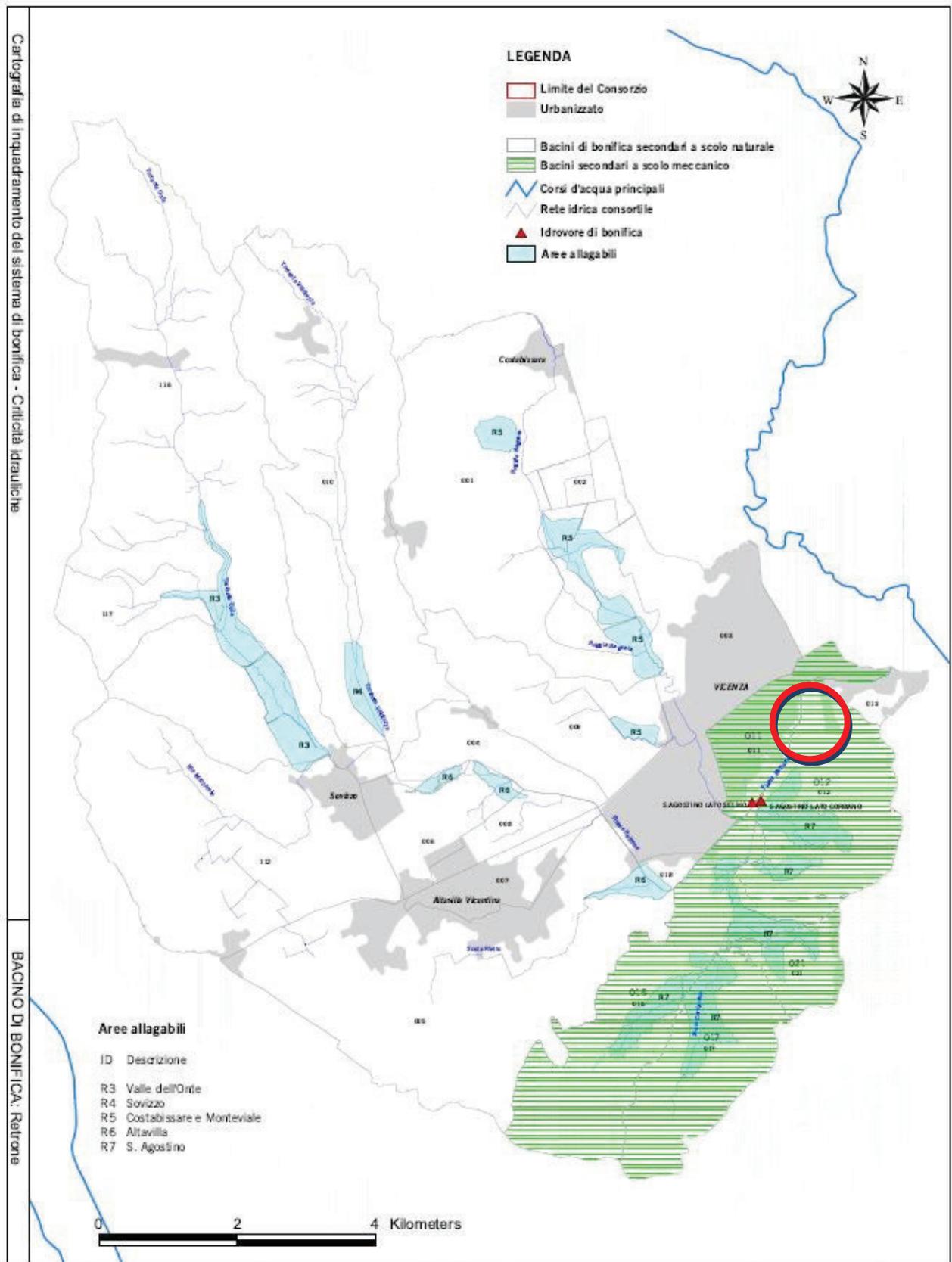
Estratto della Carta della pericolosità idraulica (tav. 50) allegata al P.A.I. (anno 2014)



Estratto della Carta della fragilità allegata al PTCP della Provincia di Vicenza



Estratto di Mappa allagabilità e rischio alluvioni per Tr = 100 anni (anno 2014)



Cartografia di inquadramento del sistema di bonifica – criticità idrauliche (Scheda di sintesi del sistema di bonifica. Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta)

5 – ANALISI IDROLOGICA

5.1 Premessa

Per lo smaltimento delle acque meteoriche (acque bianche) sono da prevedersi degli interventi di mitigazione idraulica finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici brevi e intensi (scrosci). In particolare, in relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici, dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Dal punto di vista idraulico l'area che è stata presa in considerazione per la formazione del deflusso è l'intera superficie del PUA (comprendente la futura area di lottizzazione residenziale, la nuova viabilità e le aree a verde) ad esclusione dell'area a verde pubblica, di estensione 5.166 mq, che verrà ceduta al Comune di Vicenza (vedi Dichiarazione allegata) come previsto nella Convenzione.

A tale proposito si fa presente che l'area a verde pubblico convenzionato, esclusa la superficie della pista ciclopedonale di mq 138,00, verrà completamente risistemata con il rifacimento del cotico erboso; le quote altimetriche presenti attualmente nell'area a verde rimarranno invariate ad esclusione della fascia di terreno interessata dall'intervento di realizzazione della pista ciclopedonale, che sarà realizzata mediante betonelle drenanti. Pertanto non vi saranno alcune modificazioni apportate alla morfologia dei terreni, ed in particolare non vi saranno alcune variazioni della permeabilità del suolo, né un aumento delle superfici impermeabili, e pertanto il regime idraulico rimarrà sostanzialmente invariato prima e dopo l'intervento in progetto.

Dal calcolo delle superfici interessate dal progetto risulta che la trasformazione, da un punto di vista di invarianza idraulica, interessa quindi una porzione di territorio pari a $14.931 - 5.166 \text{ mq} = 9.765 \text{ mq}$ (= 0.9765 ha).

La natura delle superfici scolanti previste per i nuovi insediamenti residenziali e la nuova viabilità sono evidenziati nelle tabelle di seguito esposte, con i relativi coefficienti di deflusso (Φ), desunti dalla normativa regionale (D.G.R.V. n.2948/2009).

Si tenga presente che in base alla normativa regionale (D.G.R. n.2948/2009) il presente intervento ricade nella classe di “**modesta impermeabilizzazione potenziale**”, cioè “intervento su superfici di estensione compreso tra 0.1 e 1 ha”; in questo caso, oltre ad **adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi**, è opportuno oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene 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.

Natura delle superfici	Area (mq)	Φ
Area a verde privata esclusa dalla trasformazione urbanistica	1.343	0,2
Aree a verde	5.254	0.2
Viabilità di progetto (strade, marciapiedi)	2.448	0,9
Banchine	720	0.6
SUPERFICIE TOTALE	9.765	0.40

Tabella 3: destinazione delle superfici relative allo stato attuale

Natura delle superfici	Area (mq)	Φ
Area a verde privata esclusa dalla trasformazione urbanistica	1.343	0,2
Area residenziale misto (3618 mq):		
superficie permeabile (a verde giardino)	985	0,2
superficie semipermeabile (pavimentazioni in betonelle drenanti)	1.302	0,6
superficie impermeabile (coperture fabbricati, recinzioni)	1.331	0,9
Viabilità di progetto (4804 mq) strade, marciapiedi e area a sosta, rotatorie, pista ciclopedonale)		
Sup. impermeabili: strade, marciapiedi e area a sosta, rotatorie	4.289	0,9
Sup. semipermeabili (in betonelle drenanti per parcheggi e pista ciclopedonale)	515	0,6
SUPERFICIE TOTALE	9.765	0,68

Tabella 4: destinazione delle superfici relative allo stato di progetto

Nella figura seguente è riportata la visione insieme della nuova area residenziale futura (3.618 mq) e relative legenda delle superfici e materiali presenti.



5.2 Analisi ed elaborazione delle precipitazioni

La metodologia di studio seguita ha previsto:

- l'analisi dei dati pluviometrici relativi alla **stazione di Vicenza** per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora e per le precipitazioni di più ore consecutive;
- la determinazione del coefficiente di deflusso e del tempo di corrivazione;
- la determinazione delle portate massime meteoriche con il metodo cinematico.

Uno strumento fondamentale nell'analisi delle precipitazioni è rappresentato dalle relazioni interconnesse tra le altezze di pioggia massime annuali e la durata degli eventi che sono indicate come curve di possibilità pluviometriche. Tali curve si costruiscono individuando, anno per anno, l'altezza massima di precipitazione corrispondente ad una durata specifica. La formula analitica più comunemente usata è:

$$h = a \times t^n$$

L'altezza (h) di pioggia è espressa in mm mentre la durata dell'evento (t) in ore. I valori "a" e "n" sono definiti parametri di taratura dipendenti dal Tempo di Ritorno.

Il Tempo di Ritorno rappresenta il numero di osservazioni che mediamente è necessario effettuare per poter osservare un secondo superamento di un fissato evento dopo averne osservato un primo. Il valore di TDR è regolato dalla DGR 1481/2007 in relazione alla tipologia e al luogo di intervento.

La distribuzione utilizzata per l'interpretazione dei valori massimi di un campione, come precipitazioni intense di assegnata durata, è la distribuzione di Gumbel.

Elaborazione dei dati secondo la distribuzione di Gumbel

Per la stima della portata meteorica massima si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviometrica di **Vicenza**. L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata inferiori alle 24 ore, e con un tempo di ritorno Tr che va da 2 a 200 anni. A sua volta poi, nell'ambito delle 24 ore, bisogna distinguere tra intensità delle precipitazioni della prima ora ed intensità delle stesse nelle ore successive.

Alle precipitazioni massime di data durata si applica la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X(Tr) = \bar{X} + F S_X$$

In cui: $X(Tr)$ il valore caratterizzato da un periodo di ritorno Tr , ossia l'evento che viene eguagliato o superato; \bar{X} il valore medio degli eventi considerati; F fattore di frequenza; S_X scarto quadratico medio.

Per il caso in esame si è utilizzata la distribuzione doppio-esponenziale di Gumbel.

Al fattore F si assegna l'espressione:

$$F = \frac{Y(Tr) - \bar{Y}_N}{S_N}$$

essendo la grandezza $Y(Tr)$, funzione del Tempo di Ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, e \bar{Y}_N e S_N rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzioni del

numero N di osservazioni. I valori di questi parametri sono facilmente calcolabili utilizzando le seguenti formule:

$$\begin{aligned} - \bar{Y}_N &= \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_i \\ - S_N &= \left[\frac{1}{N-1} \sum (Y_i - \bar{Y}_N)^2 \right]^{1/2} \end{aligned}$$

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella allegata.

La funzione Y(Tr) è legata al Tempo di Ritorno Tr dalla relazione:

$$Y(Tr) = -\ln \left(-\ln \frac{(Tr - 1)}{Tr} \right)$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X(Tr) = \bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \bar{Y}_N + \frac{S_X}{S_N} Y(Tr)$$

ove $\bar{X} - \frac{S_X}{S_N} \bar{Y}_N$ è chiamata moda e rappresenta il valore con massima frequenza probabile; il fattore $\frac{S_X}{S_N}$ con il termine alpha.

In allegato sono dettagliatamente riportati i risultati dell'elaborazione eseguita.

Per ciascun tempo di ritorno sono riportati i parametri "a" e "n" dell'equazione di possibilità pluviometrica $h = a t^n$, con "h" pari alle altezze di precipitazioni in mm. Assegnato Tr si possono quindi ricavare per ogni durata di pioggia "t" i valori di h corrispondenti, cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni Tr anni.

Coefficienti dell'equazione pluviometrica per eventi di durata < 1 ora – Stazione di Vicenza

Tr (anni)	a	n
10	50.19	0.439
20	57.96	0.445
50	68.02	0.451

Coefficienti dell'equazione pluviometrica per eventi di durata > 1 ora – Stazione di Vicenza

Tr (anni)	a	n
10	49.20	0.217
20	57.58	0.205
50	68.46	0.193

Per il dimensionamento delle opere di compensazione (bacini di laminazione), a favore del principio di **invarianza idraulica**, il valore del tempo di ritorno è stato assunto pari a **50 anni**. Tale ipotesi è prescritta dalle "Modalità operative e indicazioni tecniche" concernenti la "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" (D.G.R. n.2948/2009).

Per piogge con $t < 1$ ora, si ottiene un'equazione di possibilità pluviometrica pari ha:

$$h = 68.02 \cdot t^{0.451} \quad (h \text{ in mm e } t \text{ in ore})$$

con $a = 68.02 \text{ mm ora}^{-n}$ e $n = 0.451$

Per piogge con $t > 1$ ora, si ottiene:

$$h = 68.46 \cdot t^{0.193} \quad (h \text{ in mm e } t \text{ in ore})$$

$$\text{con } a = 68.46 \text{ mm ora}^{-n} \text{ e } n = 0.193$$

5.3 Stima delle portate meteoriche. Calcolo del coefficiente di deflusso e del tempo di corrivazione. Calcolo della portata massima di scolo.

La valutazione di compatibilità idraulica ha lo scopo di mantenere l'invarianza idraulica tra stato di fatto e stato di progetto. Nel caso specifico si andranno a dimensionare i volumi necessari ad invasare le portate in eccesso rispetto al valore limite imposto dal Consorzio di Bonifica in fase di PAT/PI e che è stato assunto pari a **5 l/s ha**.

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il **metodo razionale**, noto in Italia come **metodo cinematico**; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi e generalmente viene applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

Per il calcolo della portata è necessario calcolare prima il coefficiente di deflusso medio da assegnare al bacino scolante totale e poi il tempo di corrivazione; infatti assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione tutto il bacino contribuisce alla formazione della portata massima.

5.3.1 Calcolo del coefficiente di deflusso

I coefficienti di deflusso futuri ϕ sono stati assunti come da indicazione della D.G.R. n.2948/2009.

Valori del coefficiente di deflusso relativi a piogge brevi e intense (scrosci)	
Tipi di superficie	ϕ
Aree agricole	0.10
Superfici permeabili (aree verdi)	0.20
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ecc)	0.60
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali e marciapiedi, ecc)	0.90

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio ϕ_{medio}

$$\phi_{\text{medio}} = (S_i \cdot \phi_i) / S_l$$

ove:

ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie pubblica totale

S_l = superficie scolante totale (mq)

S_i = superfici scolanti omogenee (mq)

ϕ_i = coefficiente di deflusso relativo alle S_i

Si assume un coefficiente di deflusso medio ϕ_{medio} per l'area d'intervento allo stato di fatto pari a 0.40 e allo stato di progetto di 0.68. Quest'ultimo valore ($\Delta\phi$) verrà preso a riferimento per la determinazione della portata massima prevedibile futura, nonché per il calcolo del volume di mitigazione idraulica.

5.3.2 Calcolo del tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione t_c in un bacino urbano dotato di una rete di fognatura può essere stimato come la somma del tempo di scorrimento sul bacino prima del raggiungimento della rete di drenaggio (tempo di ingresso in rete) e del tempo di propagazione all'interno di quest'ultima (tempo di rete).

Per la stima del tempo di corrivazione t_c si fa riferimento alla seguente espressione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove t_a esprime il tempo di accesso alla rete e t_r il tempo di rete.

Il tempo di accesso alla rete t_a , sempre di incerta determinazione, è stato stimato applicando il metodo del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (canalette, cunette, grondaie, ecc.) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Per sottobacini sino a 10 ettari il primo termine t_a è dato dalla equazione:

$$t_{ai} = ((3600^{(n-1)/4} \cdot 0.5 \cdot l_i) / (s_i^{0.375} \cdot (a \cdot \phi_i \cdot S_i)^{0.25}))^{4/(n+3)}$$

ove

t_{ai} = tempo di accesso dell' i -esimo sottobacino (s)

l_i = massima lunghezza del deflusso dell' i -esimo sottobacino (m)

s_i = pendenza media dell' i -esimo sottobacino (m/m)

ϕ_i = coefficiente di deflusso dell' i -esimo sottobacino (m/m)

S_i = superficie di deflusso dell' i -esimo sottobacino (ha)

A, n = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Per la determinazione di l_i viene proposta l'equazione: $l_i = 19.1 (100 S_i)^{0.548}$

nella quale S_i è i ettari e la lunghezza l_i in metri.

Nel caso in esame il sottobacino considerato (area lotto residenziale) per la determinazione del tempo di accesso alla rete è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Stima del tempo di accesso t_a :

Sottobacino considerato	S_i (Ha)	l_i (m)	ϕ_i	s_i	a	n	t_{ai} (s)
Intera area scolante	0,9765	235	0,68	0,002	68,02	0.4518	338

Il tempo di rete t_r è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria. Si ricava dal rapporto tra la lunghezza della rete e la velocità della corrente:

$$t_r = L_i / 1.5V_i$$

Nel caso in esame, considerando un unico collettore principale, di lunghezza $L_i = 235$ m e $V_i = 1,0$ m/s, si ottiene un tempo di rete pari a 157 secondi. Determinato t_a e t_r si ricava un valore del tempo di corrivazione t_c di circa 8 minuti pari a circa 0.14 ore.

5.3.3 Calcolo della portata massima di scolo

Come già detto in precedenza la portata massima nella sezione terminale si ottiene assumendo un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione. In tali condizioni tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con tale ipotesi e dalla relazione proposta dal metodo cinematico si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{\max} = 2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot h/t = 2.78 \cdot S \cdot \phi \cdot a \cdot t_c^{n-1}$$

in cui:

Q_{\max} = portata massima (l/s)

S = superficie scolante totale (ha);

ϕ = coefficiente di afflusso medio

h = altezza di pioggia valutata con l'equazione di possibilità climatica;

a, n = parametri della curva di possibilità climatica relativi ad una durata t e Tr

t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione t_c .

Di seguito, in ragione delle variazioni di permeabilità delle aree interessate dall'intervento, quindi dei relativi coefficienti di deflusso, si sono confrontate le portate massime al colmo e le portate orarie e i relativi coefficienti udometrici "u" che affluiscono alla rete idrografica nella situazione attuale, con quelli che affluirebbero nella situazione di progetto.

PORTATE MASSIME E COEFFICIENTI UDOMETRICI CON TR=50 ANNI PER PRECIPITAZIONI DI DURATA PARI AL TEMPO DI CORRIVAZIONE				
Superficie S (mq)	Portata "attuale" (l/s)	Portata "progetto" (l/s)	u "attuale" (l/s ha)	u "progetto" (l/s ha)
9765	217	367	222	376

PORTATE ORARIE E COEFFICIENTI UDOMETRICI CON TR=50 ANNI PER PRECIPITAZIONI DI DURATA ORARIA				
Superficie S (mq)	Portata "attuale" (l/s)	Portata "progetto" (l/s)	u "attuale" (l/s ha)	u "progetto" (l/s ha)
9765	74	126	76	129

Tali portate, corrispondente al surplus d'acqua meteorica, dovranno essere smaltite attraverso idonei interventi di mitigazione idraulica.

6 - INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

6.1. Il modello di calcolo

Per non superare i limiti di portata scaricata si ha la necessità di realizzare un sistema in grado di invasare temporaneamente le maggiori quantità di acqua dall'intervento di urbanizzazione dell'area attualmente a verde e scaricarle in un lungo periodo e con valori di portata dello stesso ordine di grandezza di quello che attualmente vi defluisce.

Il dimensionamento del volume d'accumulo e le verifiche idrauliche sono state condotte pensando alla necessità di predisporre dei volumi di invaso corrispondenti ad un evento di pioggia critica.

Per il calcolo dei volumi efficaci di laminazione è stato adottato un modello di calcolo analitico che simula la variabilità dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, imponendo un valore limite di portata allo scarico, generalmente imposto dai Consorzi di Bonifica.

Con questo metodo analitico il calcolo dei volumi efficaci di invaso viene condotto imponendo un valore limite di portata scaricata, considerando che la normativa impone che il regime idraulico non venga modificato a seguito degli interventi di urbanizzazione. A tal scopo, non avendo a disposizione i valori di portata relativi allo stato attuale, si è ipotizzato di considerare i limiti di portata allo scarico generalmente relativi ad un terreno agricolo, riscontrabili in letteratura e accettati dai Consorzi di Bonifica.

Secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica di competenza si conviene che la portata massima, che è possibile scaricare nella rete idrografica e/o comunale acque bianche, è pari a 4.9 l/s, corrispondente al valore consigliato dal Consorzio di bonifica di 5 l/(s ha).

Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume defluito alla sezione di chiusura (pozzetto tarato prima del recapito finale/fognatura comunale), il volume scaricato nella rete di scolo riceptrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione (accumulo) dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia.

A tale scopo è stato predisposto un modello che simula il comportamento dello smaltimento in appoggio ad un invaso temporaneo al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di una sezione d'uscita costituita dallo scarico tarato in fosso. Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati e della portata di deflusso (limitata al valore costante di 4.9 l/s):

- l'altezza di pioggia;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematica;
- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata defluita;
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ($Q_{\text{defluito}} \times \text{tempo di pioggia}$);
- il volume di pioggia da invasare ($V_{\text{invaso}} = V_{\text{pioggia}} - V_{\text{defluito}}$).

6.2. Risultati delle elaborazioni

Di seguito è indicata la sintesi di calcolo dei volumi d'invaso con il metodo analitico, con un tempo di ritorno di 50 anni.

Si riportano nella tabella seguente i risultati emersi dal calcolo idraulico.

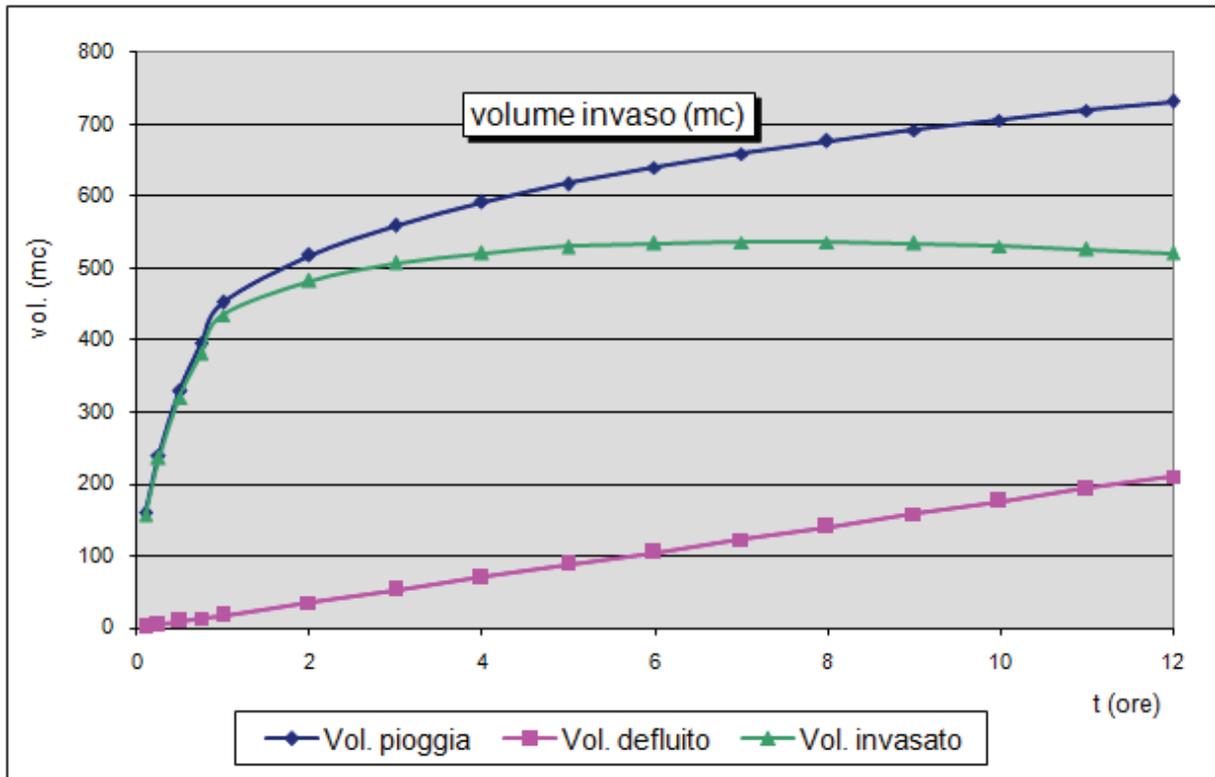
CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI DI INVASO – TR = 50 ANNI					
Durata precipitazione (ore)	Portata pioggia (l/s)	Portata defluita (l/s)	Volume pioggia (mc)	Volume defluito (mc)	Volume minimo invaso (mc)
7 (critica)	26	4.9	660	123	537

Considerando un tempo di ritorno di 50 anni, dal calcolo idraulico si determina un volume minimo di laminazione di **537 mc** (=550 mc/ha).

Questo valore è in accordo con le indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica (Alta Pianura Veneta) e dalle norme idrauliche recepite nelle NTA del PAT, il quale raccomandano volumi di invaso minimi da adottare per la progettazione delle opere di laminazione non inferiori a **500 mc/ha** per superficie coperta (*per aree residenziali ricadenti in ambito ATO 4*).

A favore di sicurezza, nella scelta dei volumi efficaci di invaso sarà considerato il valore maggiore ottenuto e pertanto si dovrà prevedere un volume di laminazione di almeno **537 mc**.

VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA							
DATI DI IMPUT							
Superficie scolante			0,9765	ha			
Q defluita/ettaro			5	l/s ha			
Q defluita			4,9	l/s	portata defluita nella rete fognatur		
Coef. deflusso medio			0,68				
CALCOLO DEL VOLUME DA INVASARE							
Parametri della curva di possibilità pluviometrica							
Tr (anni)	50				a	68,0	68,46
					n	0,452	0,193
tempo	h	j	Q	Q	V	V	V
			pioggia	defluita	pioggia	defluito	invaso
(ore)	(mm)	(mm/h)	(l/s)	(l/s)	(mc)	(mc)	(mc)
0,1	24,02	240,24	442	4,9	159	2	157
0,25	36,35	145,40	267	4,9	241	4	236
0,5	49,72	99,45	183	4,9	329	9	320
0,75	59,73	79,63	146	4,9	395	13	382
1	68,46	68,46	126	4,9	453	18	436
2	78,26	39,13	72	4,9	518	35	483
3	84,63	28,21	52	4,9	560	53	507
4	89,46	22,37	41	4,9	592	70	522
5	93,40	18,68	34	4,9	618	88	530
6	96,74	16,12	30	4,9	640	105	535
7	99,66	14,24	26	4,9	660	123	537
8	102,27	12,78	24	4,9	677	141	536
9	104,62	11,62	21	4,9	692	158	534
10	106,77	10,68	20	4,9	707	176	531
11	108,75	9,89	18	4,9	720	193	526
12	110,59	9,22	17	4,9	732	211	521
13	112,31	8,64	16	4,9	743	229	515
14	113,93	8,14	15	4,9	754	246	508
15	115,46	7,70	14	4,9	764	264	501
16	116,90	7,31	13	4,9	774	281	493
17	118,28	6,96	13	4,9	783	299	484
18	119,59	6,64	12	4,9	792	316	475
19	120,85	6,36	12	4,9	800	334	466
20	122,05	6,10	11	4,9	808	352	456
21	123,20	5,87	11	4,9	815	369	446
22	124,32	5,65	10	4,9	823	387	436
23	125,39	5,45	10	4,9	830	404	426
24	126,42	5,27	10	4,9	837	422	415
					V massimo (mc)		537
VOLUME RICHIESTO DAL MODELLO							
							537



6.3. Interventi di mitigazione idraulica

Dall'analisi idraulica è emersa la necessità di realizzare interventi di mitigazione che prevedano di invasare temporaneamente un volume di acqua non inferiore a **537 mc**.

L'intervento che si propone in questa sede e concordato con il progettista prevede la realizzazione di un bacino di laminazione situato nella zona a verde all'interno dell'area a verde pubblica posta a sud del PUA. Il bacino, che sarà a cielo aperto dotato di staccionata in legno di protezione e sponde altezza 0.30 m, avrà forma assimilabile ad un rettangolo di superficie circa 817 mq e profondo circa 1.30 m, capace di invasare circa **560 mc** > 537 mc richiesti (considerando un tirante idrico all'interno del bacino di circa 65 cm). Il bacino di laminazione sarà dotato di rampa di accesso.

Il volume di acqua temporaneamente accumulata nel bacino di laminazione verrà scaricata nella rete comunale esistente, con una portata non superiore a 5 l/s. La limitazione della portata scaricata nella rete comunale, tarata a tale valore, dovrà essere garantita dalla predisposizione di un idoneo manufatto di laminazione, a funzionamento preferibilmente automatico, e dotato di una luce di fondo (piccola tubazione con funzionamento a gravità). Si allega a parte fuori relazione la tavola "Reti di scarico acque meteoriche e acque nere" (Elab. IM01).

6.4. Manufatto di scarico e limitatore di portata

La limitazione di portata nella sezione terminale, prima dello scarico in fognatura comunale, dovrà essere garantita da un manufatto di laminazione che funzioni preferibilmente in modo automatico e che limiti l'afflusso di portata ai valori corrispondenti alla situazione prima dell'intervento urbanistico. Tale manufatto presenta nel fondo una apertura di dimensioni ridotte, tarata sul valore massimo di portata ammissibile, al fine di limitare la portata in uscita ai valori richiesti (5

l/s). In questo tipo di dispositivo la portata che defluisce dalla luce di fondo è funzione dell'altezza idrica di monte (ed eventualmente di valle in caso di deflusso rigurgitato).

Procedendo anche per tentativi, si determina il diametro necessario a scaricare la portata calcolata. Si nota che per un calcolo esatto è necessario conoscere il carico H e quindi si deve provvedere al dimensionamento esatto della rete. Si osserva anche che minore è il carico h e maggiore risulta il diametro del foro di scarico, che dovrebbe essere almeno di diametro 30 mm, per evitare eccessivi intasamenti. Prima dello scarico è sempre consigliabile posizionare una griglia per la raccolta del materiale grossolano (foglie, sassi...). Per sicurezza, nel caso di portate superiori a quelle stimate per il tempo di ritorno assunto, il dispositivo presenta uno stramazzo che funziona come soglia sfiorante.

Tale manufatto di laminazione è schematizzato in modo indicativo nella figura in allegato.

Utilizzando le leggi della foronomia, nell'ipotesi di efflusso libero, si può adottare un coefficiente di efflusso $a=0,53$; il carico h viene misurato rispetto al baricentro della luce di scarico, la formula è la seguente:

$$Q = a \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$$

Procedendo anche qui per tentativi o con la funzione ricerca obiettivo di excel®, si determina il diametro necessario a scaricare la portata calcolata. Si nota che per un calcolo esatto è necessario conoscere il carico h e quindi si deve provvedere al dimensionamento esatto della rete. Si osserva anche che minore è il carico h e maggiore risulta il diametro del foro di scarico, che dovrebbe essere almeno DN 110 per evitare eccessivi intasamenti. Prima dello scarico è sempre consigliabile posizionare una griglia per la raccolta del materiale grossolano (foglie, sassi...).

Ponendo:

$$Q = 5 \text{ l/s}$$

$$h = 0.65 \text{ m}$$

$$\text{Si ottiene un diametro minimo del foro di scarico } \text{Diam} = 2 \cdot \sqrt{(A/\pi)} = 5.8 \text{ cm}$$

Per evitare eccessivi intasamenti il diametro del foro di scarico dovrebbe avere diametro nominale almeno di DN 110 o D150, i quali permettono di ottenere una portata in uscita pari rispettivamente a 18 l/s e 33 l/s. Tali portate risultano inferiori alle portate massime al colmo allo stato attuale (vedi tabelle pag. 23).

7 – CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le Norme di Legge (D.G.R. Veneto 2948/2009, Allegato A), la Cartografia e le Norme di Attuazione del PAI approvato in novembre 2013 con DPCM del 21/11/2013 (G.U. n. 97 del 28/04/2014), il Regolamento di Polizia Idraulica e le Norme Tecniche del Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta, le Norme Tecniche di Attuazione e Operative del P.A.T. e P.I. del Comune di Vicenza, l'analisi della situazione idraulica e idrogeologica attuale, hanno permesso di verificare l'ammissibilità della nuova impermeabilizzazione prodotta dal nuovo intervento in progetto, considerando le interferenze che questa ha con i dissesti presenti e potenziali (P.A.I., P.T.C.P., P.A.T. e altri studi e fonti informative di rilevanza scientifica, quale il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni prodotto dal Distretto Idrografico delle Alpi Orientali), le caratteristiche idrauliche della rete fognaria, di scolo e fluviale locali nel territorio comunale, le possibili alterazioni del regime idraulico – fognario che la nuova trasformazione / impermeabilizzazione del suolo può venire a determinare.

Per definire la compatibilità del progetto, sotto il profilo idraulico, si è individuata e studiata l'area del nuovo comparto lottizzante PUA “Area 1” e il suo intorno, la cui progettazione interviene su aree esente da dissesti idraulici (secondo PAI e Cartografie di Consorzio di Bonifica e/o Fragilità del PAT vigente). Considerando la modesta / scarsa permeabilità del primo sottosuolo (argille e limi scarsamente permeabili), non è fattibile lo smaltimento del surplus di acque meteoriche tramite pozzi perdenti e/o infiltrazione nel sottosuolo e l'assenza di corsi d'acqua (fiume Retrone scorre a circa 400 metri più ad est) : è opportuno e tecnicamente fattibile collegare idraulicamente il lotto entro la rete fognatura comunale mista.

Determinata l'influenza che la nuova impermeabilizzazione può avere sulla rete fognaria, sull'idrografia di bonifica e di scolo superficiale, sono state valutate le misure quantitative di mitigazione idraulica con riferimento al Tempo di Ritorno 50 anni.

Nelle tavole n. 5 “Progetto” e 9A “Schema fognature” allegate al progetto sono individuati, planimetricamente, i volumi di mitigazione proposti (bacino di laminazione a cielo aperto).

Nella presente perizia è stato scelto il Tempo di Ritorno in 50 anni, in applicazione dell'Allegato A alla DGR 2948/2009.

L'Area di Intervento soggetta a impermeabilizzazione non è soggetta a discipline particolari del PAI, essendo ben lontana da zone a Pericolosità Idraulica e/o Geologica.

Restano in ogni caso fatte salve tutte le disposizioni e le leggi relative all'idraulica fluviale o alle reti di bonifica (Cfr. Norme di Attuazione del PAI approvato in novembre 2013, il “Regolamento di Polizia Idraulica” del Consorzio Alta Pianura Veneta), oltre che alle norme che regolano gli scarichi e la tutela dell'ambiente e delle acque dall'inquinamento.

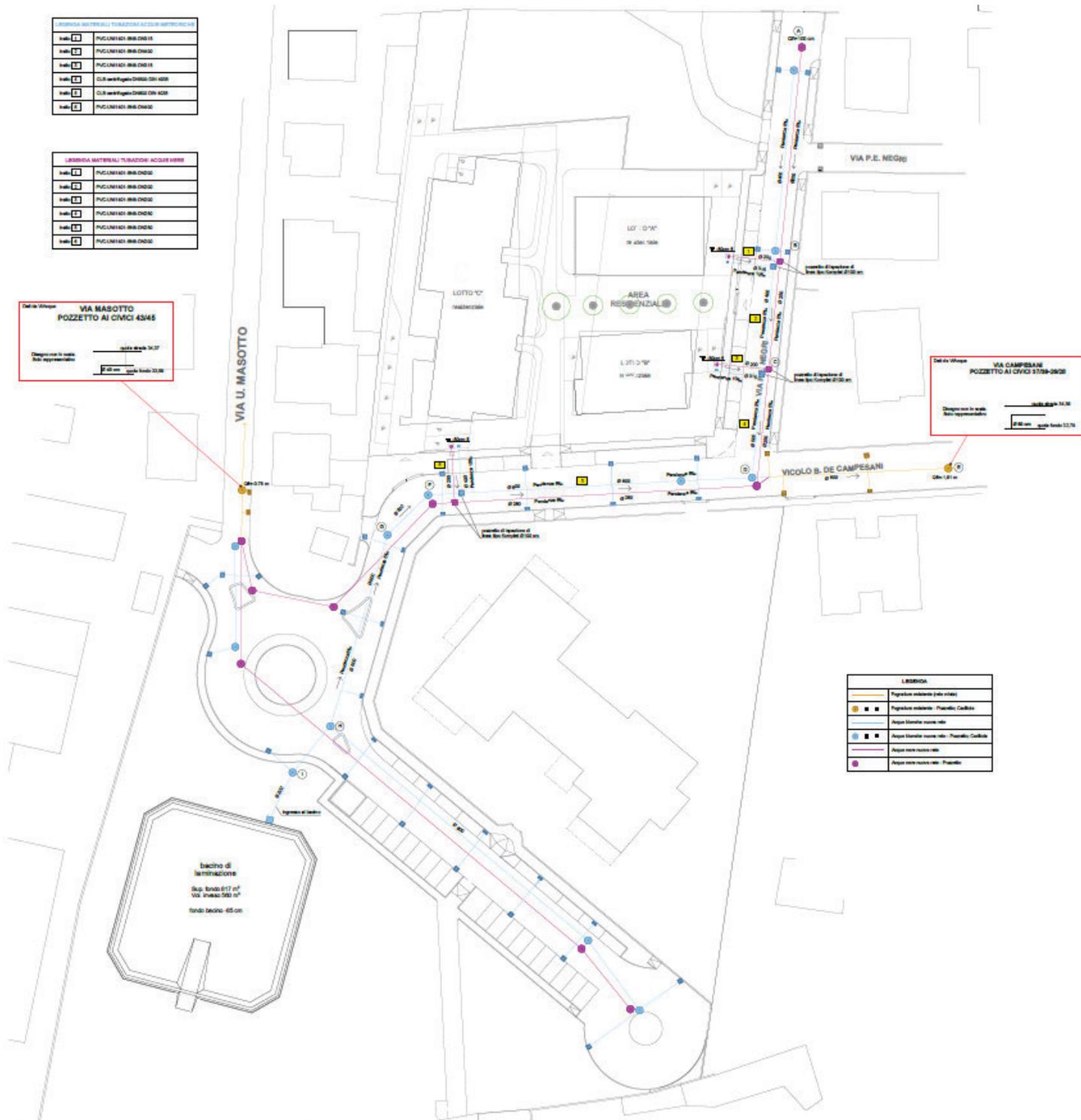
Le opere di mitigazione ai fini dell'attenuazione del rischio idrogeologico andranno sempre annoverate tra le opere di urbanizzazione primaria. Le opere di mitigazione dovranno essere opportunamente mantenute in modo che, nel tempo, non riduca la propria efficacia nei confronti del contenimento temporaneo dei surplus di pioggia.

La presente relazione di compatibilità idraulica è stata redatta, infine, ai sensi dell'art. 3 comma 11 delle N.T.O. del PI vigente, e che le opere di mitigazione del rischio idraulico (bacino di laminazione) è conforme con il Piano di Assetto Idrogeologico approvato ai sensi dell'art. 8 delle Nda del suddetto piano.

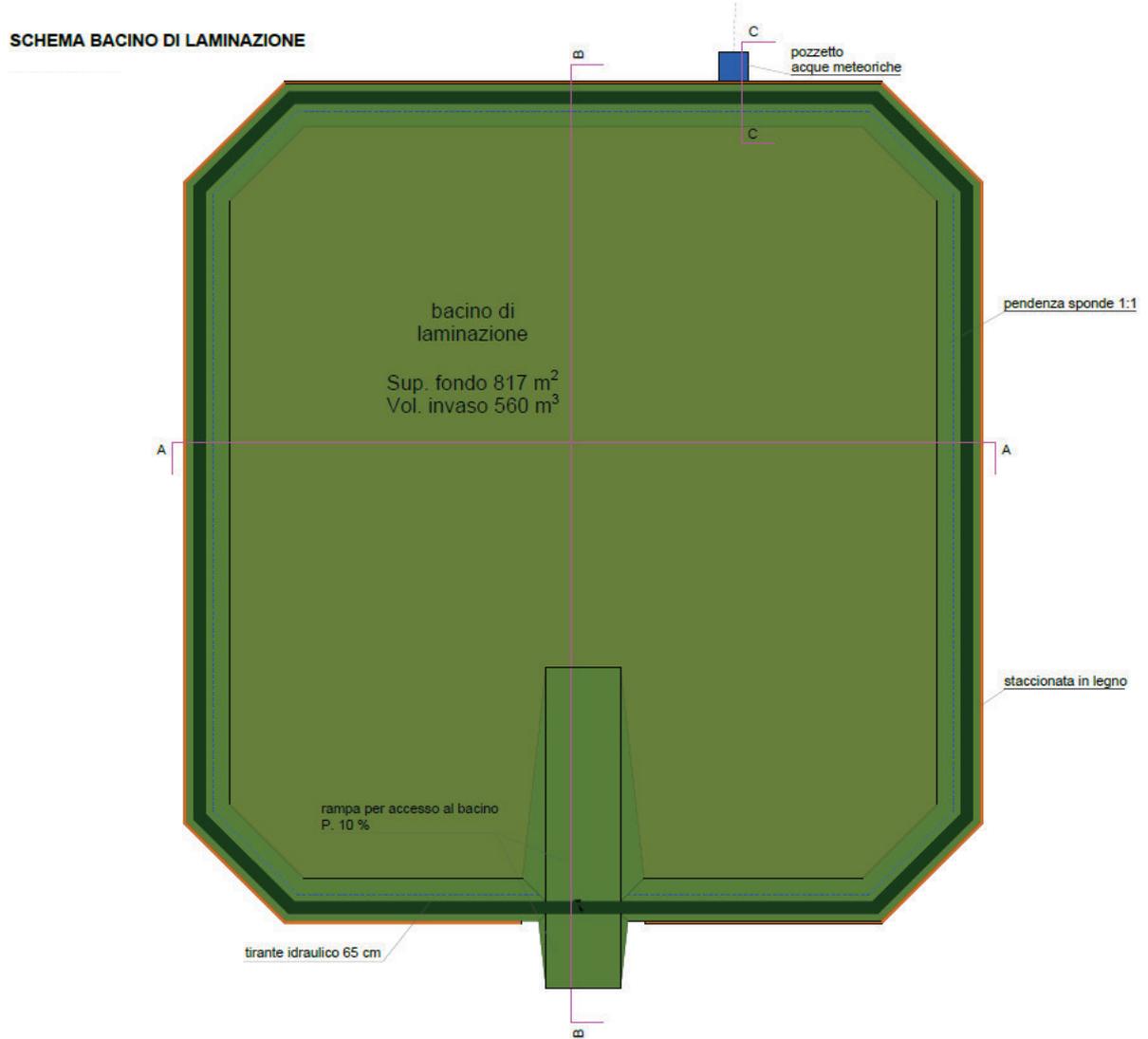
Vicenza, 17 Febbraio 2021

Dr. Geol. Luca Dal Molin
(Firmato digitalmente)

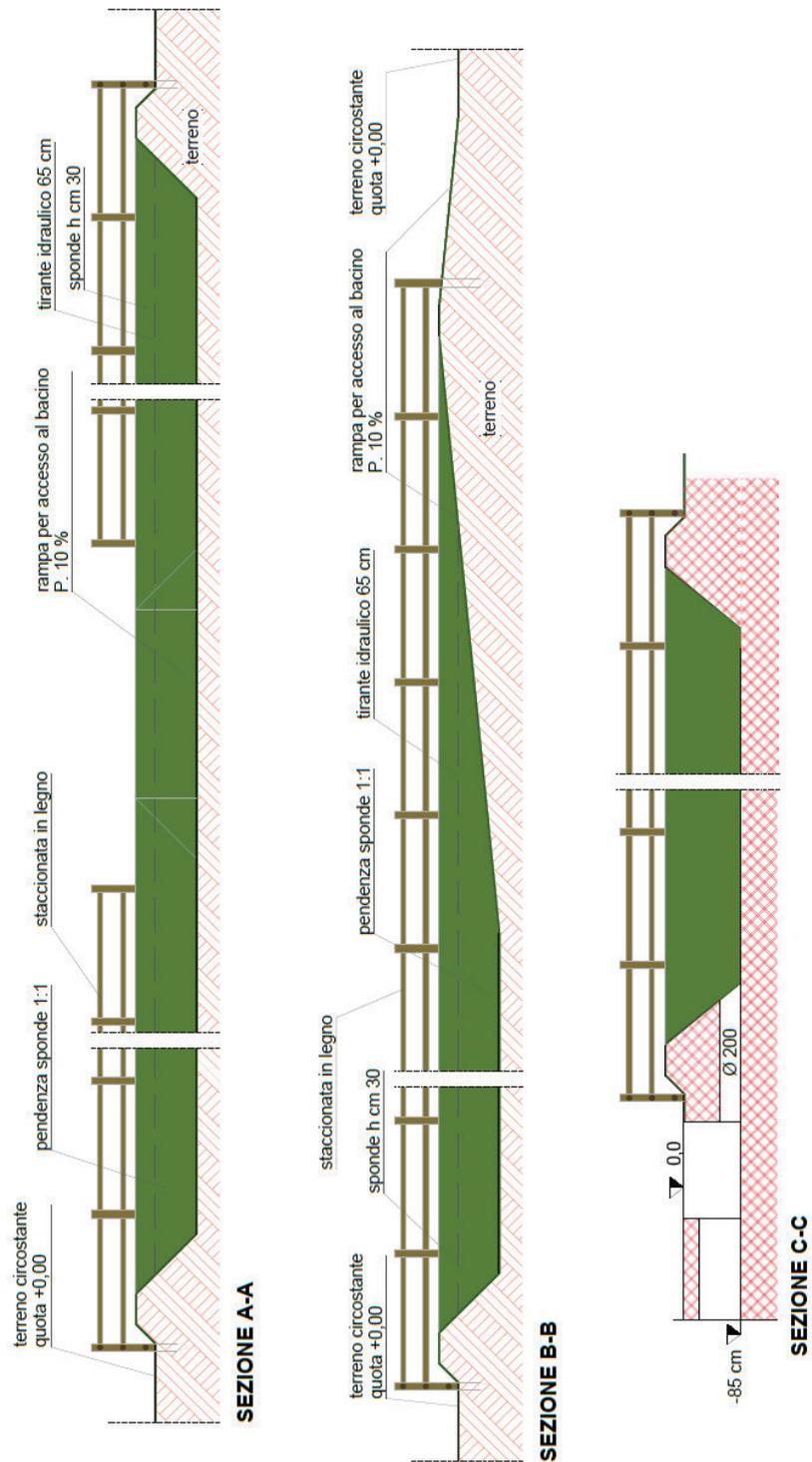




Planimetria rete di scarico acque piovane con ubicazione bacino di laminazione
Estratto della tavola "Reti di scarico acque meteoriche e acque nere" (Elab. IM01)

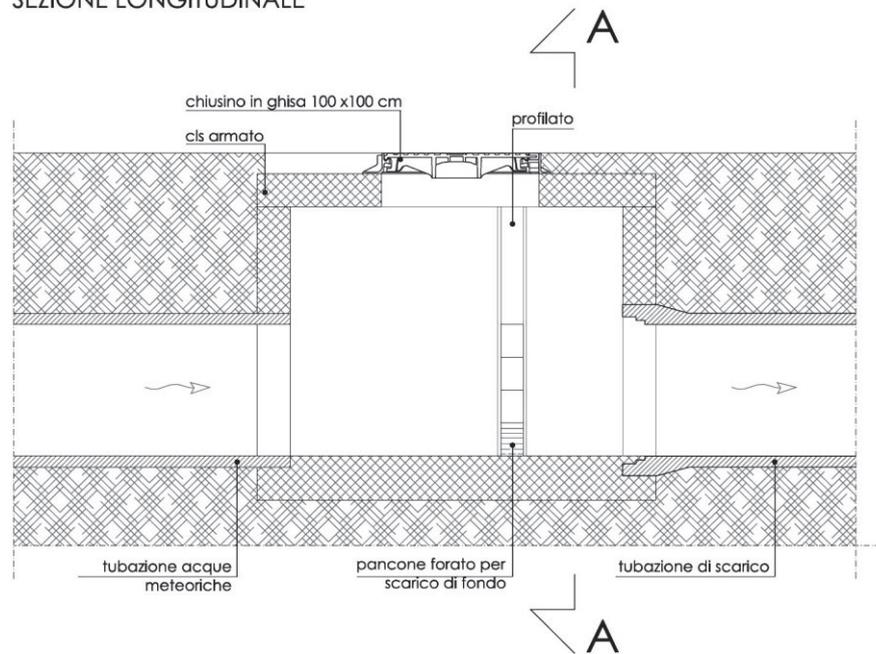


Schema bacino di laminazione

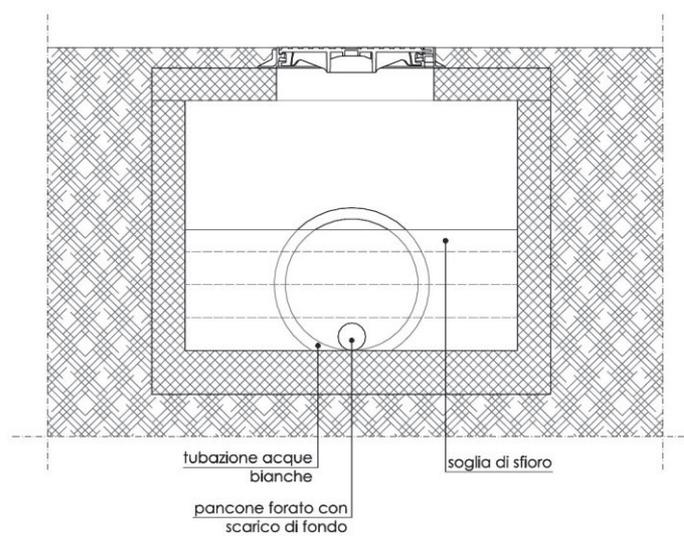


Sezioni bacino di laminazione

PARTICOLARE MANUFATTO DI LAMINAZIONE
SEZIONE LONGITUDINALE



PARTICOLARE MANUFATTO DI LAMINAZIONE
SEZIONE TRASVERSALE A-A



ELABORAZIONE DELLE PRECIPITAZIONI

<i>Valori dei parametri YN e Sn secondo Gumbel</i>										
MEDIA RIDOTTA YN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0.4952	0.4996	0.5035	0.5070	0.5100	0.5128	0.5154	0.5177	0.5198	0.5217
20	0.5236	0.5252	0.5268	0.5282	0.5296	0.5309	0.5321	0.5332	0.5343	0.5353
30	0.5362	0.5371	0.5380	0.5388	0.5396	0.5403	0.5411	0.5417	0.5424	0.5430
40	0.5436	0.5442	0.5448	0.5453	0.5458	0.5463	0.5468	0.5472	0.5477	0.5481
50	0.5485	0.5489	0.5493	0.5497	0.5501	0.5504	0.5508	0.5511	0.5515	0.5518
60	0.5521	0.5524	0.5527	0.5530	0.5532	0.5535	0.5538	0.5540	0.5543	0.5545
70	0.5548	0.5550	0.5552	0.5555	0.5557	0.5559	0.5561	0.5563	0.5565	0.5567
80	0.5569	0.5571	0.5573	0.5574	0.5576	0.5578	0.5580	0.5581	0.5583	0.5584
90	0.5586	0.5588	0.5589	0.5591	0.5592	0.5593	0.5595	0.5596	0.5598	0.5599
100	0.5600	0.5602	0.5603	0.5604	0.5605	0.5606	0.5608	0.5609	0.5610	0.5611
DEVIAZIONE STANDARD RIDOTTA SN										
N	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	1.0010	1.0148	1.0270	1.0378	1.0476	1.0564	1.0644	1.0717	1.0785	1.0847
20	1.0904	1.0958	1.1008	1.1055	1.1098	1.1140	1.1178	1.2115	1.1250	1.1283
30	1.1314	1.1344	1.1372	1.1399	1.1425	1.1449	1.1473	1.1496	1.1518	1.1538
40	1.1559	1.1578	1.1597	1.1614	1.1632	1.6449	1.1665	1.1680	1.1696	1.1710
50	1.1724	1.1738	1.1752	1.1765	1.1777	1.1789	1.1801	1.1813	1.1824	1.1835
60	1.1846	1.1856	1.1866	1.1876	1.1886	1.1895	1.1904	1.1913	1.1922	1.1931
70	1.1939	1.1947	1.1955	1.1963	1.1971	1.1978	1.1986	1.1993	1.2000	1.2007
80	1.2014	1.2020	1.2027	1.2033	1.2039	1.2045	1.2052	1.2057	1.2063	1.2069
90	1.2075	1.2080	1.2086	1.2091	1.2096	1.2101	1.2106	1.2111	1.2116	1.2121
100	1.2126	1.2130	1.2135	1.2139	1.2144	1.2148	1.2153	1.2157	1.2161	1.2165

TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:	VICENZA
BACINO:	Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA
QUOTA: FONTE DEI DATI:	Serie storica 1938-1972 e 1973-1990
DATI DISPONIBILI:	

N.	INTERVALLO IN MINUTI			INTERVALLO IN MINUTI			INTERVALLO IN MINUTI		
	15			30			60		
	h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno	h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno	h(mm)	$X^2=(hi-M)^2$	Anno
1				15,3	78,45	1938	21,0	112,27	1938
2				15,0	83,65	1939	16,0	243,22	1939
3				23,0	1,34	1940	29,0	6,74	1940
4				29,1	24,43	1941	59,0	751,00	1941
5				30,0	34,14	1942	43,6	144,10	1942
6				23,4	0,57	1943	39,8	67,31	1943
7				45,0	434,42	1946	24,4	51,78	1946
8				27,0	8,08	1947	63,6	1024,28	1947
9				25,0	0,71	1948	30,8	0,63	1948
10				12,0	147,80	1949	33,0	1,97	1949
11				18,2	35,49	1950	16,6	224,87	1950
12				20,2	15,66	1951	21,0	112,27	1951
13				17,6	43,00	1952	27,4	17,60	1952
14	15,8	3,96	1953	22,8	1,84	1953	29,6	3,98	1953
15	20,0	4,88	1954	29,0	23,45	1954	27,8	14,41	1954
16	15,0	7,79	1955	25,0	0,71	1955	58,0	697,19	1955
17	12,0	33,53	1956	20,0	17,28	1956	29,8	3,22	1956
18	15,0	7,79	1957	19,0	26,60	1957	31,6	0,00	1957
19	11,5	39,58	1958	15,4	76,89	1958	23,0	73,89	1958
20	26,0	67,39	1959				22,0	92,08	1959
21	36,0	331,57	1960	36,0	140,25	1960	31,6	0,00	1960
22	18,0	0,04	1961				36,0	19,40	1961
23	10,0	60,70	1962				25,6	35,95	1962
24	17,8	0,00	1963				17,0	213,03	1963
25	16,2	0,17	1964	28,8	21,56	1964	31,0	0,35	1964
26	10,6	51,71	1965	11,8	152,70	1965	34,2	6,78	1965
27	14,4	11,50	1966	17,2	48,40	1966	20,4	125,34	1966
28	30,0	149,06	1967	50,0	667,85	1967	23,0	73,89	1967
29	25,4	57,90	1968	37,0	164,94	1968	80,0	2342,98	1968
30	11,2	43,44	1969	20,0	17,28	1969	51,0	376,53	1969
31	14,0	14,37	1970	20,8	11,27	1970	30,0	2,55	1970
32	21,6	14,51	1971	21,6	6,54	1971	22,2	88,28	1971
33	19,0	1,46	1972	29,2	25,43	1972	21,6	99,91	1972
34	17,6	0,04	1975	22,0	4,65	1975	30,6	0,99	1975
35	27,6	96,22	1976	35,6	130,94	1976	32,6	1,01	1976
36	14,6	10,18	1977	14,8	91,34	1977	37,2	31,41	1977
37	13,0	22,95	1978	22,0	4,65	1978	14,6	288,85	1978
38	16,6	1,42	1981	19,6	20,77	1981	29,0	6,74	1981
39	24,0	38,55	1982	31,4	52,46	1982	22,6	80,92	1982
40	15,6	3,96	1983	30,0	34,14	1983	32,0	0,16	1983
41	16,8	0,98	1984	24,2	0,00	1984	36,2	21,20	1984
42	27,0	84,81	1986	28,0	14,77	1986	29,4	4,82	1986
43	14,4	11,50	1987	19,2	24,57	1987	28,0	12,93	1987
44	14,0	14,37	1988	26,0	3,40	1988	26,0	31,31	1988
45	16,0	0,04	1989	28,6	19,74	1989	32,6	1,45	1989
46	6,2	134,35	1990	9,0	229,74	1990	31,8	0,04	1990
Anni	33			42			46		

I
TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

ORA	0,25	0,50	1,00
N	33	42	46
XM=MEDIA	17,79	24,16	31,6
SOMMA X ²	1320,7	2941,9	7509,6
SSQM	6,42	8,47	12,92
Inserire da tabella Sn	1,1399	1,1597	1,1665
Inserire da tabella Yn	0,538	0,5448	0,5468
alfa	0,1774	0,1369	0,0903
moda	14,76	20,18	25,54

TABELLA 3 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)

TEMPI DI RITORNO		ORE		
(anni)		0,25	0,50	1,00
10	hmax (mm) =	27,31	37,02	50,19
20	hmax (mm) =	31,28	42,58	57,96
50	hmax (mm) =	36,40	49,76	68,02

TABELLA 4 - VALORI DI a E n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore-n)	n
10 anni	50,19	0,439
20 anni	57,96	0,445
50 anni	68,02	0,451

TABELLA 5 - REGISTRAZIONI PIOGGE DI DURATA ORARIA

STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:

VICENZA

Off. Idr. Mag. Acque VENEZIA

Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

BACINO:

QUOTA: FONTE DEI DATI:

DATI DISPONIBILI:

N.	INTERVALLO IN ORE 1			INTERVALLO IN ORE 3			INTERVALLO IN ORE 6			INTERVALLO IN ORE 12			INTERVALLO IN ORE 24		
	h(mm)	$\chi^2=(h_i-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(h_i-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(h_i-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(h_i-M)^2$	Anno	h(mm)	$\chi^2=(h_i-M)^2$	Anno
1	22,2	41,93	1927	38,4	0,05	1928	40,8	35,95	1927	59,0	5,62	1928	95,0	752,26	1928
2	22,0	44,56	1928	37,0	1,40	1929	42,0	23,00	1928	53,0	13,17	1929	74,0	41,31	1929
3	32,0	11,05	1929	49,4	125,85	1930	37,2	92,07	1929	65,2	73,45	1930	68,4	0,68	1930
4	42,8	198,50	1930	29,0	84,31	1931	65,2	338,72	1930	52,2	19,62	1931	63,8	14,23	1931
5	13,0	245,72	1931	59,6	458,74	1932	41,0	33,59	1931	59,8	10,05	1932	59,8	60,42	1932
6	50,4	471,95	1932	32,2	35,78	1933	59,8	169,12	1932	47,2	88,92	1933	62,4	26,76	1933
7	30,8	4,51	1933	59,4	450,21	1934	32,2	213,03	1933	98,2	1728,10	1934	98,6	962,69	1934
8	33,4	22,32	1934	37,0	1,40	1935	90,8	1936,39	1934	70,3	188,23	1935	83,4	250,87	1935
9	30,8	4,51	1935	47,2	81,33	1936	58,8	144,11	1935	65,4	76,92	1936	74,2	43,92	1936
10	47,2	343,16	1936	48,0	96,40	1937	47,2	0,16	1936	59,0	5,62	1937	59,0	73,49	1937
11	31,6	8,55	1937	47,0	77,76	1938	55,0	67,31	1937	59,3	7,13	1938	78,4	117,23	1938
12	23,2	29,98	1938	40,6	5,85	1939	58,0	125,54	1938	41,0	244,28	1939	56,4	124,83	1939
13	38,0	86,95	1939	21,2	288,38	1940	41,0	33,59	1939	37,0	385,32	1940	45,6	482,80	1940
14	19,0	93,62	1940	42,0	14,50	1941	22,0	614,82	1940	68,6	143,29	1941	68,6	1,06	1941
15	20,0	75,27	1941	41,2	9,11	1942	59,0	148,95	1941	48,4	67,73	1942	70,6	9,16	1942
16	38,6	98,49	1942	28,8	88,02	1943	48,4	2,57	1942	39,2	303,79	1943	44,6	527,75	1943
17	23,8	23,77	1943	42,0	14,58	1944	34,8	143,89	1943	73,0	267,99	1944	88,0	417,27	1944
18	28,0	0,46	1944	15,6	509,94	1945	48,0	1,45	1944	41,6	225,89	1945	49,8	315,87	1945
19	14,8	192,53	1945	43,0	23,21	1946	25,0	475,05	1945	62,6	35,65	1946	81,8	202,42	1946
20	32,0	11,05	1946	20,2	323,35	1947	43,2	12,93	1946	45,0	135,25	1947	53,8	189,69	1947
21	18,6	101,52	1947	59,6	458,74	1948	24,8	483,80	1947	74,4	315,79	1948	75,6	64,44	1948
22	30,0	1,75	1948	20,0	330,58	1950	64,6	317,00	1948	32,0	606,61	1950	43,6	574,69	1950
23	18,6	101,52	1950	24,8	179,07	1951	25,6	449,25	1950	44,8	139,94	1951	74,6	49,38	1951
24	24,8	15,02	1951	42,6	19,52	1952	31,4	237,02	1951	51,4	27,35	1952	77,2	92,68	1952
25	31,2	6,37	1952	56,6	339,23	1953	45,2	2,56	1952	72,4	248,71	1953	75,0	55,16	1953
26	49,4	429,50	1953	27,4	115,25	1954	58,2	130,06	1953	41,8	219,92	1954	49,6	323,02	1954
27	15,2	181,59	1954	40,6	5,85	1956	30,6	262,30	1954	49,8	46,64	1956	53,8	189,69	1956
28	33,6	24,25	1956	20,6	309,12	1958	42,0	23,00	1956	45,0	135,25	1958	68,0	0,18	1958
29	15,2	181,59	1958	42,0	14,50	1959	32,0	218,91	1958	65,6	80,47	1959	82,6	225,82	1959
30	27,0	2,81	1959	27,2	120,60	1960	42,0	23,00	1959	48,0	74,47	1960	48,0	383,09	1960
31	21,6	50,06	1960	52,8	213,69	1961	31,4	237,02	1960	60,0	11,36	1961	74,6	49,38	1961
32	25,2	12,08	1961	27,2	120,60	1962	60,0	174,36	1961	63,6	48,59	1962	65,0	6,62	1962
33	16,2	155,64	1962	31,4	45,99	1963	45,6	1,43	1962	78,8	491,53	1963	78,8	126,05	1963
34	25,6	9,46	1963	65,4	740,83	1964	61,0	201,77	1963	77,2	423,14	1964	77,2	92,68	1964
35	46,0	300,14	1964	38,2	0,00	1965	76,8	900,27	1964	44,4	149,56	1965	66,0	2,47	1965
36	38,2	90,72	1965	29,8	70,25	1966	44,4	5,74	1965	49,4	52,27	1966	60,0	57,35	1966
37	23,6	25,75	1966	51,4	174,72	1967	48,6	3,26	1966	55,6	1,06	1967	59,0	73,49	1967
38	46,0	300,14	1967	32,0	38,21	1968	53,2	41,02	1967	61,4	22,76	1968	64,8	7,69	1968
39	25,2	12,08	1968	23,6	212,63	1969	61,0	201,77	1968	64,2	57,31	1969	65,8	3,14	1969
40	15,4	176,24	1969	46,8	74,27	1970	43,8	8,97	1969	46,8	96,62	1970	46,8	431,51	1970
41	46,6	321,29	1970	36,6	2,50	1971	46,8	0,00	1970	58,0	1,88	1971	76,2	74,43	1971
42	22,0	44,50	1971	42,6	19,52	1972	56,6	96,13	1971	58,6	3,88	1972	83,8	263,32	1972
43	29,4	0,52	1972	32,0	38,21	1973	45,0	3,22	1972	65,2	73,45	1973	69,8	4,96	1973
44	22,2	41,93	1973	30,0	66,94	1975	55,8	81,08	1973	39,0	310,80	1975	61,0	43,20	1975
45	30,0	1,75	1975				30,0	282,09	1975						
Anni			45			44			45			44			44

TABELLA 6 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE DI DURATA ORARIA

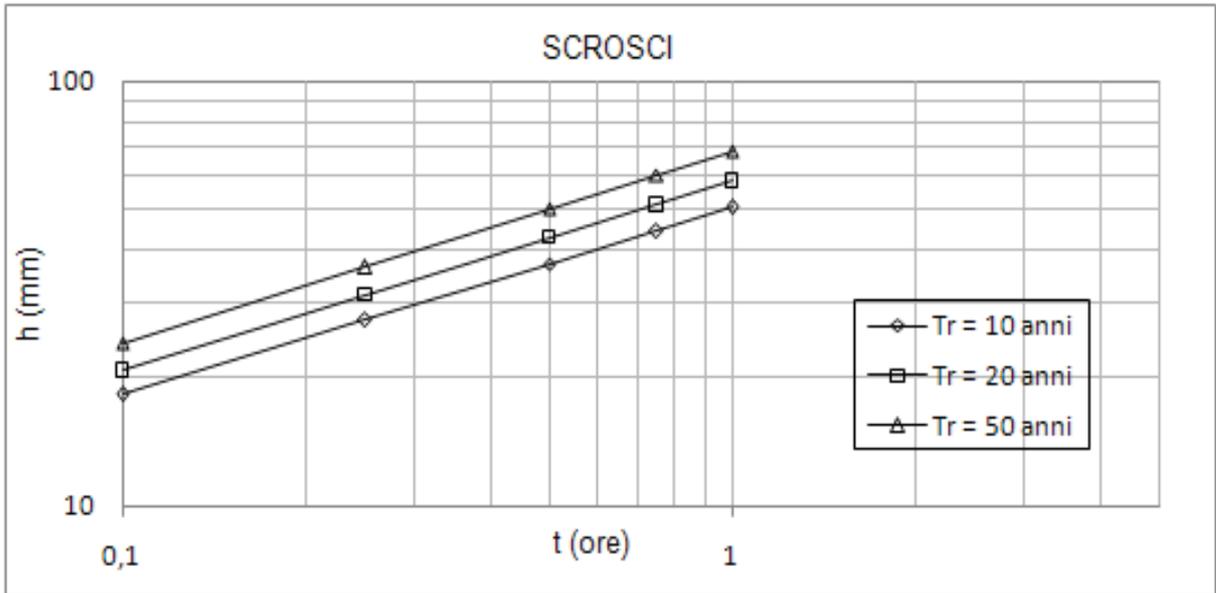
ORA	1	3	6	12	24
N	45	44	45	44	44
XM = MEDIA	28,68	38,18	46,8	56,63	67,57
SOMMA X ²	4598,2	6402,1	8997,2	7645,4	7815,2
SSQM	10,22	12,2	14,3	13,33	13,48
Inserire da tabella S _n	1,1649	1,1632	1,1649	1,1632	1,1632
Inserire da tabella Y _n	0,5463	0,5458	0,5463	0,5458	0,5458
alfa	0,114	0,0953	0,0815	0,0872	0,0863
moda	23,88	32,46	40,09	50,37	61,25

TABELLA 7 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE DI DURATA ORARIA

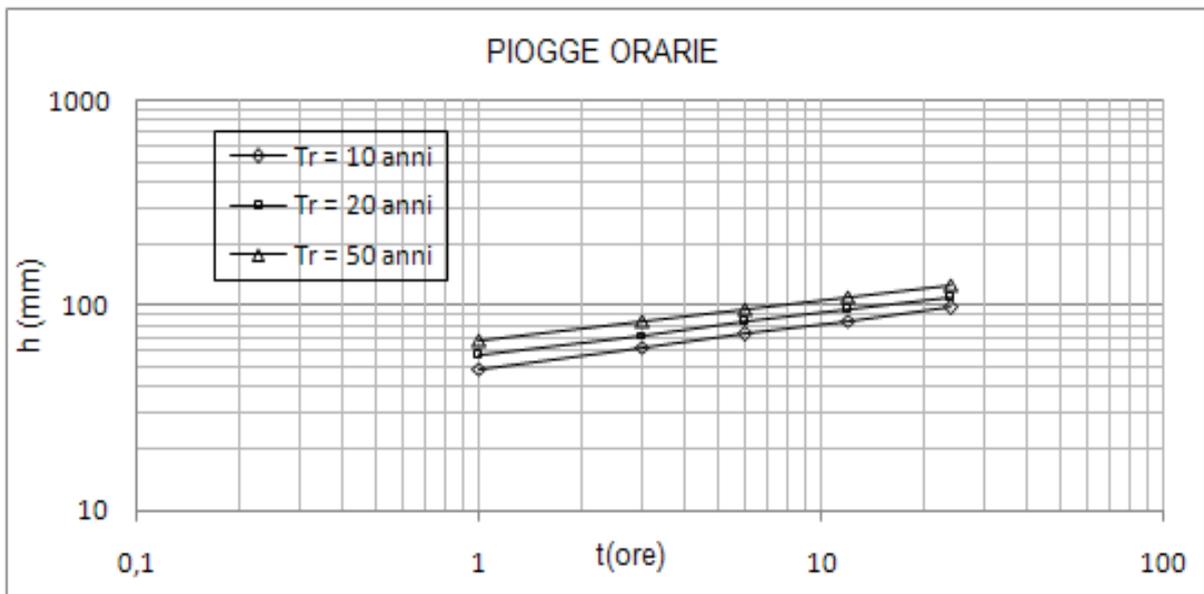
TEMPI DI RITORNO		ORE				
(anni)		1	3	6	12	24
10	h _{max} (mm) =	49,20	62,45	72,58	84,36	98,06
20	h _{max} (mm) =	57,58	72,12	83,14	95,83	110,46
50	h _{max} (mm) =	68,46	84,63	96,74	110,59	126,42

TABELLA 8 - VALORI DI a E n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE DI DURATA ORARIA

TEMPI DI RITORNO	a (mm ore-n)	n
10 anni	49,20	0,217
20 anni	57,58	0,205
50 anni	68,46	0,193



EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)



EQUAZIONI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA PER PIOGGE ORARIE

AUTOCERTIFICAZIONE AI SENSI DELL'ART.46 DEL D.P.R. N.445 DEL 28/12/2000

OGGETTO: Studio di compatibilità idraulica relativo al progetto di nuovo piano di lottizzazione PUA denominato VICENZA – AREA SPECIALE 1 – EX FERROVIERI situato tra Vicolo Benvenuto Campesani e Via Pier Eleonoro Negri nel comune di Vicenza (MISOMALO MARIO e MISOMALO PAOLA).

AUTOCERTIFICAZIONE DI IDONEITA' PROFESSIONALE

Il sottoscritto dott. geol. DAL MOLIN LUCA, avente studio in VICENZA in via Durando n. 75, iscritto all'Ordine dei GEOLOGI della Regione del Veneto al n. 421, sotto la propria personale responsabilità, ai sensi e per gli effetti del D.P.R. n. 445/2000, per le finalità contenute nella D.G.R. n. 2948/2009

DICHIARA

di aver conseguito la laurea in geologia con profilo di studi comprendente i settori dell'idrologia e dell'idraulica e di aver, inoltre, maturato nel corso della propria attività professionale, esperienza negli analoghi settori.

Vicenza, 17 Febbraio 2021

Dott. Luca Dal Molin
Iscritto all'Ordine dei Geologi - Regione Veneto N 421

