

FRANCHETTI

PIAZZALE DELLA VITTORIA 7 - 36071 ARZIGNANO (VI)
TEL. 0444.671443 FAX 0444.456336
INFO@FRANCHETTIGROUP.COM

AGRIFUTURA S.R.L.

287-18

VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE DEGLI EDIFICI 3A E 3B - P.I.R.U.E.A. POMARI

CONSULENZA



ELABORATO

RE 08

SETTORE

AMBIENTE

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

DATA: LUG 2019

SCALA: -

NOME FILE: 287-18_P_O_AM_RE_08.0_Valutazione di compatibilità idraulica

O	DATA	REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	LUG 2019	Prima emissione	Ing. Filippo Scapin	Ing. Umberto Lugli	Ing. Paolo Franchetti

TIMBRI E FIRME

Il Committente

Il Progettista

INDICE

1. PREMESSA.....	5
2. NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA.....	6
3. OBIETTIVI DELLO STUDIO	7
4. CARATTERISTICHE DELL'AREA OGGETTO DI STUDIO.....	8
4.1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED ELEMENTI PROGETTUALI.....	8
4.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO.....	9
4.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO	10
4.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO.....	11
4.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.....	13
4.6 CRITICITÀ' IDRAULICA E IDROGEOLOGICA.....	14
4.6.1 "PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, PIAVE E BRENTA-BACCHIGLIONE" DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI DELL'ALTO ADRIATICO.....	14
4.6.2 "PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE" (PTCP) DELLA PROVINCIA DI VICENZA.....	15
4.6.3 EVENTI ALLUVIONALI RECENTI.....	17
5. PLUVIOMETRIA.....	18
6. CALCOLO DEI VOLUMI DI PIENA.....	19
6.1 PROCEDURA PER IL CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO.....	19
6.2 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO.....	20
6.3 SCELTA DEI COEFFICIENTI DELL'EQUAZIONE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA E LORO RAGGUAGLI.....	21
6.4 PORTATA MASSIMA ALLO SCARICO.....	22
6.5 VERIFICA DEI VOLUMI DI INVASO.....	23
6.5.1 STATO DI PROGETTO.....	23
6.5.2 VOLUME INVASABILE DISPONIBILE.....	25
6.5.3 MANUFATTO DI SCARICO.....	26
7. CONCLUSIONI.....	28

1. PREMESSA

Su incarico della Ditta Agrifutura S.r.l. è stato redatto il presente studio di compatibilità idraulica relativa ai terreni interessati dal progetto di realizzazione di due edifici commerciali nel Comune di Vicenza.

Il presente studio vuole valutare le modifiche nei deflussi superficiali dell'area, derivanti da una diversa destinazione d'uso delle aree interessate dal progetto, e determinare se vi sia la necessità di adottare delle misure compensative per garantire il rispetto dell'invarianza idraulica; il tutto in accordo con la DGR n. 2948 del 06.10.2009. Il principio dell'invarianza idraulica può essere così definito: "Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa."

Le informazioni utili a raggiungere lo scopo prefissato sono state ricavate dal PAT e dal PI del Comune di Vicenza approvati rispettivamente ad agosto 2010 e a febbraio 2013.

2. NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

Il presente studio intende verificare, dal punto di vista idraulico, la perseguibilità dell'iniziativa proposta per l'area in esame, sottoponendola alle restrittive normative previste per le varianti urbanistiche.

Le disposizioni regionali in materia di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico e le indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici, riportate nella DGR n. 2948/09, pongono dei vincoli stringenti all'attività di pianificazione urbanistica. Tali disposizioni subordinano l'approvazione di nuovi strumenti urbanistici, o di loro varianti, al parere di conformità idraulica espresso dalla competente autorità idraulica, individuata dalla Regione Veneto nel Genio Civile Regionale. Al fine di emettere detto parere, l'autorità deve avvalersi del giudizio degli Enti di settore competenti per territorio.

Le disposizioni regionali hanno lo scopo di prevenire possibili dissesti idraulici ed idrogeologici non contemplati dai PAI, in quanto questi ultimi prendono ovviamente in esame soltanto lo stato di fatto e non le modifiche eventualmente introdotte da strumenti pianificatori di data posteriore alla conclusione degli studi di piano.

Nella delibera di GR n. 2948/09, dopo l'esperienza acquisita negli anni di applicazione della DGR n. 3637/02 e delle sue modifiche e integrazioni, è recepita la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica. Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrogeologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire la cosiddetta "invarianza idraulica". Si tratta di un principio da osservare nelle trasformazioni del territorio che viene così definito: "Per trasformazione del territorio ed invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa". Le modalità operative e le indicazioni tecniche per la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica sono contenute nell'Allegato A alla DGR 2948/09.

Con riferimento alle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque si segnala in particolare che:

- al comma 11 dell'art. 20, si prevede la necessità di dimensionare le reti di fognatura cui afferiscono le acque di pioggia eseguendo il calcolo delle portate sia con il sistema statistico tradizionale, sia con i sistemi di calcolo aggiornati che tengono conto del cambiamento climatico globale, adottando quindi i risultati più cautelativi;
- all'art. 39, si fa riferimento alle acque meteoriche di dilavamento, alle acque di prima pioggia e alle acque di lavaggio. In particolare, per tutte le varianti che trasformano il territorio si segnala la necessità di presentare a corredo una Valutazione di Compatibilità Idraulica che, tenendo conto del principio di invarianza idraulica, preveda la realizzazione di manufatti per il trattamento delle acque di prima pioggia e di invasi di stoccaggio temporaneo entro cui immagazzinare le acque in eccesso drenate, scaricandole nel corpo idrico recettore solo ad evento di piena esaurito.

3. OBIETTIVI DELLO STUDIO

Lo studio è stato principalmente finalizzato ad individuare, nell'ambito territoriale considerato, il funzionamento idraulico della rete idrografica minore, in occasione di eventi di piena generati dalle precipitazioni più intense, in grado di produrre condizioni critiche per il sistema di drenaggio e di causare esondazioni ed allagamenti di porzioni più o meno estese di territorio.

La fase preliminare dell'indagine è iniziata con la raccolta delle informazioni derivanti dalla pianificazione territoriale del Comune di Vicenza, nello specifico dalla Valutazione di compatibilità idraulica del PI del comune di Vicenza.

Successivamente è stato valutato il comportamento idrologico del territorio interessato dalla realizzazione dell'intervento, mediante l'applicazione di un modello idrologico in grado di simulare eventi di piena sintetici, partendo dalle precipitazioni di diversa durata e con assegnato tempo di ritorno probabile.

L'area di intervento è situata ad ovest del centro storico del comune di Vicenza, nel Quartiere denominato "San Felice - Pomari".

In prossimità si trova la tangenziale ovest - Viale del Sole S.S. n. 46 del Pasubio, diretto collegamento per il casello dell'A4 Torino - Trieste.

4.2 INQUADRAMENTO IDROGRAFICO

Le due aste fluviali principali, che percorrono la città di Vicenza, sono costituite dal fiume Bacchiglione e dal fiume Retrone, che attraversano il centro storico cittadino. Accanto a queste si trovano una serie di canali minori, rogge e scoli necessari al drenaggio e all'irrigazione delle aree agricole. In particolare, nelle vicinanze del sito di intervento scorre la Roggia Dioma.

Il fiume *Bacchiglione* riceve le acque provenienti da un bacino idrografico esteso su una superficie di oltre 400 km², delimitato a sud-ovest dal bacino del torrente Agno-Guà, a nord dal bacino del fiume Adige e a nord-est dal bacino del torrente Astico-Tesina.

L'origine del fiume viene fatta coincidere con quella del torrente Leogra, che nasce da Pian delle Fugazze e attraversa un territorio che tocca la quota massima di 2.235 m s.m.m. in prossimità del Monte Pasubio ed è interessato da un regime pluviometrico particolarmente intenso con precipitazioni che raggiungono il valore medio annuo di circa 2000 mm. Il corso d'acqua assume la denominazione Bacchiglione in corrispondenza dell'immissione del torrente Igna, in arrivo dalla sinistra idrografica, e una volta entrato nel territorio comunale di Vicenza riceve dalla destra il torrente Giara-Orolo. Infine, in prossimità di Parco Querini, si immette dalla sinistra il torrente Astichello. L'attraversamento del centro urbano avviene lungo l'incolme artificiale realizzata nel 1886 al fine di spostare verso valle la confluenza con il fiume Retrone che si immette dalla destra presso Borgo Berga.

Il bacino idrografico del fiume *Retrone* copre una superficie di circa 129 km² suddivisa tra territorio collinare, con quote che superano i 400 m s.m.m., e di pianura. La parte montana del bacino è costituita dalle valli morfologicamente simili e dalla forma allungata dei torrenti Onte e Valdiezza, che corrono parallele in direzione nord-sud all'interno dei limiti amministrativi dei Comuni di Castelgomberto, Gambugliano, Monteviale, Sovizzo, Creazzo e per un breve tratto del Comune di Trissino.

Sempre in direzione nord-sud corre, parallela al Valdiezza, la valle della roggia Dioma, confinata a ovest da versanti collinari. A est invece il bacino presenta un andamento prevalentemente pianeggiante delimitato dal corso del torrente Orolo. La roggia Dioma drena un bacino di circa 29 km² che rientra nei Comuni di Isola Vicentina, Costabissara, Monteviale, Creazzo e Vicenza. Giunta in prossimità dell'immissione nel Retrone, la Dioma viene alimentata dalla portata proveniente dalla zona industriale di Vicenza.

La parte meridionale del bacino del Retrone rientra nei territori comunali di Montecchio Maggiore, Altavilla Vicentina e Arcugnano e coincide per lo più con il bacino del Fosso Cordano.

L'origine dell'asta fluviale del Retrone può essere fissata alla confluenza tra i torrenti Onte e Valdiezza, nelle vicinanze del centro urbano di Sovizzo; da qui si estende per circa 13 km fino alla sua immissione nel fiume Bacchiglione attraversando i Comuni di Sovizzo, Creazzo, Altavilla Vicentina e Vicenza.

Il primo affluente di una certa importanza è il Fosso Riello che giunge dalla destra idrografica in prossimità di Olmo di Creazzo poco a monte dell'attraversamento della Strada Statale n. 11. Lungo questo tratto il fiume, che scorre con quota inferiore al piano campagna e risulta scarsamente arginato, riceve alcuni modesti contributi che si possono ritenere uniformemente distribuiti. Oltre questa confluenza il Retrone riceve solamente i contributi della roggia Dioma, proveniente dalla sinistra idrografica, e del Fosso Cordano, proveniente dalla destra. In conseguenza di questi due apporti il fiume giunge in località Sant'Agostino con una portata più che raddoppiata rispetto a quella iniziale che defluisce a Sovizzo. Le criticità idrauliche del Fiume Retrone si

manifestano lungo tutta l'asta fluviale per due motivi distinti. Nel tratto di monte la sezione idraulica risulta ridotta, scarsamente arginata, ed è sufficiente l'arrivo di una portata di modesta entità per determinare esondazioni che si estendono soprattutto in destra idrografica in conseguenza dell'andamento altimetrico dei terreni circostanti. Nel tratto di valle, pur essendo la sezione idraulica di maggiori dimensioni e il fiume protetto da argini di notevole altezza, il deflusso viene ostacolato dalla riduzione della velocità provocata dal rigurgito dovuto al concomitante innalzamento del livello nel fiume Bacchiglione. Oltre a causare il sormonto degli argini del Retrone, l'innalzamento del livello non permette il libero deflusso delle acque della roggia Dioma che a sua volta provoca l'allagamento della zona industriale di Vicenza.

4.3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il territorio comunale presenta a sud una zona di rilievi collinari appartenenti alle propaggini più settentrionali dei Monti Berici e 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. Il sottosuolo dell'alta e media pianura è costituito prevalentemente da grandi conoidi ghiaiosi deposti 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 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.

In particolare, dall'analisi della Figura 3 è possibile osservare che l'area in esame è caratterizzata dalla presenza di depositi fini di origine alluvionale presenti nella parte centrale e meridionale del territorio comunale.

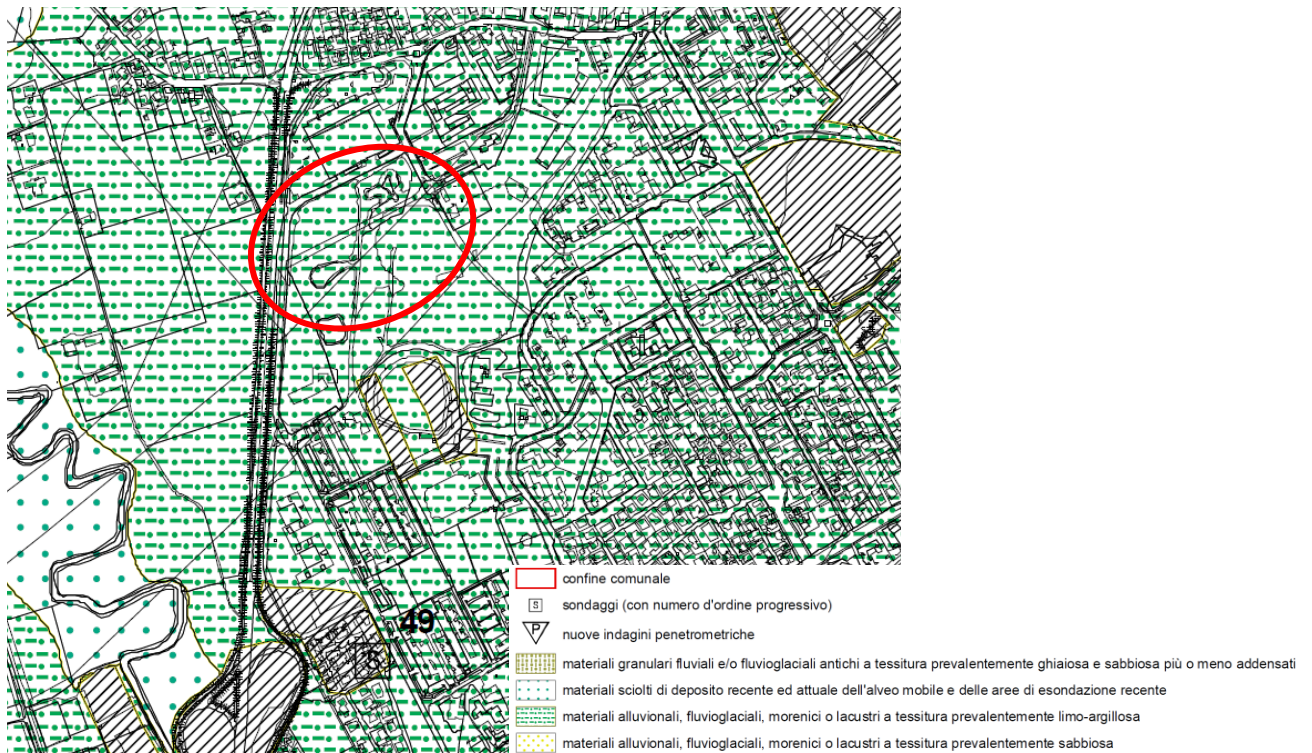


Figura 3: Estratto della geolitologica del PAT di Vicenza

4.4 INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

Sotto l'aspetto geomorfologico il territorio comunale di Vicenza presenta un aspetto piuttosto articolato attribuibile alle condizioni litologiche dell'area, caratterizzata da terreni alluvionali solcati da numerosi corsi d'acqua e da rilievi collinari carbonatici.

L'area in esame rientra in una area sub-pianeggiante con altitudine media di 35 m s.l.m.

Secondo quanto riportato nella cartografia del PAT l'area risulta stabile dal punto di vista morfologico.

La Carta delle Fragilità localizza l'area d'indagine all'interno di un'area idonea, che secondo la normativa di piano (art. 14 NTA del PAT), "si tratta di aree in cui la falda risulta sempre maggiore di 2 metri di profondità da piano campagna. Esse sono costituite prevalentemente da depositi granulari a diversa pezzatura (sabbie e ghiaie fini) in matrice limosa argillosa di caratteristiche geotecniche buone. Tali aree peraltro sono ad alta vulnerabilità per gli acquiferi sotterranei; in tali aree non c'è alcun limite all'edificabilità; l'indagine geologica sarà redatta come previsto dalla normativa vigente e sarà necessaria per fornire i parametri corretti per la progettazione delle fondazioni anche in chiave antisismica e sarà necessario un adeguato approfondimento delle condizioni idrogeologiche al fine di valutare il rischio idrogeologico per le falde sotterranee e venga adeguatamente progettato l'eventuale sistema per il trattamento degli scarichi reflui (per quelli convogliati nel suolo e sottosuolo), ed eventuali azioni di mitigazione per ridurre i rischi di impatto per gli acquiferi sotterranei."

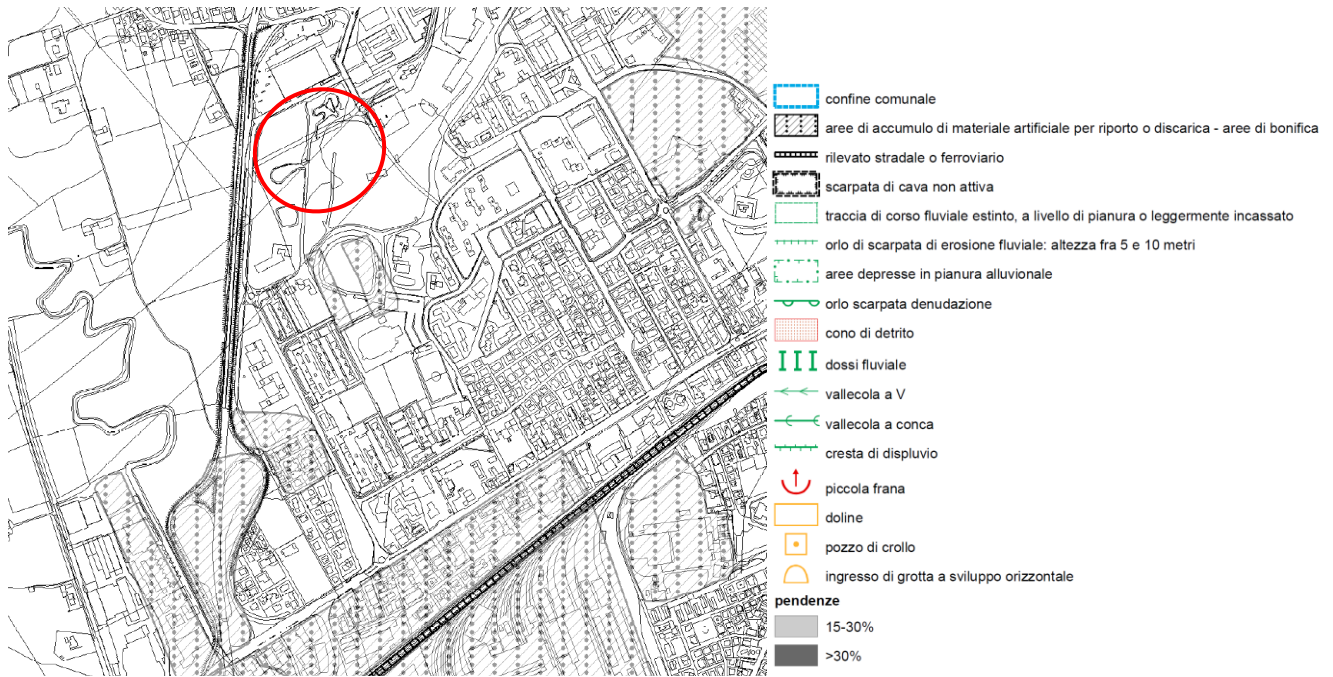


Figura 4: Estratto geomorfologica del PAT di Vicenza



Figura 5: Estratto della Carta delle fragilità del PAT di Vicenza

4.5 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La situazione idrogeologica del sottosuolo è caratterizzata dalla presenza di una falda superficiale a carattere freatico evidenziata dalle curve isofreatiche, equidistanti due metri, presenti nella tavola idrogeologica del PAT del comune di Vicenza riportata in Figura 6. Esse sono state ricavate da una campagna piezometrica effettuata nel territorio comunale nel dicembre 2006 in periodo di magra.

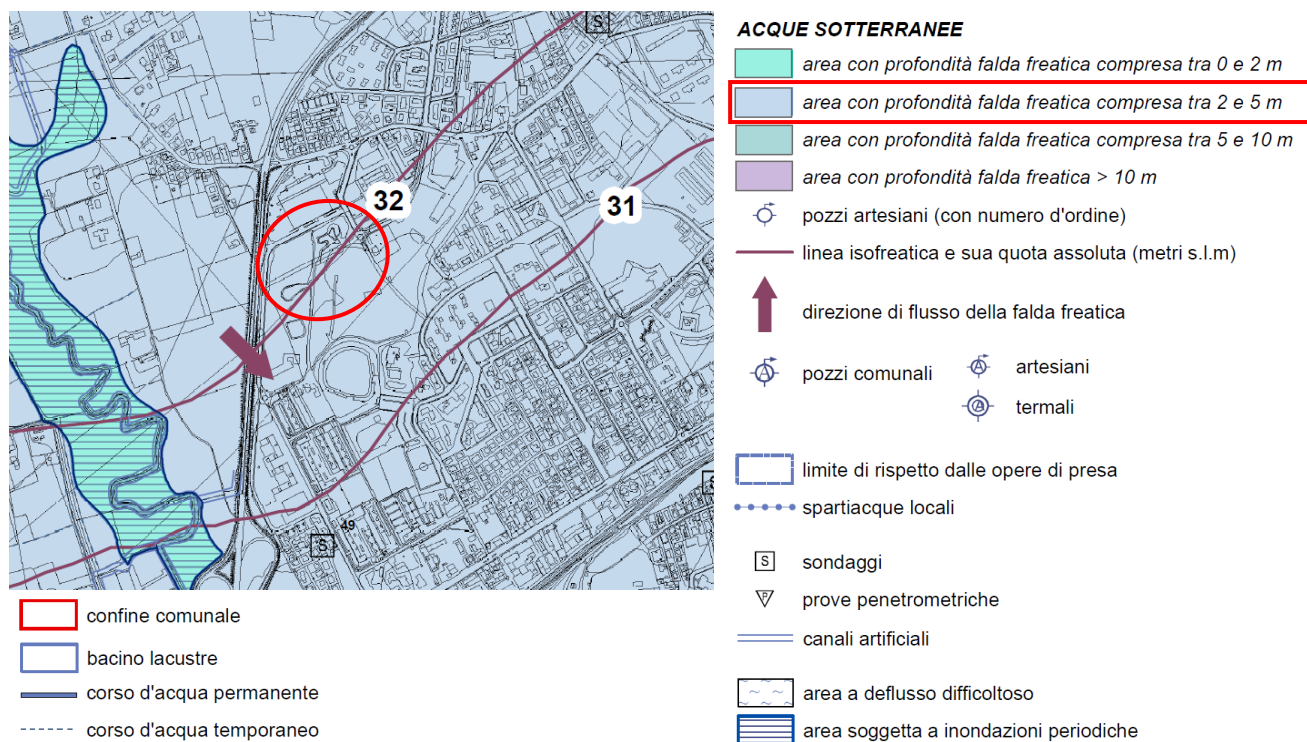


Figura 6: Estratto della Carta Idrogeologica del PAT di Vicenza

L'orientamento generale NW-SE delle isofreatiche nell'ambito del territorio comunale, ottenute dalle misure di campagna, concorda con i dati pregressi (Carta delle Isofreatiche Regionale - PRG dei comuni limitrofi). Vi sono alcune evidenze che segnalano un asse di deflusso presente al centro del territorio con direzione SE dove sembra esserci una maggiore presenza di sabbie.

Il deflusso naturale dell'acquifero freatico avviene, in superficie, con un gradiente di circa 0.08%, intercettato alle volte da numerosi scoli e fossi di drenaggio. In profondità avviene attraverso l'alimentazione del sistema acquifero a falde confinate da livelli limoso-argillosi permeabili.

La falda freatica presenta soggiacenze variabili, rispetto al piano campagna, da zona a zona: nei settori di pianura la soggiacenza varia da circa 7 a 0,5 metri dal piano campagna, attestandosi comunque su valori medi di 1,5 metri.

L'alimentazione della falda freatica è dovuta oltre che da apporti meteorici, da dispersioni di subalveo nei settori a nord del territorio, da parte delle rete idrica superficiale e in misura preponderante dalle irrigazioni effettuate nel periodo da aprile a settembre. Nelle aree solcate dai maggiori corsi d'acqua si manifestano deflussi convergenti verso gli assi drenanti maggiori. Il regime della falda è caratterizzato da una fase di piena tardo estiva ed una di magra con minimi nel mese di aprile. Nel corso dell'anno la superficie della falda oscilla di circa massimo 2 metri presentando una fase di piena tardo estiva ed una di magra primaverile.

La presenza nel sottosuolo di livelli argilloso-limosi di una certa consistenza e continuità determina il costituirsi di diverse falde artesiane oltre alla freatica. Sono attualmente più sfruttati gli acquiferi relativi ai livelli sabbiosi compresi fra 20 e 40 metri mediamente e quelli oltre i 60 metri di profondità dal piano campagna a seconda della zona.

Nel sito di interesse la falda freatica si attesta a circa 32 m s.l.m., ad una profondità dal p.c. compresa tra 2 e 5 m.

4.6 CRITICITÀ' IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

L'area in esame, posizionata in prossimità del centro della città di Vicenza, ricade entro il bacino idrografico del fiume Bacchiglione. Per valutare le condizioni idrauliche di tale zona si sono consultati alcuni studi redatti dagli enti territoriali competenti. A tale riguardo:

- l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione ha redatto ed approvato il "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione" (P.A.I.);
- la Provincia di Vicenza ha proceduto alla stesura del proprio "Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale" e, attraverso l'Ufficio di Protezione Civile, del "Programma provinciale di previsione e prevenzione dei rischi".

4.6.1 "PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI DEI FIUMI ISONZO, TAGLIAMENTO, PIAVE E BRENTA-BACCHIGLIONE" DELL'AUTORITÀ DI BACINO DEI FIUMI DELL'ALTO ADRIATICO

La normativa nazionale sulla difesa del suolo è costituita dal D. Lgs. 03/04/2006 n. 152, che ha sostituito la legge 18 maggio 1989, n. 183, "*Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo*", mantenendone però i contenuti e le finalità.

Nel D. Lgs. n. 152/2006 la difesa del suolo è intesa come prevenzione dal rischio idrogeologico: pertanto il decreto ha previsto che l'intero territorio sia ripartito in bacini idrografici, per i quali si dovranno elaborare i Piani di Bacino, a cura delle competenti Autorità di Bacino distrettuali.

Su scala nazionale, ai sensi dell'art. 64 del D. Lgs. n. 152/2006, il territorio è suddiviso in 8 distretti idrografici, organizzati in altrettante Autorità di Bacino distrettuali, comprendenti uno o più bacini idrografici. I bacini idrografici sono classificati di importanza nazionale, interregionale e regionale.

Il Comune di Vicenza fa parte del bacino del fiume Brenta - Bacchiglione ed ha competenza su di esso l'Autorità di Bacino per i fiumi dell'Alto Adriatico.

Il Piano di Bacino per i fiumi dell'Alto Adriatico, di importanza nazionale, consiste nell'unione dei piani relativi ai fiumi costituenti (Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta - Bacchiglione), ai quali sono associati bacini di importanza regionale e interregionale.

L'Autorità di Bacino ha approvato il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione (PAI 4 Bacini) con DPCM 21 novembre 2013 (G.U. n. 97 del 28.04.2014).

Di seguito si riporta un estratto della perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica da cui si desume che l'area del progetto si trova a circa 400 m da zone interessate da pericolosità idraulica media (che si concentrano lungo gli argini della Roggia Dioma, affluente del Fiume Retrone), ma che tali rischi non la interessano direttamente.

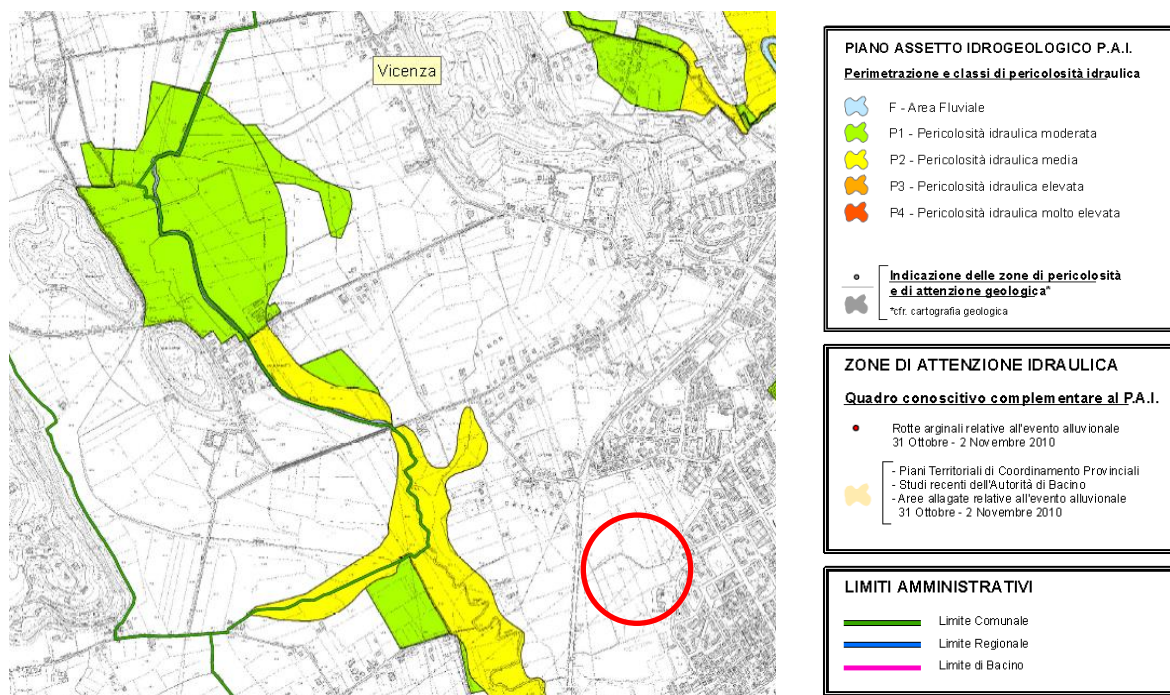


Figura 7: Perimetrazione delle aree a diverso grado di pericolosità idraulica – Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta – Bacchiglione.

4.6.2 “PIANO TERRITORIALE DI COORDINAMENTO PROVINCIALE” (PTCP) DELLA PROVINCIA DI VICENZA

Il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Vicenza è stato approvato con DGR n. 708 del 02.05.2012 ed è lo strumento di pianificazione che delinea gli obiettivi e gli elementi fondamentali dell’assetto del territorio provinciale in coerenza con gli indirizzi per lo sviluppo socio-economico provinciale, con riguardo alle prevalenti vocazioni, alle sue caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche, paesaggistiche ed ambientali. In particolare, la Carta delle Fragilità del Piano Territoriale Provinciale di Coordinamento riporta le perimetrazioni del P.A.I. e quelle del Piano Provinciale di Emergenza di Protezione Civile, le cui perimetrazioni sono state ottenute integrando un’indagine statistica svolta fino al 1999 dalla Regione Veneto e dall’Unione Veneta Bonifiche con i perimetri definiti nella pubblicazione delle aree a rischio di allagamento del Consorzio di Bonifica Medio Astico Bacchiglione.

Le aree a rischio sono considerate al di fuori dei perimetri del P.A.I. e vengono definite “ulteriori aree soggette ad allagamento non ricomprese nel P.A.I. e risultanti dal Piano Provinciale di Emergenza, di cui alle seguenti classi di rischio:

- R1: rischio moderato;
- R2: rischio medio;
- R3: rischio elevato;
- R4: rischio molto elevato.

In particolare tralasciando le aree a rischio moderato R1, si evidenziano le seguenti criticità per quanto concerne il territorio del comune di Vicenza:

- rischio R2: aree a ridosso del fiume Retrone e del fiume Tesina
- rischio R3: aree a ridosso del fiume Retrone, del fiume Bacchiglione del fiume Astichello e del fiume Tesina;
- rischio R4: non si riscontrano aree ricadenti in questa fascia di rischio.

Si riportano le percentuali di territorio del Comune di Vicenza ricadenti nelle aree a rischio:

- rischio R1: 5,778% del territorio comunale (corrispondenti a circa 465 ha);
- rischio R2: 2,925% del territorio comunale (corrispondenti a circa 235 ha);
- rischio R3: 6,568% del territorio comunale (corrispondenti a circa 529 ha).

Nella tavola riportata di seguito (estratto della Carta delle Fragilità del PTCP) sono rappresentate anche le aree di pericolosità del P.A.I. (P1 e P2). Dall'analisi della stessa risulta evidente l'assenza di zone a rischio idraulico o pericolosità idraulica nell'area di intervento.

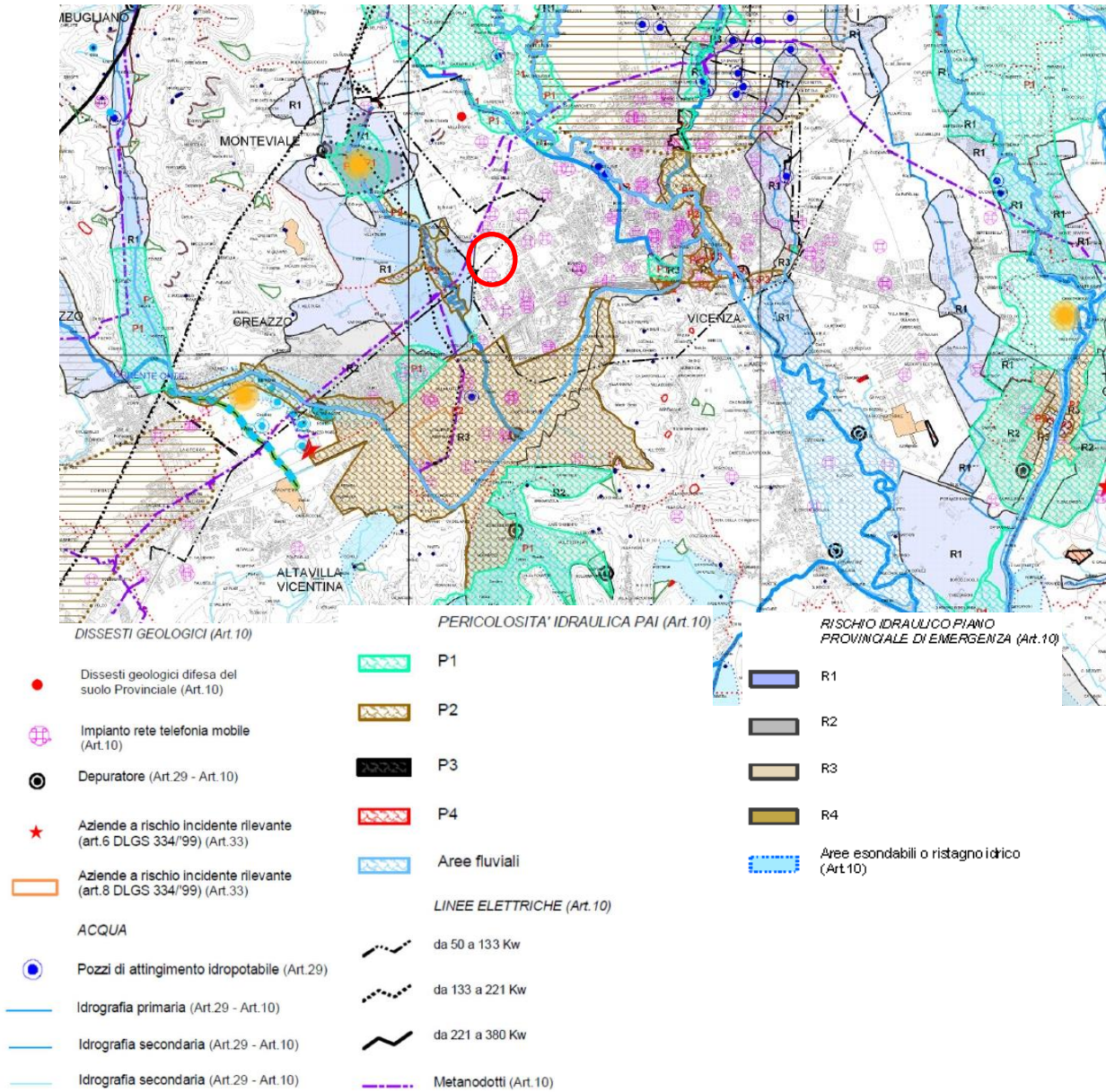


Figura 8: Estratto Tavola 2 - Carta delle Fragilità (PTCP Vicenza)

4.6.3 EVENTI ALLUVIONALI RECENTI

È rilevante segnalare come l'area di intervento non sia stata interessata né dall'alluvione di maggio 2013, né dalla ben più disastrosa di novembre 2010.

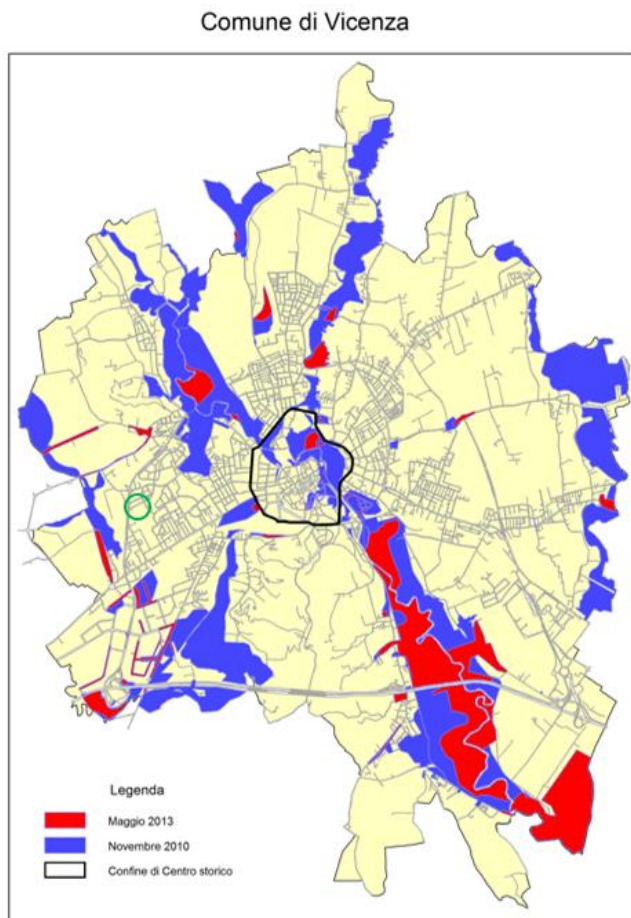


Figura 9: Mappa delle aree allagate 2010-2013. Fonte: sito web del comune di Vicenza. L'area di indagine è evidenziata in verde.

5. PLUVIOMETRIA

Al fine di effettuare delle considerazioni sull'invarianza idraulica, è necessario effettuare un'analisi delle precipitazioni per individuare l'equazione di possibilità pluviometrica più rappresentativa per l'area oggetto di intervento; essa è l'equazione che stabilisce l'altezza di precipitazione h dovuta ad un evento di durata ipotetica t in funzione della probabilità che esso ha di verificarsi, espressa, quest'ultima, dal tempo di ritorno T_r (numero di anni durante i quali mediamente un determinato evento può essere superato o eguagliato una volta).

Nel caso in oggetto, all'interno della valutazione di compatibilità idraulica del PI del Comune di Vicenza sono riportate le seguenti curve di possibilità pluviometrica, relative alla stazione di Vicenza.

Coefficienti dell'equazione pluviometrica		
$h=at^n$		
ER PRECIPITAZIONI BREVI		
T_r (anni)	a	n
10	50,190	0,4394
20	57,962	0,4458
50	68,020	0,4518
200	83,065	0,4582

Stazione pluviometrica di Vicenza

Coefficienti dell'equazione pluviometrica		
$h=at^n$		
PER PRECIPITAZIONI ORARIE		
T_r (anni)	a	n
10	49,198	0,2171
20	57,585	0,2050
50	68,462	0,1931
200	84,761	0,1804

Stazione pluviometrica di Vicenza

Figura 10: Coefficienti dell'equazione pluviometrica. Fonte: PI del Comune di Vicenza

Dove h è l'altezza di precipitazione (mm), t rappresenta la durata dell'evento piovoso (ore) e a , n sono i parametri corrispondenti alle caratteristiche pluviometriche locali.

Il valore del T_r che verrà adottato per il caso in esame è pari a 50 anni.

6. CALCOLO DEI VOLUMI DI PIENA

Nell'area di studio verranno realizzati due fabbricati, denominati 3A e 3B.

Le aree di intervento verranno ripartite secondo quanto riportato nella seguente Tabella 1.

Tipologia superficie	Edificio 3A	Edificio 3B
Superficie del lotto [m2]	19070	16239
Superficie impermeabile [m2]	3444.8	1876.76
Superficie semipermeabile [m2]	2712	2508
Superficie verde [m2]	956.5	816.75
Superficie drenante [m2]	3291.5	3064.69
Superficie coperta [m2]	8665.2	7972.8

Tabella 1: Ripartizione delle superfici

La totalità dell'area destinata a parcheggio è progettata con l'utilizzo di elementi drenanti con coefficiente di deflusso minore di 0.4 (per precauzione è stato considerato ugualmente un coefficiente di 0.4).

La superficie soggetta al comma 3, art. 39 del PTA, e che quindi necessita di trattamento prima dello scarico, si suddivide in aree completamente impermeabili con coefficiente di afflusso 0.9 ed altre semipermeabili con coefficiente 0.6.

6.1 PROCEDURA PER IL CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

Al fine di garantire l'invarianza idraulica si deve verificare che i volumi di invaso imposti siano sufficienti a laminare le portate in arrivo.

Per calcolare il volume efficace di laminazione si è 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. Il volume di pioggia in ingresso nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere nel seguente modo:

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

Dove:

S superficie del bacino drenato;

φ coefficiente di deflusso medio dell'area.

Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo t di tempo può invece essere espresso come:

$$V_{OUT} = Q_{OUT} \cdot t$$

Dove:

Q_{OUT} portata in uscita dal sistema.

Il volume di pioggia da invasare al tempo t è dato dalla differenza tra il volume in ingresso e quello in uscita dal sistema:

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = s \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{OUT} \cdot t$$

Derivando l'espressione precedente rispetto al tempo si riesce a trovare la durata di pioggia, tempo critico t_{cr} , che massimizza il volume invasato.

Esso risulta essere:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{OUT}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{1/(n-1)}$$

Quindi il volume da assegnare al sistema di invaso sarà:

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

6.2 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il coefficiente di deflusso φ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi.

Nell'allegato A alla D.G.R. 2948 del 06/10/2009 si riportano i seguenti valori dei coefficienti di deflusso relativi alle diverse superfici:

Tipo di area	Coefficiente di deflusso
Area agricola	0,1
Superfici permeabili (aree verdi)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali...)	0,9

Figura 11 Valori dei coefficienti di deflusso contenuti nell'Allegato A del Dgr. 2948.

Per calcolare le portate defluenti sull'area e quindi i volumi come sopra esposto, si fa riferimento ad un coefficiente di deflusso medio, pesato a seconda dell'estensione (S_i) e della tipologia di superfici (φ_i) che costituiscono il bacino scolante oggetto di studio.

$$\varphi_{medio} = \frac{\sum S_i \cdot \varphi_i}{S}$$

Nel caso in esame, la superficie totale è stata scomposta individuando separatamente i lotti 3A e 3B.

Le aree nelle quali sono presenti elementi drenanti, che hanno un coefficiente di deflusso minore di 0,4, sono state considerate in via cautelativa con φ pari a 0,4, mentre la zona di copertura è stata indicata con un coefficiente di 0,9.

Di seguito si riporta, per ciascuna zona, un confronto tra i coefficienti di afflusso precedenti e successivi all'intervento:

STATO DI FATTO - LOTTO 3A			
Superficie	Estensione [m ²]	Coefficiente di deflusso φ	Coefficiente di deflusso medio
Superficie Impermeabile	3310	0,9	0.32
Aree Verdi	15760	0,2	
Totale	19070		

Tabella 2: Stato di fatto lotto 3A

STATO DI PROGETTO - LOTTO 3A			
Superficie	Estensione [m ²]	Coefficiente di deflusso φ	Coefficiente di deflusso medio
Impermeabile	3444,8	0,9	0.74
Semipermeabile (grigliati)	2712	0,6	
Parcheggi e marciapiedi drenanti	3291,5	0,4	
Aree verdi di progetto	956,5	0,2	
Copertura	8665,2	0,9	
Totale	19070		

Tabella 3: Stato di progetto lotto 3A

La zona A comprende la zona identificata come lotto 3A. E' possibile notare come a seguito della modifica dell'uso del terreno il coefficiente di deflusso medio da 0.32 diventa 0.74.

STATO DI FATTO - LOTTO 3B			
Superficie	Estensione [m ²]	Coefficiente di deflusso ϕ	Coefficiente di deflusso medio
Superficie Impermeabile	0	0,9	0.2
Aree Verdi	16239	0,2	
Totale	16239		

Tabella 4: Stato di fatto lotto 3B

STATO DI PROGETTO - LOTTO 3B			
Superficie	Estensione [m ²]	Coefficiente di deflusso ϕ	Coefficiente di deflusso medio
Impermeabile	1876.76	0,9	0.72
Semipermeabile (grigliati)	2508	0,6	
Parcheggi e marciapiedi drenanti	3064.69	0.4	
Aree verdi di progetto	816.75	0.2	
Copertura	7972.8	0.9	
Totale	16239		

Tabella 5: Stato di progetto lotto 3B

La zona B comprende l'area identificata con il lotto 3B. E' possibile notare come il coefficiente di deflusso medio aumenti da 0.2 nello stato di fatto a 0.72 nello stato di progetto.

6.3 SCELTA DEI COEFFICIENTI DELL'EQUAZIONE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA E LORO RAGGUAGLI

Come previsto da normativa (DGRV n.2948 del 06.10.09), si considerano i coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica corrispondenti ad un tempo di ritorno $T_r=50$ anni.

Si è proceduto a modificare i parametri a ed n come segue:

- Il parametro n è stato moltiplicato per $4/3$ per considerare il fatto che il coefficiente di deflusso varia con la durata della precipitazione;
- Entrambi i coefficienti sono poi stati ragguagliati rispetto all'estensione dell'area oggetto d'intervento applicando le formule dovute a Puppini, valide per un'area $S < 1300$ ha, per durate non superiori a 24 h e superficie S espressa in ettari:

$$\bar{a} = a \left[1 - 0,052 \frac{S}{100} + 0,002 \left(\frac{S}{100} \right)^2 \right] \qquad \bar{n} = n + 0,0175 \frac{S}{100}$$

Si riportano nelle tabelle seguenti i parametri della curva di possibilità pluviometrica, ragguagliati alle aree considerate. Viste le ridotte dimensioni dei bacini analizzati le curve di possibilità pluviometrica utilizzate nella relazione sono quelle ricavate a partire dalle precipitazioni di breve durata.

Lotto	Durata	Parametro a' [mm/h ⁿ]	Parametro n'
3A	< ora	67.95	0.6027
3B	< ora	67.96	0.6027

Tabella 6: Parametri della curva di possibilità pluviometrica

I parametri indicati nella Tabella 6 sono i valori pluviometrici utilizzati per il calcolo dell'invarianza idraulica del bacino.

6.4 PORTATA MASSIMA ALLO SCARICO

L'invarianza idraulica deve essere rispettata imponendo che nella situazione futura si scarichi nella rete idrica attualmente utilizzata una portata di piena non superiore a quella attuale. Le portate superiori, causate dall'aumento della superficie impermeabile devono essere laminate attraverso opportune vasche e bacini o tramite il sovradimensionamento delle condotte.

Per calcolare tale portata che sarà la Q_{MAX} , portata imposta allo scarico, si è proceduto tramite il metodo Cinematico. Esso si basa sulla considerazione che il tempo di corrivazione (t_c) sia definito come il tempo che la particella d'acqua, caduta nel punto idraulicamente più lontano impiega per raggiungere la sezione di chiusura. Per trovare il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato bisogna imporre un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione; in tal modo tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima.

$$Q_{max} = \varphi_{medio} \cdot S \cdot h/t_c$$

Per calcolare i tempi di corrivazione relativi a bacini di piccole dimensioni si è fatto ricorso alla seguente formula:

$$t_c = \left[26,3 \frac{(L/K_s)^{0,6}}{3600^{(1-n)0,4} \cdot a^{0,4} \cdot i^{0,3}} \right]^{1/(0,6+0,4n)}$$

Dove:

- L è la lunghezza massima del percorso effettuato dalla particella caduta nel punto idraulicamente più lontano;
- K_s è il coefficiente di scabrezza secondo Gauckler-Strickler;
- i è la pendenza con cui l'acqua viene scaricata a gravità;
- a ed n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica utilizzati.

Al valore risultante è stato poi aggiunto un tempo di accesso alla rete imposto pari a 15 s.

Nel computo effettuato i singoli lotti sono stati ripartiti in tre aree differenti a seconda delle diverse reti di raccolta delle piogge. Infatti sono state individuate una rete per la raccolta d'acqua proveniente dai parcheggi e dalla viabilità interna, mentre è stata suddivisa in due la rete di raccolta delle acque di copertura, ripartendo i volumi ricadenti sul lato sinistro e destro della copertura.

Nella Tabella 7 sono riportati i valori principali del calcolo delle portate delle aree considerate.

Lotto 3A	Aree scoperte	Tempo di corrivazione [min]	13.67
		Altezza di pioggia [mm]	27.88
		Portata massima attualmente scaricata (<1h) [l/s]	149.60
	Area tetto sinistra	Tempo di corrivazione [min]	5.28
		Altezza di pioggia [mm]	15.73
		Portata massima attualmente scaricata (<1h) [l/s]	40.81
	Area tetto destra	Tempo di corrivazione [min]	5.36
		Altezza di pioggia [mm]	15.87
		Portata massima attualmente scaricata (<1h) [l/s]	44.97
Lotto 3B	Aree scoperte	Tempo di corrivazione [min]	14.14
		Altezza di pioggia [mm]	28.46
		Portata massima attualmente scaricata (<1h) [l/s]	55.50
	Area tetto sinistra	Tempo di corrivazione [min]	5.23
		Altezza di pioggia [mm]	15.64
		Portata massima attualmente scaricata (<1h) [l/s]	40.76
	Area tetto destra	Tempo di corrivazione [min]	6.66
		Altezza di pioggia [mm]	18.10
		Portata massima attualmente scaricata (<1h) [l/s]	35.17

Tabella 7: Tempo di corrivazione, altezza di pioggia e portata massima scaricata

L'altezza di pioggia è basata sulla curva di possibilità pluviometrica relativa agli scrosci, mentre per determinare la portata attualmente scaricata dall'area è stato usato il Metodo Cinematico.

6.5 VERIFICA DEI VOLUMI DI INVASO

L'invarianza idraulica deve essere rispettata imponendo che nella situazione futura si scarichi nella rete idrica attualmente utilizzata una portata di piena non superiore a quella attuale. Le portate superiori, causate dall'aumento della superficie impermeabile devono essere laminate attraverso opportune vasche e bacini o tramite il sovradimensionamento delle condotte.

È stata verificata la possibilità di contenere i volumi d'acqua d'invaso tramite il sovradimensionamento delle condotte della rete fognaria e con l'utilizzo di un sistema di invaso in tubazioni di cls o con sistema di elementi modulari.

6.5.1 STATO DI PROGETTO

Sono state suddivise le diverse superfici interessate al calcolo dei volumi d'invaso ed è stato calcolato il massimo volume da invasare caratteristico delle differenti aree considerate.

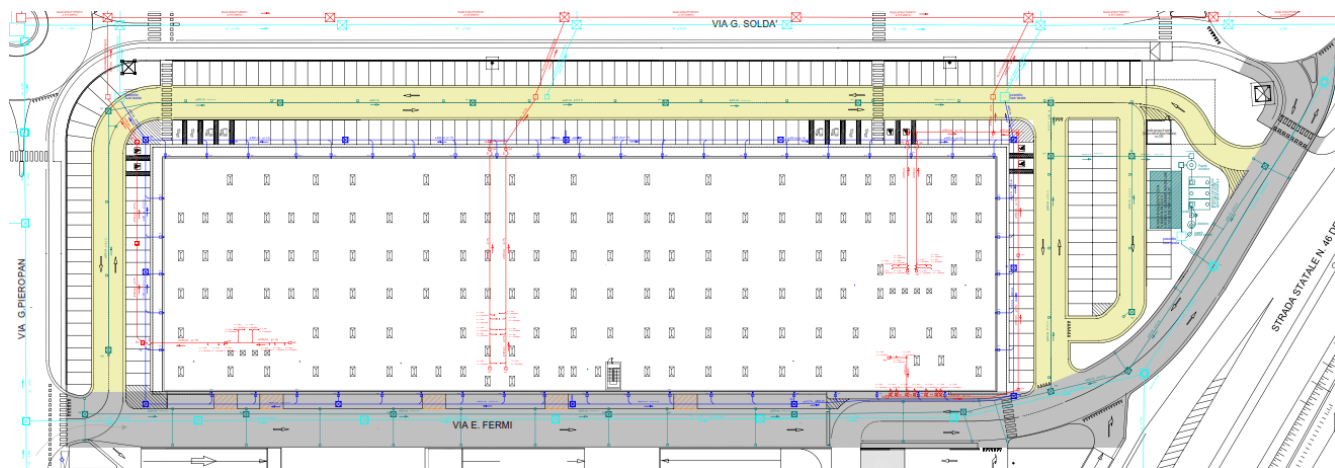
In riferimento al lotto 3A è stato considerato il volume d'acqua proveniente sia dalle aree scoperte (zone impermeabili, semipermeabili, drenanti ed aree verdi) sia il volume proveniente dal tetto dell'edificio. Il volume d'acqua riferito alle superfici coperte è stato quindi ripartito in due aree distinte in accordo con le due diverse

reti di raccolta presenti sul tetto dell'edificio. Nella Tabella 8 è possibile individuare le differenti superfici considerate ed il relativo massimo volume di invaso:

Superficie	m ²	Volume da invasare m ³
Totale	19070	278.9
Aree scoperte	10405	54.4
3A tetto sx	4194	108.5
3A tetto dx	4471	116

Tabella 8: Superfici considerate per il lotto 3A

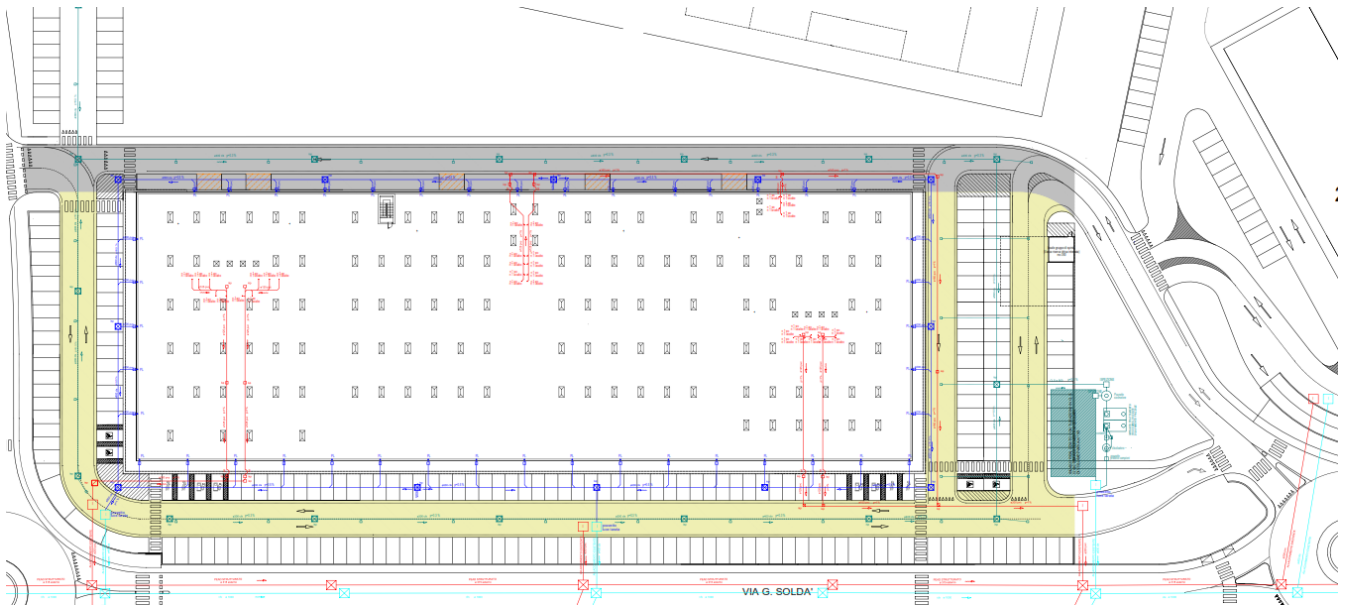
Nella figura seguente è indicata sia la suddivisione delle diverse aree della superficie coperta.



Analogamente è stata effettuata la ripartizione delle aree riferite al lotto 3B.

Superficie	m ²	Volume da invasare m ³
Totale	16239	330.2
Aree scoperte	8266	112.7
3B tetto sx	4085	103.5
3B tetto dx	3888	114

Tabella 9: Superfici considerate per il lotto 3B



I volumi dei singoli lotti e il volume totale del progetto sono stati cautelativamente considerati come la sommatoria dei volumi individuati dalle singole aree ottenuti tramite i relativi tempi critici.

Superficie considerata	Volume da invasare m ³	Volume del lotto m ³	Volume totale m ³
Superficie scoperta 3A	54.4	278.9	609.1
Superficie coperta 3A sx	108.5		
Superficie coperta 3A dx	116		
Superficie scoperta 3B	112.7	330.2	
Superficie coperta 3B sx	103.5		
Superficie coperta 3B dx	114		

Tabella 10: Volumi di invaso

Il volume totale da invasare sarà quindi di circa 609 m³.

È stata verificata la possibilità di laminare questo volume all'interno delle condotte presenti nei lotti.

Sono stati considerati come volumi disponibili all'invaso i volumi delle condotte di raccolta dell'acqua di copertura e, per i volumi in arrivo da piazzali e viabilità interna, i volumi delle vasche di prima pioggia e del sistema di invaso in tubazioni in calcestruzzo o tramite elementi modulari.

Sono da considerare come volumi disponibili all'invaso anche quelli forniti dai pozzetti di ispezione e quelli in dotazione degli allacciamenti alla fognatura pubblica posta in via Soldà.

La rete di drenaggio dei parcheggi e della viabilità interna non è stata considerata nel computo dei volumi disponibili per l'invaso.

6.5.2 VOLUME INVASABILE DISPONIBILE

Il volume di invaso disponibile è stato considerato pari alla somma dei volumi delle singole condotte, dei pozzetti di ispezione, delle vasche di prima pioggia e del sistema di invaso ottenuto tramite elementi modulari o tubazioni in calcestruzzo.

La Tabella 11 seguente riassume i volumi invasabili disponibili.

Lotto 3A	Aree scoperte	Elementi modulari [m ³]	25
		Vasche di prima pioggia [m ³]	30
	Area tetto sinistra	Rete di drenaggio [m ³]	116.61
		Pozzetti di ispezione [m ³]	6.31
	Area tetto destra	Rete di drenaggio [m ³]	119.12
		Pozzetti di ispezione [m ³]	6.4
Lotto 3B	Aree scoperte	Elementi modulari [m ³]	95
		Vasche di prima pioggia [m ³]	20
	Area tetto sinistra	Rete di drenaggio [m ³]	99.0
		Pozzetti di ispezione [m ³]	5.26
	Area tetto destra	Rete di drenaggio [m ³]	116.11
		Pozzetti di ispezione [m ³]	8.88

Tabella 11: Volumi disponibili all'invaso

È infine possibile confrontare i volumi da invasare con quelli disponibili all'invaso.

Superficie considerata	Volume da invasare m ³	Volume invasabile m ³
Superficie scoperta 3A	54.4	55
Superficie coperta 3A sx	108.5	122.9
Superficie coperta 3A dx	116	126
Superficie scoperta 3B	112.7	115
Superficie coperta 3B sx	103.5	104.2
Superficie coperta 3B dx	114	124.9
TOTALE	609.1	648.0

Tabella 12: Riepilogo volumi

Si può pertanto notare che i volumi disponibili sono in grado di contenere i volumi d'acqua in eccesso.

6.5.3 MANUFATTO DI SCARICO

La modulazione della portata di uscita verrà effettuata per mezzo di un manufatto di scarico provvisto di una luce di fondo tarata in modo tale da garantire, nella condizione di massimo invasato, la massima portata ammessa per il tempo di ritorno di progetto.

Si è ipotizzato di utilizzare uno scarico costituito da una luce di fondo e sfioratore di sicurezza posto a quota del livello di massimo invasato previsto.

La figura in seguito illustra il manufatto di scarico previsto al termine di ciascuna rete di drenaggio.

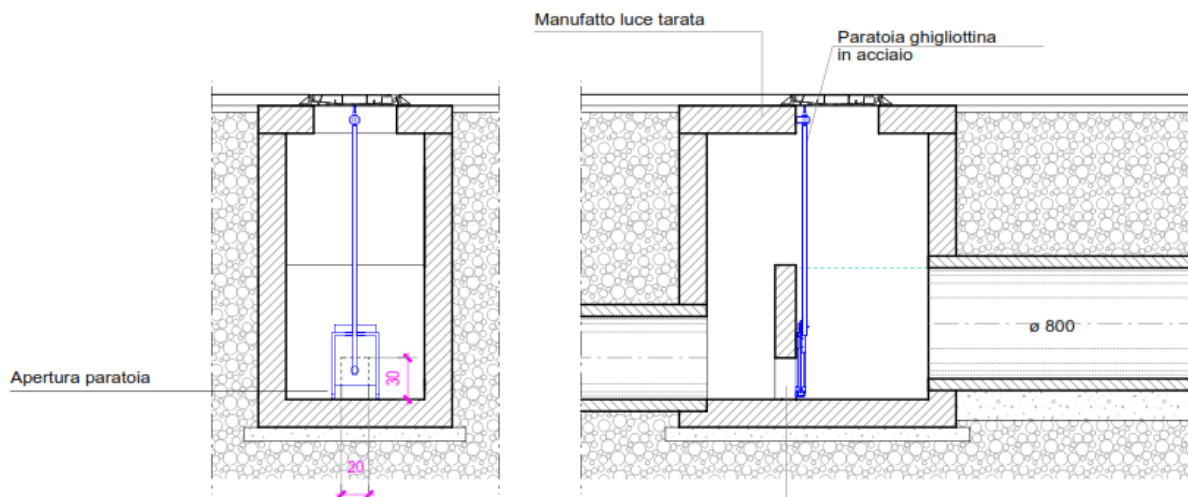


Figura 12: Particolare del manufatto di restituzione deflussi

La tabella seguente riprende i valori delle portate massime scaricabili allo stato attuale che dovranno essere garantite dal dispositivo di restituzione dei deflussi alla rete fognaria comunale.

	Lotto 3A			Lotto 3B		
	Area scoperta	Copertura sx	Copertura dx	Area scoperta	Copertura sx	Copertura dx
l/s	149,60	41,25	43,9	55,50	40,72	35,20
m ³ /s	0,15	0,04	0,04	0,05	0,04	0,03
m ³ /h	538,57	148,52	158,05	199,81	146,61	126,74

Tabella 13: Portata massima scaricabile allo stato di fatto

7. CONCLUSIONI

In base ai calcoli eseguiti, relativi ad una precipitazione con tempo di ritorno di 50 anni, la laminazione degli eventi di piena richiede un volume di invaso complessivo non inferiore a 609.1 m³ d'acqua.

I volumi disponibili per l'invaso saranno ottenuti considerando il volume disponibile dal sovradimensionamento delle condotte di raccolta dell'acqua di copertura, dai pozzetti di ispezione localizzati all'interno della rete, dai volumi disponibili dalle vasche di trattamento delle acque di prima pioggia ed infine dal sistema di invaso ad elementi modulari realizzato per contenere il volume in eccesso.

Le diverse reti di drenaggio, realizzate in ciascun lotto, indirizzano l'acqua piovana alla fognatura comunale tramite tre appositi allacciamenti per ciascun lotto.

La sezione di chiusura della linea di raccolta sarà inoltre fornita di un pozzetto di modulazione dei deflussi con luce di fondo tarata, e scolmatore di emergenza, che permetterà di scaricare una portata non superiore alla massima scaricabile nello stato di fatto.

Arzignano, Luglio 2019

Il Direttore Tecnico

Ing. Paolo Franchetti