



Settore Verde Parchi e Agricoltura Urbana



COMUNE DI
PADOVA

Realizzazione del Parco della Guizza

Progetto n° 2023-10

Codice Opera: LLPP_VER_2022/014

CUP: H91B21007670001

Importo complessivo: 3.000.000,00

1.10

Progettista esterno: arch. Anna Costa

Geologo: Pietro Zangheri

Progetto esecutivo

Elaborato: Relazione di
compatibilità idraulica

RUP: dott. agr. Degl'Innocenti Ciro

Capo Settore: dott. agr. Degl'Innocenti Ciro

Indice Relazione di compatibilità idraulica

- 1. Introduzione**
- 2. Normative e riferimenti principali**
- 3. Premessa**
- 4. Inquadramento territoriale e idrogeologico**
 - 4.1. Inquadramento territoriale
 - 4.2. Caratteristiche geomorfologiche
 - 4.3. Caratterizzazione geolitologica
 - 4.4. Caratterizzazione idrogeologica
 - 4.5. Caratterizzazione idrografica
- 5. Rischio idraulico (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021-2027 - Distretto Idrografico Alpi Orientali)**
- 6. Pericolosità idraulica**
- 7. Consorzio di bonifica**
- 8. Analisi delle precipitazioni**
- 9. Descrizione dell'intervento**
- 10. Verifica di compatibilità e invarianza idraulica (DGRV 2948/09)**
 - 10.1. Determinazione coefficiente di deflusso stato di fatto e di progetto
 - 10.1.1. Coefficiente di deflusso stato di fatto
 - 10.1.2. Coefficiente di deflusso stato di progetto
 - 10.2. Stato di progetto
 - 10.3. Calcolo volume di laminazione e dimensionamento dispositivi di compensazione
 - 10.3.1. Dimensionamento dei dispositivi compensativi
 - 10.3.2. Individuazione volume minimo per l'invarianza idraulica
 - 10.3.3. Dimensionamento manufatto di laminazione
- 11. Manutenzione**
- 12. Provenienza delle acque meteoriche**
- 13. Conclusioni**

1. Premessa

Lo studio in questione è stato eseguito allo scopo di fornire valutazioni di supporto alla progettazione così come previsto dalla D.G.R.V. n. 2948/2009.

Per la stesura del presente elaborato tecnico sono stati utilizzati precedenti riferimenti bibliografici e d'archivio che hanno supportato le elaborazioni appositamente eseguite. In particolare, per accertare le caratteristiche idrauliche e idrogeologiche dell'area di progetto sono state predisposte ed attuate le seguenti fasi di lavoro:

- a) Inquadramento bibliografico dell'area di studio per quanto attiene agli aspetti geologici, geomorfologici, pedologici e idrogeologici;
- b) Caratterizzazione pluviometrica dell'area di studio attraverso l'analisi delle precipitazioni meteoriche locali;
- c) Calcolo delle curve caratteristiche;
- d) Calcolo dei volumi caratteristici (metodo della stabilizzazione idraulica induttiva);
- e) Dimensionamento del manufatto di controllo;
- f) Definizione delle modalità di mitigazione;
- g) Prescrizioni specifiche;
- h) Rilievi specifici eseguiti allo scopo di valutare le condizioni e il volume della condotta esistente.

2. Normative e riferimenti principali

- D.G.R.V. n. 3637 del 13 dicembre 2002, L. 3 agosto 1998, n. 267 – Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione dei nuovi strumenti urbanistici. Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.”
- D.G.R.V. n. 2948 del 6 ottobre 2009, L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n. 1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n.304 del 3 aprile 2009. ALLEGATO A, Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.
- “Linee guida per la Valutazione di Compatibilità Idraulica” emanate dal Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, pubblicate il 3/08/2009.
- Piano di Assetto del Territorio Intercomunale (P.A.T.I.) della Comunità Metropolitana di Padova e relativo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI-PATI).
- Piano di Assetto del Territorio (P.A.T.) del Comune di Padova e relativo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica (VCI-PAT).

Il Genio Civile Regionale di Padova è L'Autorità idraulica competente per le opere idrauliche ed i manufatti connessi alla rete idraulica regionale principale, quindi anche per i fiumi Brenta, Bacchiglione-Roncajette, Brentella, canali Tronco Maestro e Tronco Comune, canale Piovego, canale San Gregorio, canale Scaricatore, canale San Massimo, canale Santa Chiara e canale Battaglia, è il Genio Civile Regionale di Padova.

Il Consorzio di Bonifica Bacchiglione è l'ente competente nella realizzazione delle opere pubbliche di bonifica e nella manutenzione ordinaria e straordinaria dei canali di bonifica e dei relativi manufatti (impianti idrovori, manufatti di regolazione e manovra) collocati in gran parte del territorio comunale.

La rete fognaria e degli impianti di sollevamento e di depurazione per cui il Comune di Padova risulta proprietario, sono gestite dalla APSGASAMGA.

3. Premessa

Il principio dell'invarianza idraulica sancisce che la portata al colmo di piena, risultante dal drenaggio di un'area, debba essere costante prima e dopo la trasformazione d'uso del suolo in quell'area.

Per garantire l'invarianza idraulica delle trasformazioni urbanistiche è necessario prevedere volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi, che compensino, mediante un'azione laminante, l'accelerazione degli apporti d'acqua e la riduzione dell'infiltrazione, effetto della trasformazione d'uso del suolo da non urbano ad urbano. Trasformando l'uso del suolo, si verifica una diminuzione complessiva dei volumi dei piccoli invasi, ovvero di tutti i volumi che le precipitazioni devono riempire prima della formazione dei deflussi. I piccoli invasi, in terreni "naturali", sono costituiti dalle irregolarità della superficie, e da tutti gli spazi delimitati da ostacoli casuali, che consentono l'accumulo dell'acqua.

Sotto determinate condizioni, la presenza stessa di un battente d'acqua sulla superficie (dell'ordine di pochi mm) durante il deflusso costituisce un invaso che può avere effetti non trascurabili dal punto di vista idrologico. In senso del tutto generale, si può dire che i volumi di invaso sono la principale causa del fenomeno della laminazione dei deflussi. L'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione, che sono le due manifestazioni più evidenti delle urbanizzazioni, contribuiscono in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso (la percentuale di pioggia netta che giunge in deflusso superficiale) e all'aumento conseguente del coefficiente udometrico (la portata per unità di superficie drenata) delle aree trasformate.

Si assume che la presenza di invasi nell'area in trasformazione consenta di laminare le piene in eccesso che si generano a seguito della trasformazione. A tal fine, operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio. La valutazione delle opere necessarie a mitigare l'impatto ambientale delle trasformazioni persegue l'obiettivo che l'invaso consentito dai collettori fognari, o da altri dispositivi, garantisca di non superare, dopo la trasformazione urbanistica, il picco di piena della situazione precedente.

La Relazione di Compatibilità Idraulica verifica la coerenza delle previsioni di progetto con le condizioni idrauliche del territorio e definisce le misure compensative e/o per la mitigazione del pericolo idraulico secondo il principio di stabilizzazione idraulica base (o di invarianza idraulica), stabilizzazione idraulica deduttiva e/o stabilizzazione idraulica induttiva (vedi VCI-PATI). A tale scopo sono stati presi in considerazione i seguenti aspetti:

- a) analisi degli eventi piovosi ed individuazione di quelli più gravosi per l'area;
- b) determinazione delle portate massime di piena, conseguenti agli interventi previsti;
- c) bilancio idraulico, con determinazione degli eventuali maggiori volumi d'acqua da smaltire, derivanti dall'intervento.

La relazione si completa con la definizione progettuale degli interventi destinati a rendere compatibile l'intervento in riferimento alla situazione idrografica e di pericolosità idraulica locale.

La presente relazione ha lo scopo di dimostrare che, per effetto della trasformazione prevista dell'area, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico, essendo previste misure compensative o mitigatorie volte a mantenere costante/migliorare il coefficiente udometrico, secondo il principio dell'invarianza idraulica, in modo che l'area interessata dall'intervento di trasformazione del suolo non peggiori la propria risposta idrologico-idraulica in termini di portata generata.

4. Inquadramento territoriale e idrogeologico

4.1. Inquadramento territoriale

La presente relazione viene redatta in relazione al progetto per la realizzazione del parco Guizza nel territorio comunale di Padova, località Guizza situato nell'area localizzata tra via Confortini, piazza Pier Ferdinando Gardellini e il parco di Via Modigliani sito nel confinante Comune di Albignasego, angolo via Carlo Alberto Diano.

Allo stato l'area, utilizzata prevalentemente a seminativo e una parte in via di rinaturazione per la crescita di una vegetazione arboreo/arbustiva, si presenta di fatto, priva di edifici, tranne la presenza del cantiere per la realizzazione dell'intervento del PUA per la presenza di alcune modeste costruzioni sul confine sud-ovest; area attualmente accessibile da un passo carrabile sito su via Diano e pedonalmente da una laterale a fondo cieco di via Modigliani nel comune di Albignasego.

Dal punto di vista ambientale, a prescindere dalla sua strategicità localizzativa e dimensionale, l'area non si caratterizza per particolari connotazioni, anche non risultando più leggibile una qualsiasi tessitura del terreno con la permanenza solo di qualche scolina funzionale allo sgrondo delle acque, eccezione fatta per la presenza di alberature poste nella parte mediana, sostanzialmente in corrispondenza dell'unico vero fossato presente che attraversa l'area in senso est-ovest

L'area oggetto dell'intervento si localizza nel quadrante sud della città in località Guizza a confine con il Comune di Albignasego. Con Delibera di Consiglio Comunale n. 119 del 15.12.2008, ai sensi dell'art. 3 delle NTA del PI, è stato definito l'AMBITO del PIANO GUIDA per una superficie complessiva di circa mq 89.734,72.

L'area ricompresa in detto ambito risulta destinata dal vigente PI, per la maggiore parte a "zona di perequazione ambientale" per mq 84.992,33, a cui vanno aggiunti mq 4.751,39, destinati a "verde pubblico attrezzato di interesse generale".

Con Deliberazione della Giunta Comunale n.668 del 22/10/2019 è stato approvato, aggiornato il Piano Guida, riferito all'ambito di intervento, come sopra descritto, orientato al coordinamento della previsione urbanistica con la finalità principale di reperire le aree necessarie per la formazione di "un parco urbano" in ampliamento e adiacenza del parco esistente nel limitrofo comune di Albignasego ed in continuità con gli esistenti impianti sportivi.

La definizione del Piano Guida è avvenuta in modo partecipato con la formazione del Gruppo Tematico "Processi partecipati sui parchi urbani" coordinato dal Comune di Padova che attraverso vari incontri sono stati indicati e condivisi i principali criteri informativi per la trasformazione di tutta l'area.

Il "Parco della Guizza" inteso nella sua accezione più ampia, ossia non limitato alle sole aree derivanti dalla perequazione, dove all'interno di un disegno organico, sono state definite sostanzialmente le zone in funzione delle principali vocazioni e funzioni, tenuto

conto necessariamente: delle connotazioni fisico ambientali, delle preesistenze edilizie e infrastrutturali e della struttura fondiaria in essere assolutamente frazionata; prefigurando quindi la posizione dell'area a verde-parco e di due aree di concentrazione del volume.

Con la citata delibera di G.C. e quindi con il Piano Guida, si è statuito che lo stesso può essere attuato attraverso due PUA autonomi ed indipendenti sia sotto il profilo della progettazione che dell'iter di approvazione; PUA intesi anche come due stralci di attuazione, così come individuati dal Piano Guida.

Il progetto prevede la realizzazione di un parco estensivo, pertanto l'impatto dell'intervento dal punto di vista, idraulico sarà migliorativo, essendo previste aree totalmente impermeabilizzate solo in minima parte, in corrispondenza dei punti ristoro e delle aree sportive. La zona di interesse è di proprietà comunale.



Figura 1. Ortofoto.

Di seguito si riporta un estratto delle previsioni urbanistiche vigenti (area classificata come "zona di perequazione ambientale").

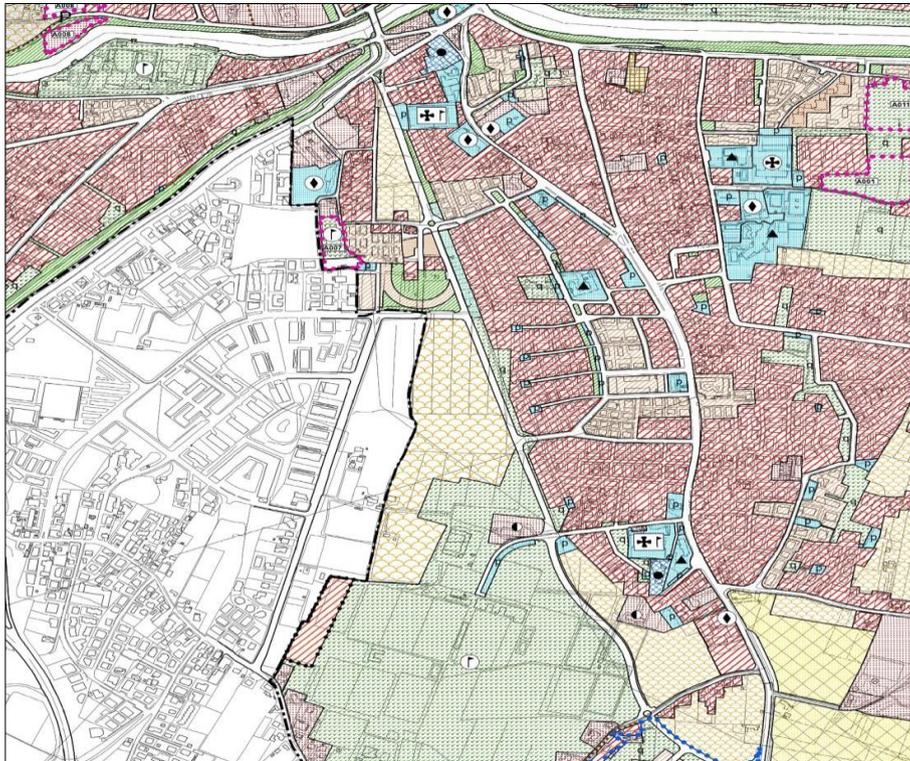


Figura 2. Estratto P.I.

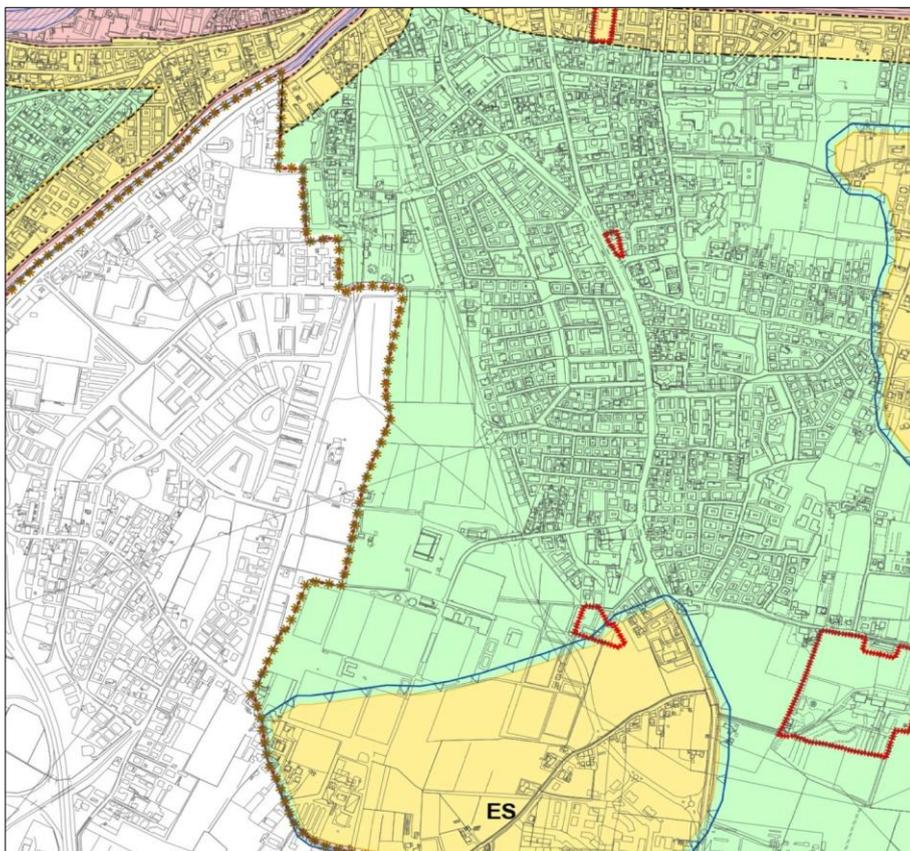


Figura 3. Estratto carta della Fragilità del P.A.T.

4.2. Caratteristiche geomorfologiche

L'area interessata dall'intervento presenta superfici con debole pendenza media da nord/ovest verso sud/est caratterizzata da quote del piano campagna è mediamente di circa +11,2 metri s.l.m. sul riferimento della Carta Tecnica Regionale.

Dal punto di vista geomorfologico la Carta Geomorfologica del P.T.C.P. della provincia di Padova (figura n. 4) non indica elementi geomorfologici di rilievo.

I processi geomorfologici che coinvolgono tali tipologie di terreni sono da suddividere in:

- processi esogeni (ovvero modifiche prodotte da fenomeni indotti dal contesto ambientale);
- processi endogeni (ovvero modifiche prodotte da instabilità intrinseca dei terreni).

Nel primo caso le modifiche geomorfologiche sono principalmente dovute a fenomeni alluvionali di natura ciclica e tempi di ritorno variabili; nel secondo caso i terreni in questione sono da considerarsi stabili in riferimento a fenomeni gravitativi, ma esposti a fenomeni di liquefazione in caso di sisma

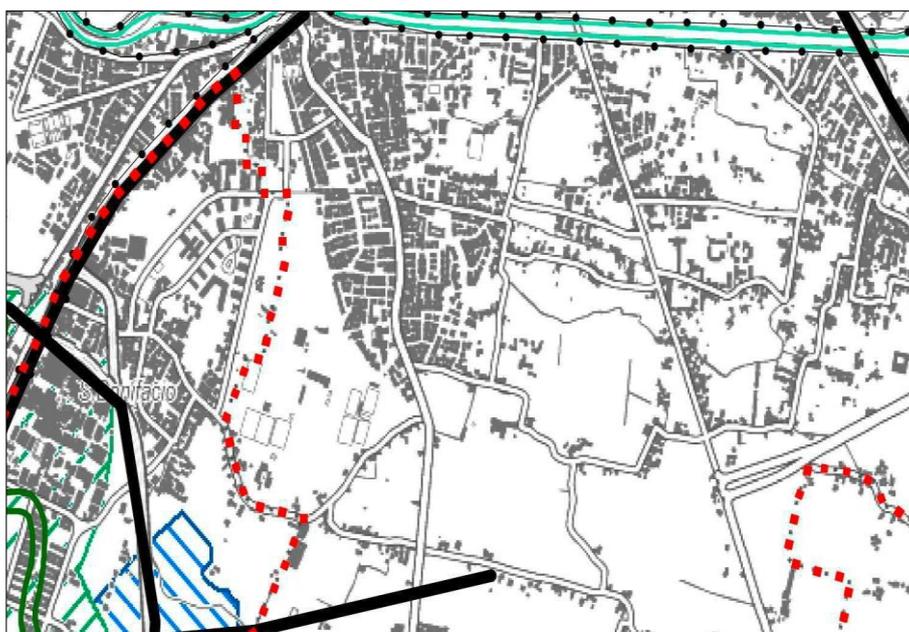


Figura 4. Estratto carta geomorfologica (elaborato 3b del P.T.C.P. comunale, scala originale 1:50.000, agg. Giugno 2011)

4.3. Caratterizzazione geo-litologica

Dal punto di vista geologico l'area in studio appartiene alla bassa Pianura Veneta, costituita da materiali alluvionali di origine fluvio-glaciale quali sabbia, limo e argilla, di età Quaternaria.

Occorre far presente che gli antichi fiumi pedemontani, non costretti come ora a scorrere entro argini artificiali, in occasione delle piene stagionali uscivano dal loro percorso depositando le proprie alluvioni nel territorio circostante.

La tipologia del materiale depositato dipendeva dalla capacità di trasporto della corrente per cui, in prossimità del corso d'acqua si trovavano i materiali più grossolani (ghiaie e sabbie), più lontano quelli intermedi (limi) ed infine, nei catini interfluviali, quelli più fini (argille e torbe).

L'area di studio, e più in generale l'area deposizionale del Sistema del Brenta, è contraddistinta da sedimenti tipici della bassa pianura recente, a valle della linea delle risorgive, con modello deposizionale a dossi, sabbiosi, e piane e depressioni, limoso-argillose.

Nel caso in questione, il terreno rientra nella classe “materiali alluvionali, fluvio-glaciali, morenici o lacustri a tessitura prevalentemente limo-argillosa formati da depositi alluvionali olocenici del Sistema del Brenta (con apporti del Bacchiglione) caratterizzati da sedimenti scarsamente calcarei” (figura n. 5).

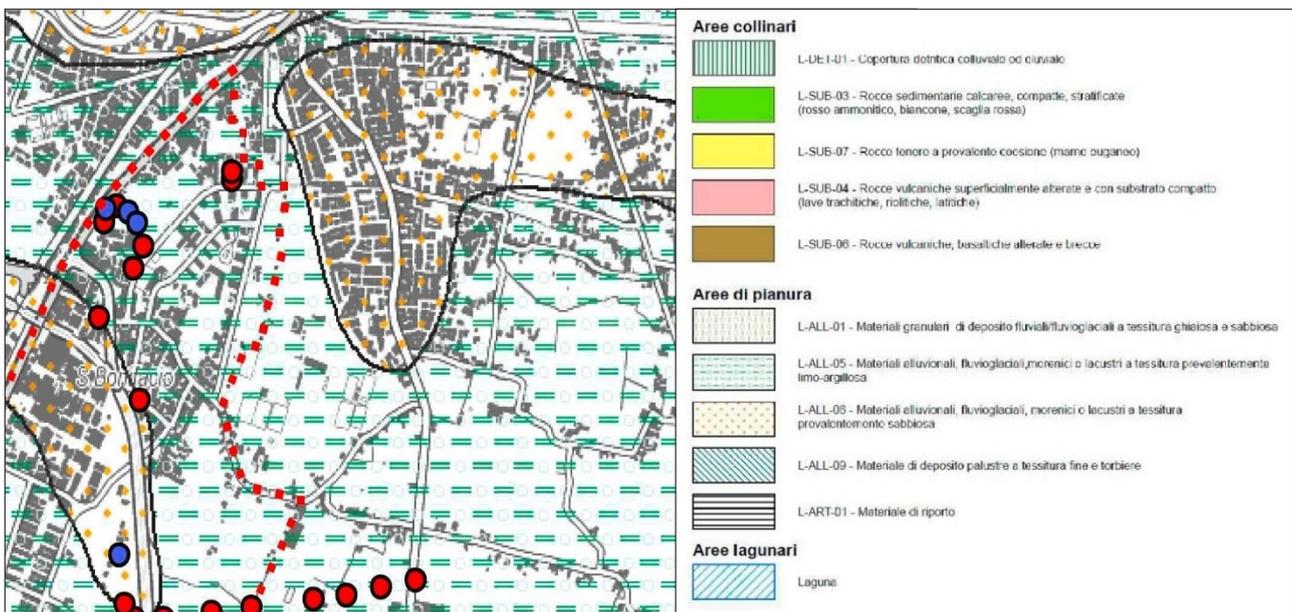


Figura 5. Estratto carta geolitologica del PTCP comunale (elaborato 1b, scala originale 1:50.000, agg. giugno 2011).

In seguito, si riporta la seguente caratterizzazione di dettaglio dal PAT:

1. sotto lo strato di terreno vegetale superficiale, la stratigrafia risulta abbastanza omogenea nel primo metro e mezzo di sottosuolo, con presenza di terreni principalmente limo-argillosi e/o argille-limose, generalmente molto compatti se non sovra consolidati;
2. oltre -1,5 metri dal piano campagna si rilevano terreni a granulometria da fine a medio-fine, limi debolmente argillosi con sabbie fini, sabbie fini a tratti debolmente limose;
3. oltre i 2,5-2,7 m dal piano campagna, è rinvenibile la saltuaria presenza di argilla, talora limosa compatta (di color grigio, talora grigio-azzurro) ovvero livelli composti da sabbie fini e limi.

La presenza di coltri superficiali vegetali e suolo incolto rendono abbastanza rilevante la capacità attuale del terreno di assorbire le acque di pioggia per infiltrazione. Tuttavia, date le caratteristiche stratigrafiche sopra riportate, non si può escludere il verificarsi di un deflusso superficiale in situazione di forte precipitazione.

4.4. Caratterizzazione idrogeologica

Come risulta dalle analisi e i documenti del PAT, l'area di progetto fa parte della "bassa" Pianura Veneta, caratterizzata idrogeologicamente da un sistema di falde sovrapposte in pressione alloggiata in acquiferi a permeabilità modesta e da una falda libera, sovrastante, la cui superficie si pone poco al di sotto del piano di campagna. Detta falda libera risulta alimentata da acqua di precipitazione ma risulta essere in collegamento idraulico anche con la rete idraulica a pelo libero.

Come indicato precedentemente, la presenza di terreni caratterizzati da un assetto litostratigrafico non omogeneo e da una granulometria variabile in funzione delle dinamiche deposizionali e della morfologia del territorio, implica aree a permeabilità diversa e quindi una relativa disuniformità laterale della superficie piezometrica che può rivelare una soggiacenza variabile.

Tipicamente, l'alimentazione della falda avviene secondo tre modalità (figura n. 6):

1. attraverso l'infiltrazione di acque meteoriche;
2. attraverso l'infiltrazione di acque irrigue;
3. attraverso il ricarica dalle dispersioni dei corsi d'acqua limitrofi.

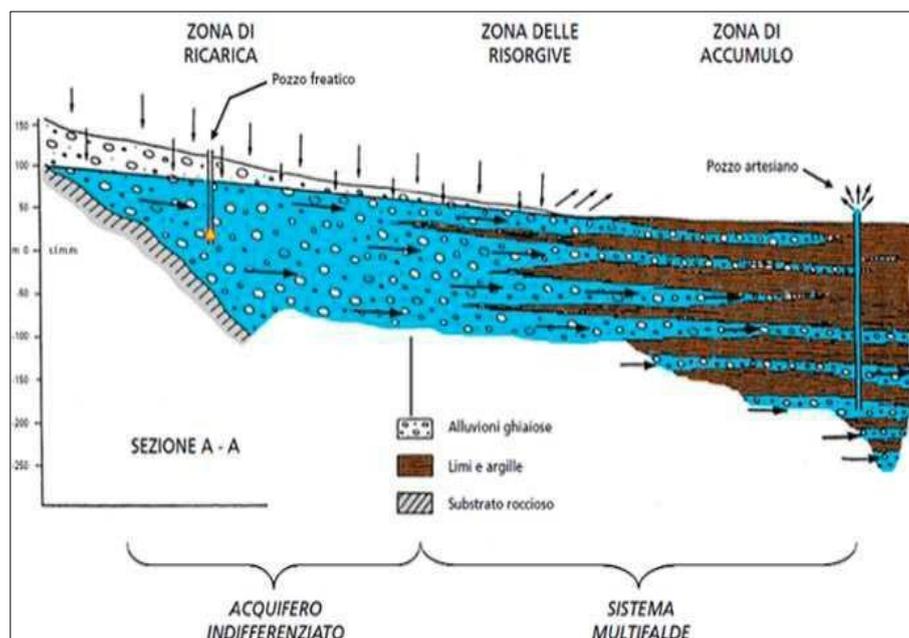


Figura 6. Schema idrogeologico generale della pianura veneta.

La presenza della falda non confinata in prossimità del piano campagna costituisce un fattore importante per la gestione del territorio; infatti influisce:

- nella dispersione delle acque sul suolo;
- nella qualità geotecnica dei materiali presenti nel sottosuolo;
- nella facilità di saturazione e impermeabilizzazione del territorio;

Quest'ultimo elemento può contribuire ad aumentare fortemente la vulnerabilità del sito ed il rischio idraulico locale. In termini di area vasta, l'esame della Carta Idrogeologica del PATI area metropolitana di Padova rivela che il deflusso della falda freatica ha direzione ascala regionale verso sud-est e possiede quota assoluta di circa 10,2 metri s.l.m.

Poiché la superficie topografica dell'area in esame risulta di circa 11,5 metri s.l.m., ne deriva che in termini assoluti la superficie piezometrica ha soggiacenza di circa 1,3 metri da p.c. (figura n. 7). Inoltre, dalla carta, risulta che l'area è caratterizzata da una profondità di falda freatica compresa tra 0 e 2 m dal piano di campagna. Tali dati, considerato che derivano da studi a piccola scala hanno evidentemente solo valore di inquadramento.

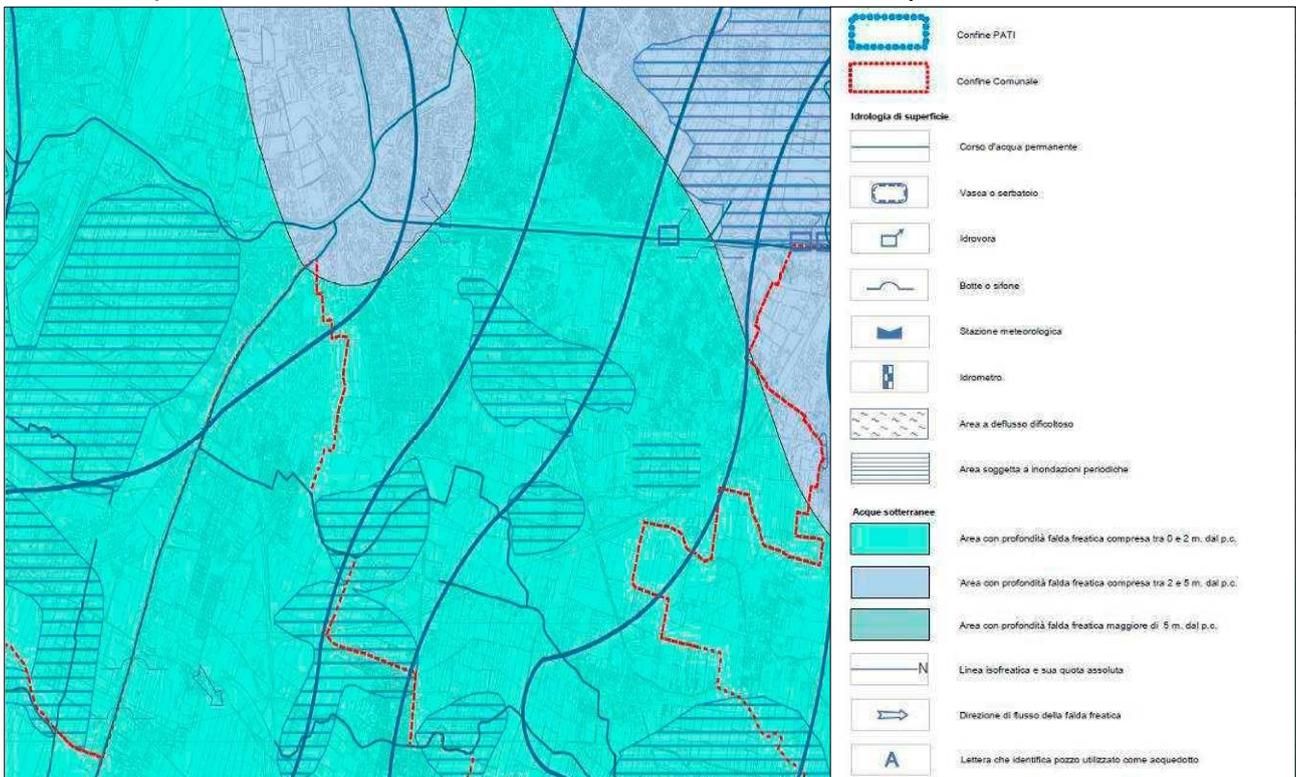


Figura 7. Estratto carta idrogeologica del PATI, area metropolitana di Padova (tav. B.2.3, scala originale 1:25.000).

4.5. Caratterizzazione idrografica

L'idrografia dell'area d'intervento era originariamente caratterizzata da fossi e scoline minori che attraversavano. Come risulta dal rilievo e dalle sezioni dello stato di fatto il tracciato dei fossi originari è individuabile grazie ai filari di alberi, a volte irregolari. Attualmente nell'area d'intervento sono ancora individuabili i fossi e scoline (figura 8 pagina seguente).

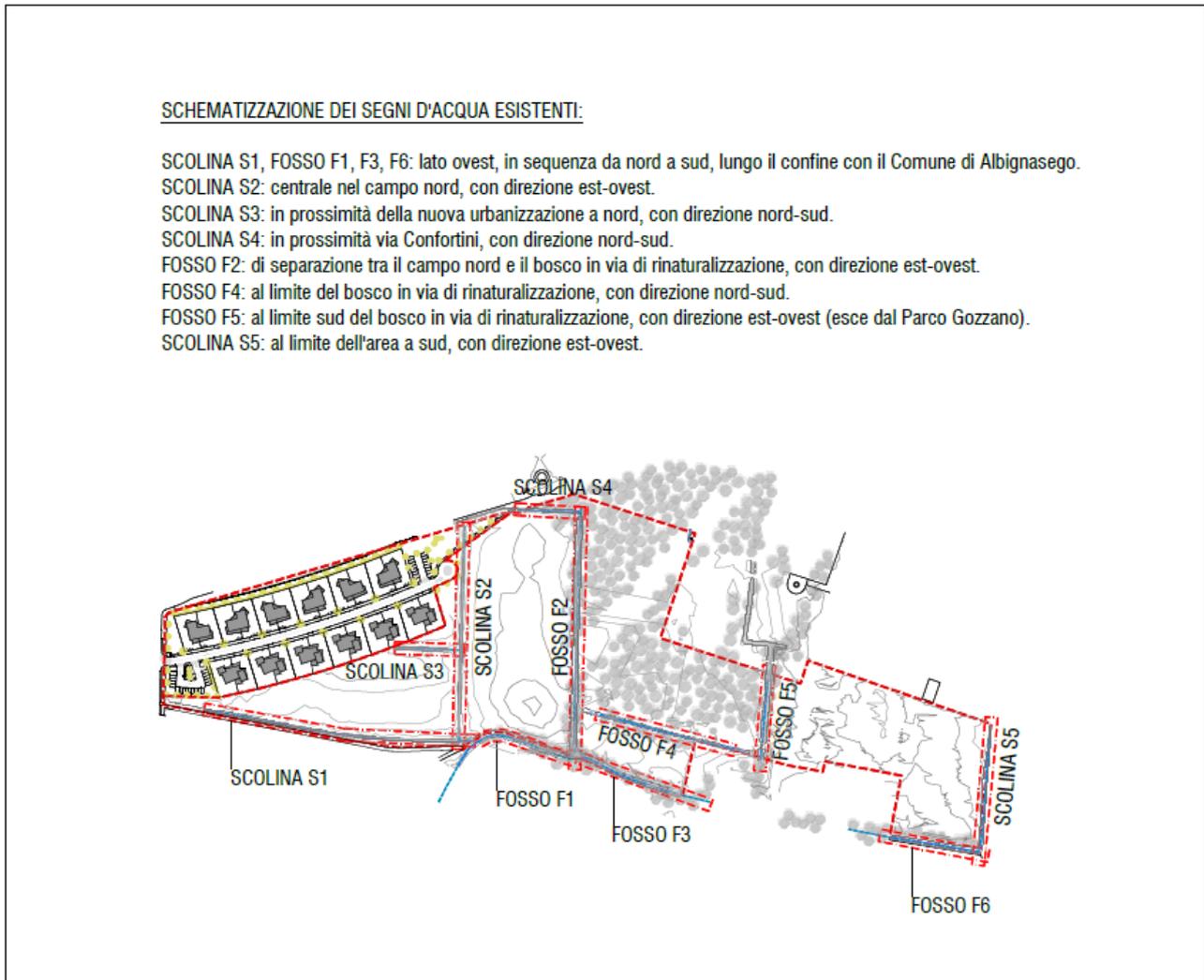


Figura 8. Schema fossati area di intervento.

Sotto-bacino A

Scolina S1 Scolina S2 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 205,00 metri, larghezza media fondo 0,20 metri, larghezza media sezione trasversale 1,5 metri, profondità media 0,20 metri, orientamento ovest-est.

Fosso F1 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 92,00 ml, larghezza media fondo 0,40 ml, larghezza media sezione trasversale 1,5 metri, profondità media 0,50 metri, orientamento sud-nord.

Fosso F2 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 95,00 metri, larghezza media fondo 0,50 metri, larghezza media sezione trasversale 1,4 metri, orientamento est-ovest; si connette al fosso 2.

Fosso F3 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 88,00 metri, larghezza media fondo 0,50 metri, larghezza media sezione trasversale 2,80 metri, profondità media 0,40 metri, orientamento sud-nord; si connette al fosso F2.

Fosso F4 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 95,00 metri, larghezza media fondo 0,20 ml, media sezione trasversale 0,40 metri, orientamento sud-nord, si connette al fosso F6.

Si precisa che allo stato di progetto il sotto bacino A viene suddiviso in due parti (A1 e A2) con recapito in due distinti bacini di laminazione.

Sotto-bacino B

Fosso F5 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 55,00 metri, larghezza media fondo 0,60 metri, larghezza media sezione trasversale 3,5 metri, profondità media 0,60 metri, orientamento est-ovest, si connette allo scarico tombato (prolungamento del fosso F5) parallelo a Via Modigliani (Comune di Albignasego).

Fosso F6 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 71,00 metri, larghezza media fondo 0,80 metri, larghezza media sezione trasversale 3,00 metri, profondità media 1,60 metri, orientamento sud-nord; connesso in testa con il fosso F5 e scarico verso proprietà privata che si connette allo scarico tombato (prolungamento del fosso F5) parallelo a Via Modigliani (Comune di Albignasego).

Scolina S5 sul riferimento di piano e una lunghezza di circa 101 metri, larghezza media fondo 0,40 metri, larghezza media sezione trasversale 3 metri, profondità media 0,35 metri, orientamento est-ovest; collegato con fosso F6.

La rete di drenaggio schematicamente illustrata risulta in genere adeguata al corretto deflusso delle acque di pioggia, ma può essere ulteriormente attraverso corretti interventi di manutenzione. Con la realizzazione del presente progetto le condizioni manutentive miglioreranno.

Nella situazione attuale il drenaggio sulla superficie è garantito in gran parte dall'infiltrazione naturale mentre, con precipitazioni significative, il deflusso superficiale residuo visto il tipo di terreno presente, risulta afferente alla contermina rete di drenaggio. Con i lavori la zona oggetto d'intervento subirà limitati innalzamenti dei piani medi di calpestio solo in corrispondenza della locale di ristoro, allo stesso tempo, verranno risagomate le scoline esistenti e sarà realizzata la zona di laminazione lungo il fossato centrale e quello localizzato a sud.

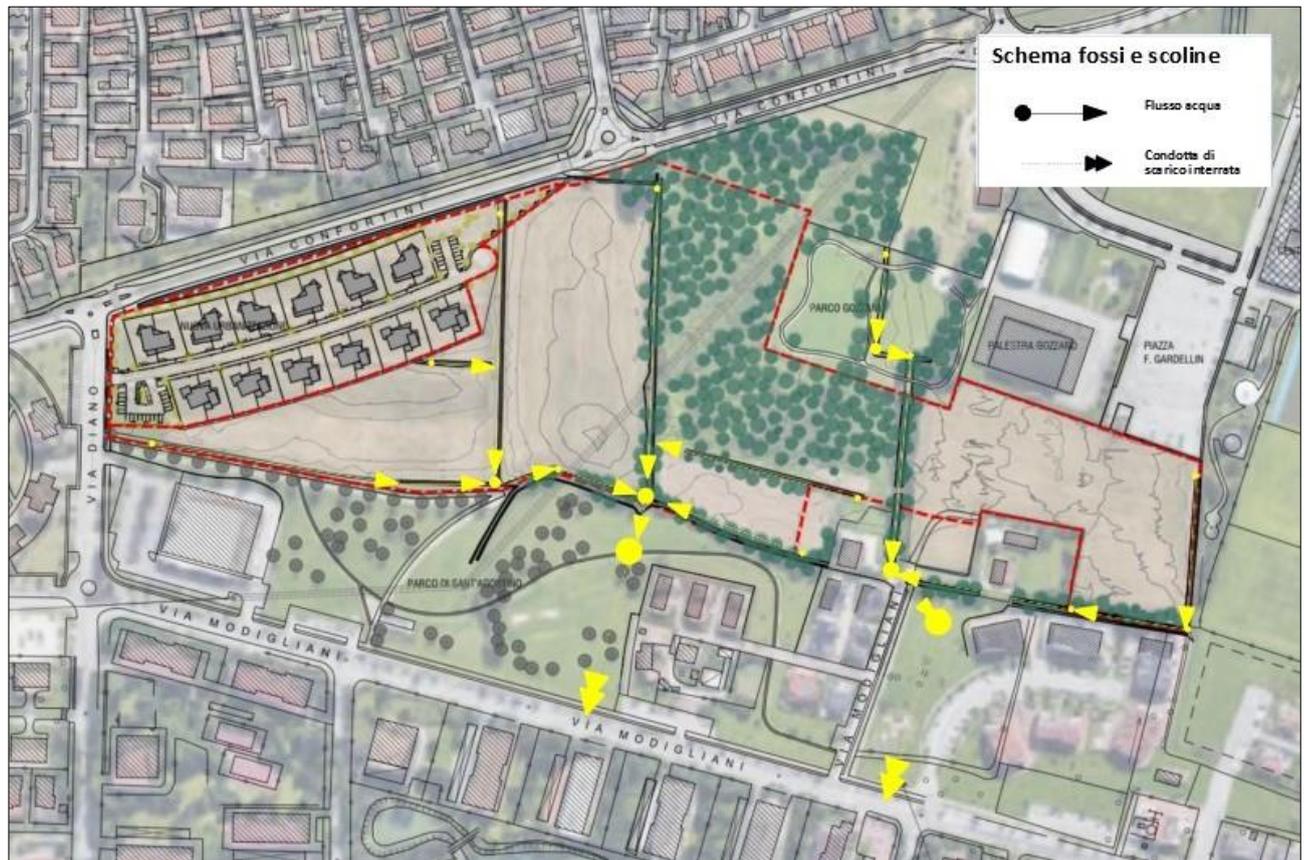


Figura 9. Schema del sistema di scolo dell'area di riferimento.

5. Rischio idraulico (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021-2027 - Distretto Idrografico Alpi Orientali)

Riferimento principale per la definizione della pericolosità idraulica è il Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni edito dal Distretto Idrografico Alpi Orientali (2021-2027).

Da tale documento risulta che l'area in esame non è classificata a rischio idraulico.

6. Pericolosità idraulica

Tale verifica risulta utile per tutte le unità immobiliari ubicate al piano terra e, soprattutto, nei casi in cui il progetto preveda locali interrati quali garage, taverne, locali tecnici ecc. che, in caso di allagamento, potrebbero essere fonte di danno e/o pericolo.

Pericolosità idraulica dei fiumi maggiori (Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021-2027 - Distretto Idrografico Alpi Orientali)

Riferimento principale per la definizione della pericolosità idraulica è Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni 2021-2027 - Distretto Idrografico Alpi Orientali.

Da tale documento risulta che l'area in esame non è classificata a pericolosa, neppure nello scenario "catastrofico" (tempo di ritorno: 300 anni).

Pericolosità idraulica della rete secondaria

Dalla consultazione della Carta delle Fragilità allegata al PATI della comunità metropolitana di Padova (tavola A.3a.5 – data luglio 2008 – scala 1:10.000) risulta che l'area è classificata come idonea a condizione 5P (scadenti o pessime caratteristiche geotecniche dei terreni descritti in sede di P.R.G. da Carta delle Penalità ai fini edificatori). L'area non è classificata a dissesto idrogeologico (figura n. 10).

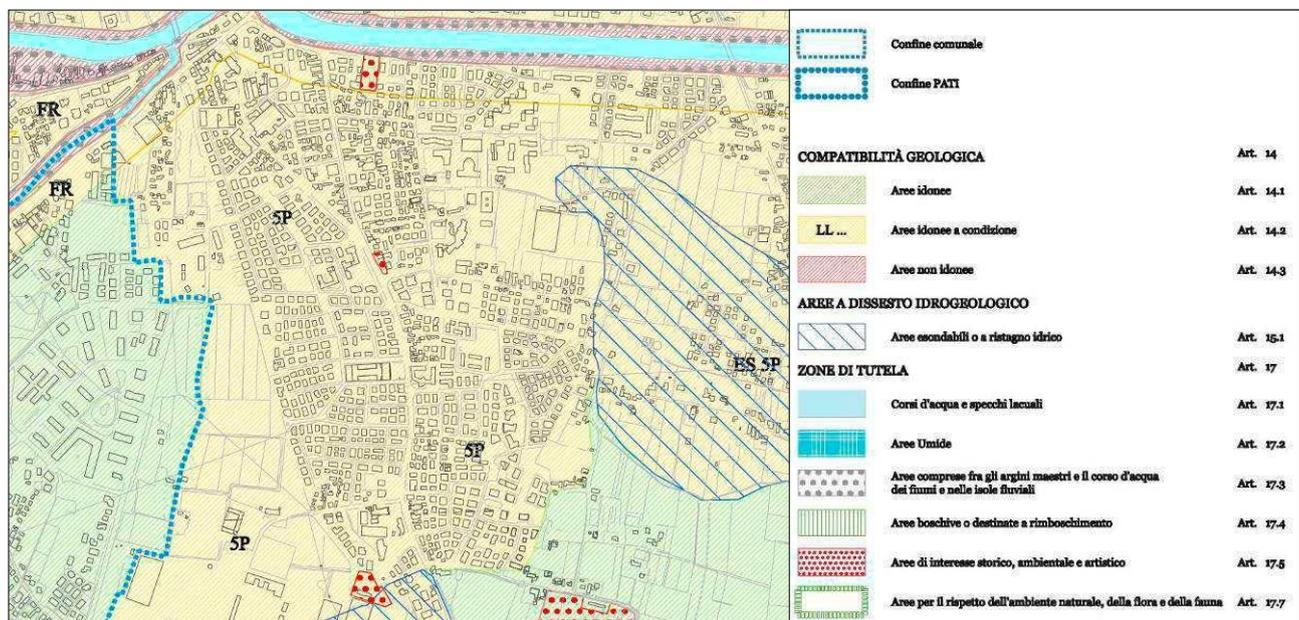


Figura 10. Estratto della Carta delle Fragilità del PATI della comunità metropolitana di Padova (tav. A.3a.5 - agg. luglio 2008).

7. Consorzio di bonifica

Storicamente è il Consorzio di Bonifica Bacchiglione che si occupa della gestione delle acque meteoriche dell'area in esame. Lo scolo delle acque meteoriche avviene attraverso una estesa e ramificata rete idraulica di condotte, fossi e capifosso (a deflusso naturale) intercettata e condizionata da importanti corsi d'acqua di categoria superiore.

L'area appartiene al Sottobacino Maestro caratterizzato da scolo alternato (figura n. 11).



Figura 11. Estratto della carta dei sottobacini idraulici (Fonte: Sito Consorzio di Bonifica).

Nel caso in questione, i principali elementi idrografici sono:

Fiume Bacchiglione

Transita con percorso meandriforme circa 2,5 km a ovest dall'area in esame. Il fiume, che ha un bacino di raccolta che si estende per 1400 km², nasce dall'unione di due sistemi idrografici: il primo originato dalle risorgive in Comune di Dueville che danno vita al corso d'acqua chiamato nel suo primo tratto "Bacchiglioncello"; il secondo costituito dal sottobacino del Leogra-Timonchio che raccoglie le acque provenienti dal monte Pasubio che confluiscono nel Bacchiglioncello in corrispondenza di località Vivaro, incrementandone in modo cospicuo la portata. Dopo questa immissione il fiume prende il nome "Bacchiglione". Nell'area in esame scorre pensile sopra il piano DI campagna. In tali condizioni, si determina un aumento dei livelli idrometrici lungo tutto il percorso del Piovego con conseguente pericolo di esondazione.

Canale Battaglia

Canale scolmatore del Bacchiglione, scorre circa 1,0 km a est dell'area in esame con direzione circa nord-sud rappresenta il recettore delle acque meteoriche del sottobacino Colli Euganei.

Affossature e condotte minori

Con andamento variabile solcano tutto l'intorno dell'area di studio. Trattasi dei collettori che permettono lo scolo naturale delle acque superficiali delle aree agricole e delle aree urbanizzate di pertinenza.

A tale rete di drenaggio fanno capo le principali linee di collettamento che permettono l'allontanamento delle acque meteoriche dalle superficie trasformata.

Ne deriva che dal punto di vista idraulico (locale) l'allontanamento delle precipitazioni avverrà tanto più facilmente quanto migliore sarà lo stato di manutenzione della rete locale di raccolta.

8. Analisi delle precipitazioni

Il processo di trasformazione afflussi-deflussi prevede che la generazione delle portate a partire dalle precipitazioni sia calcolata attraverso modelli matematici. L'acquisizione delle serie pluviometriche storiche (intensità e durata, valori efficaci e loro distribuzione nel territorio) è il primo passo per la formulazione dell'equazione di possibilità pluviometrica che mette in relazione, al variare del tempo di ritorno, le intensità delle precipitazioni in funzione della loro durata.

L'analisi viene applicata ai valori massimi annui arrivando a definire i parametri statistici principali. Poiché il presente studio si propone di valutare le possibili interferenze tra precipitazioni meteoriche e opere di progetto, sono state utilizzate le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica proposte nell'ambito degli interventi mirati a porre in sicurezza il territorio afferente alla Laguna di Venezia a seguito dei recenti e ripetuti eventi meteorici calamitosi.

Nel corso degli ultimi anni, ed in particolare dall'inizio degli anni '90, si è estesa la disponibilità di dati per le piogge di durata ridotta (specie per quelle inferiori all'ora) utilizzando modalità di acquisizione basata sulla scansione di piogge di durata unitaria di 5 minuti primi.

In tal modo, è stato possibile definire equazioni delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica anche per durate inferiori all'ora, senza la necessità di ricorrere ad estrapolazione a partire da quelle di durata maggiore, basandosi sui dati raccolti dall'Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale del Veneto – ARPAV, Presso il Centro Meteorologico di Teolo.

Una prima analisi delle serie suddette venne compiuta utilizzando all'incirca l'ultimo decennio di osservazioni da Bixio e Fiume (2002), attualmente, l'analisi statistica comprende tutte le serie disponibili nel tempo, il che ha consentito il ricorso ad elaborazioni statistiche maggiormente estese e sofisticate (Bixio, 2009).

Gruppo di stazioni di riferimento

Le curve segnalatrici fanno riferimento a gruppi omogenei di stazioni (figura n. 13). L'area di studio appartiene alla zona sud-occidentale. Le curve segnalatrici sono state calcolate valutando, per ciascuna durata, la media dei massimi di precipitazione delle stazioni del gruppo, calcolando poi le altezze di precipitazione per i vari tempi di ritorno e per le varie durate; producendo infine la stima dei parametri a , b , c per ottimizzazione numerica.

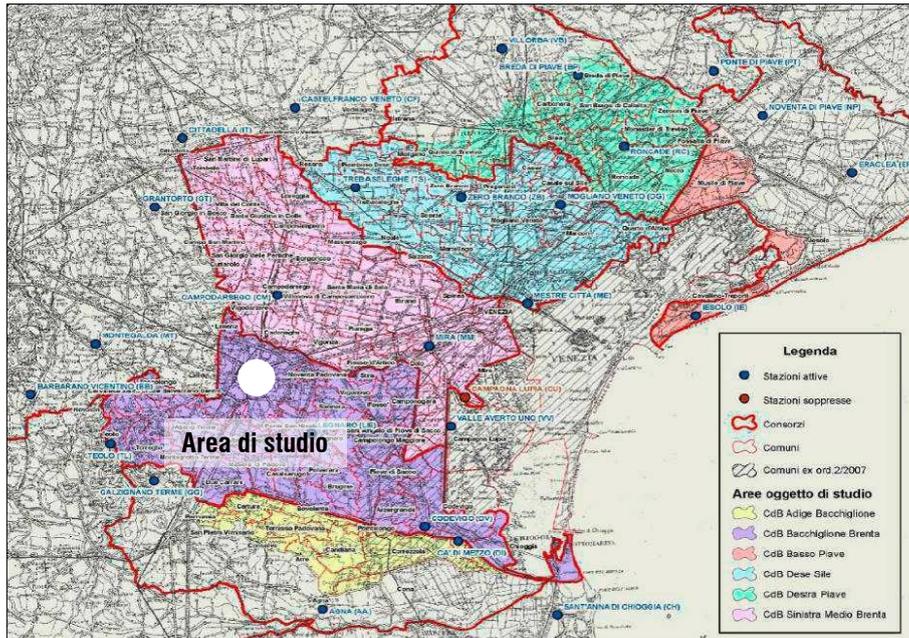


Figura 12. Comprensorio e stazioni pluviometriche del C.M.T.

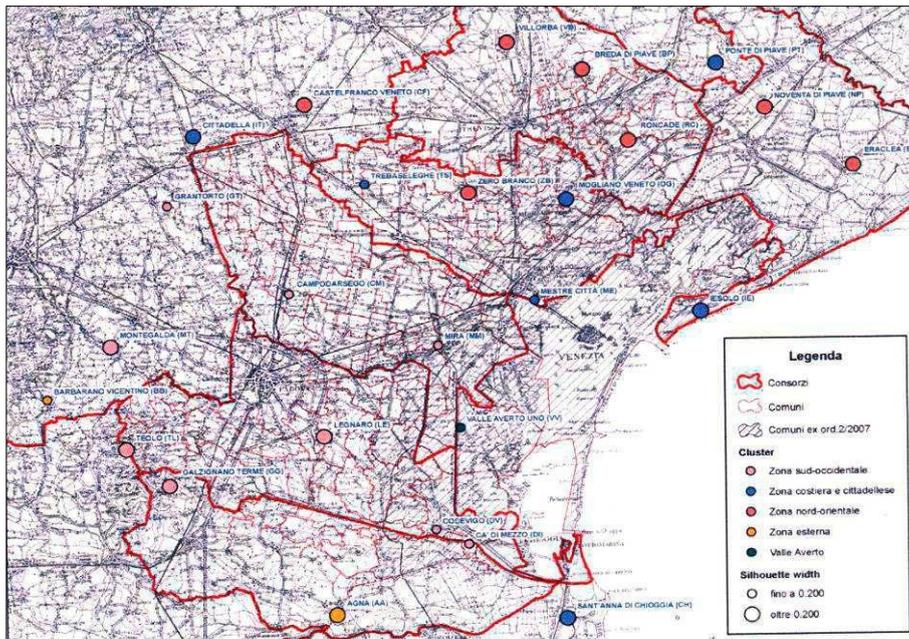


Figura 13. Individuazione dei gruppi omogenei di stazioni (Bixio, 2009).

Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice $h = a/(t+b)c \times t$ i tempi t sono espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri. I risultati sono elencati di seguito:

Atribuzione della curva segnalatrice al territorio comunale

Tale attribuzione è stata effettuata tenendo conto delle caratteristiche geografiche, idrografiche e amministrative del territorio comunale (figura n. 14). L'area di studio appartiene alla zona sudovest.

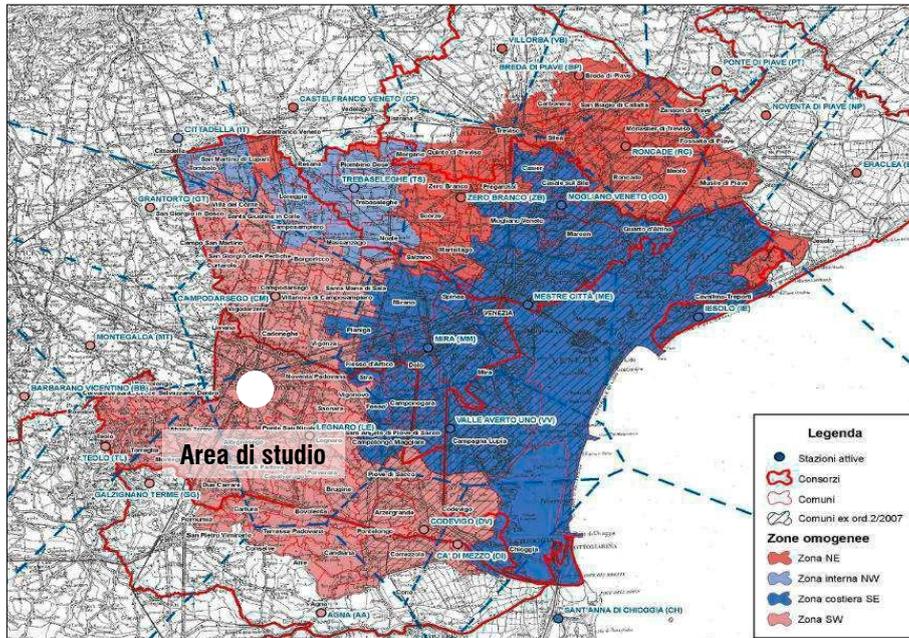


Figura 14. Ripartizione dei Comuni tra le quattro zone omogenee (Bixio, 2009).

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
<i>h</i>	10,078	16,924	21,444	29,535	33,691	36,372	46,207	53,720	62,702	73,215

Valori attesi di precipitazione:

<i>Tr</i> (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
50	17,1	29,1	37,7	54,7	63,7	69,7	93,6	110,5	127,6	152,7

Parametri della curva segnalatrice:

<i>Tr</i>	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>
50	39,5	14,5	0,817

9. Descrizione dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un parco estensivo su una superficie di circa 69.344,50 mq, all'interno del quale è previsto un punto ristoro nella zona Sud, con accesso dal parcheggio di Piazza Pier Ferdinando Gardellin, di superficie netta di pavimento di circa 467,43, mq.



Figura 15. Planimetria generale di progetto.

LEGENDA	
	ambito piano guida "Parco Guizza Nord"
	percorso principale (L. 2,5 metri) - calcestre
	percorso secondario (L. 1,5 metri) - calcestre
	aree pavimentate: riferimento tavole da 12.12 a 12.16 per specifiche sul tipo di pavimento
	
	
	area pavimentata esterno edificio ristoro
A_ anelli fitness A1. Cross training A2. Forza A3. Cardio A4. Parkour	
B_ anelli per la sosta (B1 e B2)	
C_ percorsi fitness (nel bosco) C1. Percorso ostacoli C2. Street Work-Out C3. Stay Fit	
D_ area campietti D1. Campetto 20x39 D2. Campetto 11x15 D3. Campetto ottagonale	
LEGENDA VEGETAZIONE	
	vegetazione esistente rif. tavola 12.4 "Rilievo floristico"
	alberi di progetto (diametri e colori vari) rif. tavola 12.10 "Vegetazione di progetto"
	arbusti di progetto rif. tavola 12.10 "Vegetazione di progetto"

La viabilità sarà del tipo ciclopedonale, con uno strato di finitura in materiale drenante, spessore complessivo per materiale rullato e costipato di circa 30,00 cm. All'interno del parco sono previste aree destinate ad attività sportive classiche del tipo calcetto e/o basket ma anche per ginnastica a corpo libero, ginnastica con attrezzi e street-sport quali parkour e/o skate.

Nella realizzazione è prevista una area in rilevato, con pendii modellati in modo da non influire negativamente sull'equilibrio idraulico dell'area. La maggior parte della superficie è destinata a parco estensivo, con ampie zone naturalistiche in cui gli interventi antropici saranno minimi. Le acque meteoriche saranno convogliate, attraverso le scoline e i fossi esistenti e la pendenza imposta delle superfici, verso i fossati e gli scoli che delimitano il confine con il comune di Albignasego. All'interno dell'area d'intervento sono previste due aree ribassate, che fungeranno da bacino di laminazione in caso di precipitazioni importanti.

I fossi e le scoline attualmente esistenti e descritti al precedente paragrafo vengono mantenuti in essere ripuliti.

Dalla planimetria e, pertanto, evidente che lungo i filari alberati dove in passato si sviluppavano dei fossi le quote rimangono quasi invariate. I tracciati dei vecchi fossi, leggermente ribassati, concorreranno in modo naturale al convogliamento delle acque meteoriche verso il bacino di laminazione di progetto.

10. Verifica di compatibilità e invarianza idraulica (DGRV 2948/09)

Nell'allegato A alla D.G.R. 1322/06 (e ripreso nell'Allegato A alla D.G.R. 2948/2009) viene introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici; sulla base di tali soglie dimensionali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento:

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1,0 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici comprese fra 1,0 e 10 ha
	interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con impermeabilizzazione < 0,3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0,3

In relazione alla dimensione dell'area trasformata:

- **Trascurabile impermeabilizzazione potenziale**, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- **Modesta impermeabilizzazione**, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- **Significativa impermeabilizzazione**, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- **Marcata impermeabilizzazione**, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Nel caso del Parco Guizza, in funzione dell'area complessiva pari a circa 69.344 mq, l'intervento è classificato di "Significativa impermeabilizzazione potenziale" intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha (classe 3). Nel determinare l'impatto della trasformazione prevista per l'area e quindi delle misure compensative e mitigatorie, viene determinato il coefficiente di deflusso, prima e dopo l'intervento.

I coefficienti di deflusso esprimono quale parte dei volumi piovuti raggiunge la sezione di chiusura del bacino sotto forma di deflusso superficiale e quale risulta "perduto" ai fini dello

studio in quanto evaporato, trattenuto dalla vegetazione o infiltrato in profondità. Maggiore è il coefficiente di deflusso, maggiore è l'apporto alla formazione di piene.

Per un bacino costituito da più bacini tributari, ad ognuno dei quali compete un coefficiente di afflusso ϕ , il coefficiente risultante è dato dal seguente rapporto:

$$\phi = \frac{\sum_i A_i \cdot \phi_i}{\sum_i A_i}$$

dove:

- ϕ_i è il coefficiente di afflusso relativo di ogni singola superficie caratteristica omogenea dell'area di intervento;
- A_i è la singola superficie caratteristica;
- ϕ è il coefficiente di afflusso dell'intera area.

La stima della pioggia che effettivamente defluisce nell'area di studio viene definita mediante il coefficiente di deflusso ϕ inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo ed il volume di pioggia precipitato nell'intervallo stesso. La DGRV 2948/09 prevede l'impiego dei seguenti coefficienti di deflusso convenzionale:

Tipologia area	Coefficiente di deflusso ϕ
Aree agricole	0,1
Superfici permeabili (aree verdi, ...)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato, ...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali, ...)	0,9

La successiva nota integrativa del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007, prot. n. 191991 del 09/04/2008, fornisce alcuni chiarimenti sulla metodologia di calcolo da adottare per la valutazione dell'impatto idraulico dell'intervento, e definisce ulteriori coefficienti di deflusso per alcuni tipi comuni di pavimentazione semipermeabile

Superficie	Coefficiente di deflusso ϕ
Superfici in ghiaia sciolta	0.30
Grigliati garden	0.40
Pavimentazione in ciottoli su sabbia	0.40
Pavimentazioni in cubetti o pietre con fuga non sigillata su sabbia	0.70

Nella progettazione dal punto di vista idraulico risulta essenziale la determinazione, tra tutti gli eventi possibili, di quello critico per le opere da realizzare. L'evento di riferimento deve essere caratterizzato da un ragionevole valore della sua frequenza probabile. Tale periodo è comunemente noto come tempo di ritorno (T_r) e nella presente valutazione è stato assunto pari a 50 anni, in linea con le indicazioni della DGR n. 2948/2009.

Per il presente studio si è utilizzata l'equazione di possibilità pluviometrica con distribuzione a 3 componenti utilizzando il software di calcolo gratuito messo a disposizione del Consorzio di Bonifica Bacchiglione.

Lo studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento" fornisce i parametri delle curve di possibilità pluviometriche individuate in seguito ad una analisi regionalizzata dei dati di pioggia registrati da 27 stazioni ARPAV, opportunamente selezionate per dare copertura al territorio di interesse.

10.1. Determinazione coefficiente di deflusso stato di fatto e di progetto

10.1.1. Coefficiente di deflusso stato di fatto

Ai sensi dell'allegato A alla D.G.R. 1322/06 i coefficienti di deflusso, ove non determinati analiticamente, possono essere convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le aree agricole e pari a 0,2 per le aree verdi permeabili.

Secondo l'attuale distribuzione delle tipologie di superficie che caratterizza l'area (area agricola) si può stimare un coefficiente di deflusso allo stato di fatto pari a 0,1 per l'intera superficie

Tipo di superficie	Superficie mq	ϕP	Area efficace mq
Agricola e bosco	69.342	0,1	6.934

10.1.2. Coefficiente di deflusso stato di progetto

L'area d'intervento ha come recettore unico finale un fosso esistente che raccoglie in modo naturale le acque meteoriche, collocato in prossimità del confine con il Comune di Albignasego, sul confine Nord dell'area d'intervento a cui fanno capo tutti i fossi e le scoline esistenti e di progetto. L'intervento è stato suddiviso in due bacini poiché le acque meteoriche, pur avendo un recettore unico in quanto le superfici sono orograficamente scollegate e necessitano di una gestione separata delle acque.

Gli ambiti di intervento sono stati suddivisi in zone omogenee secondo l'uso del suolo previsto, e ad ogni tipologia è stato associato un coefficiente di deflusso secondo i valori di letteratura oltre alle indicazioni commissariali riportate nella tabella precedentemente citata.

Il progetto, trattandosi di un parco estensivo, prevede la realizzazione di opere con ampio utilizzo di superfici a verde. Le impermeabilizzazioni sono legate alla realizzazione di nuovi edifici, della piastra multifunzione e delle zone di caduta delle stazioni fitness e sport con attrezzature. Per la realizzazione dei vialetti carrabili il progetto propone l'utilizzo di materiali drenanti, caratterizzate da elevata percentuale di vuoti e pertanto in grado di accumulare all'interno delle proprie cavità significative porzioni del volume di pioggia.

Tuttavia, per quanto riguarda i percorsi pedonali e le aree di sosta sono state considerate semi permeabili, con coefficiente 0,6, in quanto realizzate in terra stabilizzata.

Parte delle aree a verde vengono mantenute allo stato attuale e faranno parte delle aree naturalizzate del parco, come il boschetto, per le quali è stato mantenuto il coefficiente dello stato di fatto esistente, pari allo 0,1.

Le aree pavimentate in prossimità del ristoro, le superfici di sicurezza sottostanti le attrezzature sportive le aree polifunzionali sono state considerate, con coefficiente 0,9.

10.2. Stato di progetto

Intera area di progetto

L'area di progetto è stata zonata in funzione dei coefficienti di deflusso precedentemente citati.

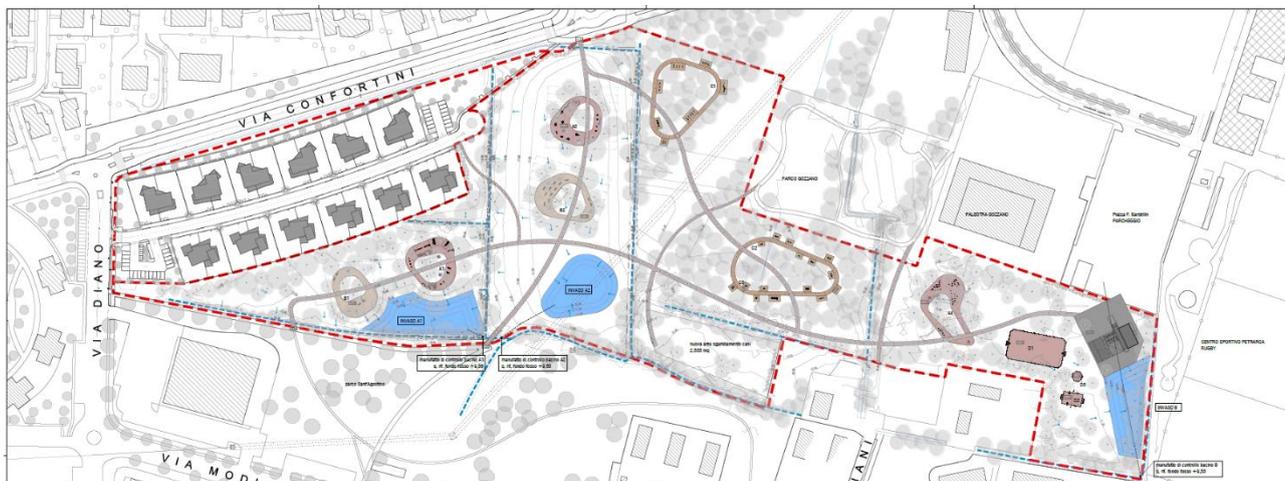
La suddivisione è riportata nella tavola 12.9A, in scala 1:2.000, "Superfici permeabili/impermeabili" e, in scala ridotta, nella seguente figura.



Figura 16. Suddivisione dell'area di progetto in funzione del diverso coefficiente di deflusso.

Le stesse superfici sono identificate in dettaglio nella tavola 12.9B “acque meteoriche”, unitamente alle previste aree di laminazione; per facilità di consultazione la tavola è riportata in scala ridotta in figura 17.

La tabella successiva riporta il valore delle singole superfici (esprese in mq).



LEGENDA

-  ambito piano guida "Parco Guizza Nord"
-  presenza di acqua (fossi e scoline)
-  indicazione pendenze scolo acque meteoriche
-  nuovi invasi

Figura 17. Estratto della tavola 12.9B con indicazione delle aree suddivise in base a grado impermeabilizzazione.

	sup impermeabili (cls-gomma)	sup semipermeabili (calcestre)	sup permeabili aree a prato	sup permeabili bosco
Area pavimentata A1 (zona nord)	492,70			
Area pavimentata A2 (zona nord)	522,83			
Area pavimentata A4 (zona sud)	570,79			
Area pavimentata B1 (zona nord)		423,42		
Area pavimentata B2 (zona nord)		506,95		

	sup impermeabili (cls-gomma)	sup semipermeabili (calcestre)	sup permeabili aree a prato	sup permeabili bosco
Area pavimentata C1 (zona centro)	120,73	465,36		
Area pavimentata C2 (zona centro)	123,92	310,53		
Area pavimentata C3 (zona centro)		239,45		
Campetti da gioco D1 (zona sud)	704,49			
Campetti da gioco D2 (zona sud)	109,86			
Campetti da gioco D3 (zona sud)	32,69			
Area pertinenza edificio e ristoro (zona sud)	467,68			
PIASTRA EDIFICIO (zona sud)		899,57		
BOSCO (zona centro)				16.922,50
Tappeto erboso (zona nord)			26.731,69	
Tappeto erboso (zona centro)			3.899,73	
Tappeto erboso (zona sud)			12.772,14	
Percorsi ciclo pedonali (zona nord)		1.339,51		
Percorsi ciclo pedonali in zona boscata (zona centro)		1.083,78		
Percorsi ciclo pedonali in zona erbosa (zona centro)		64,53		
Percorsi ciclo pedonali (zona sud)		537,19		
TOTALE	3.145,69	5.870,29	43.403,56	16.922,50

69.342,04

Raggruppando le aree per le principali tipologie si ottiene:

Id	Tipologia area	Comportamento idraulico	Sup. mq	Coef. Deflusso ϕ	Sup. efficace $\phi \times S =$ (mq)
1	Area pertinenza edificio e ristoro	Impermeabile	467,68	0,9	420,91
2	Area fitness zone impermeabili	Impermeabile	1.830,97	0,9	1647,87
3	Campetti da gioco	Impermeabile	847,04	0,9	762,34
	<i>Totale superficie impermeabile</i>	<i>3.145,69</i>			
4	Percorsi carrabili, area fitness, aree per lo stare – semipermeabili in calcestruzzo drenante	Semipermeabile	4.970,72	0,6	2982,43
5	Area pavimentata antistante edificio ristoro	Semipermeabile	899,57	0,6	539,74
	<i>Totale superficie semipermeabile</i>	<i>5.870,29</i>			
6	Area boscata	Permeabile	16.922,50	0,1	1692,25
7	Area parco a prato	Permeabile	43.403,56	0,2	8680,71
	<i>Totale superficie permeabile</i>	<i>60.326,06</i>			
	Superficie territoriale totale		69.342,04		
	Coefficiente udometrico di deflusso (stato di progetto -media pesata)			0,24	
	Superficie territoriale efficace				17.726,26

Da cui risulta che il coefficiente di deflusso a scala dell'intera area di intervento passa da 0,1 (ante operam) a 0,24 (post operam).

Sottobacino A. (zona Nord e centrale - recapito su Scolina S1 Scolina S2 - Fosso F1 - Fosso F2 - Fosso F3 - Fosso F4). Ha un'estensione di poco superiore a 53.000 mq. Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro. A monte dei punti di consegna al corpo recettore saranno posizionati dei manufatti regolatori di portata opportunamente dimensionati per garantire l'invarianza idraulica.

Ai fini della progettazione delle opere per l'invarianza idraulica il sottobacino A è stato suddiviso in due parti (A1 e A2) con due bacini di laminazione (vedasi tavola 12.9B).

In questo modo il Fosso F2 e la Scolina S2, sostanzialmente non vengono interessate da nuovi deflussi e permettono il passaggio delle acque provenienti dalle aree circostanti.

Al sottobacino A2, nei calcoli viene fatto afferire anche la vasta area boscata (posta a Sud del Fosso F2) che non comporta modifiche al coefficiente di deflusso che si mantiene 0,1.

Sotto bacino A1 – Stato di Progetto

Id	Tipologia area	Comportamento idraulico	Sup. mq	Coef. Deflusso ϕ	Sup. efficace $\phi \times S = (mq)$
4	Percorsi carrabili, area fitness, aree per lo stare – semipermeabili in calcestre drenante	Semipermeabile	850,04	0,6	510,02
2	Area fitness zone impermeabili	Impermeabile	492,70	0,9	443,43
6	Area boscata	Permeabile	0,00	0,1	0,00
7	Area parco a prato	Permeabile	11.388,01	0,2	2.277,60
	Superficie territoriale totale sotto bacino A1		12.730,75		
	Coefficiente udometrico di deflusso sotto bacino A1			0,25	
	Superficie territoriale efficace sotto bacino A1				3.231,06

Sotto bacino A2 – Stato di Progetto

Id	Tipologia area	Comportamento idraulico	Sup. mq	Coef. Deflusso ϕ	Sup. efficace $\phi \times S = (\text{mq})$
4	Percorsi carrabili, area fitness, aree per lo stare – semipermeabili in calcestruzzo drenante	Semipermeabile	1.460,89	0,6	876,53
2	Area fitness zone impermeabili	Impermeabile	522,83	0,9	470,55
6	Area boscata	Permeabile	16.922,50	0,1	1.692,25
7	Area parco a prato	Permeabile	21.638,17	0,2	4.327,63
	Superficie territoriale totale sotto bacino A2		40.544,39		
	Coefficiente udometrico di deflusso sotto bacino A2			0,18	
	Superficie territoriale efficace sotto bacino A2				7.366,97

Sottobacino B (zona Sud - recapito su Fosso F5 - Fosso F6 – Scolina S5). Ha un'estensione di poco superiore a 16.000 mq quindi anche se preso singolarmente rappresenta altresì un intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha, classe 3 “Modesta impermeabilizzazione potenziale”. Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro. A monte del punto di consegna al corpo recettore sarà posizionato il manufatto regolatore di portata opportunamente dimensionato per garantire l'invarianza idraulica.

Sotto bacino B – Stato di Progetto

Id	Tipologia area	Comportamento idraulico	Sup. mq	Coef. Deflusso ϕ	Sup. efficace $\phi \times S = (mq)$
1	Area pertinenza edificio e ristoro	Impermeabile	467,68	0,9	420,91
2	Percorsi carrabili, area fitness, aree per lo stare – semipermeabili in calcestruzzo drenante	Semipermeabile	537,19	0,6	322,31
	Area pavimentata antistante edificio ristoro	Semipermeabile	899,57	0,6	539,74
4	Area fitness e parkour zone impermeabili	Impermeabile	570,79	0,9	513,71
3	Campetti da gioco	Impermeabile	847,04	0,9	762,34
7	Area parco a prato	Permeabile	12.772,14	0,2	2554,43
	Superficie territoriale totale sotto bacino B		16.053,41	16.094,41	
	Coefficiente uditometrico di deflusso sotto bacino B			0,32	
	Superficie territoriale efficace sotto bacino B				5.113,44

10.3. Calcolo volume di laminazione e dimensionamento dispositivi di compensazione

10.3.1. Dimensionamento dei dispositivi compensativi

L'Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento, che ha costituito la base per le succitate Linee guida per valutazione di compatibilità idraulica, ha previsto, come indicato nei paragrafi precedenti, il raggruppamento delle stazioni pluviografiche di riferimento in base a criteri statistici di uniformità.

Il comune di Padova è stato raggruppato con altri comuni per i quali è stata riscontrata una risposta idrologica sufficientemente omogenea, e rientra nella zona denominata "Zona sud occidentale SW", come rappresentato nella seguente Figura 3. Le stazioni pluviografiche di riferimento della zona omogenea sono: Teolo (TL), Legnaro (LE), Montegalda (MT), Ca' di Mezzo (DI), Codevigo (DV), Campodarsego (CM), Grantorto (GT), Galzignano Terme (GG).

Per ciascuna zona sono state valutate le grandezze caratteristiche per lo studio idraulico. Per la zona sudoccidentale detti parametri si riassumono nella tabella sottostante:

<i>Durata (min)</i>	<i>5</i>	<i>10</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>45</i>	<i>60</i>	<i>180</i>	<i>360</i>	<i>720</i>	<i>1440</i>
<i>h</i>	10,078	16,924	21,444	29,535	33,691	36,372	46,207	53,720	62,702	73,215

Successivamente i parametri sono stati utilizzati per la stima dei valori attesi di precipitazione, in base alla durata e al tempo di ritorno dell'evento di progetto.

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.7	16.3	20.6	28.0	31.8	34.2	42.7	49.4	57.7	67.0
5	12.2	20.7	26.4	36.7	41.9	45.2	57.6	66.7	77.5	90.6
10	13.8	23.5	30.0	42.3	48.7	52.7	68.2	79.3	91.9	108.1
20	15.3	26.0	33.4	47.7	55.2	60.0	78.9	92.3	106.7	126.4
30	16.1	27.4	35.3	50.8	59.0	64.3	85.3	100.2	115.8	137.7
50	17.1	29.1	37.7	54.7	63.7	69.7	93.6	110.5	127.6	152.7
100	18.4	31.3	40.8	59.9	70.2	77.2	105.4	125.3	144.6	174.4
200	19.6	33.3	43.7	65.0	76.7	84.7	117.7	141.1	162.7	197.9

Seguendo quanto riportato nelle Linee guida per valutazione di compatibilità idraulica e nei paragrafi precedenti, il criterio di dimensionamento che verrà utilizzato per il bacino è il metodo delle sole piogge.

Il metodo si basa sulla sola curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie tributaria e sulla portata massima, supposta costante, che si vuole avere allo scarico del sistema.

La risposta idrologica del sistema è quindi estremamente semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi: permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi semplicistica implica che le portate in ingresso al sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimanti e cautelativi. Per contro, l'ipotesi di portata costante risulta accettabile solo per piccole luci di scarico. Posta la formulazione a tre parametri della curva di possibilità pluviometrica:

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

da questa deriva che il volume di pioggia entrante nel sistema di invaso in conseguenza ad un evento pluviometrico di durata t si può esprimere:

$$VIN = S \cdot \phi \cdot h(t)$$

dove ϕ è il coefficiente di afflusso e S la superficie del bacino drenato a monte del sistema di invaso. Il volume in uscita dal sistema nello stesso intervallo t di tempo sarà invece:

$$VOUT = QIMP \cdot t = S \cdot uIMP \cdot t$$

dove $QIMP$ e $uIMP$ sono rispettivamente la portata e il coefficiente udometrico imposti allo scarico.

Il volume invasato al tempo t sarà allora dato dalla differenza dei volumi in ingresso e in uscita dal sistema:

$$V = VIN - VOUT = S \cdot \phi \cdot h(t) - QIMP \cdot t$$

Che trascritta inserendo la curva di possibilità pluviometrica:

$$V = S \cdot \phi \cdot \frac{a}{(b + t)^c} \cdot t - S \cdot uIMP \cdot t$$

Si tratta ora di trovare la durata di pioggia t_{cr} che massimizza il volume invasato V_{MAX} annullando la derivata dell'espressione precedente:

$$\frac{dV}{dt} = \frac{\phi \cdot a \cdot [(b + t)^c - t \cdot c \cdot (b + t)^{c-1}]}{(b + t)^{2c}} - uIMP = 0$$

La soluzione a questo problema non è ricavabile analiticamente: è necessario ricorrere ad un metodo iterativo. Nello specifico l'espressione è stata risolta numericamente con il

metodo della regola falsi ed elaborata in un software gratuito da parte del Consorzio di Bonifica Bacchiglione.

Si estrapola nella presente le curve pluviometriche relative al comune di Padova, valutato come in zona “omogenea 1”, con tempo di ritorno $Tr = 50$ anni:

essendo h la precipitazione in mm e t la durata della pioggia in minuti.

Il progetto dell'intervento deve prevedere e correttamente dimensionare le opere di mitigazione idraulica attraverso un contributo specifico di piena non superiore a 10 l/s/ha, come prescritto dallo Studio di Valutazione di Compatibilità Idraulica del PATI della Comunità Metropolitana di Padova (VCI- PATI).

10.3.2. Individuazione volume minimo per l'invarianza idraulica

Per il convogliamento delle acque meteoriche delle aree verdi del parco non è stata realizzata una rete classica di raccolta. Partendo dalla morfologia del terreno, alle aree verdi è stata data sagomatura e profilo atti a agevolare il deflusso e, in parte, la ritenzione delle acque meteoriche.

$$h = \frac{a}{(b + t)^c} \cdot t = \frac{39.5}{(14.5 + t)^{0.817}} \cdot t$$

Le zone con quote più basse sono state invece appositamente modellate per costituire un via preferenziale per far confluire le acque meteoriche nelle due vasche di laminazione.

Graficamente sono state identificate con le lettere Invaso A1 – invaso A2 - invaso B (vedi tavola 12.9B) le aree di convogliamento più estese, che hanno le seguenti caratteristiche:

- area invaso A1 superficie di 1.551 mq;
- area invaso A2 superficie di 1.445 mq;
- area invaso B superficie di 1.191 mq;

Queste aree, fruibili dai cittadini nei periodi di asciutta, integrano la funzione idraulica convogliando le acque meteoriche verso il bacino di laminazione vero e proprio e contribuiscono alla ritenzione e alla depurazione delle medesime mediante sistemi vegetati.

Il recapito finale è il fosso che percorre il lato Nord dell'area e dei due sotto bacini, che verrà pulito per riportare la linea di talveg, che attualmente ha una quota che varia tra 0,7 e 0,95 metri, al valore di un metro. Attraverso questo fosso ricevente le acque raccolte confluiscono nel fosso Comune di Albignasego.

SOTTOBACINO A1

Le caratteristiche del bacino inserite nel il calcolo del volume d'invaso per il sotto bacino A1

- Comune d'intervento: Padova;
- Tempo di ritorno: 50 anni;
- Coefficiente d'afflusso: 0,25;
- Coefficiente udometrico: $u = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$
- Superficie intervento: $S = 12.730,75 \text{ m}^2$

Applicando questi parametri al metodo delle piogge, il volume d'invaso da reperire per garantire l'invarianza idraulica è pari a $203,7 \text{ m}^3$.



Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]

PARAMETRI IN INGRESSO

Padova 50

Coefficiente d'afflusso k	0,25	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10	[l/s, ha]
Superficie intervento	12.731	[m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9	[mm min ⁻¹]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9	[min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841	[-]

Tempo critico	101	[min]
Tempo critico	1,68	[ore]
Volume specifico richiesto per l'invarianza	160	[m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	203,7	[m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.conosorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

SOTTOBACINO A2

Le caratteristiche del bacino inserite nel il calcolo del volume d'invaso per il sotto bacino A2

- Comune d'intervento: Padova;
- Tempo di ritorno: 50 anni;
- Coefficiente d'afflusso: 0,18;
- Coefficiente udometrico: $u = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$
- Superficie intervento: $S = 40.544,39 \text{ m}^2$

Applicando questi parametri al metodo delle piogge, il volume d'invaso da reperire per garantire l'invarianza idraulica è pari a $408,4 \text{ m}^3$.



Specificare : - Comune
 - tempo di ritorno [anni]
 - coefficiente d'afflusso
 - coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]

PARAMETRI IN INGRESSO

Padova	50
Coefficiente d'afflusso k	0,18 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Superficie intervento	40.544 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9 [mm min ⁻¹]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841 [-]

Tempo critico	74 [min]
Tempo critico	1,24 [ore]
Volume specifico richiesto per l'invarianza	101 [m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	408,4 [m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.conosorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

SOTTOBACINO B

Le caratteristiche del bacino inserite nel il calcolo del volume d'invaso per il sotto bacino B

- Comune d'intervento: Padova;
- Tempo di ritorno: 50 anni;
- Coefficiente d'afflusso: 0,32;
- Coefficiente udometrico: $u = 10 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$
- Superficie intervento: $S = 16.094,41 \text{ m}^2$

Come risulta dai calcoli eseguiti, il volume d'invaso da reperire per garantire l'invarianza idraulica è pari a $359,9 \text{ m}^3$.



Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]

PARAMETRI IN INGRESSO

Padova 50

Coefficiente d'afflusso k	0,32	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10	[l/s, ha]
Superficie intervento	16.094	[m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica $h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$

Comune di	Padova	a	47,9	[mm min ^{-0,1}]
Zona	ZONA OMOGENEA 1	b	15,9	[min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,841	[-]

Tempo critico	126	[min]
Tempo critico	2,10	[ore]
Volume specifico richiesto per l'invarianza	224	[m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	359,9	[m ³]

Ideato e realizzato da: ing. Martino Cerni

Programma gratuito distribuito dal Consorzio di bonifica Bacchiglione (www.conosorziobacchiglione.it).

Si declina ogni responsabilità per qualsiasi danno, diretto o indiretto, causato dall'utilizzo del programma.

SINTESI

Come risulta dai calcoli eseguiti, il volume d'invaso da reperire per garantire l'invarianza idraulica è pari a

- Per l'area convogliamento Invaso A1 sotto bacino A1 m³ 203,7
- Per l'area convogliamento Invaso A2 sotto bacino A2 m³ 408,4
- Per l'area convogliamento Invaso B sotto bacino B m³ 359,9

La rete di smaltimento delle acque meteoriche, come riportata negli elaborati progettuali, è costituita da:

per il sotto bacino A1

- una vasca di laminazione/detenzione (rif. Invaso A1) con le seguenti caratteristiche:
 - o altezza max. 10,4 m
 - o altezza min. 9,80 m
 - o superficie max. invaso (a quota 10,40) mq 1123
 - o superficie min. invaso (a quota 9,80) mq 202
 - o volume pari a **415,9 m³**.

per il sotto bacino A2

- una vasca di laminazione/detenzione (rif. Invaso A2) con le seguenti caratteristiche:
 - o altezza max. 11,2 m
 - o altezza min. 10,60 m
 - o superficie max. invaso (a quota 11,20) mq 1445
 - o superficie min. invaso (a quota 10,60) mq 383
 - o volume pari a **409,6 m³**.

per il sotto bacino B

- una vasca di laminazione/detenzione (rif. Invaso B) con le seguenti caratteristiche:
 - o altezza max. 11,0 m
 - o altezza min. 10,20 m
 - o superficie max. invaso (a quota 11,00) mq 1245
 - o superficie min. invaso (a quota 10,20) mq 124
 - o volume pari a **383,5 m³**.

Il contributo delle caditoie e dei piccoli invasi non è stato computato ai fini dell'invarianza.

Nelle zone a quote più basse, dove defluiranno le acque di pioggia in caso di forti precipitazioni, sono state previste specie di alberi e arbusti che solitamente caratterizzano i tradizionali boschi planiziali naturaliformi e, tra queste, sono state scelte quelle che più sono adatte a ristagni d'acqua o falde superficiali. In questo modo il contributo della vegetazione nella modulazione del deflusso delle acque risulta di maggior impatto.

In conclusione, si ottiene:

- per il sotto bacino A1

$$V = 415,9 \text{ m}^3 > 203,7 \text{ m}^3 = V_{min, richiesto}$$

- per il sotto bacino A2

$$V_{rete} = 409,5 \text{ m}^3 > 408,4 \text{ m}^3 = V_{min, richiesto}$$

- per il sotto bacino B

$$V_{rete} = 383,5 \text{ m}^3 > 359,9 \text{ m}^3 = V_{min, richiesto}$$

10.3.3. Dimensionamento manufatto di laminazione

Al termine della rete di drenaggio, prima del recapito al fosso recettore, sarà presente un manufatto regolatore di portata con bocca tassata e petto sfiorante in grado di scaricare la portata massima prevista di progetto:

- Per il sotto bacino A1

$$Qu = u \times A = 10 \text{ l/s} \times 1,2731 \text{ ha} = 12,73 \text{ l/s}$$

- Per il sotto bacino A2

$$Qu = u \times A = 10 \text{ l/s} \times 4,0544 \text{ ha} = 40,54 \text{ l/s}$$

- Per il sotto bacino B

$$Qu = u \times A = 10 \text{ l/s} \times 1,6094 \text{ ha} = 16,09 \text{ l/s}$$

Il manufatto di regolazione delle portate è dimensionato imponendo una portata effettiva allo scarico costante e pari a 10 l/s*ha.

- La superficie di riferimento per il sotto bacino A1 è pari a 12.731 m².
- La superficie di riferimento per il sotto bacino A2 è pari a 40.544 m².
- La superficie di riferimento per il sotto bacino B è pari a 16.094 m².

La dimensione del foro della luce a battente è stata calcolata mediante le equazioni della foronomia:

$$Q = \mu \times Ax \sqrt{2gh}$$

attribuendo ai membri dell'equazione i valori dei singoli sottobacini:

	μ	g (m/s ²)	h_{max} (m)	h_{min} (m)	Δh (m)	Q (m ³ /s)	A (m ²)	D (cm)
Sottobacino A1	0,66	9,81	10,40	9,56	0,84	0,01273	0,0048	7,8
Sottobacino A2	0,66	9,81	11,20	9,63	1,57	0,04054	0,0111	11,9
Sottobacino B	0,66	9,81	11,00	9,33	1,67	0,01609	0,0043	7,4

Si ottiene un foro di progetto di circolare di diametro variabile tra 7,4 cm e 11,9 cm che vengono arrotondati ai diametri commerciali di 100 mm e 125 mm

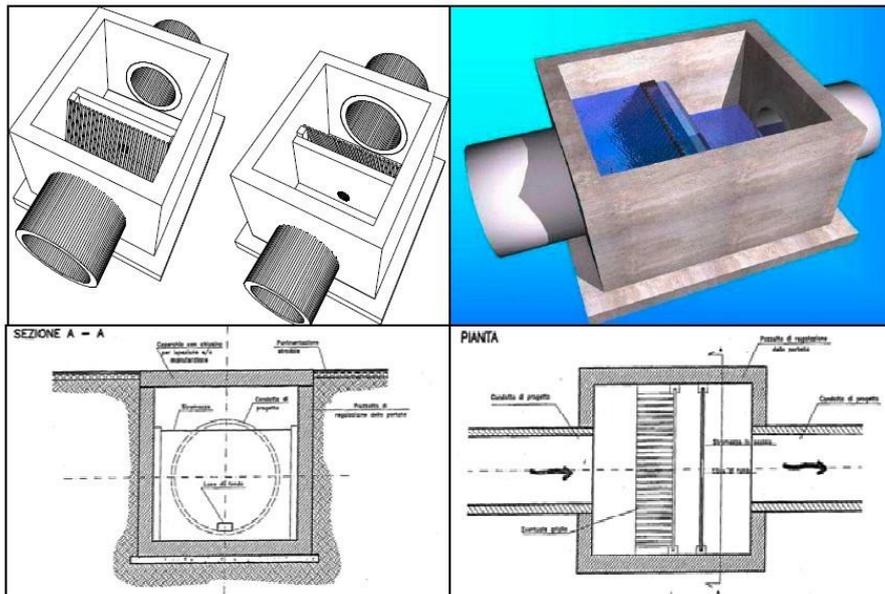


Figura 16. Rappresentazione e schema del manufatto di controllo.

La parte superiore del setto funge da sfioratore superficiale di troppo pieno (funziona solo in emergenza) e garantisce la sicurezza della rete; la quota di sfioro è fissata in relazione al massimo riempimento normalmente ammesso nelle tubazioni (figura n. 16).

Secondo le indicazioni del Consorzio di Bonifica, la tubazione (di monte) di collegamento tra il bacino di laminazione e il manufatto di controllo avrà diametro utile minimo Φ 300 mm; a valle del manufatto di controllo il collegamento alla rete di scarico esistente deve avere anch'essa diametro utile minimo Φ 300 mm.

La tubazione di ingresso sarà protetta da una griglia che eviti l'ingresso nella tubazione di materiali estranei.

11. Manutenzione

Per favorire il funzionamento della luce di scarico anche in presenza di livelli idrometrici elevati, sarà opportuno inserire una disconnessione idraulica tra il manufatto di regolazione della portata e il recapito consorziale, inserendo una valvola di non ritorno a valle del manufatto, per evitare che fenomeni di piena del riceettore possano per rigurgito risalire all'interno della rete e impegnare i volumi d'invaso predisposti.

Le condotte interrate, il manufatto di controllo, il bacino di laminazione e lo scarico saranno mantenuti con periodicità almeno annuale per prevenire eventuali malfunzionamenti dovuti a inerbimento, intasamento delle condotte, dello stramazzo e della luce di fondo. I pozzetti di ispezione saranno ubicati in tutti i punti in cui sarà prevista una variazione di direzione della condotta interrata.

Al fine di avere un funzionamento ottimale di tutto il sistema, di seguito sono indicati gli interventi più significativi divisi per scadenze temporali e di lavoro:

– **SCADENZA ANNUALE**

- Pulizia caditoie;
- Pulizia dei canali di gronda e delle griglie di protezione all'inizio dei pluviali;
- Ispezione del manufatto di controllo della portata per accertarne lo stato di conservazione.

– **SCADENZA QUINQUENNALE**

- Ispezione delle condotte per accertare eventuali anomalie (rotture, perdite, ostruzioni, depositi di detriti, presenza di vegetazione, ecc.);
- Pulizia delle condotte con mezzi meccanici dotati di sistemi tipo canal-jet.

12. Provenienza delle acque meteoriche

Le opere di mitigazione idraulica relative agli interventi in oggetto riguardano esclusivamente l'area perimetrata nella planimetria di Progetto e non coinvolgono o recepiscono le acque meteoriche di aree ad essa limitrofe. È fatto divieto recapitare acque provenienti da aree esterne al lotto in esame.

Eventuali nuovi allacci provenienti dall'esterno del perimetro di intervento saranno ammessi solo predisponendo ulteriori volumi di invaso, che andranno determinati previo studio idraulico e adeguando le dimensioni della luce di fondo del manufatto di regolazione della portata.

13. Conclusioni

Vista la capacità d'invaso di progetto, di molto superiore rispetto alle prescrizioni normative, l'intervento proposto garantisce il rispetto dei principi di invarianza idraulica, stabilizzazione induttiva e stabilizzazione deduttiva imposti da VCI-PATI e VCI-PAT.

Gli invasi di laminazione sono prevalentemente a carattere superficiale e sono previsti interventi con basse o trascurabili pendenze di drenaggio superficiale. Il progetto prevede il mantenimento delle vie d'acqua esistenti, nonché la manutenzione straordinaria con spurgo e risezionamento delle medesime.

Le acque nere saranno raccolte separatamente dalle acque meteoriche e inviate alla fognatura nera di piazza Pier Ferdinando Gardellin.

I volumi di invaso sono collegati alla rete di drenaggio locale e sono dotati di strozzatura idraulica in grado di garantire l'utilizzo degli invasi in situazione di forte evento pluviometrico.