



COMUNE DI PADOVA
PROVINCIA DI PADOVA

LLPP OPI 2023/008 - NUOVO TRACCIATO STRADALE
DI VIA BEATO ARNALDO DA LIMENA

CUP: H97H23002130004

ELABORATO

TAV. N.

12.3

RELAZIONE VALUTAZIONE DI
COMPATIBILITA' IDRAULICA

SCALA

ELABORATO

APPR_12.3_OPI2023_008_RVCI

PROGETTAZIONE

COMMITTENTE



CASINI MURARO ASSOCIATI
INGEGNERIA ARCHITETTURA

ING. FABIO MURARO
ARCH. FRANCESCO CASINI
ING. VITTORIO MARIA MURARO

Via Uruguay n° 20 - 35127 Padova
Tel. 049 8703448
info@casinimuraro.it - info@pec.casinimuraro.it

Comune di Padova
Settore Lavori Pubblici
Via N. Tommaseo n. 60
35131 Padova (PD)

Responsabile del Progetto
Ing. Massimo Benvenuti

DATA	REV	EMISSIONE	REDIGE	VERIFICA	APPROVA
Novembre 2024	0	Prima Emissione	M. Petertini	F. Muraro	V. M. Muraro

A termini di legge sono riservati i contenuti e la proprietà di questo documento con divieto di riprodurlo o di renderlo noto a terzi senza specificazione

REGIONE VENETO

COMUNE PADOVA

PROVINCIA DI PADOVA

PROGETTO ESECUTIVO

LLPP OPI 2023/008

NUOVO TRACCIATO STRADALE DI VIA BEATO ARNALDO DA LIMENA

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

ai sensi della DGRV 2948/2009

Giugno 2024

Rev 00

INDICE

1	PREMESSA.....	2
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE	3
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	3
4	IDROGRAFIA SUPERFICIALE	9
5	RETE FOGNARIA	15
6	RISCHIO IDRAULICO	17
7	DESTINAZIONE URBANISTICA E VINCOLI	19
8	IL PROGETTO	21
9	ANALISI IDROGEOLOGICA	23
9.1	CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA	23
9.2	COEFFICIENTE DI DEFLUSSO	24
9.3	TEMPO DI CORRIVAZIONE	25
9.4	IETOGRAMMA SINTETICI.....	25
9.5	IETOGRAMMA NETTO	26
9.6	IDROGRAMMA UNITARIO E CONVOLUZIONE	26
9.6.1	Modello di Nash.....	27
10	VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	29
10.1	VOLUME DI INVARIANZA IDRAULICA	31
11	PROGETTO IDRAULICO	32
11.1	CADITOIE.....	34
11.2	DIMENSIONAMENTO DELLA RETE ACQUE METEORICHE	36
11.3	DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI INVARIANZA IDRAULICA	38
12	PIANO DI MANUTENZIONE.....	42
13	CONCLUSIONI – VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA	42

DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

- [1]** DGRV n. 2948 del 06/10/2009 “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”;
- [2]** DPCM 4 Marzo 1996 “Disposizioni in materia di risorse idriche” (GU 14 marzo 1996, n.62);
- [3]** Da Deppo, Datei “ Fognature”, Cortina Padova;
- [4]** Murachelli, Riboni “Rischio idraulico e difesa del territorio”, Dario Floccavio Editore 2010;
- [5]** Provincia di Padova, L. Gavin “ I Quaderni del P.T.C.P., n. 2 Misure di salvaguardia idraulica”.
- [6]** Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26/09/2007 a Mestre, “Linee Guida Valutazione di Compatibilità Idraulica”, 2009;
- [7]** ARPA, Regione Veneto: sito internet
- [8]** Raboni, Torretta, Urbini “Ingegneria Sanitaria Ambientale – processi ed impianti”, Dario Floccavio Editore 2015
- [9]** <http://idt.regione.veneto.it/app/metacatalog/>
- [10]** Comune di Padova – Piano di Assetto del Territorio (PAT) e Piano degli Interventi
- [11]** Piano di Tutela delle Acque Regione Veneto – Norme Tecniche Allegato A3 Deliberazione Consiglio Regionale 107 del 05/11/2009 e smi (aggiornamento 2018)
- [12]** Piano Gestione Rischi Alluvioni – Distretto Alpi Orientali – adottato in data 21 dicembre 2021 ai sensi degli articoli 65 e 66 del D.lgs n. 152/2006.
- [13]** ANBI Veneto. Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento – aggiornamento anno 2019

1 PREMESSA

Il presente documento costituisce relazione tecnica di **Valutazione di Compatibilità Idraulica**, redatta ai sensi della DGRV n. 2948 del 06/10/2009 per **l'intervento della nuova viabilità di Via Beato Arnaldo da Limena in Comune di Padova**.

La presente relazione di compatibilità idraulica viene redatta ai sensi della normativa regionale DGRV 2948/09 in ottemperanza alle suddette prescrizioni.

Il riferimento normativo che regola lo studio di compatibilità idraulica con la DGRV 2948/09, che definisce che è di primaria importanza che i contenuti dell'elaborato di valutazione pervengano a dimostrare che, per effetto delle nuove trasformazioni territoriali, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello.

A tale riguardo, l'approccio che deve ispirare lo studio è duplice:

- In primo luogo deve essere verificata l'ammissibilità dell'intervento, considerando le interferenze tra i dissesti idraulici presenti e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo;
- In secondo luogo va evidenziato che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente uditometrico delle aree trasformate. Pertanto, ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente uditometrico secondo il principio dell'"invarianza idraulica".

L'allegato A del decreto definisce precise indicazioni operative per l'elaborazione dello studio, definendo il tempo di ritorno di 50 anni per le analisi pluviometriche, per la stima dei volumi compensativi secondo il principio dell'invarianza idraulica. È importante ricordare che l'invarianza idraulica così come intesa nella DGR 2948/2009 non è solo riferita alla portata scaricata, ma anche ad altri aspetti necessari a garantirla. In particolare:

- L'invarianza del punto di recapito. Oltre a mantenere invariata la portata generata dal lotto oggetto di trasformazione è infatti opportuno convogliare le acque nel medesimo ricettore dello stato di fatto, ciò consente di non aggravare altre reti.
- Le quote altimetriche. A tutela delle aree limitrofe è dunque buona norma mantenere inalterata la quota del piano campagna oggetto di trasformazione.
- La capacità di scolo delle aree limitrofe. Altro importante aspetto da valutare è la capacità di deflusso delle aree limitrofe all'area di intervento.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

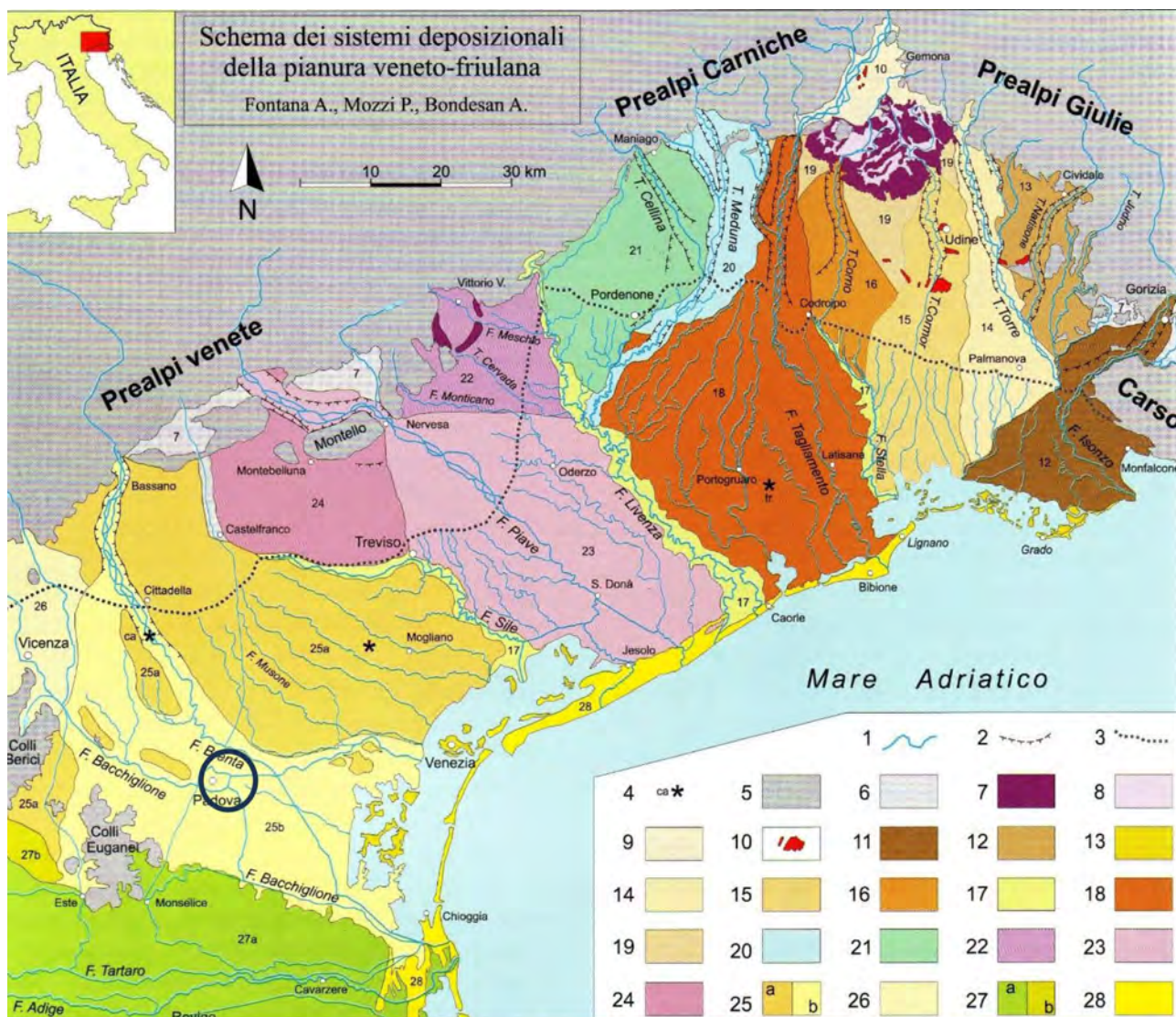
La nuova viabilità si colloca in zona Altichiero in comune di Padova lungo la strada sterrata che collega via Querini con Via Beato Arnaldo da Limena fino all'incrocio con Via Oglio. Per un migliore inquadramento si rimanda alla Figura 1.



Figura 1: inquadramento generale su ortofoto

3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area in oggetto si colloca nella medio-bassa pianura padovana, dove affiorano sedimenti prevalentemente medi o fini (sabbie, limi ed argille), riferibili a delle porzioni periferiche del megafan pleistocenico del Brenta, leggermente dislocate rispetto al corpo alluvionale principale essendo circonscritte, come visibile in Figura 2, dalla più recente pianura olocenica del fiume.

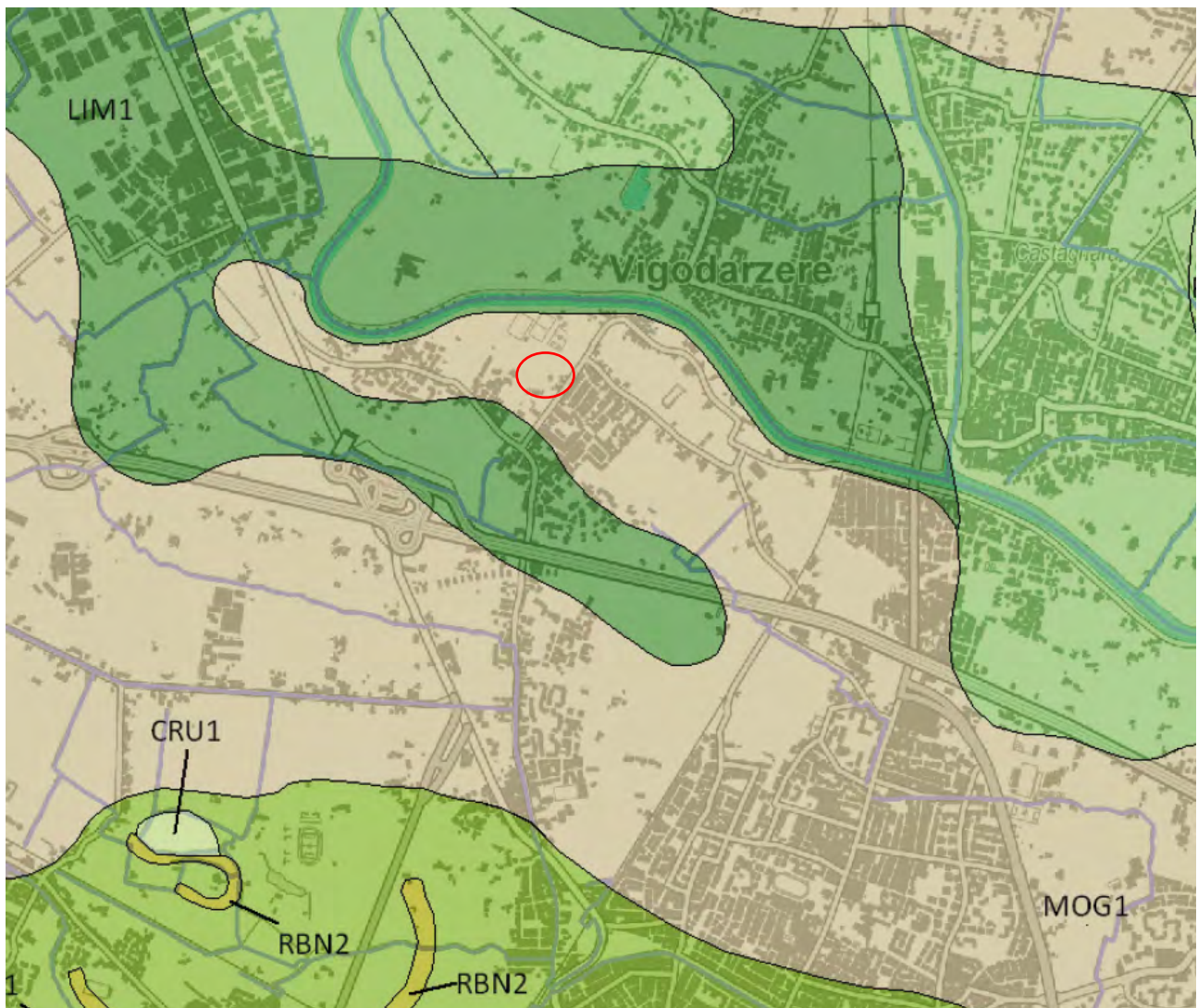


Legenda: 1) idrografia; 2) orlo delle principali scarpate fluviali; 3) limite superiore delle risorgive; 4) ubicazione delle sezioni stratigrafiche citate nel testo: figg. 3.6a, 3.6b e 3.10; 5) Prealpi, Colli Euganei e Berici; 6) aree alluvionali di corsi d'acqua prealpini; 7) cordoni morenici degli anfiteatri di Piave e Tagliamento; 8) depressioni intermoreniche; 9) piana di Osoppo; 10) terrazzi tettonici dell'alta pianura friulana; 11) *megafan* dell'Isonzo-Torre; 12) conoide del Natisone-Judrio; 13) isole lagunari; 14) *megafan* del Torre; 15) *megafan* del Cormor; 16) *megafan* del Corno di San Daniele; 17) sistemi dei principali fiumi di risorgiva (Stella, Livenza e Sile), localmente incisi; 18) *megafan* del Tagliamento; 19) aree interposte tra *megafan*, appartenenti al *sandur* del Tagliamento; 20) *megafan* del Meduna; 21) conoide del Cellina; 22) conoidi dei fiumi Monticano, Cervada e Meschio, e degli scaricatori glaciali di Vittorio Veneto; 23) *megafan* del Piave di Nervesa; 24) *megafan* del Piave di Montebelluna; 25) sistema del Brenta: a) settore pleistocenico (*megafan* di Bassano), b) pianura olocenica del Brenta con apporti del Bacchiglione; 26) conoide dell'Astico; 27) sistema dell'Adige: a) pianura olocenica con apporti del Po; b) pianura pleistocenica; 28) sistemi costieri e deltizi.

Figura 2: Schema dei sistemi deposizionali della pianura veneto-friulana (da Bondesan et al., Geomorfologia della Provincia di Venezia, 2004)

Secondo la Carta dei suoli della provincia di Padova (Figura 3), il lotto è ubicato in una zona pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi; si tratta in ogni caso, come già menzionato, di sedimenti ascrivibili alla bassa pianura antica pleniglaciale del Fiume Brenta. In questo contesto i sedimenti più granulari, sabbiosi e sabbioso-limosi, sono legati ad ambienti deposizionali a maggior energia legati a facies di canale attivo, dosso fluviale o ventaglio

di rotta fluviale, mentre i sedimenti più fini argilloso-limosi sono associabili ad ambienti deposizionali a minor energia quali zone di piana alluvionale e bassure di risorgiva.



B3 - Bassa pianura antica (pleniglaciale) con suoli decarbonatati e con accumulo di carbonati negli orizzonti profondi




- B3.1**  *Dossi fluviali poco espressi, costituiti prevalentemente da sabbie*
Unità Cartografiche: CMS1, CMS1/TRE1, VDC1, ZEM1/VDC1
- B3.2**  *Pianura alluvionale indifferenziata, costituita prevalentemente da limi.*
Unità Cartografiche: VGG1, MOG1, RSA1
- B3.3**  *Depressioni della pianura alluvionale, costituite prevalentemente da argille e limi.*
Unità Cartografiche: BCL1, ZRM1, MOG1/ZRM1, VGO1, BRV1

Figura 3: Estratto dalla Carta dei suoli della Provincia di Padova

La Carta geolitologica allegata al PAT del Comune di Padova, di cui si riporta un estratto in Figura 4, conferma la presenza nell'area di intervento di prevalenti sedimenti fini limoso-argillosi.



Figura 4: Estratto dalla Carta geololitologica allegata al PAT di Padova

Dal punto di vista geomorfologico il piano campagna dell'area si presenta pianeggiante e su cui non sono evidenti tracce di instabilità o fenomeni di erosione in atto o potenziali. Naturalmente il contesto intensamente urbanizzato ha cancellato gli elementi geomorfologici naturali (dossi fluviali, alvei abbandonati, ventagli di esondazione, ecc.). D'altro canto, però sono presenti numerose strutture di origine antropica, in primis i rilevati stradali e ferroviari (Figura 5, estratto dalla Carta geomorfologica allegata al PAT di Padova). Proprio a nord della viabilità è presente l'argine destro del Brenta, mentre a sud sono presenti i rilevati autostradali.

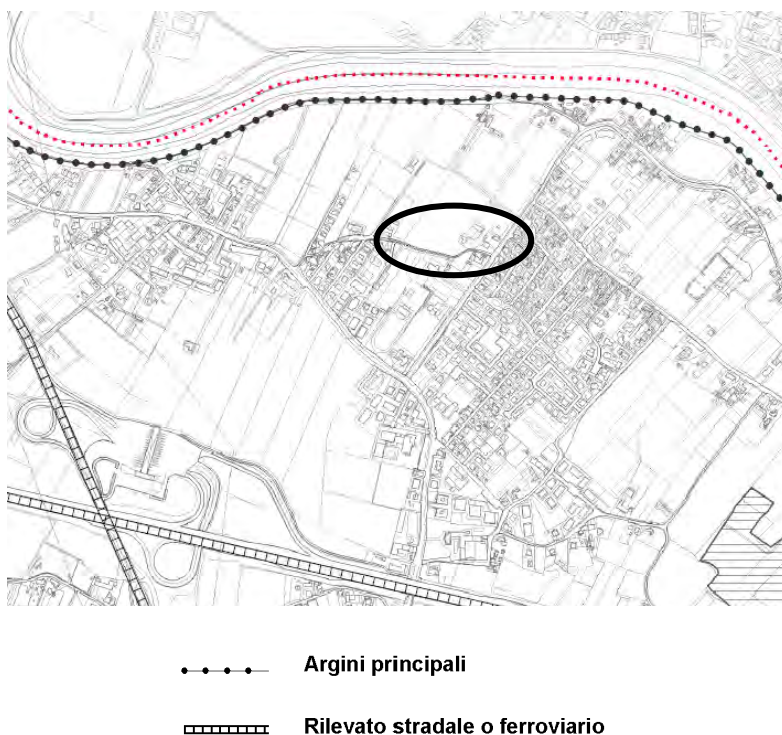


Figura 5: Estratto dalla Carta geomorfologica allegata al PAT di Padova

Dal punto di vista idrogeologico l'area è ubicata nella medio-bassa pianura padovana, dove il potente materasso alluvionale quaternario che ricopre la media e bassa pianura risulta costituito dall'accumulo di sedimenti trasportati dai corsi d'acqua: limi ed argille con locali intercalazioni torbose a cui si alternano corpi sabbiosi, presenti soprattutto in corrispondenza degli antichi percorsi fluviali. Tale alternanza comporta dal punto di vista idrogeologico la presenza di numerosi acquiferi sovrapposti ed intervallati da livelli impermeabili (acquitardi); si tratta di acquiferi sabbiosi in debole pressione per confinamento da parte degli strati coesivi poco permeabili di cui sopra, che li delimitano superiormente, e che risultano in sostanziale equilibrio piezometrico tra loro.

Tali acquiferi ospitano falde acquifere che presentano una direzione di deflusso coincidente, a livello regionale, con la direzione dei corsi d'acqua naturali, dunque ONO – ESE. A livello locale la direzione di deflusso, soprattutto delle falde più superficiali, può essere notevolmente perturbata dalla presenza di corsi d'acqua che esercitano sulla falda stessa un effetto drenante o dalla presenza di paleoalvei sepolti ad andamento meandriforme.

Queste falde traggono alimentazione principalmente dalle infiltrazioni piovane nell'alta pianura e nei rilievi pedemontani, subordinatamente dall'alimentazione dei fiumi circostanti. Il regime della falda presenta, nell'anno idrogeologico normale, due fasi di magra e due fasi di piena stagionale, di queste ultime una più marcata nel periodo primaverile e una più smorzata nel periodo autunnale (questo in generale accordo con il regime dei fiumi prealpini veneti).

In Figura 6 si riporta un estratto dalla Carta idrogeologica allegata al PAT del Comune di Padova, che indica per l'area in esame una soggiacenza media della falda attorno a 2 - 5 m dal p.c, con direzione prevalente ovest - est. Non sono censite aree a pericolosità/criticità idraulica.

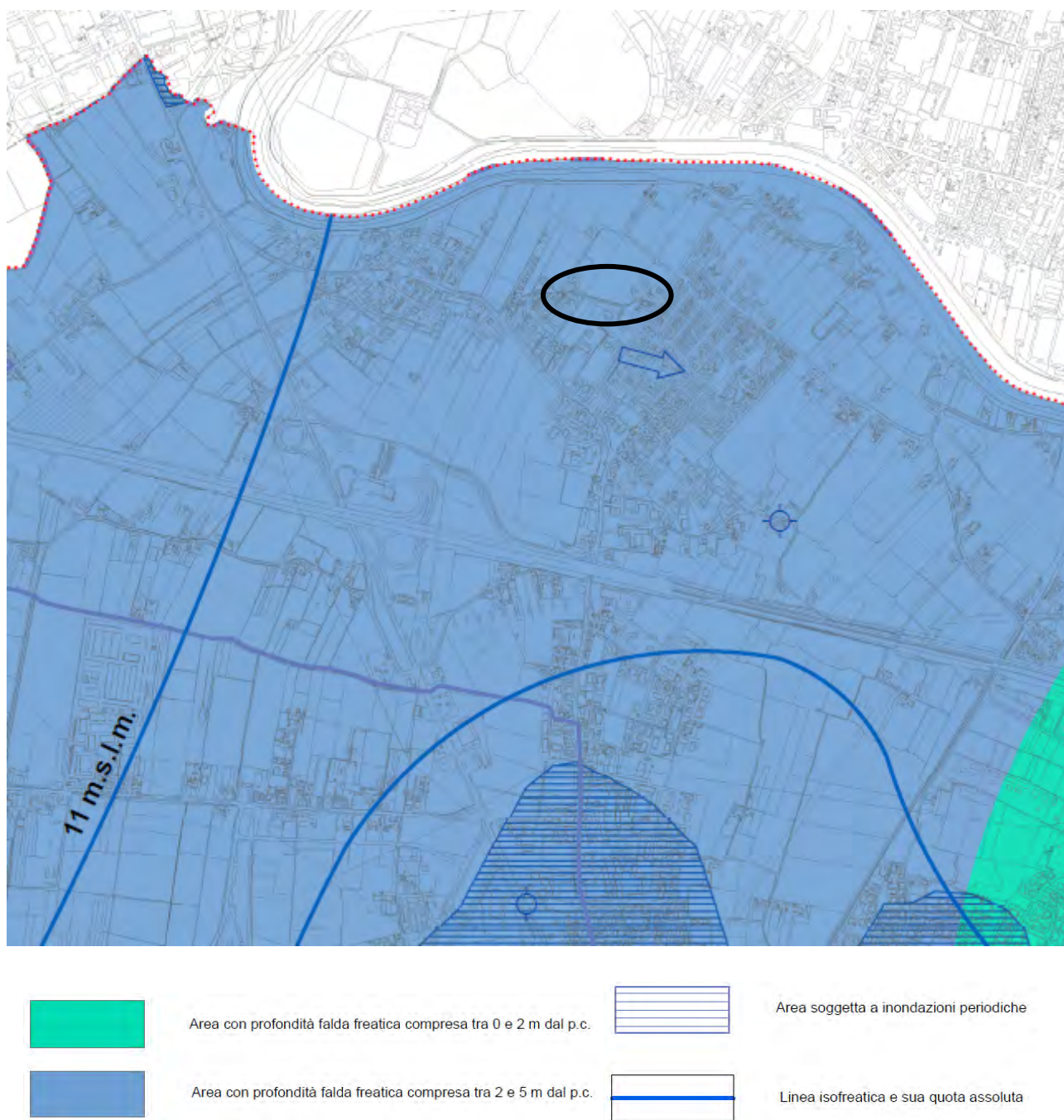


Figura 6: Estratto dalla Carta idrogeologica allegata al PAT di Padova

La carta della fragilità del PAT del Comune di Padova evidenzia che l'ambito è classificato *area idonea*; non sono presenti elementi di criticità. (Figura 7).

Le norme del PAT (art. 7.1) prescrivono che “sono definite idonee le aree che non presentano sostanziali problematiche idrogeologiche o vincoli. In tali aree non sono previsti particolari accorgimenti costruttivi o di salvaguardia, salvo quanto prescritto dal D.M. 25 settembre 2005 e D.M. 11 marzo 1988, D.G.R.V. n° 1322/06 e D.G.R.V. n° 80/04 e successive

modifiche e D.M. 14 gennaio 2008 e salvo quanto prescritto nella allegata Valutazione di compatibilità idraulica finalizzata a ridurre il rischio idraulico nelle aree poste a valle delle zone di intervento urbanistico o edilizio”.

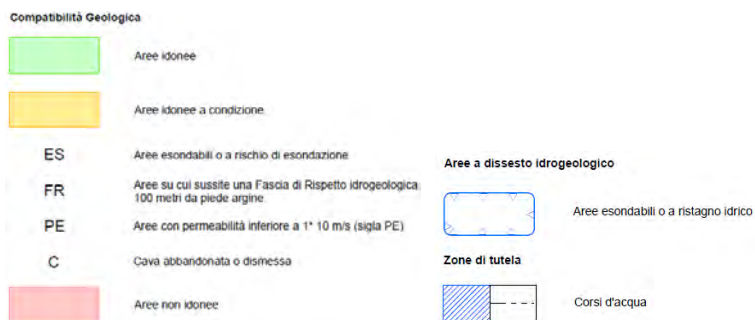
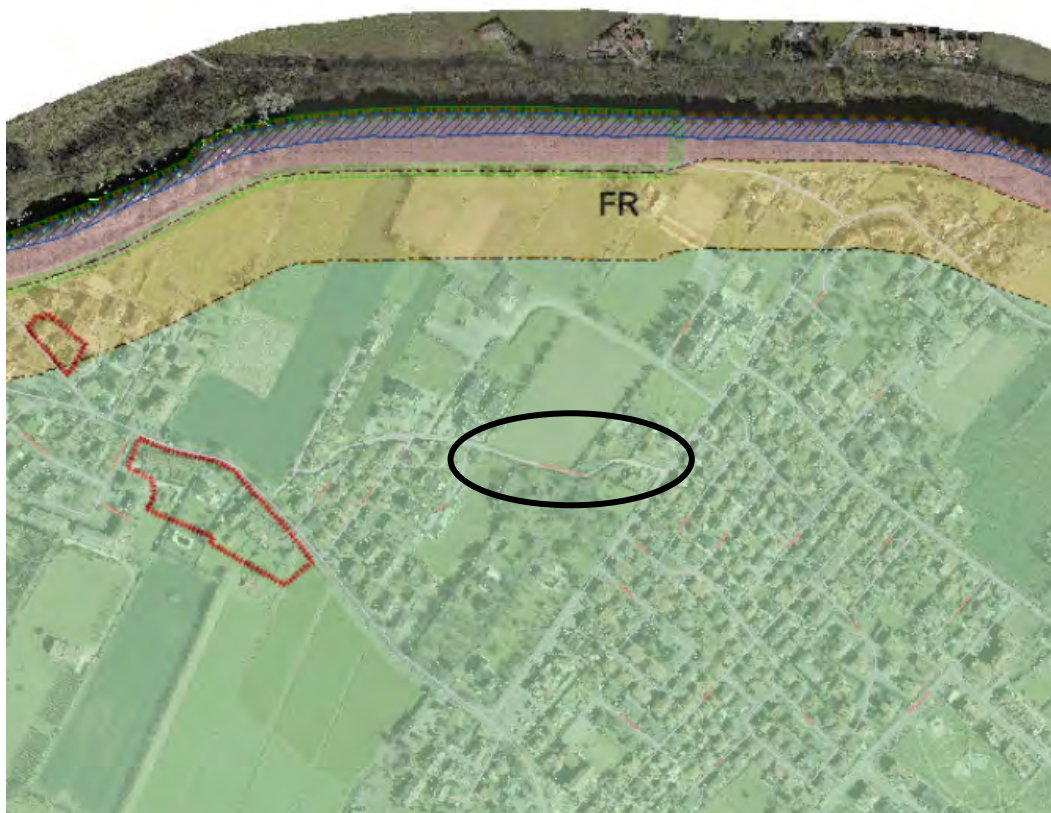


Figura 7: carta della Fragilità del PAT

4 IDROGRAFIA SUPERFICIALE

Il territorio in esame ricade all'interno della competenza del **Consorzio di Bonifica Bacchiglione**, nel bacino idraulico **Montà Portello - sottobacino Fossetta**.

Nell'area di progetto non sono presenti elementi della rete idrografica di diretta competenza del consorzio; a sud, in prossimità del casello autostradale Padova ovest è presente il Fosso Martini collegato al Fosso Praimbole Martini.

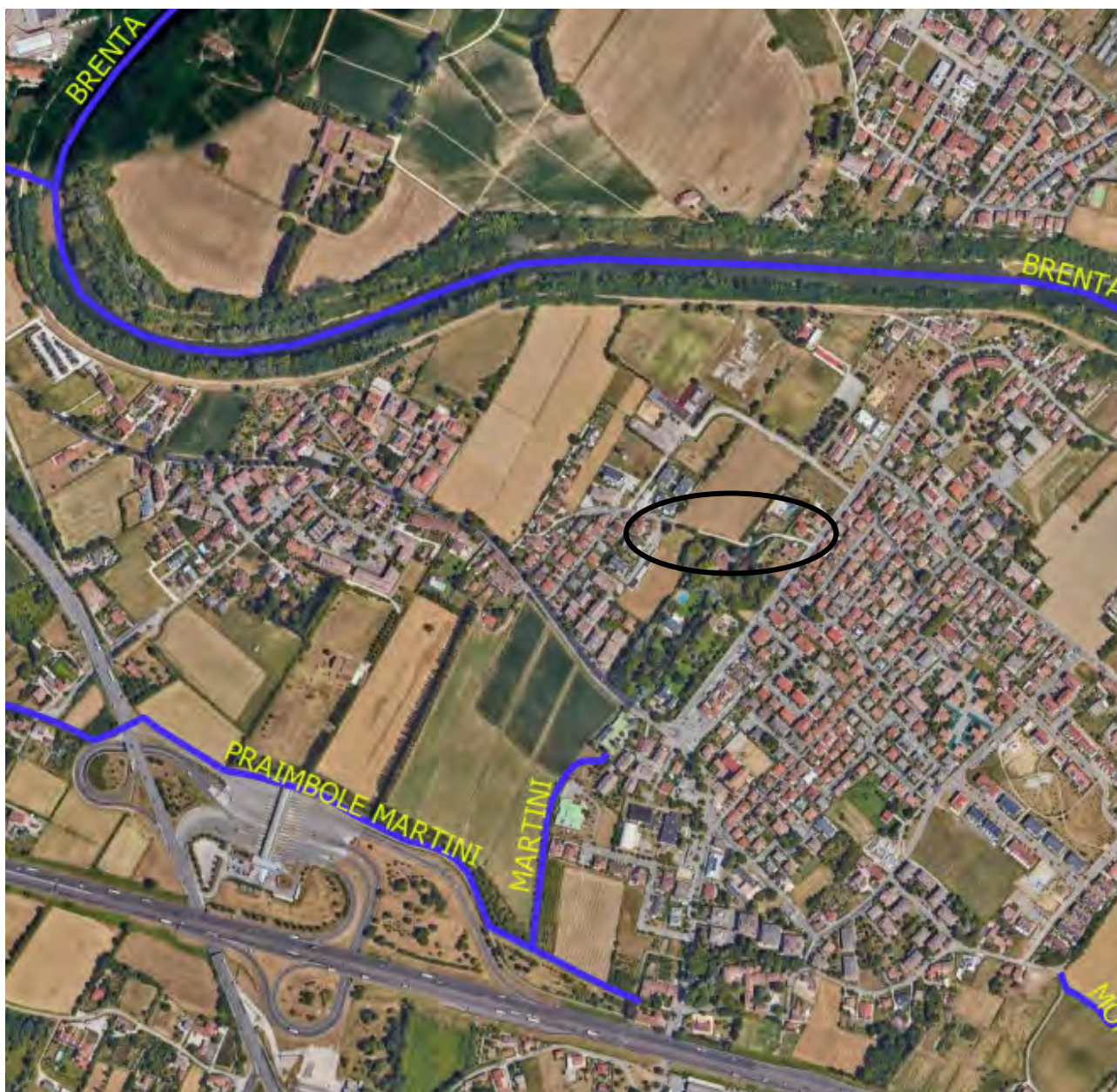


Figura 8: rete idrografica

Come si evidenzia delle foto seguenti, lungo la viabilità esistente di Via Beato Arnaldo da Limena è presente un fosso di drenaggio delle aree. In base al rilievo eseguito (Figura 9 e Figura 10), assumendo un massimo livello tale da non creare criticità idraulica dell'area (livello max +11.10), risulta un volume complessivo di invaso all'interno della affossatura esistenti pari a circa 45 mc, come riportato nei calcoli seguenti.

Tabella 1: volume specifico di invaso per sezione (livello max +11.1m)

SEZIONI	VOLUME SPECIFICO [mc/m]
3	0.0742
4	0.2775
6	0.1934
7	0.5204
8	0.3782
9	0.1552

Tabella 2: volume totale di invaso all'interno dei fossi lungo Via Beato Arnaldo da Limena

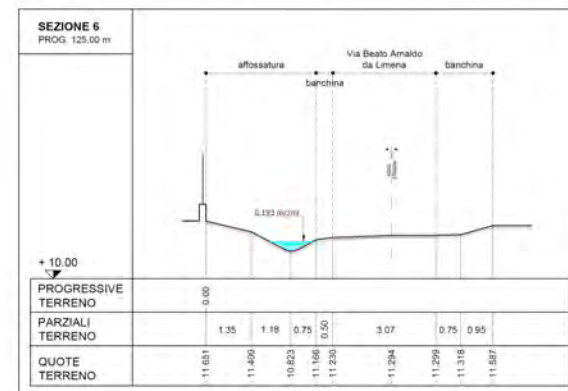
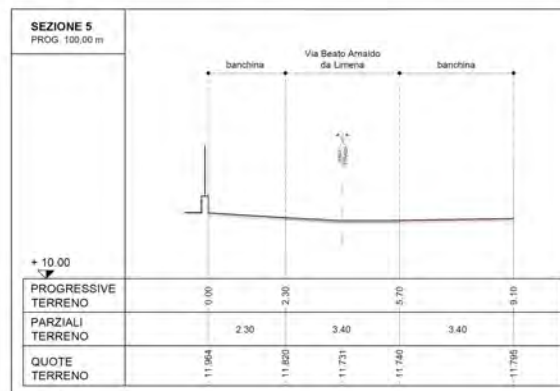
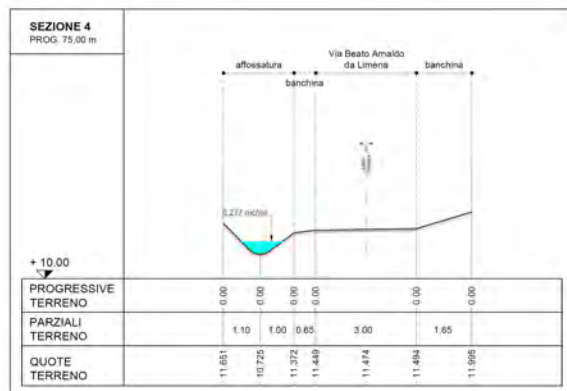
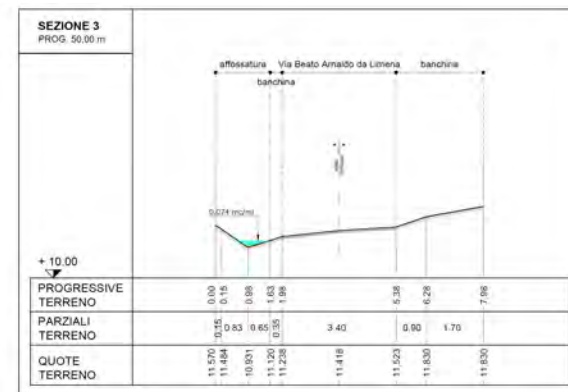
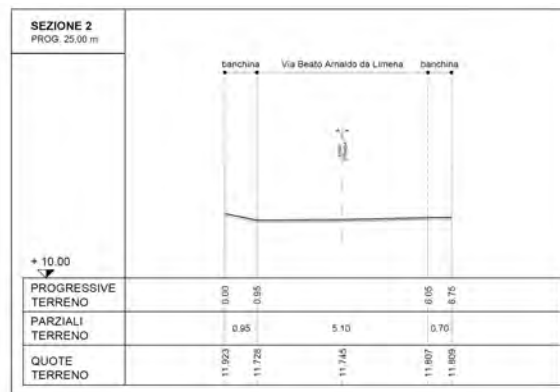
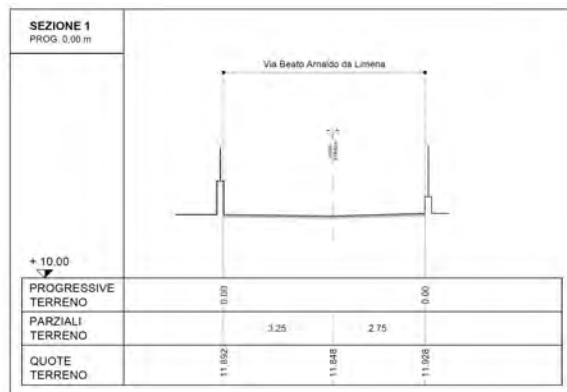
FOSSI ESISTENTI					
da	a	Sez	Area media (mq)	Lunghezza	volume [mc]
30	50	3	0.0742	20	1.48
50	75	3-4	0.1759	25	4.40
75	125	4-6	0.2355	50	11.77
125	150	6-7	0.3569	25	8.92
150	175	7-8	0.4493	25	11.23
175	200	8-9	0.2667	25	6.67
					44.48



Foto 1: viabilità esistente Via Beato Arnaldo da Limena con fossi di drenaggio



Figura 9: rilievo – vedi allegati



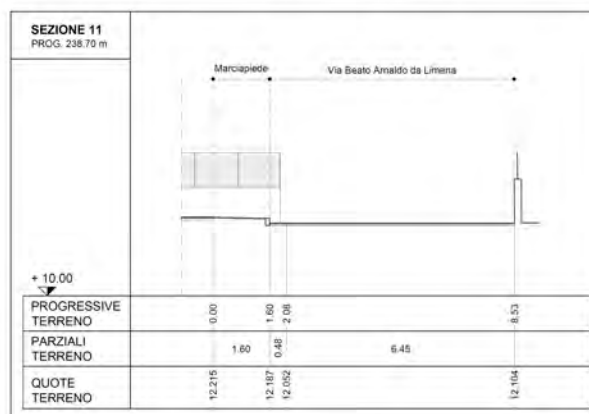
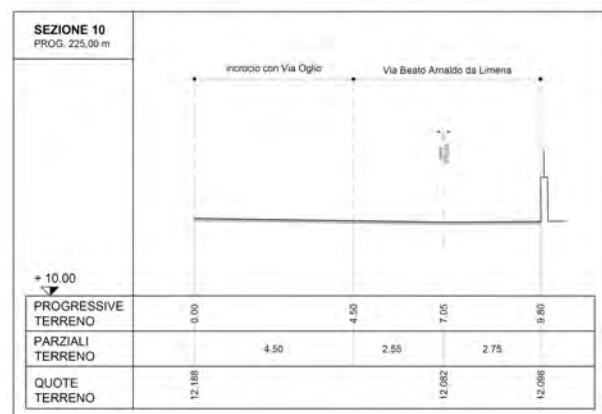
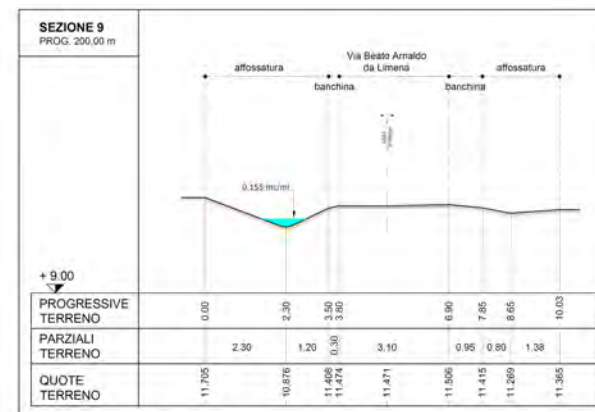
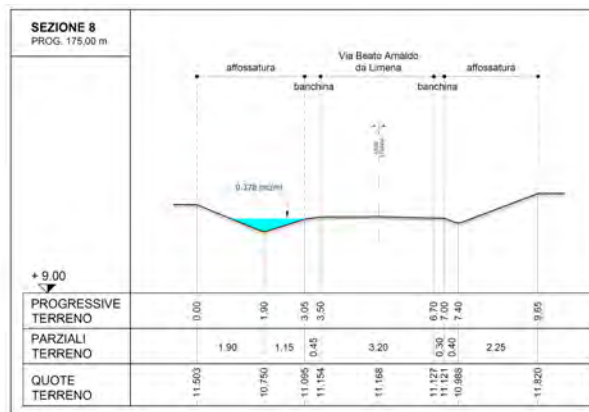
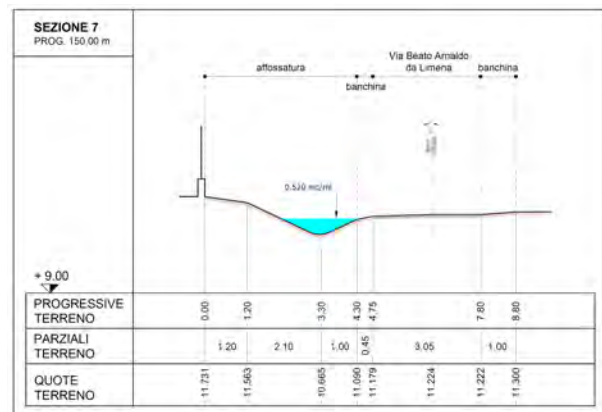


Figura 10: sezioni stato di fatto

Si evidenzia inoltre che lungo il confine ovest dell'area attualmente agricola a nord di Via Beato Arnaldo da Limena è presente un fosso di guardia (Figura 11 - denominato Fosso ovest) che in parte scarica verso nord e in parte verso sud. In base alle evidenze del sopralluogo eseguito, allo stato attuale, il suddetto fosso non sembra risultare direttamente collegato al fosso lungo Beato Arnaldo da Limena e pertanto le acque drenano per infiltrazione nel campo agricolo.

L'area scolante nel suddetto fosso risulta pari a circa 2 ettari costituita prevalentemente da zone agricole; considerando un coefficiente udometrico di circa 150 l/s*ha si stima una portata di deflusso sul fosso di circa 300 l/s.

Il progetto in esame prevede di creare un collegamento tra il suddetto fosso e la dorsale principale di Via Beato Arnaldo da Limena.



Figura 11: fosso ovest

5 RETE FOGNARIA

In base ai rilievi eseguiti in corrispondenza dell'incrocio tra Via Querini e Via Beato Arnaldo da Limena è presente il pozzetto della rete mista (Foto 2) che scarica all'interno della dorsale principale di Via Querini.

Lo schema generale della rete esistente è rappresentato nella Figura 12; nel suddetto pozzetto confluiscono le seguenti tubazioni:

- Rete mista Ø 315 proveniente da Via Beato Arnaldo che raccoglie le acque provenienti dalle abitazioni più prossime all'incrocio. Tale rete verrà mantenuta, ovvero ripristinata, con gli interventi in progetto.
- Reti Ø 315 proveniente dalla pista ciclabile (non direttamente interferente con gli interventi in progetto)
- Tubazione di scarico verso rete fognaria di Via Querini in PRFV di diametro Ø 630 mm, con quota relativa di scarico a circa -1.80 m da p.c.



Figura 12: rilievo della rete mista esistente in via Querini



Foto 2: pozzetto rete mista in via Querini

Il suddetto pozzetto (in Foto 2) sarà il punto di recapito a valle del manufatto di laminazione per l'intervento in oggetto.

Percorrendo Via Beato Arnaldo da Limena verso ovest, in prossimità dell'incrocio con Via Oglio è presente un altro pozzetto della rete mista (Foto 3) dove confluisce la tubazione proveniente da Via Oglio e inizia la rete mista in Via Beato Arnaldo da Limena con tubazione in cls Ø 400 mm e direzione di flusso verso ovest.



Foto 3: pozzetto rete incrocio Via Beato Arnaldo da Limena / Via Oglio

6 RISCHIO IDRAULICO

L'area di progetto **non ricade in vincolo idrogeologico** definito dal RDL 30/12/1923, n. 3267, così come cartografato nella tav. 10 del PRTC del Veneto e **nemmeno in vincolo idraulico** art. 115 del D. Lgs 152/06 e smi.

Il Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto Alpi Orientali non individua lungo la viabilità di progetto aree a pericolosità idraulica.

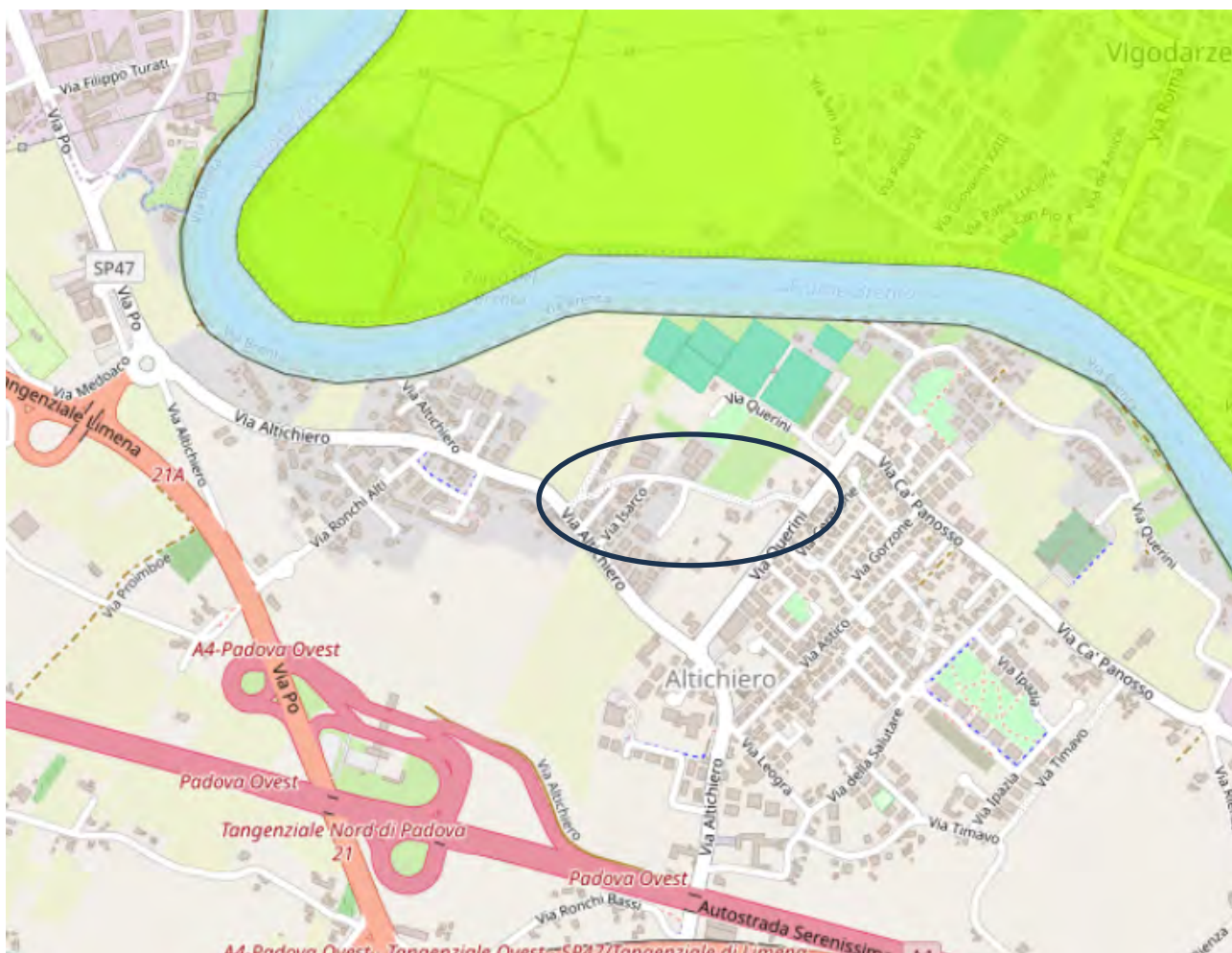


Figura 13: pericolosità idraulica PGRA (dati disponibili sul portale SIGMA)

La Valutazione di Compatibilità idraulica del PAT, nell'Allegato L, riporta le mappe delle aree con problemi idraulici legati alla rete di drenaggio urbano; l'ambito di progetto non presenta aree a pericolosità.

Il Piano Generale di Bonifica del Consorzio Bacchiglione non evidenzia, per l'ambito di progetto, aree a pericolosità idrauliche; come si vede dalla Figura 14 non sono censite aree a pericolosità media ed elevata.

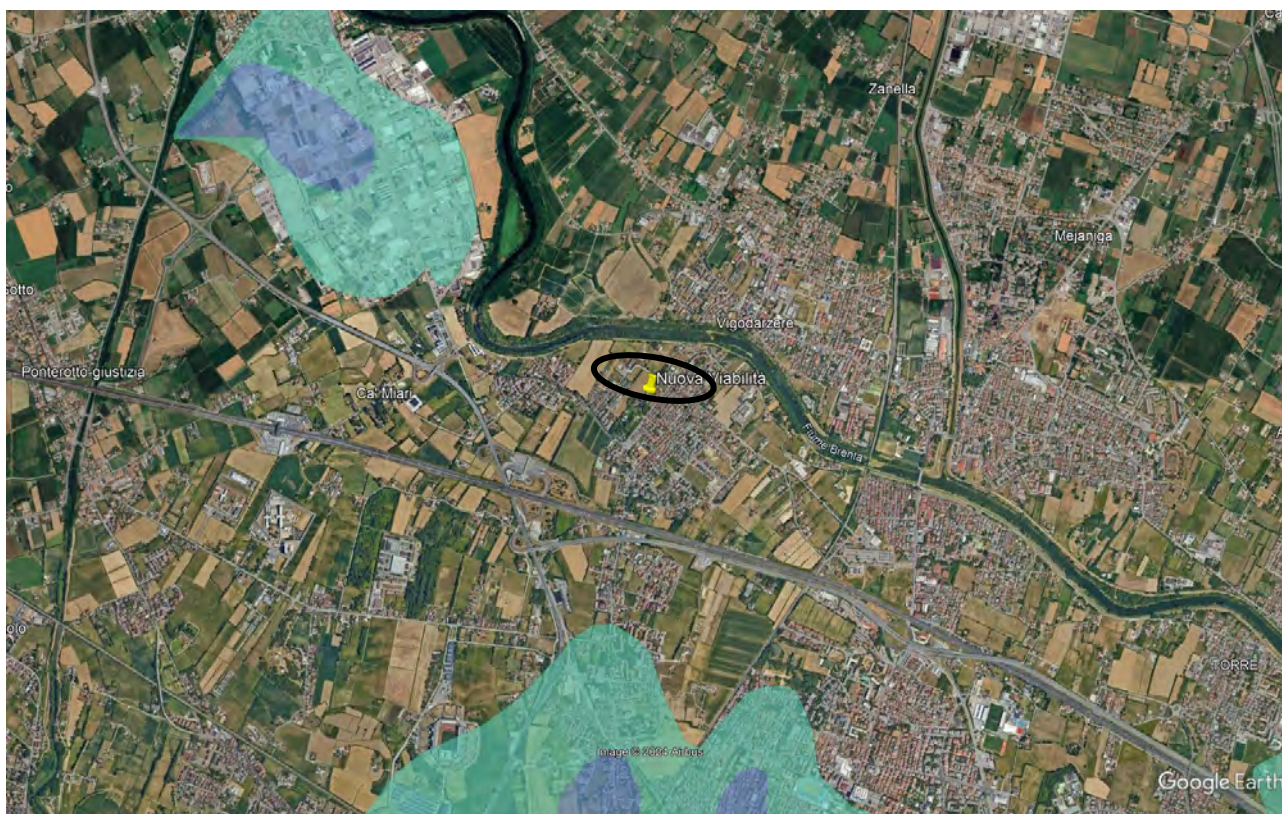


Figura 14: carta della pericolosità idraulica censita del Consorzio di Bonifica Bacchiglione

7 DESTINAZIONE URBANISTICA E VINCOLI

La carta dei vincoli del PAT (Figura 15) evidenzia che l'area di progetto non sono presenti vincoli di natura ambientale e paesaggistica.

A livello urbanistico l'area di progetto ricade, come si evidenzia dal Piano degli Interventi del Comune di Padova, in:

- **Viabilità esistente.**

L'intervento, di sistemazione con allargamento e asfaltatura dell'attuale strada sterrata, risulta pertanto coerente con le norme del PI.

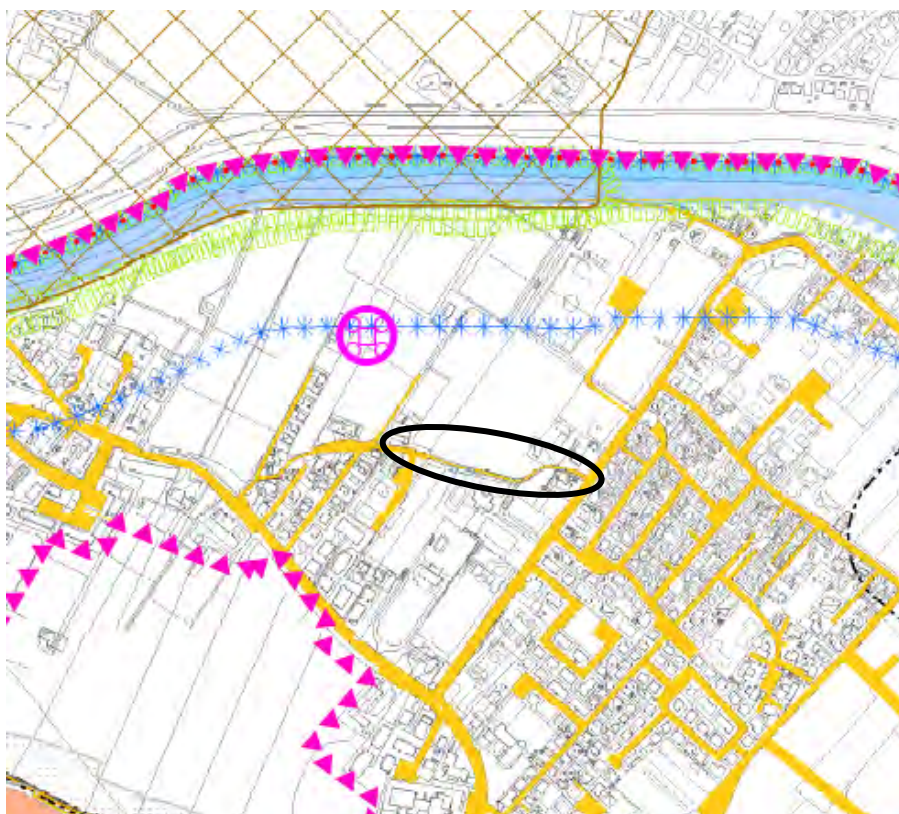


Figura 15: carta dei vincoli (PAT comune di Padova)

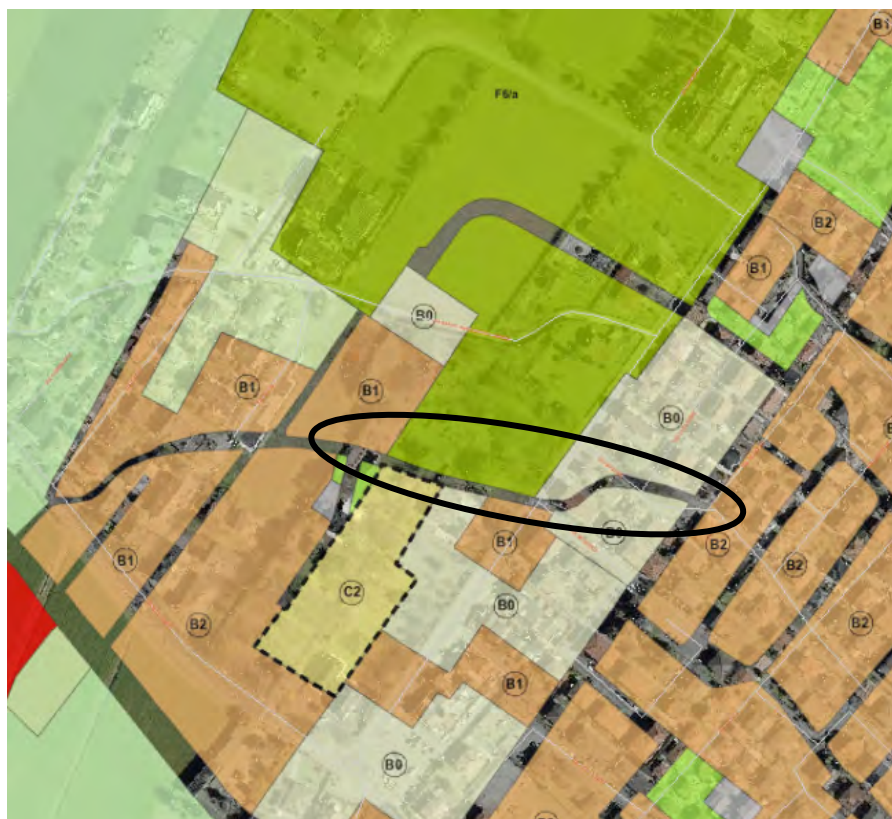


Figura 16: Piano degli Interventi

8 IL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione, lungo l'attuale tracciato di Via Beato Arnaldo da Limena, della nuova viabilità con sezione stradale a due corsie da 3.25 m, banchine laterali da 50 cm, e pista ciclopedonale larga 3 metri. L'intera viabilità verrà realizzata in asfalto. La livella di progetto avrà pendenza longitudinale da Via Querini verso Via Oglio (direzione est – ovest). La **superficie** complessiva di progetto è pari a circa **2550 mq**, così ripartiti:

Descrizione	Superficie (mq)
marciapiede	578.0
viabilità	1971.3
	2549.3

Si riporta di seguito la planimetria di progetto con la sovrapposizione del rilievo dello stato attuale.

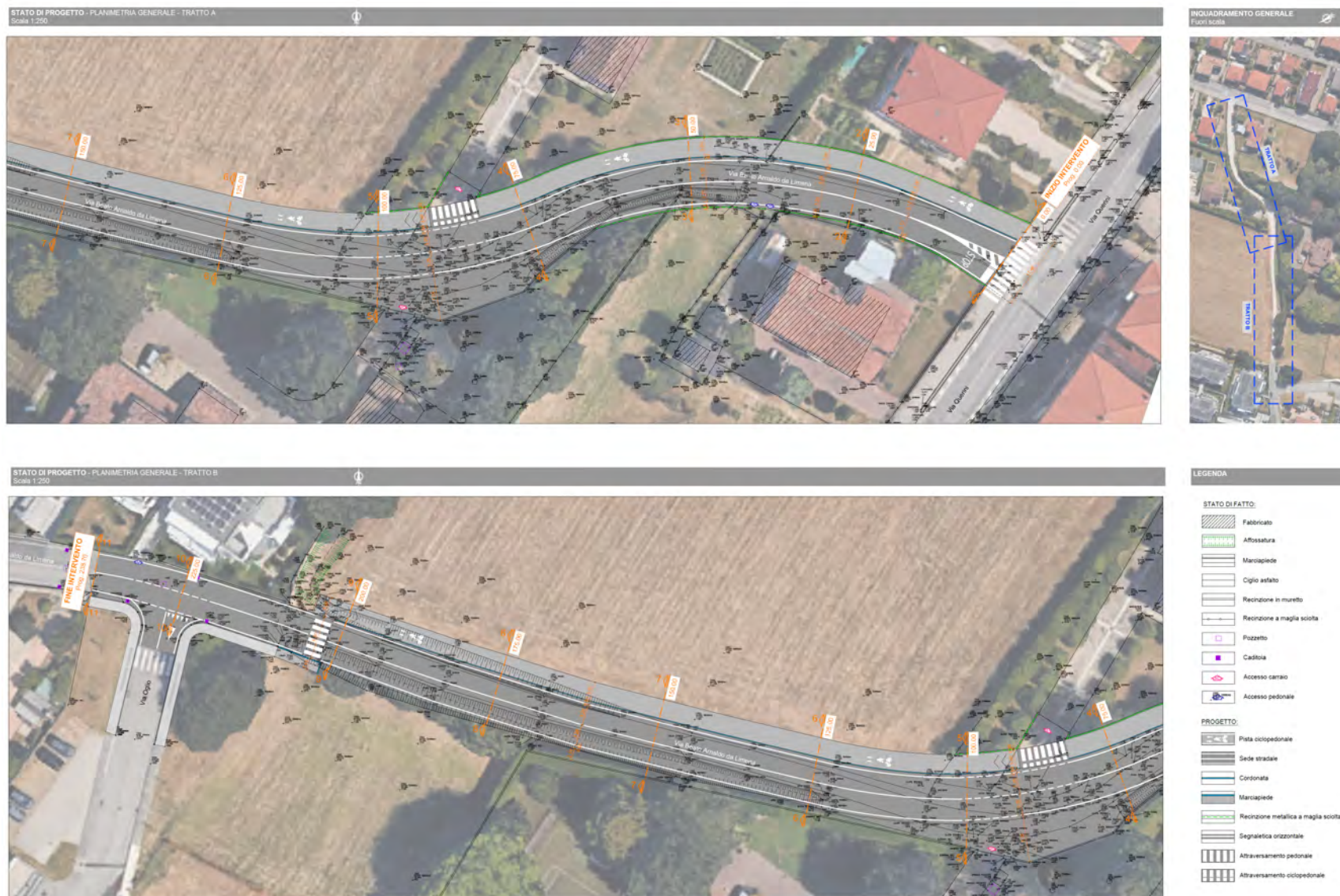


Figura 17: planimetria di progetto – vedi allegato

9 ANALISI IDROGEOLOGICA

9.1 CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA

In accordo con il Consorzio di Bonifica Bacchiglione, nel presente studio, sono state utilizzate le curve di possibilità pluviometrica estratte dalla recente pubblicazione dell'ANBI [13].

La curva di possibilità pluviometrica a tre parametri è data dalla seguente formula

- h: altezza di pioggia (mm) $h = \frac{a \cdot t}{(t+b)^c}$
 - o t: tempo di pioggia (min)
 - o a [mm/min^(1-c)], b [min], c[-]

Il territorio del Comune di Padova nella competenza del consorzio Bacchiglione rientra nella zona omogenea n. 1 ; i parametri della curva segnalatrice per le piogge sub-giornaliere sono di seguito riportati

Tr [anni]	a	b	c
2	24.5	10.4	0.862
5	31.3	11.7	0.861
10	36.4	12.8	0.857
20	41.3	14.0	0.851
30	44.3	14.8	0.847
50	47.9	15.9	0.841
100	53.0	17.6	0.833
200	58.4	19.6	0.825

Tabella 3: curve segnalatrici a 3 parametri. Nota: a [mm/min^(1-c)]; b [min]

La DGR Regione Veneto n. 2948 del 06/10/2009 viene fissato per la valutazione della compatibilità idraulica il tempo di ritorno pari a 50 anni.

È chiaro che il tempo di ritorno con cui dimensionare l'opera deve tenere conto sia del rischio associato al malfunzionamento dell'opera stessa che del costo aggiuntivo relativo all'adozione di tempi di ritorno maggiori: nel caso in studio, in considerazione del danno derivante dall'allagamento dell'area di intervento e viste le condizioni idrologiche del bacino scolante si è ritenuto corretto definire come evento di progetto quello a cui è associato un **tempo di ritorno pari a 50 anni**, conforme alla normativa della Regione Veneto in tema di Valutazione di Compatibilità Idraulica.

9.2 COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Individuata l'equazione di possibilità pluviometrica è necessario stimare quale sia la frazione di afflusso meteorico efficace ai fini del deflusso attraverso la rete di collettori; essa si individua mediante il *coefficiente di deflusso* φ , inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo ed il volume di pioggia precipitato nell'intervallo stesso. L'afflusso unitario alla rete è dunque pari a φh .

Tipo di superficie	Coefficiente di deflusso φ_1
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali)	0,90
Superfici semi-impermeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso)	0,60
Superfici permeabili (aree verdi)	0,20
Aree agricole, aree ad elevata permeabilità	0,05 – 0,10

Tabella 4: Coefficienti di deflusso

Nel caso in cui superfici scolanti di diversa natura (caratterizzate dunque da diversi valori del coefficiente di deflusso φ), risultino essere afferenti al medesimo tratto di tubazione, è necessario calcolare la media ponderale di φ ; detto i φ il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , sarà:

$$\overline{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

Le linee guida sulla Compatibilità Idraulica introducono la classificazione dimensionale degli interventi in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione dell'uso del suolo).

Con riferimento alla **superficie di effettiva trasformazione** dove è prevista la modifica del suolo, pari a **2550 mq**.

Allo **stato attuale** la superficie di progetto risulta caratterizzata da una strada sterrata in ghiaio battuto; il coefficiente di deflusso medio allo stato attuale risulta pari a **0,6**.

Il **progetto** prevede la realizzazione di una nuova viabilità con pista ciclopeditone completamente in asfalto; il **coefficiente di deflusso** risulta pari a **0,90**

9.3 TEMPO DI CORRIVAZIONE

La risposta idrologia di un bacino è pertanto direttamente proporzionale alla precipitazione e al coefficiente di deflusso e inversamente proporzionale al tempo di corrivazione.

Il tempo di corrivazione è definito in via teorica come il tempo che impiega la precipitazione che cade nella parte più distante del bacino a raggiungere la sezione terminale; una definizione migliore è che esso rappresenta l'intervallo di tempo dall'inizio della precipitazione oltre al quale tutto l'afflusso contribuisce al deflusso nella sezione terminale.

In base alle dimensioni e alla tipologia di opere che si andranno a realizzare, per bacini urbani impermeabilizzati e con un percorso idraulico medio di 200 metri, si stima un tempo di corrivazione di circa 10 minuti.

9.4 IETOGRAMMA SINTETICI

L'ietogramma Chicago fu sviluppato da Keifer e Chu nel 1957 con riferimento alla fognatura di Chicago. La principale caratteristica di questo ietogramma consiste nel fatto che per ogni durata minore o uguale a quella totale dell'evento considerato, l'intensità media della precipitazione dedotta dal suddetto ietogramma è congruente con la curva di possibilità pluviometrica. Lo ietogramma Chicago presenta il vantaggio di essere poco sensibile alla variazione della durata di base θ . Infatti la parte centrale dello ietogramma rimane la stessa per durate progressivamente maggiori dal momento che si allungano solo le due code all'inizio ed alla fine dell'evento. Perciò, pur essendo dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica, se la durata complessiva è sufficientemente lunga, tale ietogramma non risente se non in minima parte della sottostima dei volumi insita nel procedimento di definizione delle curve stesse.

Lo ietogramma Chicago rappresenta una pioggia critica per tutte le durate, nel senso che a tutte le durate corrisponde la stessa probabilità cumulata $P(h\theta)$. Gli altri istogrammi (rettangolare, triangolare), invece, devono essere modificati in funzione della durata critica del bacino considerato.

D'altra parte, poiché nella realtà un evento pluviometrico che è critico per una durata θ non è necessariamente critico anche per tutte le altre durate, *l'altezza complessiva dello ietogramma Chicago è superiore a quella di ciascuno degli eventi reali che risultano critici per le diverse durate*. Di conseguenza, nei problemi in cui, oltre alle intensità, contano anche i volumi di pioggia, **lo ietogramma Chicago risulta più gravoso di ciascuno degli eventi reali che costituiscono il caso critico**. Ai fini della trasformazione afflussi-deflussi, allo ietogramma Chicago corrisponde, quindi, un tempo di ritorno maggiore di quello nominale della relazione altezza-durata da cui è stato ricavato.

Ai fini della verifica dell'idrogramma di progetto è stata utilizzata la curva a tre parametri con T_r 50 anni.

Sono stati effettuate le verifiche con diversi tempi di pioggia (10, 60, 120 minuti) ottenendo i seguenti **ietogramma di pioggia non depurata**:

- 30 minuti = volume 57,53 mm

- 60 minuti = volume 75,37mm
- 120 minuti = volume 92,36 mm

9.5 IETOGRAMMA NETTO

Nei modelli di piena l'ingresso al sistema che rappresenta il bacino è costituito dalla portata di precipitazione netta, intesa come quella parte di precipitazione che, istante per istante, dà origine al deflusso superficiale. Risulta necessario individuare pertanto tutte le perdite idrologiche che avvengono quando la pioggia raggiunge la superficie del suolo: evaporazione, lama d'acqua sul terreno trattenuta dalla tensione superficiale, infiltrazione, immagazzinamento nelle depressioni superficiali. L'infiltrazione risulta invece il fenomeno quantitativamente più significativo. La stima dell'ietogramma netto viene determinata considerando una perdita percentuale stimata mediante il coefficiente di deflusso.

In base alla valutazione precedenti si stimano i seguenti **ietogrammi di pioggia netti** per gli ambiti in esame (oggetto di trasformazione).

volume di pioggia netta (mm)	<i>tp 30 min</i>	<i>tp 60 min</i>	<i>tp 120 min</i>
Stato attuale (ϕ 0,60)	34,52	45,22	55,42
Stato di progetto (ϕ 0,90)	51,77	67,83	83,12

9.6 IDROGRAMMA UNITARIO E CONVOLUZIONE

Nella maggior parte dei modelli idrologici la definizione della risposta del bacino scolante viene affrontata con un approccio di tipo sintetico concettuale: si immagina cioè che il bacino si comporti in analogia ad uno o più elementi semplici (ad esempio, come un serbatoio, o come un canale, o come una cascata di serbatoi, ecc.) e se ne individua la forma della funzione di risposta che dipende da parametri che vanno definiti caso per caso. Se si restringe poi il campo ai modelli di tipo lineare (per i quali, cioè, vale il principio di sovrapposizione degli effetti e la cui relazione ingresso-uscita è descritta da un'equazione differenziale lineare) si può dimostrare che il legame che lega la portata uscente $q(t)$ alla pioggia netta $p(t)$ è del tipo:

$$q(t) = \int_0^t u(t - \tau) * p(\tau) * d\tau$$

La formula si definisce integrale di convoluzione e la funzione $u(t)$ si chiama genericamente risposta impulsiva del sistema. In idrologia essa prende il nome di Idrogramma Unitario Istantaneo (Instantaneous Unit Hydrograph, o IUH), poiché può essere interpretata come l'idrogramma uscente dal bacino a causa di una pioggia di durata infinitesima e volume unitario (precipitazione impulsiva).

È bene ricordare che, per definizione, il volume dell'IUH è uguale all'unità:

$$\int_0^{\infty} u(t) * dt = 1$$

Tale proprietà deve essere rispettata anche in termini discreti (ovvero la somma delle ordinate dell'IUH, moltiplicata per l'intervallo di discretizzazione, deve essere pari all'unità); in caso contrario l'errore si traduce nel non rispetto dell'equazione di continuità.

Per la trasformazione afflussi – deflussi di tipo lineare sono utilizzabili i modelli di Nash e dell'Invaso Lineare che rappresentano più correttamente bacini in cui la superficie pianeggiante è prevalente e dove quindi l'effetto di rallentamento e invaso temporaneo delle acque meteoriche è predominante.

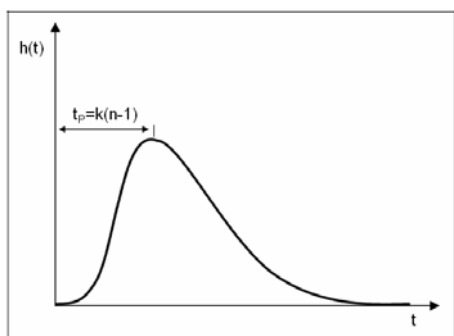
9.6.1 Modello di Nash

Nel modello di Nash il bacino viene schematizzato come una cascata di serbatoi lineari.

L'IUH del modello assume la forma:

$$u(t) = \frac{1}{k(n-1)!} \left(\frac{t}{k}\right)^{n-1} e^{-\frac{t}{k}}$$

dove k è la costante d'invaso di ciascuno degli n serbatoi uguali tra loro. L'andamento qualitativo dell'IUH del modello di Nash è riportato in Figura seguente.



Perdendo l'interpretazione fisica del modello è possibile definire l'IUH anche per un numero n di serbatoi non intero, sostituendo il termine fattoriale con la funzione Gamma:

$$u(t) = \frac{1}{k \Gamma(n)} \left(\frac{t}{k}\right)^{n-1} e^{-\frac{t}{k}}$$

Anche per {n, k}, parametri caratteristici del modello di Nash, esistono in letteratura formule empiriche. Come proposto nel modello di calcolo UrbisPro®, sviluppato dal Centro Studi di Idraulica Urbana (Politecnico di Milano) viene fissato il valore n = 3, mentre la costante di invaso k è funzione del tempo di corrvazione T_c secondo la seguente formula:

$$k = 0.5 \frac{T_c}{n-1}$$

In base ai dati attuali e di progetto, considerando diversi tempi di pioggia si ottiene un valore asintotico dell'idrogramma unitario ($l/s \cdot ha$):

Portata unitarie ($l/s \cdot ha$)	$tp \ 30 \ min$	$tp \ 60 \ min$	$tp \ 120 \ min$
Stato attuale ($\phi \ 0,60$; $t_c \ 10 \ min$)	286,9	288,8	288,9
Stato di progetto ($\phi \ 0,90$; $t_c \ 10 \ min$)	430,3	433,2	433,3

- Stato attuale $\rightarrow 288 \ l/s \cdot ha$
- Stato di progetto $\rightarrow 433 \ l/s \cdot ha$

Per l'ambito di progetto (di superficie pari a circa 0,25 ettari) è stimabile una portata di picco pari a circa **110,5 l/s** .

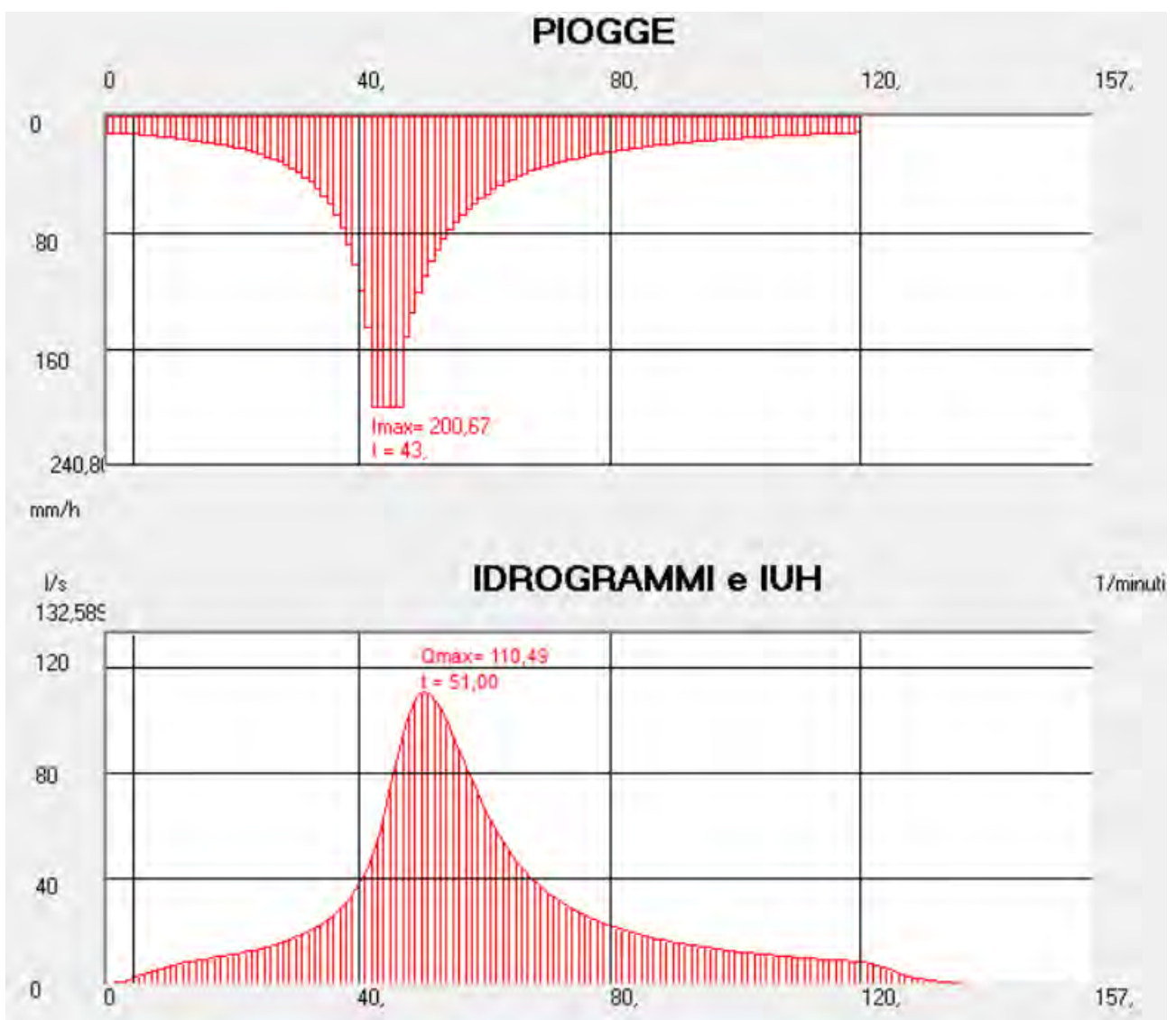


Figura 18: idrogramma stato attuale e stato di progetto – t pioggia 120 min (UrbisPro©)

10 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Con la DGR Regione Veneto n. 2948 del 06/10/2009, ed espressamente nell'allegato A al medesimo, che ha sostituito le "Modalità operative e indicazioni tecniche" approvate con la DGRV n. 3637/02, per gli *strumenti urbanistici comunali (PAT/PATI o PI)*, o per le varianti agli strumenti urbanistici generali o varianti che comportino una trasformazione territoriale, dovrà essere redatta una "Valutazione di compatibilità idraulica" dalla quale si desuma, in relazione alle nuove previsioni urbanistiche, che non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione, anche futura, di tale livello.

Tale applicazione è valida anche per ogni trasformazione territoriale che comporti una variazione d'uso del suolo. È di primaria importanza che i contenuti dell'elaborato di valutazione pervengano a dimostrare che, per effetto delle nuove trasformazioni territoriali, non viene aggravato l'esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello. A riguardo pertanto duplice è l'approccio che deve ispirare lo studio.

- In primo luogo deve essere **verificata l'ammissibilità dell'intervento**, considerando le interferenze tra i dissesti idraulici presenti e le destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo.
- In secondo luogo va evidenziato che l'impermeabilizzazione delle superfici e la loro regolarizzazione contribuisce in modo determinante all'incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate. Pertanto ogni progetto di trasformazione dell'uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere **costante** il coefficiente udometrico secondo il principio dell' **"invarianza idraulica"**.

Come evidenziato nei capitoli precedenti **il progetto non risulta in contrasto con le norme prescrittive e direttive definite dalla VCI del PAT.**

La Delibera regionale introduce una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

La classificazione è riportata nella seguente tabella.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- Classe 1: nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale, è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- Classe 2: nel caso di modesta impermeabilizzazione, è opportuno sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, in questi casi è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm.
- Classe 3: nel caso di 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 tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- Classe 5: nel caso di 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;
- Classe 5: nel caso di marcata impermeabilizzazione, è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Relativamente al progetto in esame si evidenzia che l'intervento è classificabile di *Modesta Impermeabilizzazione potenziale* – CLASSE 3; le Linee Guida per la Valutazione di Compatibilità Idraulica ([6]) definiscono i seguenti criteri di dimensionamento dei volumi di invaso:

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

Per l'intervento in progetto in classe 3, viene definito un criterio di dimensionamento n. 1, basato sul concetto di coefficiente udometrico calcolato con il **metodo dell'invaso**. In accordo alle indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica Bacchiglione si fissa un coefficiente udometrico allo scarico di **10 l/s*ha**.


Tabella 5: coerenza del progetto con i principi di invarianza idraulica

Principi di Invarianza Idraulica	Descrizione
Ammissibilità con aree a pericolosità idraulica	L'area di intervento non ricade all'interno di aree censite a pericolosità idraulica P1 nel PGRA. Non sono censite aree a rischio allagamento dal Consorzio di Bonifica.

Principi di Invarianza Idraulica	Descrizione
Variazione coefficiente udometrico	Il progetto comporterà una modifica dell'impermeabilizzazione del suolo, definibile di <i>modesta impermeabilizzazione potenziale</i> . Viene imposto un coefficiente udometrico allo scarico di 10 l/s*ha ai fini del calcolo del volume di invarianza idraulica.
Invarianza del punto di recapito	In linea generale il punto di recapito rimane invariato, individuato nel pozzetto esistente di Via Querini
Quote altimetriche	Il progetto non modifica sensibilmente le quote altimetriche che rimangono equivalenti a quelle dello stato attuale a meno di raccordi con gli accessi esistenti
Capacità scolo aree limitrofe	Il progetto non interferisce con la capacità di scolo delle aree limitrofe; la volumetria delle affossature oggetto di tombamento verrà compensata con le opere di mitigazione idraulica previste in progetto.

10.1 VOLUME DI INVARIANZA IDRAULICA

Si riporta di seguito il calcolo del volume di invarianza idraulica, per l'area di progetto, mediante foglio di calcolo del **metodo dell'invaso**.



METODO DELL' INVASO

Specificare : - Comune
- tempo di ritorno [anni]
- coefficiente d'afflusso
- coefficiente udometrico imposto [l/s,ha]
- esponente α della scala delle portate

PARAMETRI IN INGRESSO

Padova

50

Coefficiente d'afflusso k	0.9	[-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10	[l/s, ha]
Esponente α della scala delle portate	1	[-]
Superficie intervento	2 550	[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	[-]

Volume specifico richiesto per l'invarianza	975	[m ³ ha ⁻¹]
Volume richiesto per l'invarianza	248.7	[m ³]

Il valore calcolato è stato quindi depurato del valore corrispondente ai piccoli invasi, ovvero pari a circa 11,22 mc (44 mc/ha x 0,255 ha), secondo la tabella seguente:

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

Il **volume totale di invarianza idraulica** per la nuova trasformazione territoriale risulta pertanto pari a:

$$\text{Volume} = 248,7 - 11,22 = 237,48 \text{ mc}$$

A tale volumetria dovrà essere sommato il volume derivante dalle affossature tombate con l'intervento in progetto, quantificate (rif. par. 4) in circa +45 mc.

$$\text{Volume} = 237,48 + 45 = \text{circa } 283 \text{ mc}$$

La rete in progetto garantirà il volume di invaso con grado di riempimento medio del 90%.

Con riferimento alla superficie dell'ambito di effettiva trasformazione risulta un volume specifico di compensazione idraulica di circa 1100 mc/ettaro.

11 PROGETTO IDRAULICO

Il presente progetto idraulico prevede il dimensionamento della rete di drenaggio interna, degli invasi di laminazione e dei manufatti idraulici di scarico secondo il principio dell'invarianza idraulica. Per ogni dettaglio si rimanda agli elaborati grafici.

Ai fini del dimensionamento, per il calcolo della portata scaricata dal sistema di tubazioni vengono utilizzate le formule idrauliche del moto uniforme. In condizioni di moto uniforme la velocità assume lo stesso valore in tutte le sezioni; condizione necessaria, ma non sufficiente, perché si abbia moto uniforme è che l'alveo sia prismatico (pendenza e sezione trasversale invarianti). Denominate con V la velocità media della corrente, con Q la portata e con Fr il numero di Froude, vengono calcolate le funzioni $V(h)$, $Q(h)$, $Fr(h)$.

La formula di moto uniforme impiegata è la formula di Chézy:

$$V = \chi \sqrt{Ri}$$

In generale, il coefficiente di conduttanza χ dipende dal numero di Reynolds Re , ma in caso di moto assolutamente turbolento, questa dipendenza diviene trascurabile. Il software utilizzato per le verifiche idrauliche (UrbisPro©) consente

l'uso delle seguenti formule empiriche che legano il coefficiente di conduttanza χ alla scabrezza della parete ed al raggio (o al diametro) idraulico:

$$\chi = k_s \cdot R^{1/6} \quad [\text{Gauckler-Strickler}]$$

$$\chi = \left(\frac{1}{n}\right) \cdot R^{1/6} \quad [\text{Manning}]$$

È stato assunto un coefficiente di scabrezza di Gauckler – Strickler k_s per tubazioni / manufatti in cemento non perfettamente liscio pari a $80 \text{ m}^{1/3} \text{ s}^{-1}$.

Un'altra formula inserita in UrbisPro© è l'espressione di Colebrook per la definizione dell'indice di resistenza λ . In condizioni di moto assolutamente turbolento esso dipende esclusivamente dalla scabrezza idraulica ε :

$$\lambda_{\infty} = \frac{1}{4} \cdot \left(\log_{10} 3.71 \frac{D}{\varepsilon} \right)^{-2}$$

A seguito del calcolo della scala $V(h)$, è possibile definire i risultati relativi alle scale della portata $Q(h)$ e del numero di Froude $F(h)$ ottenuti dalle seguenti espressioni:

$$Q(h) = V(h) \cdot A(h)$$

$$F(h) = \frac{V(h)}{\sqrt{\frac{A(h)}{B(h)}}}$$

Come è noto, se il numero di Froude è $Fr < 1$ le corrispondenti condizioni di moto uniforme sono di tipo lento, se il numero di Froude è $Fr = 1$ le corrispondenti condizioni di moto uniforme sono di stato critico, se il numero di Froude è $Fr > 1$ le corrispondenti condizioni di moto uniforme sono di tipo veloce.

Lo stato critico è definito dalla portata critica Q_{cr} e dalla corrispondente velocità V_{cr} , secondo le seguenti espressioni:

$$Q_{cr}(h) = \sqrt{g \cdot \frac{A^3(h)}{B(h)}}$$

$$V_{cr}(h) = Q_{cr}(h) / A(h)$$

La conoscenza dello stato critico è importante per poter caratterizzare, per confronto con il moto uniforme, se la corrente di moto uniforme è in condizioni di corrente di tipo lento o veloce. Infatti, a parità di tirante idrico h , se V e Q di moto uniforme sono minori, uguali o maggiori di V_{cr} e Q_{cr} , la corrente è rispettivamente di tipo lento, critico o veloce.

11.1 CADITOIE

Le **caditoie stradali** sono costituite da un pozzetto di raccolta interrato, generalmente prefabbricato, con un dispositivo di coronamento formato da un telaio che sostiene un elemento mobile detto griglia che consente all'acqua di affluire al pozzetto di raccolta e alla rete.

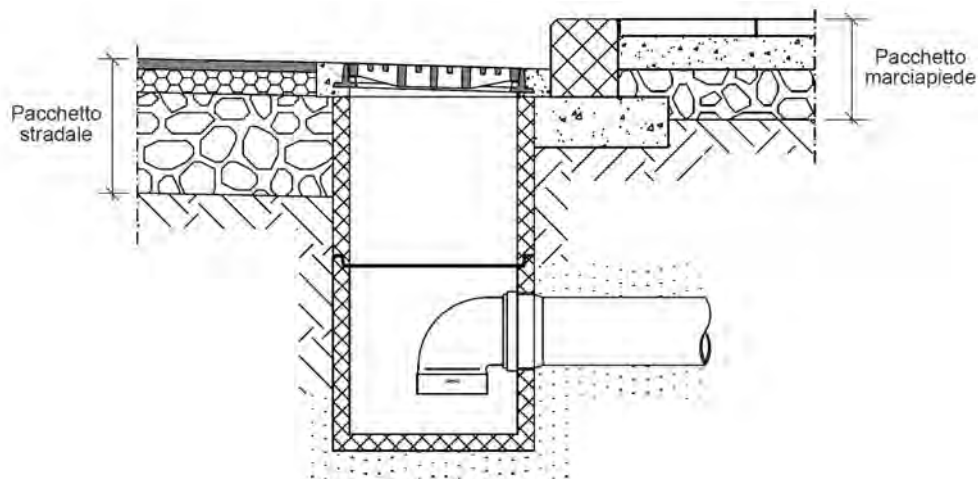


Figura 19 : schematizzazione caditoia stradale

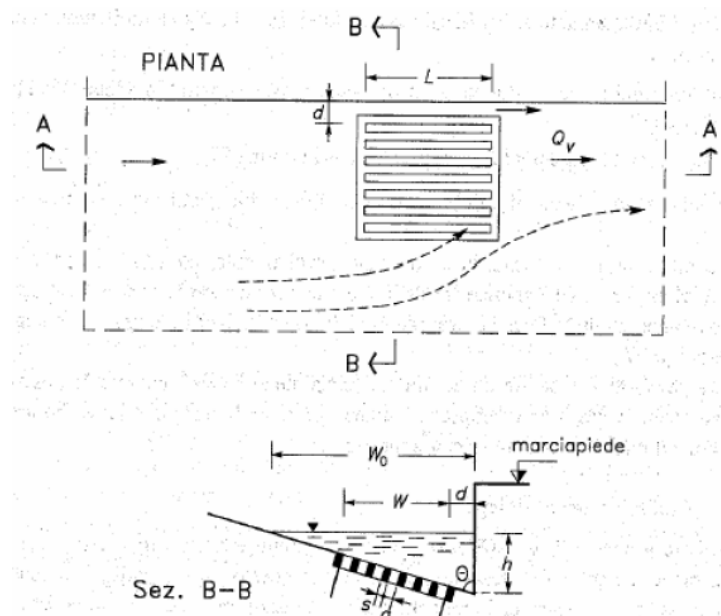


Figura 20 :schema di calcolo per caditoie a salto di fondo (AA.VV, Sistemi di Fognatura, 1997)

L'espressione impiegata è quella introdotta da Macchione e Veltri (1988):

$$Q_c = 0,417 \cdot L \cdot h^2 \cdot g^{0.5} \cdot \left(h - \frac{W}{\tan(\theta)} \right)^{-0.5}$$

dove:

- L - lunghezza della caditoia, pari a 50 cm;
- h - altezza della cunetta a filo cordolo ;
- W - larghezza della caditoia, pari a 50 cm;
- θ - angolo tra cunetta stradale e cordolo del marciapiede.

Considerando un velo d'acqua in cunetta di 4 cm [$\theta = 89^\circ$], si ottiene una portata di 5.5 l/s. Mediante è prevista una caditoia ogni 130 mq con interesse medio di 20 m

La superficie esterna pavimentata risulta di circa 2550 mq; saranno pertanto previste min 20 caditoie da posizionare nelle aree di compluvio dell'area pavimentata.

Il collegamento caditoia – pozzetto sarà previsto con tubo in PVC SN8 min DN 160 (p 0.3%).

Tutte le caditoie dovranno essere collegate alla rete di progetto a monte del pozzetto di laminazione; non dovranno essere previsti allacci diretti su fossi o su reti esistenti. Nel caso di collegamenti tra più caditoie o di canalette grigliate dovranno essere previste tubazioni in PVC SN8 di dimensione minima DN 250 mm.

Sezione Circolare				
Indice di Scabrezza				
<input checked="" type="radio"/> Gauckler - Strickler <input type="radio"/> Manning <input type="radio"/> Colebrook				
Ks [m ^{1/3} s ⁻¹] 90 Pendenza [%] 0.3 n° punti 20				
<div> <div>Calcola</div> <div>Esporta su xls</div> </div>				
Tirante	Velocità	Portata	n° Froude	
m	m/s	mc/s		
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
0.0075	0.1423	0.0000	0.6377	
0.0151	0.2221	0.0002	0.7002	
0.0226	0.2862	0.0005	0.7320	
0.0301	0.3406	0.0009	0.7495	
0.0377	0.3880	0.0014	0.7581	
0.0452	0.4298	0.0019	0.7604	
0.0527	0.4668	0.0026	0.7578	
0.0602	0.4996	0.0033	0.7511	
0.0678	0.5285	0.0041	0.7408	
0.0753	0.5537	0.0049	0.7270	
0.0828	0.5755	0.0058	0.7099	
0.0904	0.5939	0.0066	0.6895	
0.0979	0.6087	0.0075	0.6654	
0.1054	0.6201	0.0083	0.6373	
0.1129	0.6277	0.0090	0.6046	
0.1205	0.6311	0.0096	0.5659	
0.1280	0.6298	0.0102	0.5191	
0.1355	0.6226	0.0105	0.4598	
0.1431	0.6063	0.0106	0.3752	
0.1506	0.5537	0.0099	0.0000	

Figura 21: scala delle portate tubo PCV Ø160 p: 0.3%

11.2 DIMENSIONAMENTO DELLA RETE ACQUE METEORICHE

La rete di raccolta delle acque meteoriche scolanti sulla viabilità in progetto sarà costituita da uno **scatolare** di dimensioni **1200 x 1000 mm** con pendenza dello 0,1% e di lunghezza complessiva pari a 194 metri.

I dettagli della rete idraulica verranno redatti in sede di progettazione esecutiva.

A monte dell'intervento si prevede il collegamento tra il *Fosso Ovest* e il pozzetto P1 della rete in progetto con tubazione in cls Ø 800 mm con pendenza min dello **0,1%**; come si evince dalla scala delle portate la suddetta tubazione risulta in grado di smaltire la portata massima stimata di 300 l/s proveniente dal Fosso Ovest.

Sezione Circolare

Indice di Scabrezza

☒ Gauckler - Strickler
☐ Manning
☐ Colebrook

Ks [m^(1/3)s^(-1)]

80

Pendenza [%]

0,1

n° punti

10

Geometria

Moto uniforme

Stato critico

Tirante	Velocità	Portata	n° Froude
m	m/s	mc/s	
0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
0,0800	0,3471	0,0091	0,4747
0,1600	0,5321	0,0381	0,5081
0,2400	0,6715	0,0852	0,5155
0,3200	0,7805	0,1466	0,5092
0,4000	0,8652	0,2174	0,4928
0,4800	0,9278	0,2922	0,4674
0,5600	0,9688	0,3641	0,4320
0,6400	0,9861	0,4251	0,3836
0,7200	0,9727	0,4635	0,3117
0,8000	0,8652	0,4349	0,0000

Figura 22: scala delle portate tubo Ø 800 p: 0.1%

Come si evidenzia dalla scala delle portate in Figura 23 lo scatolare in progetto risulta ampiamente idoneo allo smaltimento dell'intera portata di picco, valutata in circa 410 l/s (somma di 110 l/s + 300 l/s considerando la portata proveniente dal *Fosso Ovest*).

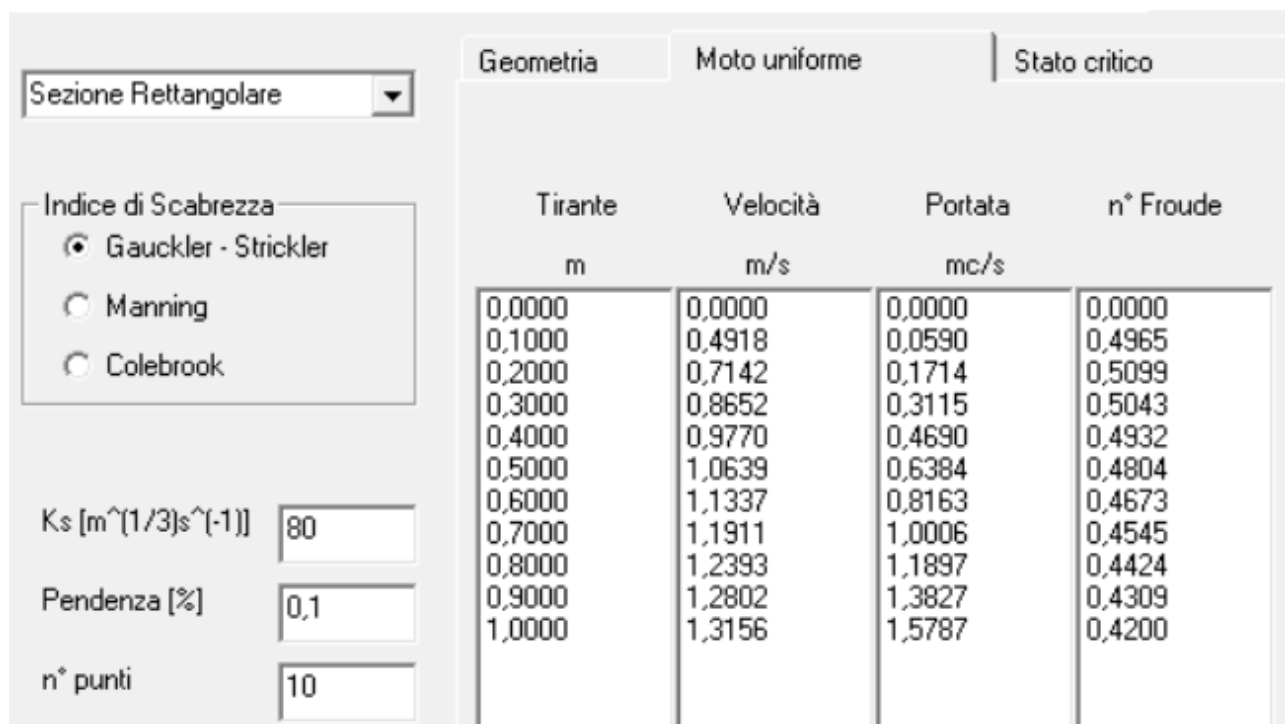


Figura 23: scala delle portate scatolare 1200 x H 1000 mm

A valle del pozzetto terminale (P5) la **tubazione di scarico** verso il pozzetto esistente di recapito in Via Querini avrà dimensione \varnothing 600 mm con pendenza minima dello **0,5%**; tale tubazione, a livello cautelativo, è stata dimensionata per garantire lo smaltimento dell'intera portata di 430 l/s.

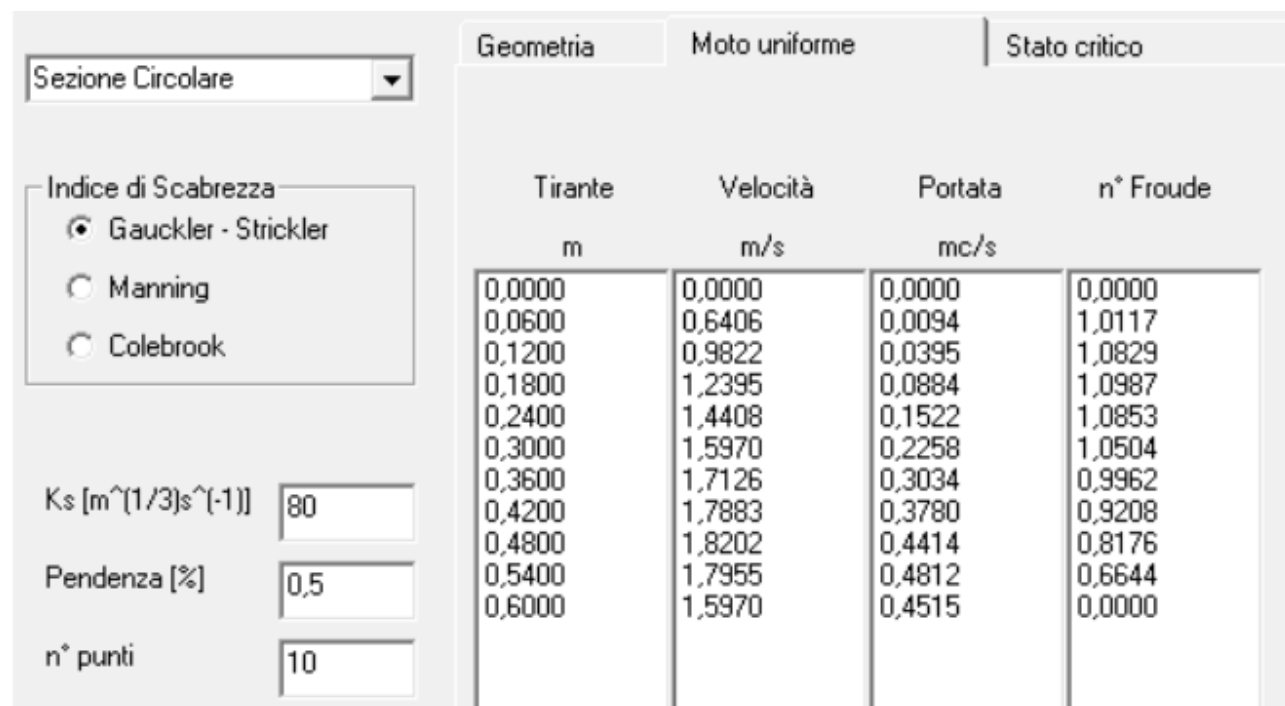


Figura 24: scala delle portate tubo \varnothing 600 p: 0.5%

11.3 DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI INVARIANZA IDRAULICA

Il volume di invarianza idraulica verrà realizzato mediante lo scatolare 120 x 100 cm e con un bacino a cielo aperto che verrà realizzato nell'area agricola di proprietà del Comune di Padova a nord di Via Beato Arnaldo da Limena.

Secondo le indicazioni fornite dal Consorzio di Bonifica, considerando che la dorsale principale di progetto con scatolare 1,2x1 m costituire rete fognaria pubblica, non si prevede l'installazione del pozzetto terminale con setto di laminazione e sfioro prima del recapito verso Via Querini.

Il livello di massimo invaso è stato assunto pari alla quota di +11,25 m; tale quota garantisce un tirante medio all'interno dello scatolare del 90% (90 cm). Il volume di invaso specifico medio risulta di 1,08 mc/ml.

Il volume complessivo all'interno dello scatolare risulta pari a:

$$V = 1,08 \text{ mc/m} \times 194 \text{ m} = 209,5 \text{ mc}$$

Il bacino a cielo aperto verrà realizzato mediante uno scavo su una superficie di circa 225 mq e per una profondità di 1,5 m, con sponde a pendenza 3/2; lo schema tipologico è rappresentato in Figura 25.

In base al profilo della rete e alla localizzazione del bacino di invaso la quota media di fondo invaso risulta pari a +10,50 m; per un'area di fondo pari a 60 mq e tirante medio di 75 cm, il volume di invaso risulta pari a 73 mc (calcolato con Autocad 3d).

Inoltre, lungo la linea a monte del pozzetto terminale P5 sono presenti 4 pozzetti di grandi dimensioni min 150 x 150 cm; il volume di invaso per ogni manufatto risulta pari a circa 2 mc/ca (1,5 x 1,5 x 0,9 m). Il volume totale garantito dai pozzetti risulta pari a circa 8 mc.

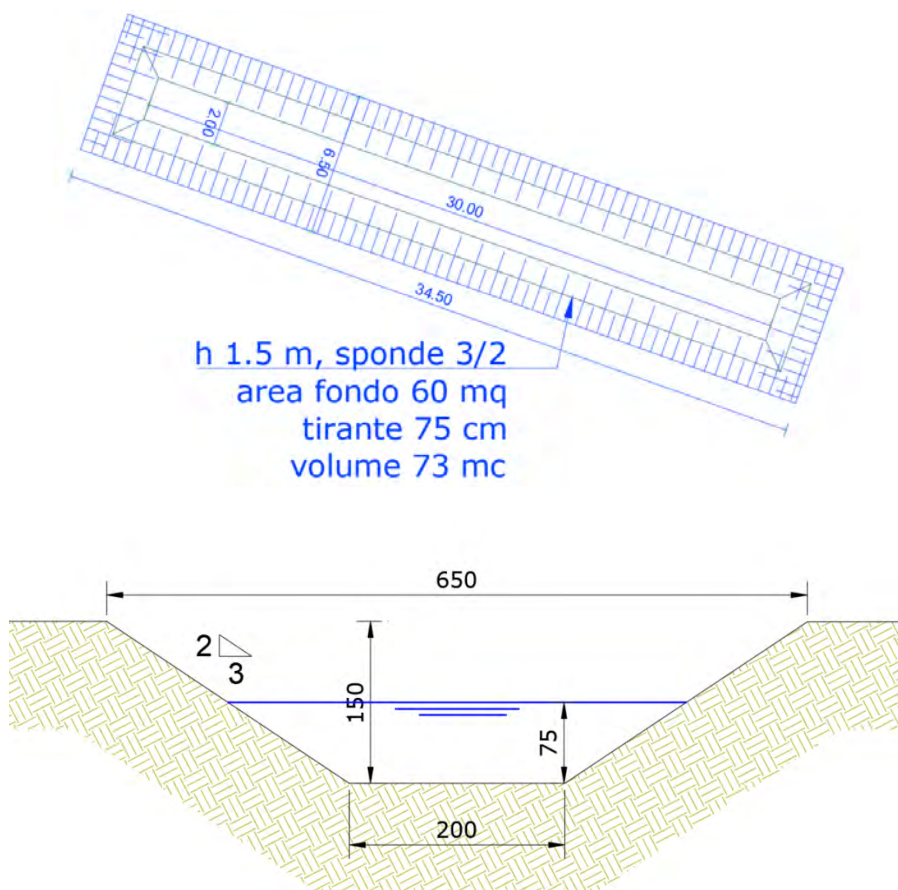


Figura 25: schema tipologico bacino a cielo aperto

Lo scatolare in progetto verrà collegato con il bacino di laminazione, in corrispondenza del pozzetto P2, con una tubazione in cls di diametro 500 mm con pendenza min dello 0,1% e direzione di flusso nord – sud (dal bacino verso lo scatolare).

In fase di progettazione esecutiva verrà definita con dettaglio la forma geometrica del bacino di invaso che dovrà rispettare le dimensioni minime definite in precedenza.

Complessivamente il volume di invaso risulta pari a $V = 209,5 + 73 + 8 = 290,5$ mc.

Il grado di riempimento medio della rete risulta di circa il 90 %.

Il volume di invaso risulta maggiore rispetto al minimo richiesto di 283 mc.

Si riporta di seguito la planimetria di progetto e i profili della rete.

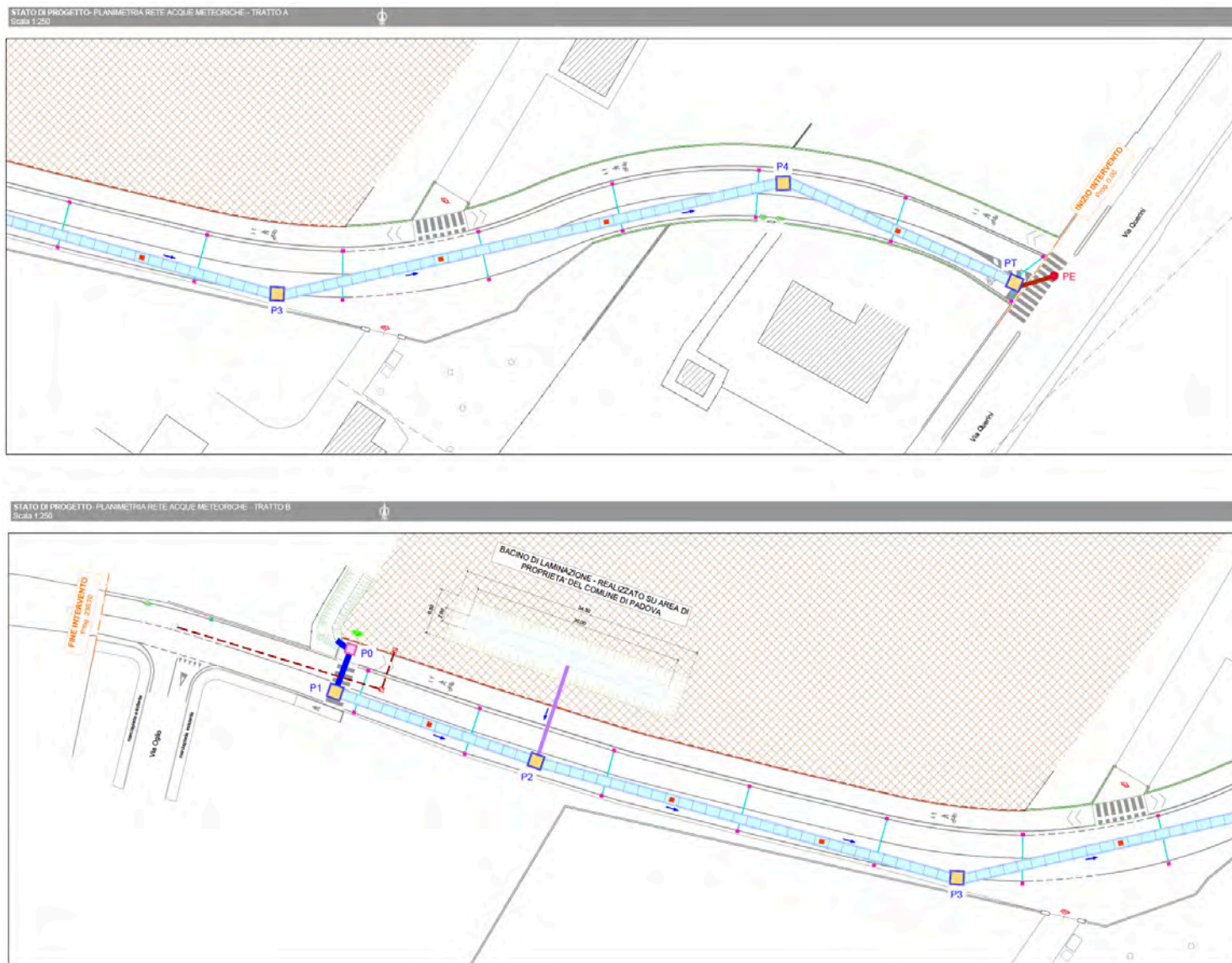


Figura 26: planimetria della rete meteorica – vedi allegato

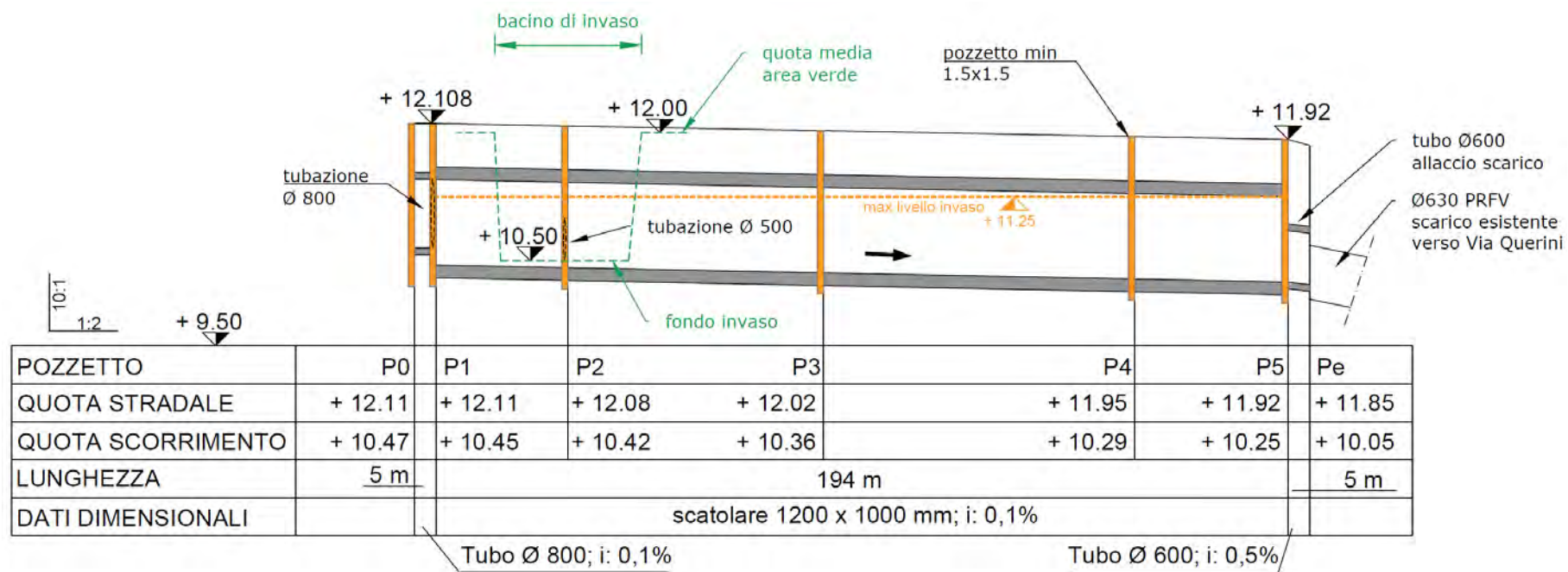


Figura 27: schema del profilo della rete

12 PIANO DI MANUTENZIONE

Per le opere idrauliche previste in progetto si prevede una pulizia dei pozzetti e del tratto di tubazione di collegamento verso Via Querini con maggiore frequenza dopo eventi piovosi.

13 CONCLUSIONI – VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La presente Valutazione di Compatibilità Idraulica è stata redatta ai sensi della DGRV 2948/2009 per l'intervento della nuova viabilità di Via Beato Arnaldo da Limena in Comune di Padova.

Lo studio ha analizzato:

- I caratteri geologici / morfologici del contesto territoriale
- La rete idrografica locale
- Le mappe di pericolosità e di rischio idraulico.

L'area di progetto non ricade in vincolo idrogeologico definito dal RDL 30/12/1923, n. 3267 e nemmeno in vincolo idraulico art. 115 del D. Lgs 152/06 e smi. Il Piano di Gestione del Rischio Alluvione, così come la carta delle Fragilità del PAT e la cartografia del Consorzio di Bonifica Bacchiglione, non evidenziano per l'area in esame ambiti a pericolosità idraulica. Secondo indicazione del consorzio di bonifica il rilascio massimo delle portate generate dalle aree di trasformazione è assunto pari a 10 l/s*ha .

In seguito, è stato valutato l'intervento in progetto e, mediante lo studio degli afflussi/deflussi, è stato valutato, secondo il principio di invarianza idraulica, il **volume di invaso, comprensivo delle compensazioni a seguito della tombatura di affossature minori, che risulta pari a 283 mc.**

Il progetto di **mitigazione idraulica** sviluppato contiene:

- Una rete interna all'ambito di progetto sovradimensionata ai fini dell'invarianza idraulica mediante la posa di scatolari rettangolari 1200 x H1000 mm
- La realizzazione di un bacino di invaso a cielo aperto su un'ara di circa 225 mq con scavo di 1,5 m

La rete di progetto, a valle del pozzetto terminale, andrà a scaricare con una tubazione di diametro 600 mm verso il pozzetto esistente localizzato in corrispondenza dell'incrocio tra via Querini e Via Beato Arnaldo da Limena. In generale le opere in progetto non interferiscono con la rete idraulica in gestione al Consorzio Bacchiglione. **Il volume complessivo di invaso risulta pari a circa 290 mc e viene garantito con grado di riempimento medio del 90%. Le opere in progetto, in coerenza con i dettami normativi e le linee guida vigenti, garantiscono l'invarianza e la compensazione idraulica dell'intervento.**