



Aps Holding s.p.a.  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento del Comune di Padova

IL DIRETTORE FUNZIONALE  
Dott. Ing. Diego Galiazzo

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO  
Arch. Gaetano Panetta

PROGETTAZIONE:

MANDATARIA



MANDANTE



MANDANTE



MANDANTE



**ERREGI**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA  
NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3**

**IDROLOGIA ED IDRAULICA**

Relazione Idrologica

IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE

Dott. Ing. Luca Bernardini

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

NP000 00 D Z2 RI ID00001 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	EMISSIONE ESECUTIVA	F. Mancini	Aprile 2020	F. Paduano	Aprile 2020	A. Peresse	Aprile 2020	L. Catallo Aprile 2020



File: NP0000DZ2RIID0001001A

n. Elab.:

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RI</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>ID0001 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>2 di 36</b></p>

## INDICE

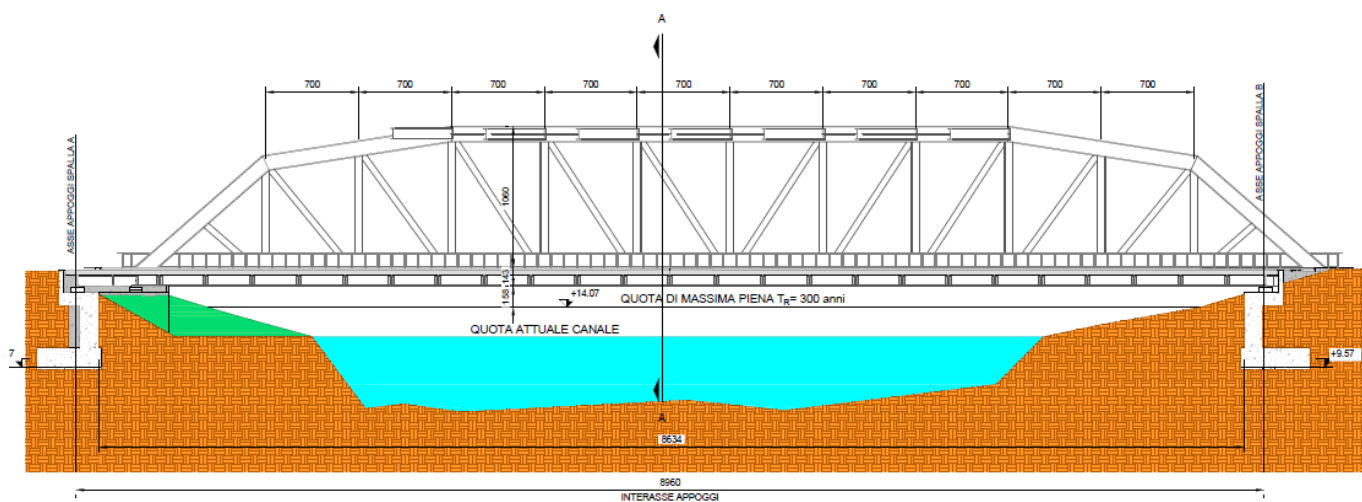
1.	PREMESSA .....	3
2.	ASSETTO IDROLOGICO.....	5
2.1	DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO .....	5
2.2	IL TRATTO PADOVANO E IL SISTEMA DI CANALIZZAZIONI URBANE .....	7
3.	ALLUVIONI STORICHE E PERICOLOSITA' IDRAULICA.....	10
3.1	PIENE STORICHE .....	10
3.2	PERICOLOSITA' IDRAULICA E PIANI DI BACINO .....	13
4.	CLIMA E REGIME PLUVIOMETRICO .....	15
4.1	CLIMA.....	15
4.2	REGIME PLUVIOMETRICO .....	15
5.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO .....	31
5.1	REALIZZAZIONE NUOVO PONTE SUL CANALE SCARICATORE .....	31
6.	COMPATIBILITA' IDRAULICA .....	34

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>					<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>	
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RI</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>ID0001 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>3 di 36</b></p>

## 1. PREMESSA

La presente relazione è finalizzata alla descrizione del contesto idrografico in cui il sito di intervento si inserisce e alla compatibilità idraulica dell'intervento con le caratteristiche idrologiche e idrauliche della sezione del canale di interesse.

Nell'ambito del progetto SIR3 è prevista infatti la realizzazione di un nuovo ponte localizzato sul canale Scaricatore:



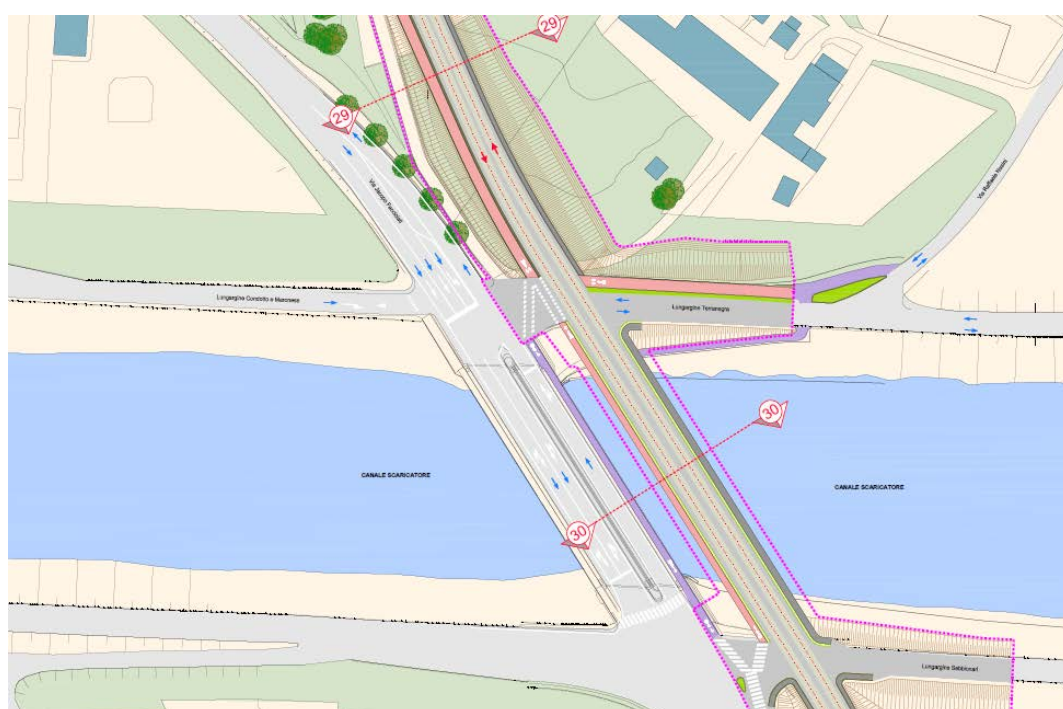
1. Sezione longitudinale Nuovo Ponte sul Canale Scaricatore



2. Foto inserimento Nuovo Ponte sul Canale Scaricatore sovrapposto al Ponte esistente di Voltabarozzo

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RI</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>ID0001 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>4 di 36</b></p>


Lo studio è commisurato al livello di progettazione tenendo conto che il nuovo ponte affiancherà il Ponte esistente di Voltabarozzo ed avrà caratteristiche progettuali e costruttive tali da non interferire o alterare il regime idraulico esistente né l'attuale assetto morfologico. Tali aspetti saranno illustrati nel prosieguo in ottemperanza a quanto stabilito dalle nuove NTC2018 al §5.1.2 e in osservanza alle norme di attuazione per il rischio idraulico dell'autorità di bacino distrettuale del Po territorialmente competente.



3. Sistemazione urbanistica Nuovo Ponte sul Canale Scaricatore



4. Foto simulazione Sezione Nuovo Ponte sul Canale Scaricatore

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 		<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	5 di 36

## 2. ASSETTO IDROLOGICO

### 2.1 DESCRIZIONE DEL BACINO IDROGRAFICO

Per potere comprendere gli aspetti idrografici ed idraulici del bacino nel quale è compreso il territorio padovano bisogna partire da un contesto più ampio nel quale è inserito il bacino idrografico di più stretto interesse. L'intero bacino idrografico ha una superficie di circa 5.720 km<sup>2</sup>, di cui 4.565 km<sup>2</sup> ricade in territorio veneto; Il bacino idrografico del Brenta - Bacchiglione che più da vicino interessa il comprensorio in studio può essere suddiviso in cinque sottobacini principali: il Brenta, il Cismon, il Bacchiglione, l'Astico-Tesina e l'Agno- Guà-Fratta-Gorzone. Di questi il Brenta e il Bacchiglione hanno rilevanza ai fini del presente lavoro.

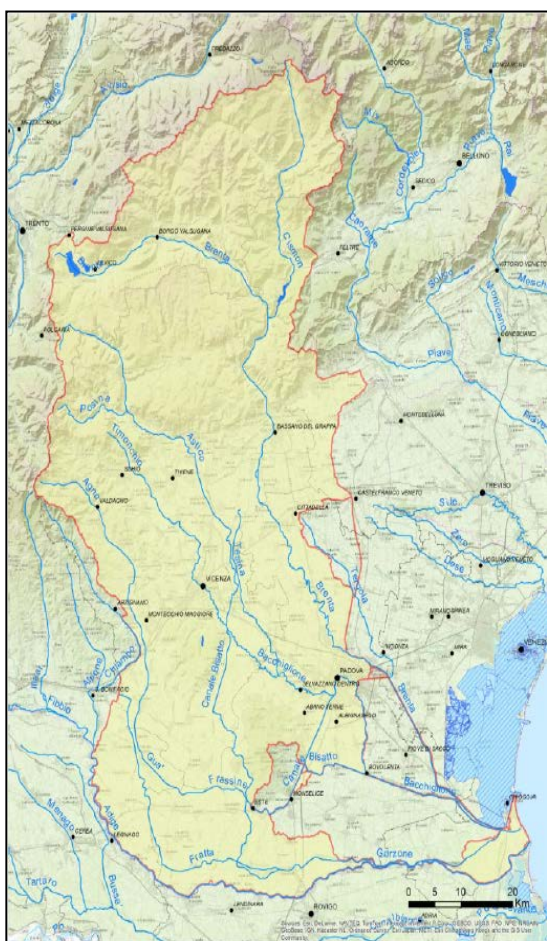
Il bacino del fiume Brenta ha un'estensione totale di circa 2.280 km<sup>2</sup>, di cui circa 1.120 km<sup>2</sup> in territorio veneto.

Il fiume nasce dal Lago di Caldonazzo (450 m s.l.m.), in Trentino e, dopo aver bagnato un vasto territorio della pianura veneta attraversando le province di Vicenza, Padova e Venezia, sfocia in Adriatico con un percorso di 174 km. Il bacino del Brenta a Bassano del Grappa (VI), abbandona la stretta valle montana per scorrere nell'alveo alluvionale di pianura nel quale i suoi deflussi di magra si disperdono in gran parte e vanno ad alimentare la circolazione subalveale. Esso è compreso fra i bacini idrografici del Bacchiglione a Sud-Ovest, dell'Adige a Nord-Ovest e del Piave ad Est. La valle principale divide il bacino montano in due parti disuguali di cui la maggiore è rappresentata dal lato sinistro su cui sono incisi i più importanti affluenti e, fra questi, il Torrente Cismon il cui bacino è quasi esteso quanto quello del Brenta. Il Brenta entra in territorio veneto subito prima dell'abitato di Primolano, quindi riceve in sinistra idrografica, all'altezza del Comune di Cismon del Grappa (VI), il Torrente Cismon, suo principale affluente, mentre in destra riceve gli apporti del Rio Frenzela e di numerose sorgenti (ad esempio quella di Oliero) che scaturiscono alla base dei massicci calcarei permeabili del Monte Grappa e dell'Altopiano dei Sette Comuni, il cui bacino apparente apparterebbe però al Fiume Bacchiglione. Più a valle, ben oltre la sezione di chiusura del bacino montano, in corrispondenza di Pontevigodarzere (PD), giungono in Brenta le acque del Torrente Muson dei Sassi, che ha origine ai piedi del massiccio del Grappa e drena una vasta area collinare nell'alta pianura trevigiana.

Il bacino del Bacchiglione ha un'estensione di circa 1.950 km<sup>2</sup>, con un'altitudine massima di 2.334 m s.l.m. Il sistema idrografico è peculiare, formato da corsi d'acqua superficiali che convogliano le acque montane e da rivi perenni originati da risorgive. Il bacino di raccolta della rete idrografica che lo alimenta comprende due sezioni principali, ciascuna con caratteristiche morfologiche e geotettoniche ben distinte: il bacino dell'Astico ad Est e

MANDATARIA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANO	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA          NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3          PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MANDANTE  ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI	MANDANTE  SERVIZIO INTERREGIONALE UNIVERSITÀ DI ARCHITETTURA	MANDANTE  PINI SWISS				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	COMMESSA <b>NP00</b>	LOTTO <b>00 D Z2</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID0001 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>6 di 36</b>

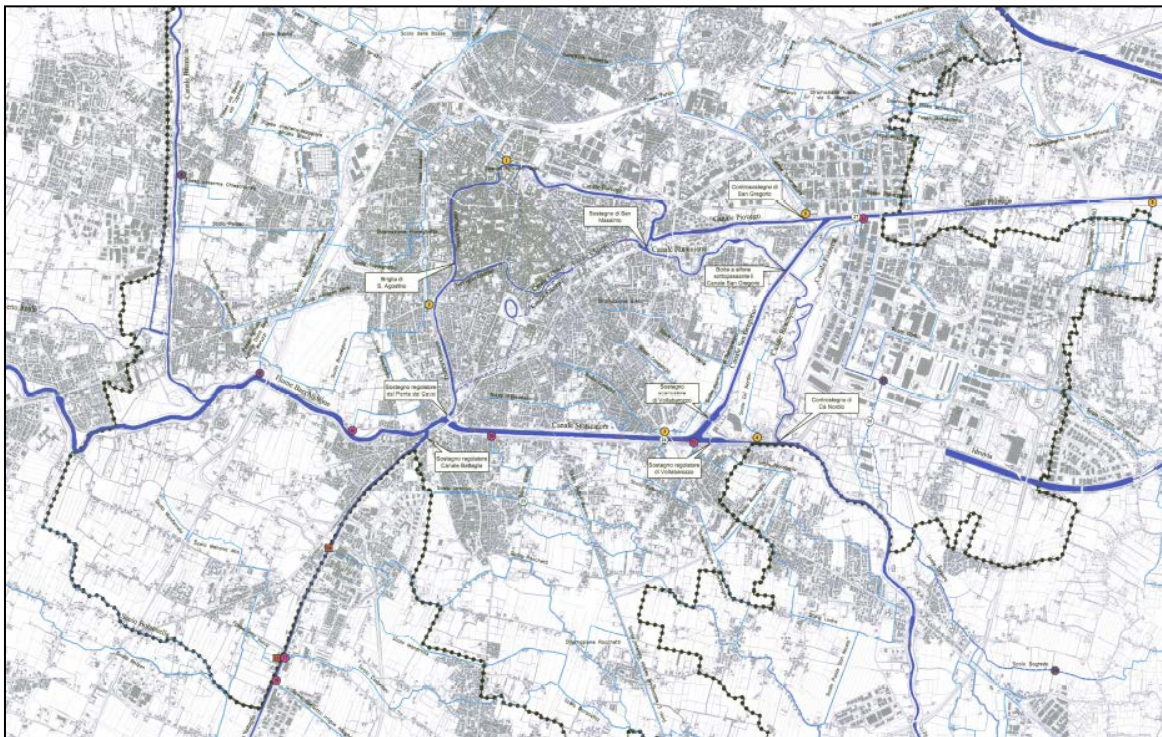
quello del Leogra ad Ovest, cui contribuiscono, ai margini Sud-occidentali, i piccoli bacini inferiori e secondari del Timonchio, dell’Orolo e del Retrone. La regione montuosa che costituisce il bacino imbrifero del Bacchiglione confina a Sud-Ovest col bacino tributario dell’Agno-Guà, ad Ovest con quello dell’Adige ed a Nord-Est con quello del Brenta. Le acque convogliate dalle aste dell’Astico-Tesina e del Leogra si uniscono a quelle dei numerosi corsi perenni, alimentati da risorgive della zona alluvionale pedemontana e a quelle dei torrenti che discendono dalle colline delimitanti, ad Ovest, la parte inferiore del bacino montano e precisamente dell’Orolo e del Retrone.



Il bacino idrologico del Bacchiglione rappresenta quello di più stretto interesse rispetto all'intervento in progetto e nel cui ambito ricade interamente il territorio padovano; esso viene considerato come bacino a sé stante e non come affluente del Brenta, per il fatto che la confluenza con il Brenta si trova molto vicina al mare . Il fiume Bacchiglione con i suoi 119 km di lunghezza è uno dei sistemi idrografici più importanti delle Province di Padova e Vicenza. Nasce a nord di Vicenza dalla confluenza di due sistemi idrografici : il primo dalle risorgive del comune di Dueville che origina il corso d'acqua chiamato Bacchiglioncello e il secondo costituito dal sottobacino del Leogra-Timonchio le cui acque confluiscono poi nel Bacchiglioncello in località Vivaro da dove inizia il suo deflusso fino alla foce con il nome di Bacchiglione. Il bacino del Bacchiglione si configura come un bacino idrografico alquanto complesso, formato da corsi d'acqua superficiali con regimi fluviali differenti: corsi d'acqua torrentizi caratterizzati da piene rapide e improvvise nel sistema prealpino e rii di risorgiva nelle aree di piana con regimi fluviali più tranquilli e portate, soprattutto di magra, piuttosto modeste. A Padova il fiume Bacchiglione si dirama in due canali: Canale Battaglia e il canale

Scaricatore; dopo avere attraversato la bassa pianura il fiume si unisce al canale del Brenta sfociando al mare in località Brontolo di Chioggia. Nel tratto padovano la fisionomia del fiume è caratterizzata da diramazioni e tratti rettilinei condizionati dai numerosi interventi da parte dell'uomo come si illustra nel prosieguo.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>ENTREB INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>7 di 36</p>



5. sistema idrografico nel comune di Padova - (fonte PAT)

## 2.2 IL TRATTO PADOVANO E IL SISTEMA DI CANALIZZAZIONI URBANE

Come accennato in precedenza l'assetto attuale del sistema idraulico del nodo di Padova deriva da una serie di modifiche operate dall'uomo nell'ultimo secolo per ottimizzare l'uso delle acque ma soprattutto in funzione di difesa dalle piene dei due maggiori fiumi che ne lambiscono il territorio: il Brenta ed il Bacchiglione.

Nel comune Padovano, il F. Bacchiglione giunge da Sud-Ovest, proveniente da Vicenza, e sviluppa il proprio corso attraverso diramazioni e tratti rettilinei modificati da numerose canalizzazioni antropiche il cui scopo precipuo è quello di smaltire e regolare l'afflusso delle acque nei periodi di piena. I principali tronchi di diramazione sono rappresentati dal Canale Battaglia e dal Canale Scaricatore, su cui ci si soffermerà in quanto il canale di più stretto interesse poiché su di esso è prevista la realizzazione del ponte inserito nell'intervento di progettazione della linea SIR3. In località Bassanello, il Bacchiglione si dirama dunque verso Sud nel Canale Battaglia, poco dopo accoglie il Brentella, e immettendosi nel Tronco Comune, all'altezza del ponte dei Cavai, fa il suo ingresso in città; il canale





<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p> 		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	9 di 36

Il sistema di canalizzazioni e quindi l'intera rete idraulica di Padova progettata ha consentito alla città di superare indenne o quasi gli eventi di piena del Bacchiglione che si sono verificati nel recente passato, come quelli del 1926, del 1966 e i due del 2010 (Zanetti, 2013). In particolare, la gestione del nodo idraulico della città di Padova durante gli eventi di piena prevede la chiusura di una serie di manufatti al fine di intercludere il flusso nei canali interni alla città. Le manovre attuate al nodo di Voltabarozzo (Fig.1) consistono invece nella movimentazione di due gruppi di paratoie installate rispettivamente nel manufatto Regolatore, che collega il nodo con il Roncajette inferiore (originario corso del Bacchiglione), e nel manufatto Scaricatore, che collega il nodo con il fiume Brenta attraverso i canali San Gregorio e Piovego.



8. *Nodo idraulico di Voltabarozzo da fonte RISCHIO IDRAULICO A PADOVA: OTTIMIZZAZIONE DELLA GESTIONE DEL NODO IDRAULICO DI VOLTABAROZZO* Riccardo Mel , Luca Carniello , Luigi D'Alpaos

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID0001 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">10 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	10 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	10 di 36								

### **3. ALLUVIONI STORICHE E PERICOLOSITA' IDRAULICA**

#### **3.1 PIENE STORICHE**

È indubbio che il territorio padovano, e più in generale il Veneto tutto, è da sempre un territorio fragile rispetto ai fenomeni di alluvionamento che fin da tempi storici lo hanno interessato. La città di Padova è naturalmente esposta al pericolo delle alluvioni da parte sia dei due grandi fiumi Brenta e Bacchiglione che la percorrono, sia della cosiddetta rete idraulica minore formata dai canali della bonifica, che, per cause molto diverse da quelle dei corsi d'acqua principali, legate soprattutto all'incremento urbanistico e abitativo, ha visto crescere in modo considerevole le portate da fronteggiare. Limitatamente al settore in studio il canale Scaricatore è quello di più stretto interesse; si tratta di un canale rettilineo localizzato a sud di Padova, scavato proprio per evitare che le piene del Bacchiglione entrassero nella città. Realizzato nel 1842 il progetto prevedeva tre manufatti regolatori all'incile del canale Battaglia, al Bassanello all'incile del tronco comune, e uno all'incile del nuovo taglio. Ciononostante la piena del 1882 con le acque del Brenta che si unirono al Bacchiglione non venne smaltita dal canale Scaricatore. Nel maggio 1905 un'altra piena seguita da piene successive del 1916 e del 1919 portarono in seguito ad una revisione del progetto, ampliando la sezione dello Scaricatore con un nuovo taglio che collegava lo Scaricatore al Piovegno. Il manufatto all'incile del canale scaricatore scomparve e venne sostituito da due attuali presidi sul canale San Gregorio e sul collegamento tra lo scaricatore e Roncajette. Le piene del 1882 e del 1966 hanno determinato lungo questo fiume ripetute ed estese inondazioni; L'evento di piena del settembre 1882 provocò gravi danni nel bacino del Brenta: nel tratto di pianura si verificarono le rovine maggiori; mentre durante la piena del 1966 una rotta arginale causò estesi allagamenti a Piazzola, Campo S. Martino, Curtarolo e Limena. In provincia di Padova, in particolare, si ebbero due rotte per sormonto dell'argine in sponda destra a Limena ed a Boion; crollò il ponte di Curtarolo, vennero danneggiati i due ponti a Ponte di Brenta in particolare, nel tratto compreso tra Ponte S. Nicolò e la confluenza in Brenta, e nel tratto tra Vicenza e Veggiano, con danni maggiori nella zona di Longare. La città di Padova fu in gran parte risparmiata quando il Brenta fu fatto esondare a Limena e il fiume, rigurgitando il Piovegno, minacciò di sormontare l'argine sinistro di quest'ultimo canale e di allagare la Zona Industriale (Fig. 9), che venne sottratta all'inondazione solo grazie all'apertura, all'altezza di Villa Gemma, di una breccia sull'argine destro. La città fu salva dalle acque anche per un'altra fortunata circostanza, che vide l'Astico rompere a monte della sua confluenza con il Tesina, riducendo apprezzabilmente (di circa 200 m<sup>3</sup>/s) le portate al colmo del Bacchiglione in attraversamento a Padova ed evitando allagamenti che sarebbero stati catastrofici.

<p>MANDATARIA</p> 			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p> 	<p>MANDANTE</p> 	<p>MANDANTE</p> 						
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RI</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>ID0001 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>11 di 36</b></p>

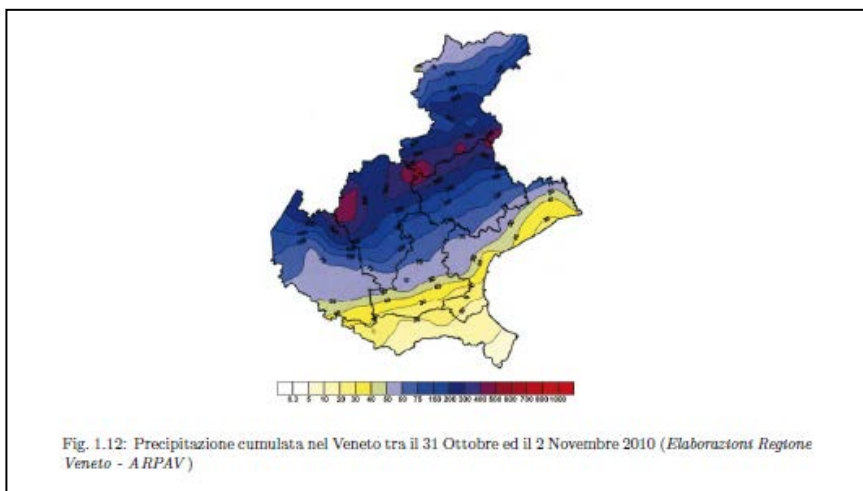


9. *Piena storica del 1966- allagamento dell'area industriale padovana- fonte Rischi di inondazione nella provincia di Padova -L. D'Alpaos*

Tra le piene più significative non si può non citare l'evento dei giorni 31 ottobre-2 novembre 2010 in cui si sono verificate rotte e tracimazioni di argini/sponde anche lungo l'asta principale del f. Bacchiglione causando gravi danni in diversi comuni del vicentino e del padovano.

Le fonti storiche riportano che da domenica 31 ottobre a martedì 2 novembre 2010 il Veneto è stato interessato da piogge persistenti, a tratti anche a carattere di rovescio, in particolare sulle zone prealpine e pedemontane, dove si sono superati i 300 mm complessivi, con punte massime locali anche superiori a 500 mm di pioggia. I valori medi areali di precipitazione su diverse zone sono stati molto significativi in particolare i valori medi areali complessivi di tutto l'evento sono stati di 339 mm sull'area dell'alto vicentino, di circa 175 mm sulle aree montane e collinari del bellunese e del veronese, e di 128 mm sull'area che comprende i bacini del basso Piave, Sile e il bacino scolante in laguna (Fig. 10. distribuzione delle precipitazioni 2010- fonte ARPAV)).

<p>MANDATARIA</p> 		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p> 	<p>MANDANTE</p> 	<p>MANDANTE</p> 					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RI</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>ID0001 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>12 di 36</b></p>



10. Distribuzione delle precipitazioni 2010- fonte ARPAV

La piena del Fiume Bacchiglione è stata così rapida ed intensa che tutte le sezioni di riferimento hanno superato il livello massimo storico registrato. Numerose sono state anche le alluvioni e le esondazioni a seguito di rotture arginali. Nel tratto compreso tra Vicenza e Padova, la piena è transitata con notevole riduzione del franco idraulico e annullamento dello stesso in corrispondenza di alcuni punti come, ad esempio, i ponti di Selvazzano e Tencarola. Infine, a valle di Padova, in comune di Ponte S.Nicolò, il canale Roncayette ha rotto in destra causando l'allagamento di ampi territori dei comuni di Ponte S.Nicolò, Casalserugo e Bovolenta.



11. Effetti dell'alluvione del 2010 in area della provincia di Padova - Veggiano - Fonte Progetto di Piano di gestione del rischio alluvioni-

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z2	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 13 di 36

### 3.2 PERICOLOSITA' IDRAULICA E PIANI DI BACINO

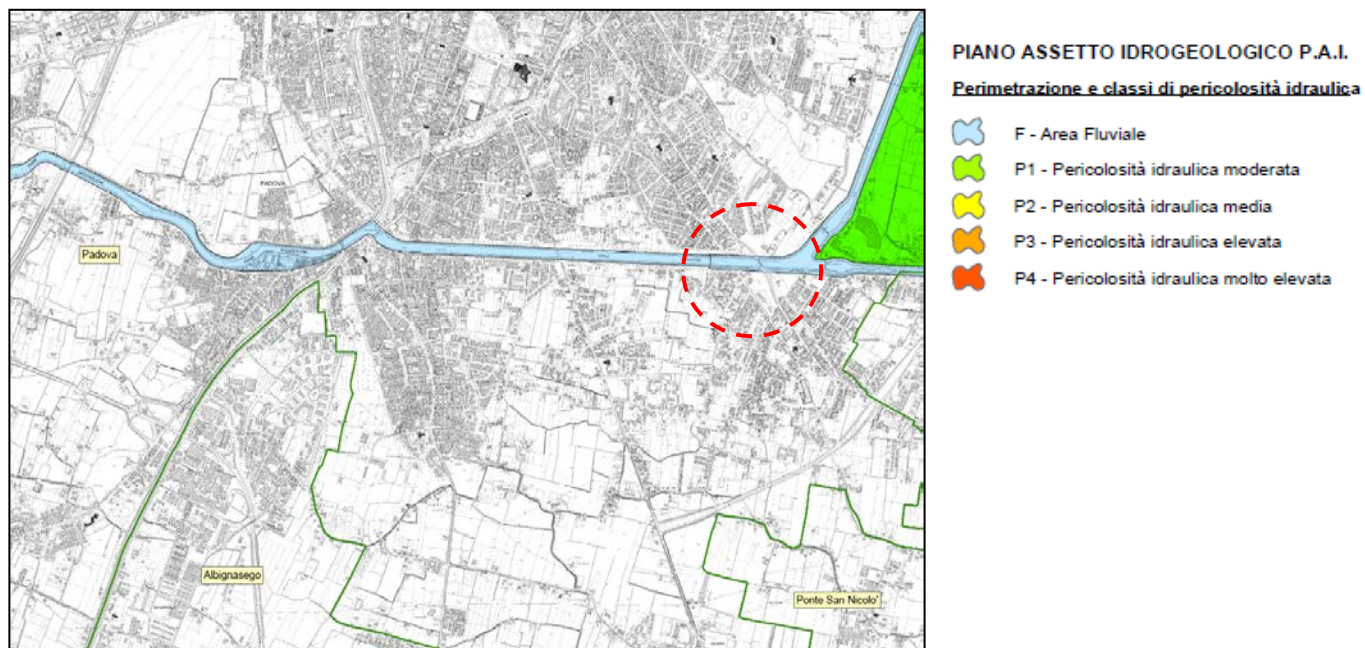
Guardando ai grandi fiumi e ai potenziali pericoli che essi comportano per il Padovano, è importante evidenziare che le piene che li percorrono si formano nella loro quasi totalità nei rispettivi bacini montani, prima di essere introdotte nei corsi di pianura, dove scorrono contenute entro arginature sempre più potenti a misura che ci si avvicina al mare. È quello del Brenta-Bacchiglione un sistema complesso per gli aspetti idraulici, nel quale l'opera dell'uomo ha comportato radicali modificazioni, nel tentativo di porre rimedio con azioni contingenti ai problemi che di volta in volta si presentavano. Il rischio naturale legato ai fenomeni alluvionali va innanzitutto attribuito ai mutati scenari territoriali che hanno privilegiato l'antropizzazione e lo sfruttamento di aree naturalizzate e, marginalmente, a variazioni di tipo meteo-climatico. Dalla lettura di quanto accaduto in occasione degli eventi alluvionali passati, negli studi e cartografie del PAI restano sostanzialmente confermati le evidenze storiche ovvero che il fiume tendenzialmente manifesta le criticità negli stessi punti in cui si sono già presentate nel passato. La storia idraulica del Veneto è ricca di esempi circa le cause che determinarono rotte e disalveazioni dei fiumi. Solo in alcuni casi, infatti, pur in presenza di piene eccezionali, i collassi delle difese arginali sono stati determinati dal sormonto delle acque. In più occasioni, l'improvviso sifonamento di un manufatto, il rilassamento di un tratto d'argine o un'errata manovra, hanno danneggiato e distrutto in brevissimo tempo le difese esistenti (*fonte Relazione PAI*).

La pericolosità idraulica o pericolosità da alluvione si identifica come la probabilità di accadimento di un evento alluvionale in un intervallo temporale prefissato e in una certa area (art. 2 del D.Lgs.49/2010).

Nel territorio della città di Padova le zone individuate come aree a pericolosità idraulico nei piani per l'assetto idrolgeologico dell'Autorità di bacino distrettuale Po (PAI), territorialmente competente, sono settori soggetti a fenomeni di piena dei grandi fiumi per rottura o tracimazione degli argini (Brenta, Bacchiglione, Adige, Fratta-Gorzone, Frassine, ecc) oppure da fenomeni di filtrazione al di sotto delle arginature (fontanazzi, zone a ristagno idrico, infiltrazioni a campagna) dovuti alla composizione stratigrafica e di permeabilità delle arginature. La parte di territorio più a rischio risulta quella lungo il percorso del fiume Bacchiglione, all'immissione del fiume Tesina e nelle zone di confluenza con il fiume Brenta. In relazione alle perimetrazioni delle aree a pericolosità e rischio idraulico il tracciato della linea SIR 3 non rientra in nessuna delle aree campite per le diverse classi di pericolosità idraulica (Fig. 12 seguente - Carta della pericolosità idraulica). Pertanto l'intervento si configura tra quelli

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>14 di 36</p>

consentiti e compatibili con l'assetto idraulico e idrografico del settore in argomento non alterando o modificando le condizioni idrauliche attuali inserendosi in un percorso viario già esistente e non altrimenti delocalizzabile.



12. Carta della pericolosità idraulica - Autorità di Bacino distretto idrografico Brenta Bacchiglione

 MANDATARIA  MANDANTE  MANDANTE  MANDANTE	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA          NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3          PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z2</td> <td>RI</td> <td>ID0001 001</td> <td>A</td> <td>15 di 36</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	15 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	15 di 36								

## **4. CLIMA E REGIME PLUVIOMETRICO**

### **4.1 CLIMA**

La componente climatica condiziona notevolmente i regimi pluviometrici che rappresentano il primo innesco di fenomeni alluvionali. Il clima del Veneto, pur rientrando nella tipologia mediterranea, non è caratterizzato da quegli aspetti che sono peculiari per un clima mediterraneo, ovvero inverni miti ed estati asciutte. Su ampia scala il clima regionale è condizionato dall'azione mitigatrice delle acque mediterranee, dall'assetto orografico della catena alpina e dal settore continentale centro-europeo. Tale posizione geografica comporta valori di umidità tali che hanno come effetto tipico delle aree venete la genesi di nebbie frequenti e fitte durante l'inverno ed estati afose. La presenza dei rilievi alpini a Nord ed appenninici a Sud difendono la pianura dai venti di circolazione generale e pertanto si registra una predominanza di calma di vento o venti deboli. Proprio la debolezza dei venti e il grado di umidità elevato favoriscono la formazione della nebbia nel periodo invernale e condizioni di afa nel periodo estivo.

La presenza notevole di umidità inoltre determina nei periodi estivi un'intensa attività temporalesca spesso accompagnata da grandine, a causa dell'incontro delle masse d'aria fredda provenienti da Nord con l'aria calda e umida della pianura. In generale si può osservare una decrescita regolare della temperatura con la quota con qualche eccezione in cui si osservano scarti, tra località a parità quota, dovuti a condizioni locali (zona pedemontana, fondovalli, ecc.).

### **4.2 REGIME PLUVIOMETRICO**

La particolare configurazione orografica del territorio condiziona fortemente la distribuzione delle precipitazioni meteoriche. La variabilità del regime delle precipitazioni, anche per quanto riguarda la loro intensità, trova ragione nella presenza dell'arco alpino che costituisce un ostacolo alle correnti atlantiche, causando precipitazioni intense nella zona prealpina della provincia di Vicenza, mentre risultano più scarse nella zona di pianura nella provincia di Padova. L'andamento delle precipitazioni medie annuali si può ritenere crescente da Sud- Ovest a Nord-Est, almeno fino al primo ostacolo orografico costituito dalla fascia prealpina; infatti, nella pianura, spostandosi verso Nord-Est, si passa da circa 800 mm medi annui fino a 1200-1300 mm ai piedi delle prealpi. A questa relativa uniformità della pianura si contrappone una notevole variabilità nella fascia montana, imputabile come si è detto alla presenza dei rilievi alpini e prealpini (fonte APAV).

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID0001 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">16 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	16 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	16 di 36								

la caratterizzazione degli eventi pluviometrici da maggiore intensità risulta uno strumento importante da impiegare e da cui partire per una idonea progettazione di opere idrauliche. Il documento preso quale riferimento per una indicazione di massima sull'entità delle precipitazioni più o meno rilevanti che hanno interessato il territorio di nostro interesse deriva da monitoraggi e studi eseguiti dall'ARPAV negli ultimi dieci anni (tab. 1 seguente).

Da tali studi emerge, attraverso un'analisi statistica dei trend annuali della precipitazione totale una tendenza specie nelle aree del nord est relativa alla frequenza degli eventi, ad una diminuzione nel numero di eventi a bassa intensità mentre si osserva un aumento di quelli ad intensità più elevata. Relativamente alla situazione regionale l'analisi storica evidenzia una generale tendenza alla diminuzione delle precipitazioni annuali e invernali in ragione di una variazione del regime pluviometrico locale.



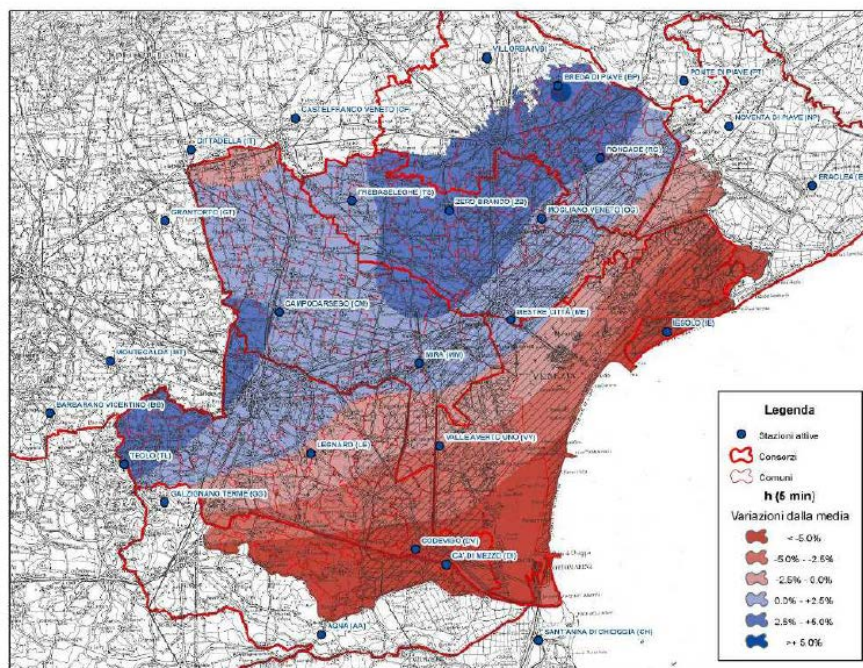
<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p> 						
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>17 di 36</p>

Anno	Pioggia in mm									
	5 minuti		10 minuti		15 minuti		30 minuti		45 minuti	
	mm	data ora	mm	data ora	mm	data ora	mm	data ora	mm	data ora
2000	9.2	07/09/2000 19:10	17.4	07/09/2000 19:15	23.8	07/09/2000 19:15	31.8	07/09/2000 19:25	34.8	07/09/2000 19:40
2001	11.0	03/06/2001 14:45	17.6	20/07/2001 00:10	24.0	20/07/2001 00:10	29.4	03/06/2001 15:10	32.2	03/06/2001 15:20
2002	10.0	06/07/2002 17:55	14.6	24/05/2002 03:25	19.8	24/05/2002 03:25	24.8	24/05/2002 03:35	38.8	06/07/2002 18:35
2003	6.6	27/06/2003 00:40	10.8	27/06/2003 00:45	13.4	27/06/2003 00:45	15.4	27/06/2003 01:00	15.4	27/06/2003 01:00
2004	13.4	14/09/2004 19:50	20.6	16/09/2004 04:50	24.2	16/09/2004 04:50	30.0	16/09/2004 05:05	30.6	16/09/2004 05:20
2005	14.8	01/07/2005 07:15	22.0	01/07/2005 07:20	26.4	01/07/2005 07:20	32.8	27/08/2005 08:20	48.8	27/08/2005 08:20
2006	9.2	24/05/2006 15:55	15.0	15/09/2006 06:25	20.4	15/09/2006 06:30	37.6	15/09/2006 06:45	44.0	15/09/2006 06:55
2007	8.8	15/06/2007 15:35	16.6	15/06/2007 15:35	20.4	15/06/2007 15:40	28.2	13/06/2007 18:30	32.8	13/06/2007 18:45
2008	8.4	15/08/2008 17:35	14.6	15/08/2008 17:35	21.6	06/07/2008 17:05	25.0	06/07/2008 18:05	27.4	18/05/2008 08:40
2009	9.0	16/09/2009 01:10	15.8	16/09/2009 01:15	21.4	16/09/2009 01:10	30.8	16/09/2009 01:20	32.0	16/09/2009 01:25
2010	10.8	12/05/2010 17:50	18.8	12/05/2010 17:55	25.8	12/05/2010 18:00	40.6	12/05/2010 18:05	53.2	12/05/2010 18:05
2011	7.8	30/07/2011 23:35	13.6	17/06/2011 11:40	18.2	17/06/2011 11:45	30.0	28/07/2011 16:20	37.0	28/07/2011 16:30
2012	7.0	21/05/2012 16:15	11.6	31/08/2012 16:35	16.0	31/08/2012 16:35	22.0	21/05/2012 16:30	26.0	21/05/2012 16:35
2013	10.8	05/06/2013 15:25	15.6	05/06/2013 15:25	20.0	05/06/2013 15:30	25.0	05/06/2013 15:35	29.6	25/08/2013 20:55
2014	13.0	13/10/2014 16:15	20.2	13/10/2014 16:15	26.4	13/10/2014 16:20	35.8	07/07/2014 19:10	40.2	07/07/2014 19:25
2015	7.6	14/06/2015 15:00	13.2	14/06/2015 15:00	17.2	14/06/2015 15:05	24.0	14/06/2015 15:05	27.6	14/06/2015 15:15
2016	6.0	27/06/2016 13:30	10.8	27/06/2016 13:35	15.0	27/06/2016 13:40	22.6	27/06/2016 13:50	30.0	15/09/2016 09:55
2017	11.0	01/09/2017 17:40	20.4	01/09/2017 17:45	30.0	01/09/2017 17:50	39.4	01/09/2017 17:55	39.4	01/09/2017 17:55
2018	12.8	21/07/2018 17:00	25.0	21/07/2018 17:05	34.0	21/07/2018 17:05	47.2	22/07/2018 20:25	52.0	22/07/2018 20:35
2019	7.4	04/05/2019 12:25	12.6	22/06/2019 09:55	17.8	22/06/2019 09:55	29.6	22/06/2019 10:05	39.2	22/06/2019 10:15

Tab.1 distribuzione storica delle piogge giornaliere

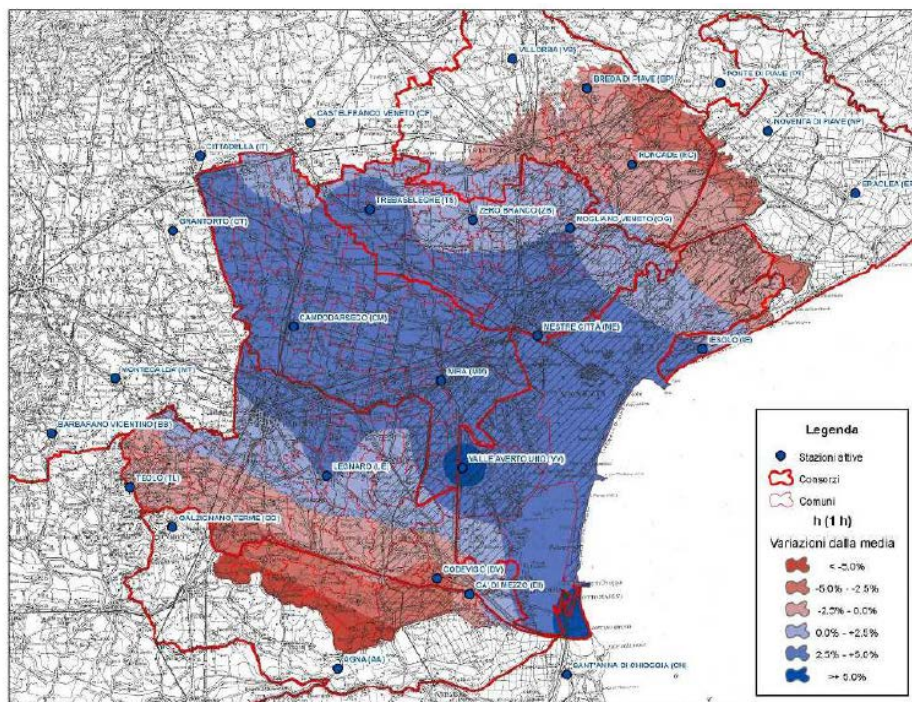
<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA INTEGRATA INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>18 di 36</p>

I dati consultati derivanti da fonte ARPAV e progetto VAPI su territorio regionale consentono anche di avere una indicazione di massima sull'analisi pluviometrica eseguita per determinare una stima dell'altezza di pioggia  $h$  di durata di un certo tempo  $d$  e per un assegnato tempo di ritorno  $T$ . Il tempo di ritorno definisce sostanzialmente la rarità dell'evento pluviometrico, ovvero, l'intervallo temporale entro cui una determinata altezza di pioggia può essere eguagliato o superata. La stima generalmente viene eseguita su tempi di riferimento di 2,5,10,20,50,100,200 anni. La stima delle altezze delle precipitazioni avviene attraverso una regolarizzazione statistica dei dati osservati. Senza entrare nel dettaglio della metodologia attuata (VAPI - distribuzione GEV), in maniera orientativa per l'area di nostro interesse facendo riferimento a fonti ufficiali e studi pregressi disponibili online (dipartimento protezione civile - Anali regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità di eventi pluviometrici di riferimento) si evince che la media dei valori massimi annui presenta variazioni modeste per precipitazioni fino a circa un'ora, mentre per durate superiori si manifestano variabilità in ragione della minore o maggiore distanza dall'area costiera. Nell'area padovana si ha una tendenza alla diminuzione procedendo sia verso sud (comprensorio del Bacino Brenta Bacchiglione) sia verso est. A titolo esemplificativo nelle sottostanti figure si evidenzia la distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali per un tempo minimo di 5min Fig. 13 fino ad un massimo di 1ora Fig.14.



13. *Distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali per un tempo minimo di 5min*

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA INTEGRATA INGEGNERIA DI ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RI</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>ID0001 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>19 di 36</b></p>



14. Distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali per un tempo massimo di 1 h

I valori della media dei massimi di precipitazioni attese per i differenti periodi di ritorno considerati e limitatamente al settore di interesse sono illustrati nelle tabelle e grafici sottostanti riportando altresì l'ubicazione delle stazioni pluviometriche più prossime prese come riferimento.

Stazioni: Teolo (TL), Legnaro (LE), Montegalda (MT), Ca'di Mezzo (DI), Codevigo (DV), Campodarsego (CM), Grantorto (GT), Galzignano Terme (GG), Mira (MM)

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	10.108	16.947	21.473	29.557	33.790	36.424	46.099	53.978	63.191	74.121

Valori attesi di precipitazione:

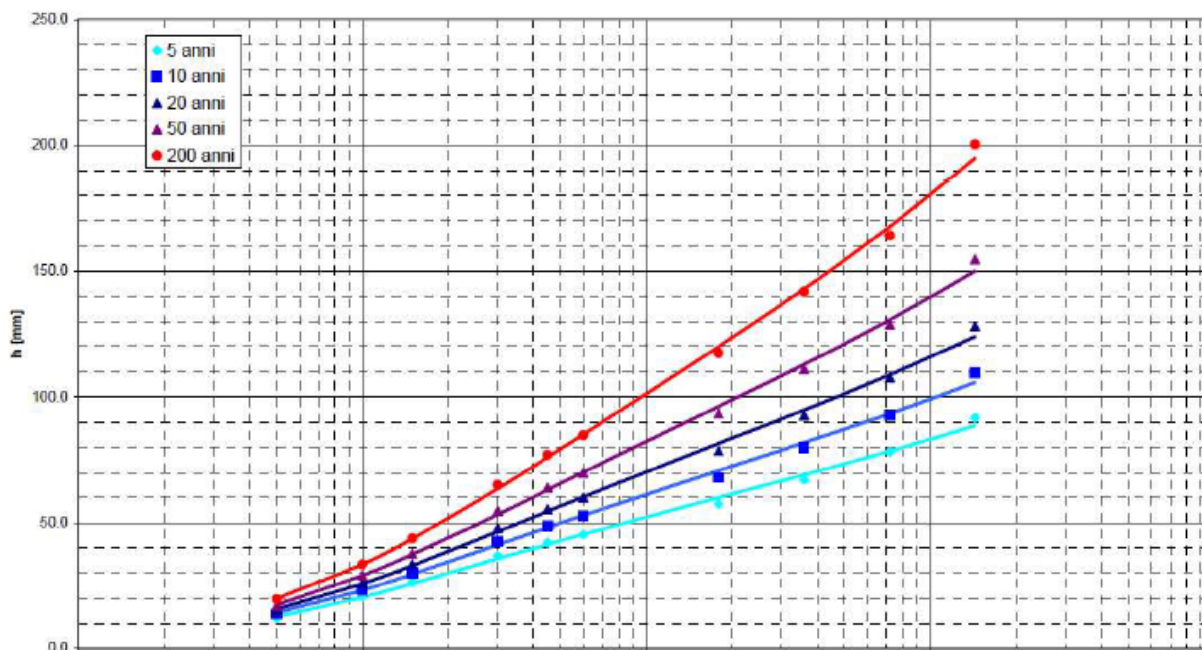
T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.8	16.4	20.6	28.0	31.9	34.2	42.6	49.6	58.2	67.8
5	12.3	20.8	26.4	36.7	42.0	45.3	57.5	67.0	78.1	91.7
10	13.8	23.5	30.1	42.4	48.8	52.8	68.0	79.7	92.6	109.4
20	15.3	26.0	33.5	47.8	55.4	60.1	78.7	92.7	107.6	128.0
30	16.1	27.4	35.4	50.9	59.2	64.4	85.1	100.7	116.7	139.4
50	17.1	29.1	37.7	54.7	63.9	69.8	93.4	111.0	128.6	154.6
100	18.4	31.3	40.8	59.9	70.4	77.3	105.1	125.9	145.7	176.6
200	19.7	33.4	43.8	65.1	76.9	84.8	117.4	141.8	164.0	200.4

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p> 	<p>COMMESSA</p> <p><b>NP00</b></p>	<p>LOTTO</p> <p><b>00 D Z2</b></p>	<p>CODIFICA</p> <p><b>RI</b></p>	<p>DOCUMENTO</p> <p><b>ID0001 001</b></p>	<p>REV.</p> <p><b>A</b></p>	<p>FOGLIO</p> <p><b>20 di 36</b></p>
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>								

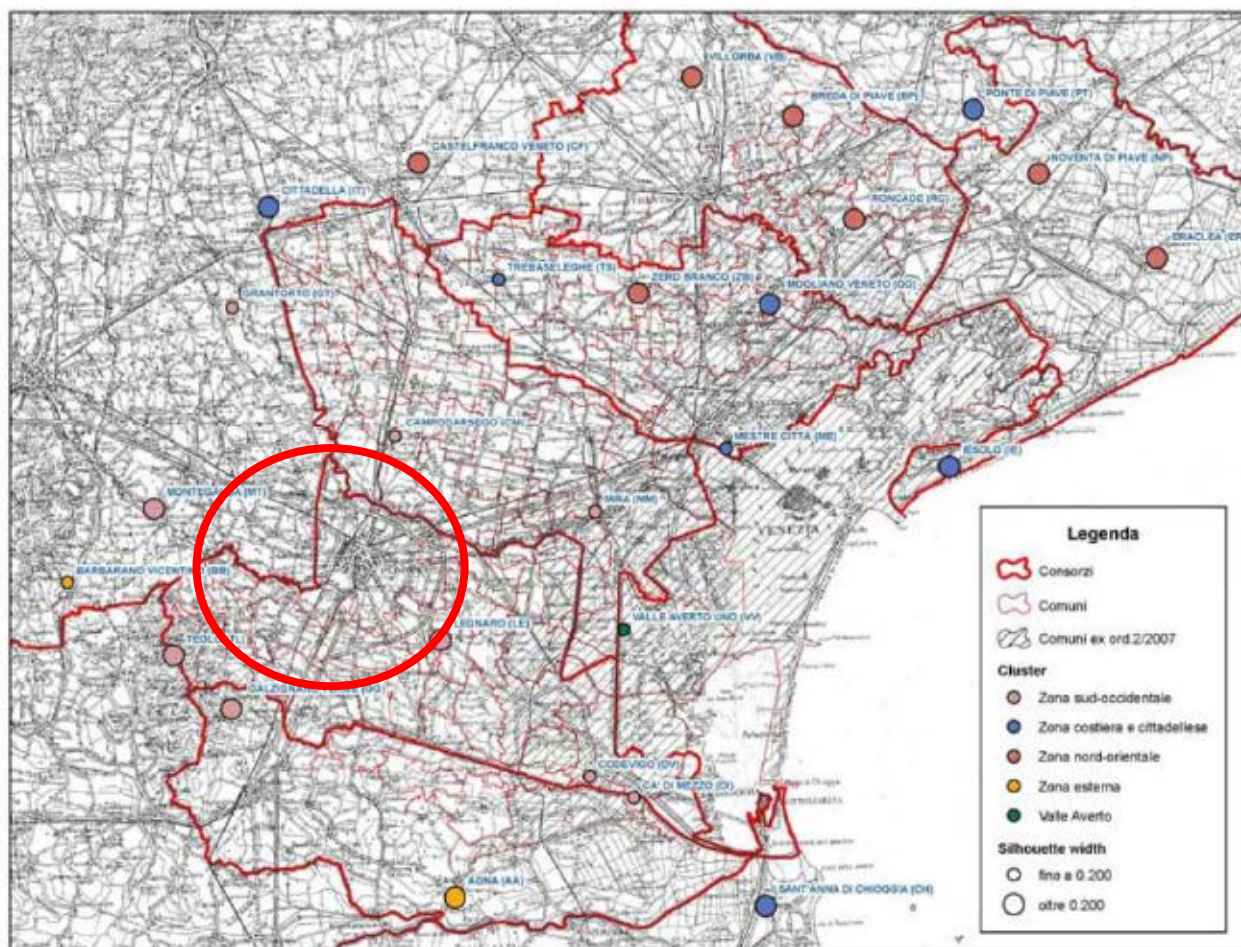
Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	20.2	10.6	0.838
5	26.9	11.9	0.835
10	30.9	12.6	0.830
20	34.4	13.3	0.823
30	36.4	13.7	0.818
50	38.6	14.2	0.812
100	41.4	14.9	0.803
200	44.0	15.6	0.794

Curve segnalatrici a 3 parametri



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>SECCO INGEGNERIA INGEGNERIA DI ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>21 di 36</p>

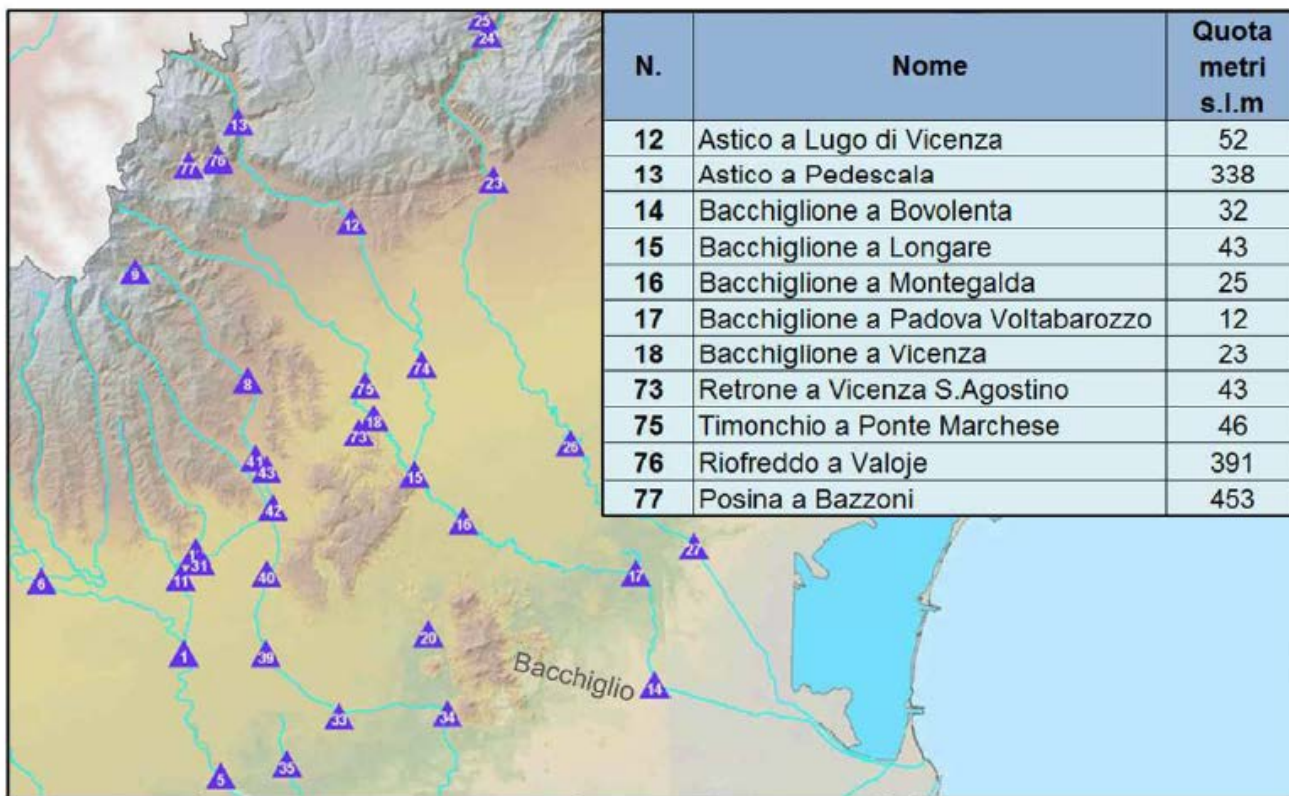


15. Distribuzione stazioni pluviometriche

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	22 di 36

#### 4.2.1 livelli idrometrici

Le stazioni idrometriche di monitoraggio svolgono la funzione di misurare il livello idrometrico lungo tutto il corso del fiume utile per calcolare sia il regime di portata sia per monitorare eventi di piena da alto rischio. Le stazioni di misura idrometriche sul territorio regionale (fonte ARPAV) sono complessivamente 81, di cui 14 che interessano il Bacchiglione (Fig. 16 seguente).



16. distribuzione rete idrografica regionale

 MANDANTE  MANDANTE  MANDANTE 	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA  NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3  PROGETTO DEFINITIVO</b>												
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>NP00</td> <td>00 D Z2</td> <td>RI</td> <td>ID0001 001</td> <td>A</td> <td>23 di 36</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	23 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	23 di 36								

Per un inquadramento di massima delle variazioni dei livelli idrometrici si riportano per completezza i dati di stazioni idrometriche localizzati in punti di misura molto prossimi a quella di interesse; tali misure sono riferite ad una sezione posta più a valle in corrispondenza del ponte di Voltabarozzo. Le stazioni idrometriche considerate sono localizzate immediatamente a valle del canale scaricatore. La misura idrometrica si riferisce all'altezza di colonna d'acqua (in metri) al di sopra del riferimento. Tale riferimento è lo "zero dell'asta idrometrica di stazione". Il valore assoluto della misura idrometrica non rappresenta quindi l'altezza dell'acqua rispetto al fondo del corso d'acqua. Nel nostro caso si è fatto riferimento ai dati ufficiali derivanti dalla rete di monitoraggio ARPAV dell'anno 2018 MISURE IDROMETRICHE GIORNALIERE DELLA RETE DI MONITORAGGIO ARPAV nell'Allegato1del documento di riferimento. Tali dati rappresentano i valori delle misure medie giornaliere del livello idrometrico raccolti nell'anno 2018. L'ubicazione delle stazioni non si è modificata rispetto al passato e pertanto si rimanda agli annali idrologici per ulteriori ed eventuali informazioni. Nella tabella seguente si riportano i valori delle altezze idrometriche medie giornaliere (in m) riferite allo zero idrometrico di riferimento nell'intervallo di tempo compreso tra le ore 00.00 (ora solare) e le ore 24.00 (ora solare) del giorno a cui si riferisce l'osservazione.

Stazione Idrometrica	2018	Serie storica <sup>1</sup>	Annali Idrologici
Bacchiglione a Ponte Marchese	X	1994-2017	
Retrone a S. Agostino	X	1994-2017	
Bacchiglione a Vicenza	X	1994-2017	1925-1961
Astico a Pedescala	X	1985-2017	
Posina a Bazzoni	X	1991-2017	
Posina a Stancari	X	1985-2017	1921-1996
Tesina a Bolzano Vicentino	X	1994-2017	1921-1987
Bacchiglione a Longare	X	1994-2017	1921-1975
Bisatto a Vo Vecchio	X	2007-2017	
Bacchiglione a Montegalda	X	1994-2017	1929-1996
Tesina Padovano a Veggiano	X	2008-2017	
S. Gregorio a Voltabarozzo Valle	X	1999-2017	
Bacchiglione a Ponte San Nicolò	X	2017	
Bacchiglione a Bovolenta	X	1998-2017	1921-1972

Tabella 4 – Stazioni idrometriche nel bacino del fiume Bacchiglione

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>24 di 36</p>

Analogamente per avere un riferimento in merito alle massime altezze di piena nelle tabelle seguenti si riportano i dati relativi all'altezza della massima piena di 12.27 registrata durante l'evento alluvionale del 2010 e le medie annue del livello idrometrico registrato alla stazione di Voltabarozzo che riportano un valore di altezza del livello idrometrico medio pari a circa 8.20m.

Elenco e caratteristiche delle stazioni idrometriche							Anno 2018
BACINO E STAZIONE	Tipo della stazione	CARATTERISTICHE					NOTE
		Quota dello zero idrom. m s.m.	Bacino di dominio km <sup>2</sup>	Altezza di max piena m	DATA della massima piena	Anno inizio osser- vazioni	
<b>BACCHIGLIONE</b>							
Bacchiglione a Ponte Marchese	Ir	36.40		3.70	01 nov 2010	1994	
Retrone a S. Agostino	Ir	28.83		3.66	03 feb 2014	1994	
Bacchiglione a Vicenza	Mr	26.80	281	6.18	01 nov 2010	1994	Funzionò anche dal 1925 al 1961
Astico a Pedescala	Ir	305.87		2.64	20 set 1999	1985	
Posina a Bazzoni	Ir			2.20	02 ott 1993	1991	
Posina a Stancari	Ir	389.62	115	3.78	20 set 1999	1985	Funzionò anche dal 1921 al 1996
Tesina a Bolzano Vicentino	Mr	37.60	694	5.56	01 nov 2010	1994	Funzionò anche dal 1921 al 1987
Bacchiglione a Longare	Ir	21.39	1384	6.64	01 nov 2010	1994	Funzionò anche dal 1921 al 1975
Bisatto a Vo Vecchio	Ir	13.96		1.51	17 mar 2011	2007	
Bacchiglione a Montegalda	Mr	16.18	1384	6.60 <sup>(1)</sup>	01 nov 2010	1994	Funzionò anche dal 1929 al 1996
Tesina Padovano a Veggiano	Ir			5.63	02 nov 2010	2008	
S. Gregorio a Voltabarozzo Valle	Ir			12.27	02 nov 2010	1999	
Bacchiglione a Ponte San Nicolò	Ir			1.84	30 ott 2018	2017	
Bacchiglione a Bovolenta	Ir	-0.29		7.97	04 feb 2014	1998	Funzionò anche dal 1921 al 1972



<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p> 						
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>25 di 36</p>

Bacino: BACCHIGLIONE												
Stazione: SAN GREGORIO a VOLTABAROZZO VALLE												
	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	8.13	8.14	8.14	8.21	8.21	8.17	8.73	8.23	8.24	8.25	9.03	7.93
2	8.13	8.14	8.13	8.22	8.22	8.16	8.21	8.24	8.24	8.24	8.68	7.93
3	8.13	8.13	8.13	8.22	8.23	8.16	8.27	8.23	8.24	8.23	8.24	7.93
4	8.14	8.13	8.13	8.23	8.23	8.16	8.24	8.23	8.23	8.23	8.25	7.93
5	8.14	8.13	8.13	8.22	8.22	8.17	8.25	8.23	8.23	8.24	8.24	7.94
6	8.15	8.12	8.13	8.23	8.21	8.17	8.24	8.24	8.24	8.25	8.25	7.94
7	8.14	8.12	8.72	8.22	8.21	8.21	8.25	8.24	8.24	8.24	8.24	7.94
8	8.14	8.13	8.72	8.22	8.21	8.22	8.24	8.24	8.24	8.25	8.23	7.93
9	8.18	8.12	8.18	8.23	8.19	8.19	8.23	8.24	8.23	8.24	8.23	7.94
10	8.61	8.13	8.23	8.22	8.22	8.17	8.24	8.24	8.24	8.23	8.24	7.94
11	8.14	8.12	8.23	8.23	8.21	8.16	8.24	8.24	8.23	8.23	8.25	7.93
12	8.13	8.12	8.63	8.22	8.20	8.20	8.23	8.24	8.23	8.24	8.25	7.93
13	8.13	8.13	8.41	8.48	8.22	8.21	8.24	8.24	8.24	8.24	8.23	7.94
14	8.13	8.13	8.23	8.38	8.21	8.19	8.24	8.24	8.25	8.24	8.21	7.94
15	8.12	8.12	8.23	8.23	8.21	8.15	8.24	8.24	8.24	8.24	8.21	7.94
16	8.12	8.12	8.48	8.23	8.21	8.14	8.24	8.23	8.24	8.24	8.22	7.94
17	8.12	8.77	8.34	8.22	8.21	8.15	8.23	8.23	8.24	8.24	8.22	7.94
18	8.14	8.12	8.25	8.22	8.20	8.16	8.23	8.23	8.24	8.24	8.20	7.94
19	8.12	8.12	8.77	8.22	8.19	8.15	8.24	8.23	8.25	8.23	8.22	7.94
20	8.77	8.12	8.67	8.21	8.19	8.15	8.25	8.23	8.25	8.24	8.08	7.94
21	8.77	8.14	8.22	8.21	8.18	8.15	8.25	8.23	8.24	8.24	7.94	7.94
22	8.77	8.14	8.24	8.23	8.22	8.18	8.24	8.24	8.24	8.23	7.93	7.94
23	8.77	8.13	8.22	8.22	8.21	8.14	8.23	8.23	8.23	8.23	7.94	7.94
24	8.12	8.13	8.21	8.22	8.21	8.14	8.23	8.24	8.25	8.24	7.95	7.94
25	8.12	8.13	8.21	8.21	8.19	8.14	8.23	8.24	8.23	8.24	7.94	7.94
26	8.14	8.12	8.22	8.22	8.76	8.14	8.24	8.24	8.23	8.24	7.94	7.94
27	8.14	8.77	8.22	8.22	8.17	8.14	8.23	8.23	8.23	8.25	7.94	7.93
28	8.14	8.13	8.23	8.21	8.18	8.72	8.23	8.22	8.23	8.24	7.95	7.93
29	8.14		8.23	8.22	8.20	8.72	8.23	8.24	8.23	9.31	7.94	7.94
30	8.14		8.22	8.20	8.18	8.13	8.23	8.24	8.23	10.69	7.93	7.94
31	8.14		8.21		8.18		8.23	8.25		9.66		7.94
Medie	8.15	8.13	8.26	8.23	8.20	8.16	8.23	8.24	8.24	8.40	8.17	7.94
Media annua: 8.20												

Da tali dati si è partiti per una attenta valutazione del dimensionamento delle opere a farsi rispetto alla probabilità di accadimento di un evento alluvionale con valori di piena prossimi a quella massima registrata.

Per la sezione di interesse si è fatto esplicito riferimento ai dati derivanti dagli studi eseguiti sulle sezioni di interesse dall' Autorità di bacino distrettuale del Po. Gli eventi di piena più significativi per il territorio padovano come illustrato nei precedenti paragrafi fanno riferimento alla piena del 1966 e alla più recente del 2010.

Quanto accaduto nel 2010 e in occasione degli altri principali eventi trova corrispondenza nei risultati derivanti dall'applicazione del modello propagatorio lungo l'asta principale del Bacchiglione: i profili di inviluppo dei livelli idrometrici calcolati evidenziano che lungo il corso del f. Bacchiglione, tra le città di Vicenza e Padova,

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> <b>SDAprogetti</b> ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> <b>ENTREB</b> INGEGNERIA PROFESSIONALE ED ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p> <p> <b>PINI</b> SWISS</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID0001 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">26 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	26 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	26 di 36								

l'onda di piena con tempo di ritorno di 50 anni si propaga verso valle mantenendo quasi ovunque valori rilevanti del franco arginale ad eccezione di alcuni tratti, peraltro molto limitati, come in corrispondenza di Montegaldella e Tencarola, in cui il franco risulta ridotto a causa di un abbassamento locale della quota arginale. Il profilo idrometrico dell'evento centennale accentua tale criticità: si segnalano, infatti, sormonti arginali localizzati ed una maggiore estensione delle zone di riduzione del valore del franco idraulico. Nel tratto di valle, anche per eventi con tempo di ritorno di 10 anni, si manifesta una modesta riduzione del franco arginale in prossimità della confluenza con il Brenta.

Tali livelli sono conseguenti all'ipotesi di una portata sostenuta nel fiume Brenta che dà luogo a fenomeni di rigurgito. Per tempi di ritorno più elevati, la zona di riduzione del franco si estende dalla confluenza verso monte fin oltre Bovolenta, mentre si segnalano anche sormonti arginali proprio a ridosso della confluenza stessa. Questi effetti si riducono tuttavia in misura apprezzabile se si considera per il Brenta un evento decennale, con conseguente ridotto effetto di rigurgito sui livelli idrometrici cinquantenari e centenari del Bacchiglione.

Per il F. Bacchiglione, i valori dei livelli idrometrici massimi registrati fanno riferimento ai dati forniti dalla citata Autorità di bacino Distrettuale per i diversi periodi di ritorno come schematicamente riportato nelle tabelle successive:

<p>MANDATARIA</p>  <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA E ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p> 			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>27 di 36</p>

Ore	Tempo di Ritorno 30 anni		Tempo di Ritorno 100 anni		Tempo di Ritorno 300 anni	
	Livello idrometrico (m s.l.m.m.)	Livello idrometrico (m s.l.m.m.)	Livello idrometrico (m s.l.m.m.)	Livello idrometrico (m s.l.m.m.)	Livello idrometrico (m s.l.m.m.)	Livello idrometrico (m s.l.m.m.)
0,00	12,893	13,178	13,646			
0,33	12,926	13,267	13,739			
0,67	12,97	13,363	13,827			
1,00	13,011	13,458	13,912			
1,33	13,045	13,552	13,968			
1,67	13,089	13,641	14			
2,00	13,128	13,73	14,015			
2,33	13,191	13,813	14,024			
2,67	13,275	13,894	14,032			
3,00	13,363	13,956	14,037			
3,33	13,449	13,991	14,041			
3,67	13,531	14,009	14,045			
4,00	13,61	14,019	14,047			
4,33	13,685	14,026	14,049			
4,67	13,758	14,032	14,051			
5,00	13,825	14,037	14,053			
5,33	13,89	14,04	14,054			
5,67	13,944	14,043	14,056			
6,00	13,974	14,045	14,057			
6,33	13,995	14,047	14,058			
6,67	14,007	14,048	14,059			
7,00	14,015	14,05	14,06			
7,33	14,02	14,051	14,061			
7,67	14,024	14,052	14,062			
8,00	14,027	14,052	14,062			
8,33	14,03	14,053	14,063			
8,67	14,033	14,054	14,063			
9,00	14,034	14,054	14,064			
9,33	14,036	14,055	14,064			
9,67	14,037	14,055	14,064			
10,00	14,038	14,056	14,064			
10,33	14,038	14,056	14,064			
10,67	14,039	14,056	14,064			
11,00	14,039	14,056	14,064			
11,33	14,04	14,056	14,064			
11,67	14,04	14,056	14,064			
12,00	14,04	14,056	14,064			
12,33	14,04	14,056	14,064			
12,67	14,039	14,056	14,063			
13,00	14,039	14,056	14,063			
13,33	14,039	14,055	14,063			
13,67	14,038	14,055	14,063			
14,00	14,038	14,055	14,062			
14,33	14,037	14,054	14,062			
14,67	14,036	14,054	14,061			
15,00	14,036	14,053	14,061			
15,33	14,035	14,053	14,06			
15,67	14,034	14,052	14,06			
16,00	14,032	14,051	14,059			
16,33	14,031	14,051	14,059			
16,67	14,03	14,05	14,058			
17,00	14,028	14,049	14,057			
17,33	14,027	14,048	14,056			
17,67	14,025	14,047	14,055			
18,00	14,023	14,046	14,054			
18,33	14,021	14,045	14,054			
18,67	14,019	14,044	14,053			
19,00	14,016	14,043	14,052			
19,33	14,014	14,042	14,051			
19,67	14,012	14,041	14,05			

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>						
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE</p>					<p>MANDANTE</p>  <p>SWISS</p>		
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>28 di 36</p>

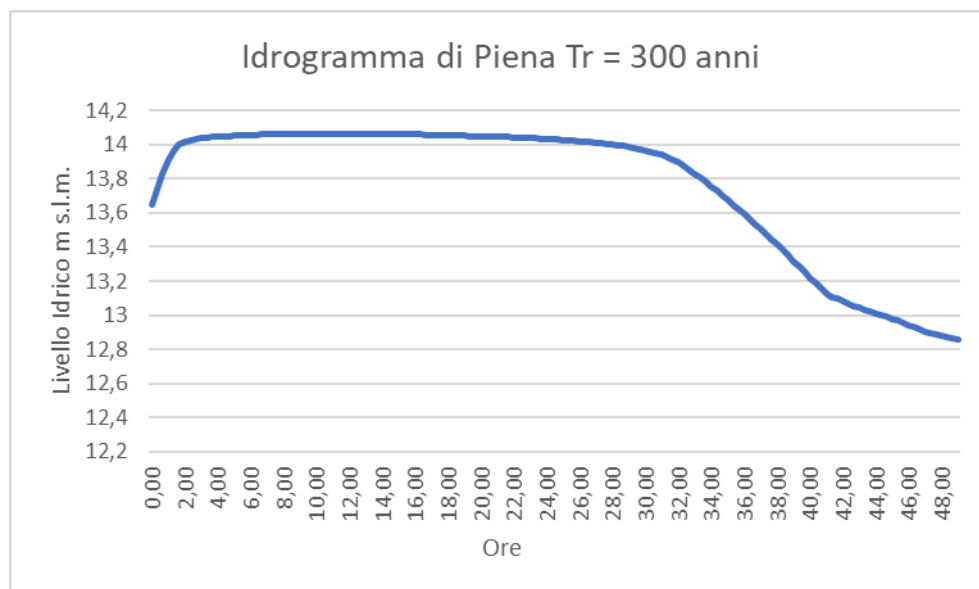
20,00	14,009	14,04	14,049
20,33	14,006	14,038	14,048
20,67	14,003	14,037	14,047
21,00	13,999	14,035	14,046
21,33	13,994	14,033	14,045
21,67	13,988	14,031	14,044
22,00	13,981	14,029	14,043
22,33	13,972	14,027	14,041
22,67	13,963	14,024	14,04
23,00	13,955	14,022	14,038
23,33	13,948	14,019	14,037
23,67	13,938	14,017	14,035
24,00	13,926	14,014	14,033
24,33	13,911	14,011	14,031
24,67	13,891	14,008	14,029
25,00	13,867	14,004	14,027
25,33	13,842	14	14,025
25,67	13,815	13,994	14,022
26,00	13,787	13,988	14,02
26,33	13,757	13,981	14,017
26,67	13,726	13,972	14,015
27,00	13,693	13,962	14,012
27,33	13,66	13,954	14,009
27,67	13,626	13,946	14,006
28,00	13,591	13,936	14,002
28,33	13,555	13,922	13,998
28,67	13,518	13,905	13,992
29,00	13,48	13,883	13,986
29,33	13,441	13,859	13,979
29,67	13,4	13,832	13,971
30,00	13,359	13,804	13,962
30,33	13,317	13,775	13,955
30,67	13,272	13,745	13,947
31,00	13,227	13,713	13,939
31,33	13,181	13,68	13,928
31,67	13,135	13,647	13,914
32,00	13,106	13,614	13,897
32,33	13,087	13,579	13,877
32,67	13,066	13,545	13,855
33,00	13,043	13,509	13,831
33,33	13,025	13,473	13,808
33,67	13,009	13,436	13,783
34,00	12,993	13,398	13,757
34,33	12,976	13,361	13,731
34,67	12,956	13,322	13,704
35,00	12,934	13,282	13,676
35,33	12,913	13,241	13,648
35,67	12,896	13,2	13,62
36,00	12,882	13,159	13,592
36,33	12,868	13,121	13,563
36,67	12,854	13,102	13,534
37,00	12,841	13,086	13,505
37,33	12,828	13,068	13,475
37,67	12,793	13,048	13,445
38,00	12,758	13,031	13,414
38,33	12,747	13,018	13,383
38,67	12,735	13,005	13,352
39,00	12,726	12,992	13,32
39,33	12,715	12,978	13,287
39,67	12,703	12,961	13,254
40,00	12,692	12,944	13,221
40,33	12,683	12,927	13,188
40,67	12,673	12,91	13,156

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>				
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>29 di 36</p>

41,00	12,664	12,897	13,126
41,33	12,655	12,887	13,109
41,67	12,645	12,875	13,097
42,00	12,635	12,865	13,084
42,33	12,627	12,854	13,071
42,67	12,619	12,844	13,056
43,00	12,61	12,835	13,042
43,33	12,603	12,819	13,03
43,67	12,595	12,789	13,02
44,00	12,587	12,754	13,011
44,33	12,58	12,753	13
44,67	12,572	12,745	12,99
45,00	12,565	12,738	12,98
45,33	12,558	12,73	12,967
45,67	12,557	12,722	12,955
46,00	12,533	12,715	12,942
46,33	12,498	12,709	12,929
46,67	12,472	12,701	12,917
47,00	12,465	12,695	12,905
47,33	12,459	12,688	12,897
47,67	12,454	12,683	12,889
48,00	12,45	12,676	12,881
48,33	12,445	12,669	12,873
48,67	12,44	12,662	12,865
49,00	12,436	12,653	12,858

Idrogramma di piena per eventi di pioggia con tempi di ritorno  $Tr = 300$  anni.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>			<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>						
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>			<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>30 di 36</p>



17. Idrogramma di Piena Tr = 300 anni

Dall'idrogramma di piena si ha il massimo livello idrico del canale scaricatore pari a  $h=14.064$  m s.l.m..

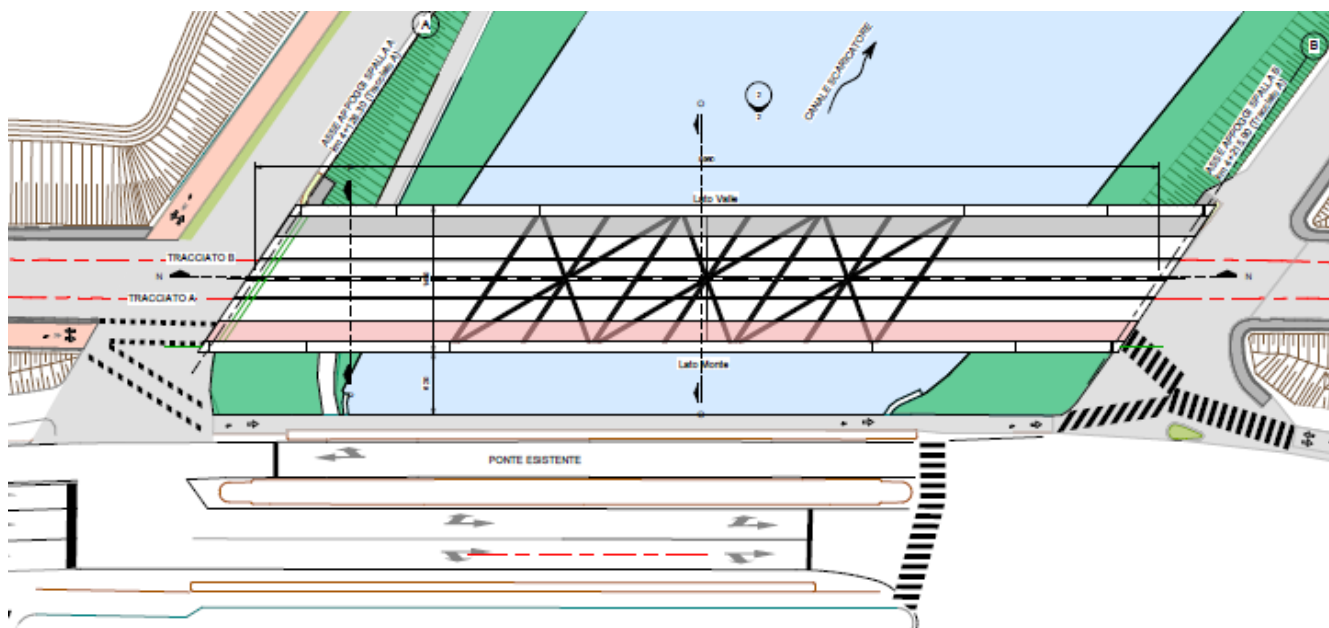
Il grafico presenta una laminazione probabilmente dovuta alle paratoie.

<p>MANDATARIA</p>  <p>GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>		<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>					
<p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>INGEGNERIA PROFESSIONALE INGEGNERIA ED ARCHITETTURA</p>	<p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>					
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>		<p>COMMESSA</p> <p>NP00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00 D Z2</p>	<p>CODIFICA</p> <p>RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID0001 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>	<p>FOGLIO</p> <p>31 di 36</p>

## 5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 5.1 Realizzazione nuovo ponte sul canale Scaricatore



Il nuovo ponte sul canale Scaricatore, necessario per lo scavalco del fiume Bacchiglione nell'ambito del Progetto Definitivo della nuova linea 3 del metrobus di Padova (SIR 3), è progettato come un ponte reticolare a via inferiore. Si prevedono due reticolari metalliche laterali ed un impalcato con struttura mista acciaio/calcestruzzo.



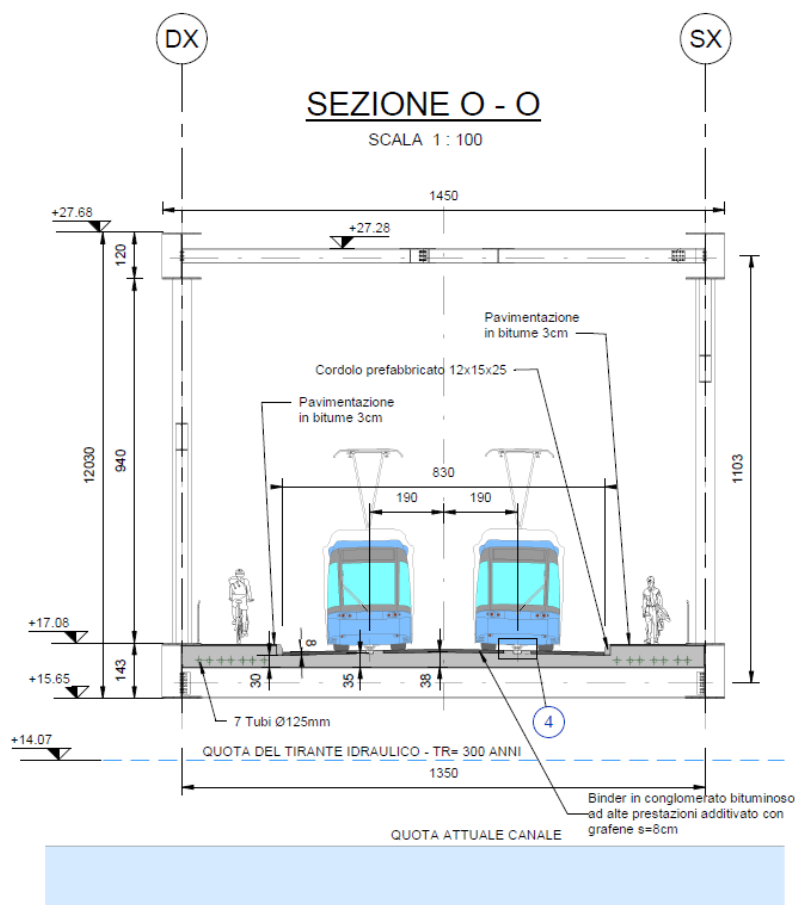
18. Planimetria del nuovo ponte sul canale Scaricatore

Il ponte è costituito da un'unica campata in semplice appoggio con luce di calcolo pari a 89.60 m. L'andamento planimetrico del ponte è in rettilineo, la sezione trasversale dell'opera presenta una larghezza complessiva di 14.50m, rappresentata in Figura 19, così suddivisa:

- carreggiata stradale per accogliere due corsie di marcia del sistema tramviario e relative banchine, pari a 8.30m;

MANDATARIA  GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA          NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3          PROGETTO DEFINITIVO</b>					
MANDANTE  ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI	MANDANTE  STUDIO INTERDISCIPLINARE DI ARCHITETTURA	MANDANTE 				
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	COMMESSA <b>NP00</b>	LOTTO <b>00 D Z2</b>	CODIFICA <b>RI</b>	DOCUMENTO <b>ID0001 001</b>	REV. <b>A</b>	FOGLIO <b>32 di 36</b>

- un marciapiede e una pista ciclabile da 2.1m ciascuno, rispettivamente posizionati lato valle e lato monte del ponte;
- travi reticolari della struttura in acciaio con profilo massimo di larghezza 1.00m.



19. Sezione trasversale del nuovo ponte sul canale Scaricatore

La struttura del ponte è un sistema combinato a trave reticolare secondo un sistema di aste tese e compresse, sviluppato secondo lo schema di Mohniè. La struttura è quindi costituita da:

- correnti superiori delle reticolari (elementi compressi) realizzati con piatti saldati ad H con sezione di altezza 1.20m e larghezza 1.0m, collegati tra loro mediante elementi di controvento realizzati con profili HEA400;



<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p> <p style="text-align: center;"> GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p> <p> <b>SDAprogetti</b> ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p> <p> <b>ENTREB</b> INGEGNERIA PROFESSIONALE ED ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p> <p> <b>PINI</b> SWISS</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID0001 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">33 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	33 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	33 di 36								

- correnti inferiori delle reticolari (elementi tesi) realizzati con piatti saltati ad H con sezione di altezza 1.43m e larghezza 1.0m che fungono da catena;
- elementi di parete delle travi reticolari costituiti da diagonali (elementi tesi) realizzati con profili HEA400 e montanti (elementi compressi) realizzati con profili ad H con sezione di altezza 0.6m e larghezza 0.5m;
- traversi di impalcato con funzione di collegamento tra le travi e sostegno della soletta, realizzati con sezioni HEM800 e posti ad interasse pari a 3.5m; i traversi sono opportunamente piolati per garantire la collaborazione con la soletta soprastante;
- soletta in calcestruzzo, di spessore variabile trasversalmente tra 30 e 40 cm, collaborante con i traversi, che verrà gettata su predalles autoportanti nei confronti del getto in opera della soletta, disposte lungo l'asse longitudinale dell'impalcato ed appoggiate sui traversi. La solidarizzazione della soletta alla trave metallica sarà garantita tramite connettori a piolo tipo Nelson.

Le spalle dell'opera sono di tipo tradizionale in conglomerato cementizio armato; le fondazioni sono profonde, con diaframmi. Le spalle sono realizzate con una platea di fondazione su diaframmi a sostegno della parete di appoggio, con pareti trasversali a mo' di contrafforti.

	<b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b>					
<b>RELAZIONE IDROLOGICA</b>	COMMESSA NP00	LOTTO 00 D Z2	CODIFICA RI	DOCUMENTO ID0001 001	REV. A	FOGLIO 34 di 36

## 6. COMPATIBILITA' IDRAULICA

Da un punto di vista di compatibilità idraulica, il Progetto Definitivo del Nuovo Ponte sul Canale Scaricatore è stato migliorato rispetto a quello del Progetto Preliminare, anche per ovvie ragioni di cambio di quadro normativo di riferimento.

In sintesi sono state apportate modifiche per ciò che concerne:

- **INSERIMENTO ALTIMETRICO:** come livelli idrometrici sono stati considerati i dati forniti dall'Autorità di Bacino distrettuale delle Alpi Orientali per una sezione a 250 m da quella esistente e si è rispettato il valore del franco idraulico indicato dalle NTC2018 (almeno 1.50 m di franco), portando la quota di intradosso impalcato ad un livello maggiore rispetto a quella del Progetto Preliminare. L'attuale quota dell'intradosso è pari a 15.65 m slm, contro il valore di 15.27 m slm prevista nel Progetto Preliminare.
- **INSERIMENTO PLANIMETRICO:** Sebbene le spalle del Nuovo Ponte nel Progetto Preliminare fossero in ombra a quelle del Ponte esistente, non riducendo pertanto la sezione idraulica del Canale, si è optato, su indicazione del Genio Civile di Padova e conformemente alle NTC2018, di arretrare le spalle al di fuori dell'alveo del Canale, incrementando la luce dell'opera che è passata da 71.50 m a 89.60 m.

Altra peculiarità importante da considerare è che la quota di sottotrave risulta comunque superiore alla quota della sommità arginale per l'intera luce del Ponte, considerando che in corrispondenza di questo attraversamento l'argine presenta una quota maggiore rispetto alle zone di monte e valle dell'opera.

La realizzazione del ponte previsto in corrispondenza del canale Scaricatore per le caratteristiche progettuali di inserimento e realizzazione dello stesso, ovvero esterno all'alveo e senza modificarne la sezione idraulica, tenendo conto dei regimi idrici e di portata, non comporterà alcun aggravio o turbativa alle condizioni di deflusso attuali in accordo con quanto disciplinato all' art. 13 nelle norme di attuazione dell'Autorità di bacino competente che recita:

### ***ART. 13 – Disciplina delle aree fluviali***

*1. Nelle aree fluviali, richiamate le disposizioni di cui all'art. 8, sono escluse tutte quelle attività e/o utilizzazioni che diminuiscono la sicurezza idraulica e, in particolare, quelle che possono:*

- a. determinare riduzione della capacità di invaso e di deflusso del corpo idrico fluente;*

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p>  <p style="text-align: center;">MANDANTE</p> 	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID0001 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">35 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	35 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	35 di 36								

*b. interferire con la morfologia in atto e/o prevedibile del corpo idrico fluente;*

*c. generare situazioni di pericolosità in caso di sradicamento e/o trascinarsi di strutture e/o vegetazione da parte delle acque.*

*2. Le coltivazioni arboree o pluriennali con strutture di sostegno fisso, esistenti alla data di adozione del presente Piano (01.12.2012) e i nuovi impianti sono ammessi, previa autorizzazione della Regione competente, se gli stessi non recano ostacolo al deflusso delle acque e all'evoluzione morfologica del corso d'acqua e rispondono ai criteri di compatibilità idraulica. Il rinnovo per completare il ciclo produttivo in atto al momento della scadenza dell'autorizzazione potrà essere consentito in deroga (se opportunamente motivato).*

*3. Nelle aree fluviali, gli interventi di qualsiasi tipo devono tener conto della necessità di mantenere, compatibilmente con la funzione alla quale detti interventi devono assolvere, l'assetto morfodinamico del corso d'acqua. Ciò al fine di non indurre a valle condizioni di pericolosità.*

*Nelle aree fluviali è consentita, previa acquisizione dell'autorizzazione idraulica della Regione e nel rispetto dei criteri di cui al comma 1:*

*a. la realizzazione degli interventi finalizzati alla navigazione, compresa anche la nautica da diporto;*

*b. la realizzazione, ampliamento o manutenzione delle opere di raccolta, regolazione, trattamento, presa e restituzione dell'acqua;*

*c. la realizzazione, ampliamento o manutenzione di strutture a rete e di opere di attraversamento stradale, ciclopedonale e ferroviario. Le nuove opere vanno realizzate a quote compatibili con i livelli idrometrici propri della piena di riferimento tenuto conto del relativo franco di sicurezza;*

*d. l'installazione di attrezzature e strutture, purché di trascurabile ingombro, funzionali all'utilizzo agricolo dei suoli nelle aree fluviali.*

Inoltre per quanto riguarda il dimensionamento e le caratteristiche progettuali del nuovo ponte, è da evidenziare che esso si inserisce, o meglio affianca un ponte già esistente e che non andrà a modificare la lunghezza o la sezione del tratto del canale su cui esso sarà inserito. Il tratto di canale in argomento è stato ed è oggetto in questi anni di interventi di riduzione del rischio idraulico con probabile conseguente modifica della stima della quota massima raggiungibile dall'onda di piena. Per la nuova opera si è tenuto conto di tali aspetti, ovvero dello stato attuativo degli interventi di riduzione del rischio idraulico, della portata transitabile dalla sezione ove si andrà a realizzare l'intervento.

Per quanto riguarda la definizione della piena di riferimento essa richiede l'individuazione di un adeguato valore del tempo di ritorno in relazione al quale condurre le valutazioni sulla pericolosità. A tale proposito, è innanzitutto opportuno richiamare i contenuti dell'Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione e perimetrazione delle

<p style="text-align: center;">MANDATARIA</p>  <p style="text-align: center;">GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p> <p>MANDANTE</p>  <p>ASSOCIAZIONE PROFESSIONALE INGEGNERI</p> <p>MANDANTE</p>  <p>REGIO AUTONOMA DEL VENETO DIREZIONE REGIONALE DELL'ARCHITETTURA</p> <p>MANDANTE</p>  <p>PINI SWISS</p>	<p><b>PROGETTAZIONE DEFINITIVA DELLA NUOVA LINEA TRAMVIARIA NELLA CITTÀ DI PADOVA SIR 3 PROGETTO DEFINITIVO</b></p>												
<p><b>RELAZIONE IDROLOGICA</b></p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">COMMESSA</th> <th style="text-align: center;">LOTTO</th> <th style="text-align: center;">CODIFICA</th> <th style="text-align: center;">DOCUMENTO</th> <th style="text-align: center;">REV.</th> <th style="text-align: center;">FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">NP00</td> <td style="text-align: center;">00 D Z2</td> <td style="text-align: center;">RI</td> <td style="text-align: center;">ID0001 001</td> <td style="text-align: center;">A</td> <td style="text-align: center;">36 di 36</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	36 di 36
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
NP00	00 D Z2	RI	ID0001 001	A	36 di 36								

aree a rischio idrogeologico nel quale sono indicati tre differenti “livelli” di rilevanza della piena cui fare riferimento nella individuazione delle aree pericolose:

- eventi con tempo di accadimento dai 20-50 anni (alta probabilità di inondazione);
- eventi con tempo di accadimento dai 100-200 anni (media probabilità di inondazione);
- eventi con tempo di accadimento dai 300-500 anni (bassa probabilità di inondazione).

In riferimento a quanto disposto dall’ ente preposto in materia di rischio idraulico e dei valori di portate di piena evidenziate nel paragrafo precedente e consultabili nella sezione dedicata dall’ autorità di bacino territorialmente competente si è tenuto conto della portata di piena con durata 9e12ore e tempo di ritorno 300anni, che massimizzano la quota del pelo libero della corrente nella sezione nella condizione “attuale” **si individua così una altezza di circa 14.07 metri s.l.m. Dovrà tenersi conto di un idoneo franco di sicurezza di almeno un 1.50 m,** che garantisca oltre che da eventuali incertezze di calcolo anche dal passaggio di materiale flottante, se ciò può avvenire.

Si evidenzia che la portata media del Bacchiglione presso Padova raggiunge circa 30-40m<sup>3</sup>. Il regime idrologico del Bacchiglione è di tipo misto ovvero caratterizzato da repentini passaggi dal regime di magra a quello di piena. I periodi di massima portata del fiume si hanno nei mesi di Novembre e Maggio mentre i regimi minimi si registrano tra Agosto e Gennaio.

Per tutto quanto esposto si ritiene che l’opera da realizzare non comporterà per caratteristiche progettuali alcun interferenza con le attuali condizioni idrauliche risultando compatibile con quanto normato dalla Autorità di bacino Distrettuale. Relativamente al dimensionamento dell’opera rispetto alla piene di progetto, si è ritenuto, sebbene le NTC 2018 indichino un dimensionamento dell’opera su una piena di progetto con Tr 200, di considerare valori più cautelativi nel caso specifico con Tr 300 e una piena di progetto ad esso riferita. Su tale base si prevede la realizzazione del nuovo ponte con altezza riferita al massimo livello idrometrico di 14.07m. Per mantenere il franco di sicurezza di 1.50m dal limite inferiore dell’intradosso della struttura nell’ attraversamento, occorrerà quindi posizionarlo ad una quota maggiore o uguale a 15.57 m , garantendo in tal modo il regolare deflusso idrico per il periodo di ritorno considerato.