

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA
LEGGE OBIETTIVO N. 443/2001**

U.O. : CORPO STRADALE E GEOTECNICA

STUDIO DI FATTIBILITA'

TRATTA AV/AC VERONA - PADOVA

TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO

RELAZIONE IDRAULICA

SCALA:

-

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

I
M
0
0
0
0
0
0
F
1
1
R
I
I
D
0
0
0
2
0
0
1
A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	C.Marson	Nov.2014	C.Volpini	Nov. 2014	B.M.Bianchi	Nov. 2014	ITALFERR S.p.A. U.O. CORPO STRADALE E GEOTECNICA Dott. Ing. FRANCESCO SACCHI Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma 11/2014

File: IM0000F11RIID0002001A n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
3	DESCRIZIONE DELLO STUDIO IDRAULICO.....	7
4	INTERFERENZE CON LA LINEA FERROVIARIA.....	8
4.1	FIUME AGNO-GUÀ.....	9
4.2	FIUME RETRONE.....	9
4.3	ROGGIA DIOMA.....	13
4.4	FIUME BACCHIGLIONE.....	15
5	OPERE DI PROGETTO.....	17
5.1	FIUME AGNO GUÀ.....	17
5.2	FIUME RETRONE.....	20
	5.2.1 Primo attraversamento.....	20
	5.2.2 Terzo attraversamento.....	21
6	FIUME BACCHIGLIONE.....	22
7	FIUME TESINA.....	24
8	MODELLO IDRAULICO.....	26
9	METODOLOGIA DI CALCOLO.....	26
10	CONSIDERAZIONI SULLA PORTATA DI PROGETTO.....	37
11	LA VERIFICA IDRAULICA.....	40
11.1	STATO DI FATTO.....	42
11.2	STATO DI PROGETTO.....	48
	11.2.1 SDPI.....	49
11.3	SINTESI DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	59
11.4	SINTESI NORME DI ATTUAZIONE.....	61

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 - Inquadramento geografico della zona in esame.....	9
Figura 2 – Intersezione fiume Guà con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.....	9
Figura 3 – Prima intersezione fiume Retrone con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.....	10
Figura 4 – Primo ponte esistente sul fiume Retrone.....	11
Figura 5 – Seconda intersezione fiume Retrone con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.....	11
Figura 6 – Secondo ponte storico sul fiume Retrone.....	12
Figura 7 – Terza intersezione fiume Retrone con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.....	13
Figura 8 – Terzo attraversamento sul fiume Retrone.....	13
Figura 9 – Attraversamento roggia Dioma.....	14
Figura 10 – Attraversamento roggia Dioma linea doppio binario storica.....	14
Figura 11 – Attraversamento roggia Dioma linea singolo binario (in secondo piano).....	15
Figura 12 – Attraversamento fiume Bacchiglione.....	16
Figura 13 – Attraversamento fiume Bacchiglione, vista da monte.....	16
Figura 14 – Attraversamento fiume Bacchiglione, vista da valle.....	17
Figura 15 – Ponte ferroviario di progetto sul Retrone.....	22
Figura 16 – Ponte ferroviario di progetto sul Bacchiglione.....	23
Figura 17 : Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua.....	27
Figura 18: Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.....	28
Figura 19: Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.....	30
Figura 20: Pianta schematica di un attraversamento fluviale.....	32
Figura 21: Sezione schematica di un attraversamento fluviale.....	33
Figura 22: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo.....	35
Figura 23: Diagramma per la stima del coefficiente di deflusso Cd.....	35
Figura 24: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo.....	36
Figura 25: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo.....	36
Figura 26: Schema della rete idraulica principale relativa all'area metropolitana di Vicenza. In rosso sono evidenziate le portate che s'intendono far transitare in condizioni di sicurezza mediante gli interventi previsti dal Piano (capacità di portata).....	38
Figura 27 : Idrogramma piena del 1966 ante e post interventi proposti dal progetto delle opere complementari.....	39
Figura 28 : Attraversamento Vicenza C.le Vicenza Tribunale.....	40
Figura 29 : Attraversamento Vicenza C.le Vicenza Tribunale.....	41
Figura 30 : Profilo idrico Bacchiglione stato di fatto.....	45
Figura 31 : Profilo idrico Retrone stato di fatto.....	46
Figura 32 : Sezione ponte storico stato di fatto.....	47
Figura 33 : Ponte Ferroviario Bacchiglione 11/11/2012 ore 13.52.....	47
Figura 34 : Profilo idrico Bacchiglione stato di progetto SDP1.....	51
Figura 35 : Profilo idrico Retrone stato di progetto SDP1.....	52
Figura 36 : Sezione ponte storico stato di progetto SDP1.....	53
Figura 37 : Sezione nuovo ponte stato di progetto SDP1.....	53
Figura 38 : Profilo idrico Bacchiglione stato di progetto SDP2.....	57
Figura 39 : Profilo idrico Retrone stato di progetto SDP2.....	58
Figura 40 : Vicenza. Arco delle Scalette (A. Palladio).....	65



TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOTTO

STUDIO DI FATTIBILITA'

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IM00	00	F 11 RI	ID 00 02 001	A	4 di 66

INDICE TABELLE

Tabella 1: Coefficiente di resistenza idrodinamico CD.....	33
Tabella 2: Coefficiente di Yarnell.....	34
Tabella 3: Risultati stato di fatto	44
Tabella 4: Risultati stato di progetto SDP1.....	50
Tabella 5: Risultati stato di progetto SDP2.....	56

1 PREMESSA

Il presente Studio di fattibilità ha per obiettivo la realizzazione del quadruplicamento, con caratteristiche di alta velocità/alta capacità, della tratta Montebello Vicentino-Grisignano di Zocco nell'ambito del collegamento ferroviario AV/AC Verona – Padova. Tale intervento prevede l'attraversamento del territorio della Città di Vicenza da parte della linea ferroviaria AC/AV, in affiancamento a quella storica.

2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento ha uno sviluppo di circa 32 Km ed ha inizio dalla progressiva pk km 32+092.35 del Progetto Preliminare di L.O. del 2003 (coincidente con il km 182+479.91 della LS esistente) alla pk 64+325,70 del Progetto Preliminare di L.O. del 2003. Alla progressiva pk 52+250,00 è fissata la fine del sub-lotto Montebello Vicentino-inizio tratto da Vicenza a Grisignano di Zocco, consiste nel quadruplicamento tracciato esistente allo scopo di completare il collegamento AV/AC tra Padova e Verona.

Il nuovo tracciato, che sostanzialmente ripercorrerà quello esistente si svilupperà in parte in rilevato in parti in trincea ed galleria artificiale.

Le opere da realizzare sono le seguenti:

costruzione di circa 32 Km di nuove linee a quattro binari o in variante alle linee esistenti, comprendente le opere civili, le opere di armamento, le opere di elettrificazione e le opere di segnalamento e telecomunicazioni;

interventi di riconnessione dei pubblici servizi interferenti;

interventi di riambientazione, di mitigazione degli impatti e di compensazione ambientale.

realizzazione della nuova stazione Vicenza Fiera, a servizio del traffico AV, regionale e merci completa di tutte le dotazioni funzionali compresi gli impianti tecnologici, dell' area di interscambio e della viabilità di accesso;

dismissione dell'attuale stazione di Vicenza Centrale e il conseguente interrimento della linea storica e della linea AV/AC in zona "Ferrovieri", quale intervento di ricucitura urbana;

Il mantenimento dell'attuale sede a 4 binari in corrispondenza della trincea di viale Risorgimento;

La realizzazione della nuova stazione Vicenza Tribunale, a servizio del solo traffico regionale, nonché quale volano ferroviario per ammortizzare le eventuali disfunzioni dovute alla mancata realizzazione



TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCHO

STUDIO DI FATTIBILITA'

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IM00	00	F 11 RI	ID 00 02 001	A	6 di 66

di nuovi binari nella trincea di viale Risorgimento.

3 DESCRIZIONE DELLO STUDIO IDRAULICO

La presente relazione idraulica è parte integrante dello Studio di Fattibilità della linea ferroviaria AV/AC Verona-Padova, nel tratto all'interno del territorio della provincia di Vicenza.

In particolare vengono analizzate le interferenze idrauliche del sub lotto Montebello Vicentino – Vicenza contenuto nella sub tratta Verona-Vicenza.

Il tracciato della nuova linea AV/AC affianca quasi integralmente la linea storica Milano –Venezia.

Il presente studio idraulico viene sviluppato al fine di valutare la compatibilità Idraulica per le Opere d'Arte di linea di maggiore interesse come Ponti e Viadotti:

“...Quando il ponte interessa un corso d'acqua naturale o artificiale, il progetto dovrà essere corredato da una relazione idrologica e da una relazione idraulica riguardante le scelte progettuali, la costruzione e l'esercizio del ponte.

L'ampiezza e l'approfondimento della relazione e delle indagini che ne costituiscono la base saranno commisurati all'importanza del problema.

Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall'Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

Nel caso di pile e/o spalle in alveo cura particolare è da dedicare al problema delle escavazioni dell'alveo e alla protezione delle fondazioni delle pile e delle spalle.

La quota idrometrica ed il franco dovranno essere posti in correlazione con la piena di progetto riferita ad un periodo di ritorno non inferiore a 200 anni.

Il franco di sottotrave e la distanza tra il fondo alveo e la quota di sottotrave dovranno essere assunte tenendo conto del trasporto solido di fondo e del trasporto di materiale galleggiante.

Il franco idraulico necessario non può essere ottenuto con il sollevamento del ponte durante la piena...” [cfr. §§ 5.2.1.2 e 5.1.2.4 del DM Infrastrutture 14 Gennaio 2008]

“ ...A titolo di indicazione, in aggiunta alla prescrizione di un franco normale minimo di 1,50÷2,00 m, è da raccomandare che il dislivello tra fondo e sottotrave sia non inferiore a 6÷7 m quando si possa

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO STUDIO DI FATTIBILITA'					
	RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA IM00	LOTTO 00	CODIFICA F 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

Figura 1 - Inquadramento geografico della zona in esame.

4.1 FIUME AGNO-GUÀ

Il fiume interseca la linea ferroviaria in località Ronchi del comune di Montebello Vicentino, tra il ponte dell'autostrada A4 a monte e il ponte della linea FS storica a valle, poiché in questo tratto il tracciato si distacca da quest'ultima.



Figura 2 – Intersezione fiume Guà con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.

4.2 FIUME RETRONE

Il fiume Retrone interseca la nuova linea ferroviaria, come già quella storica in tre punti distinti:

- Il primo attraversamento incrocia la ferrovia alla distanza chilometrica 44+100 ed è, allo stato attuale, costituito da un ponte ad arco in mattoni (Figura 4).
- Il secondo attraversamento incrocia la ferrovia immediatamente a est della stazione ferroviaria di Vicenza, alla chilometrica 48+982, ed è costituito da un ponte con intradosso a quota 32

m.s.m e luce pari 20.5 m (Figura 6).

- Il terzo attraversamento è situato alla chilometrica 49+711 ed è costituito da uno scatolare di larghezza pari a 10.5 m ed intradosso a quota 30.64 m.s.m.(Figura 8).



Figura 3 – Prima intersezione fiume Retrone con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.

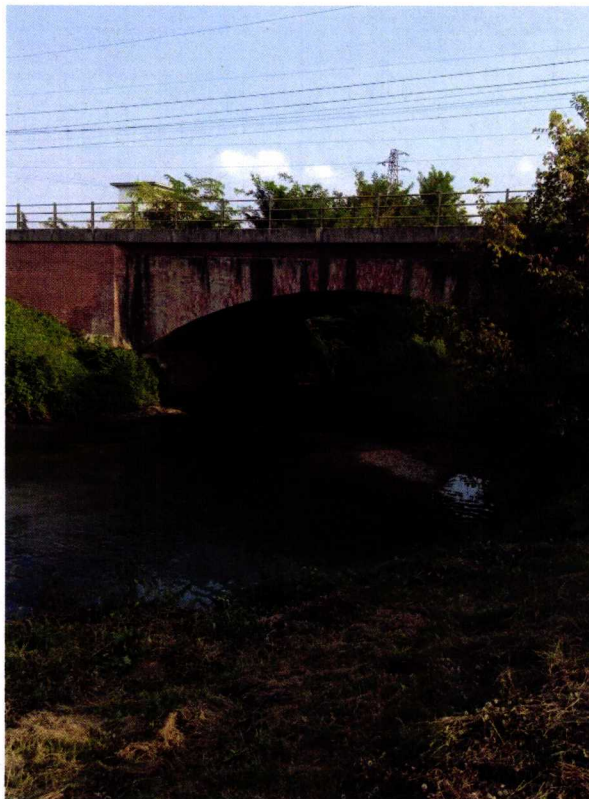


Figura 4 – Primo ponte esistente sul fiume Retrone.

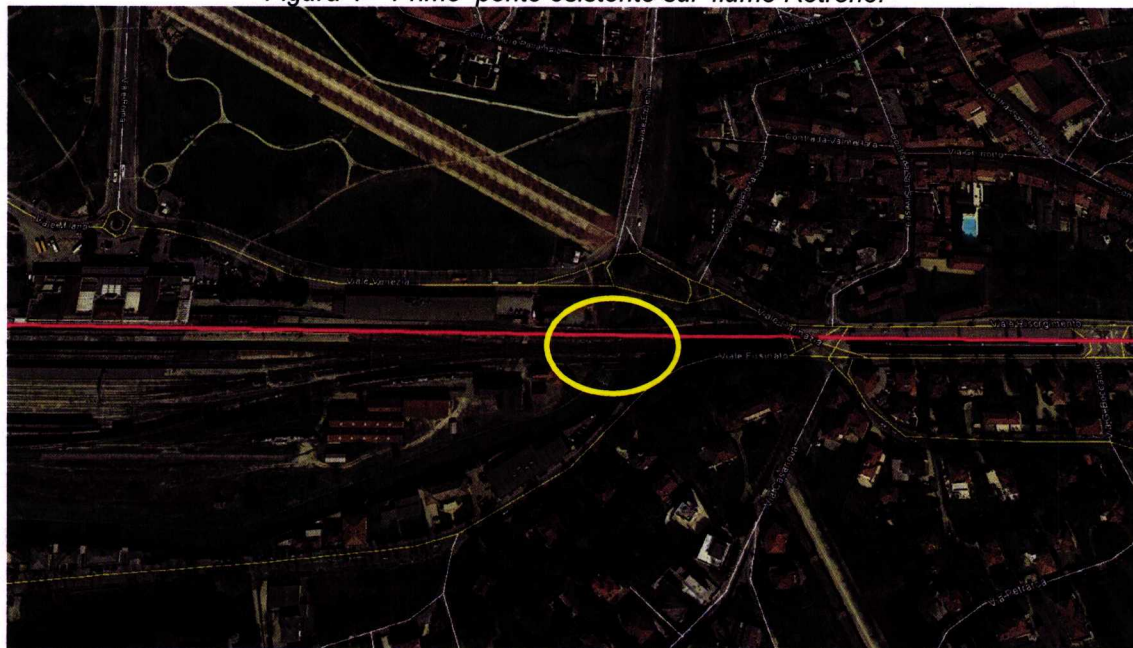
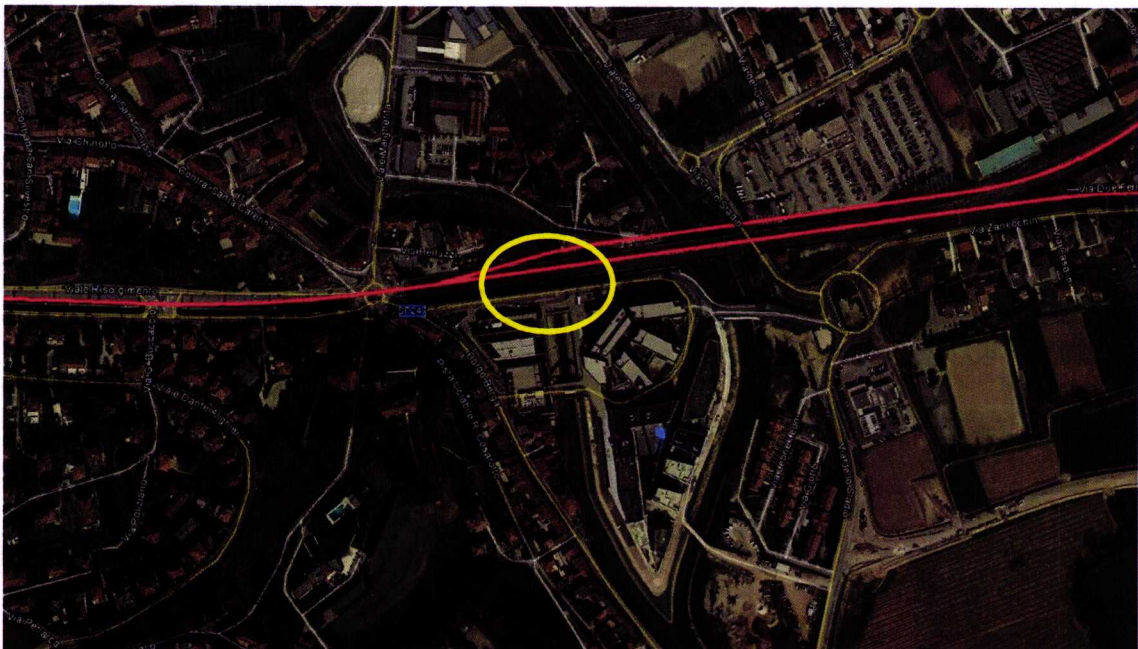


Figura 5 – Seconda intersezione fiume Retrone con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.



Figura 6 – Secondo ponte storico sul fiume Retrone.



	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOTTO STUDIO DI FATTIBILITA'					
	RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA IM00	LOTTO 00	CODIFICA F 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

Figura 7 – Terza intersezione fiume Retrone con la nuova linea AV/AC evidenziata in rosso.



Figura 8 – Terzo attraversamento sul fiume Retrone.

4.3 ROGGIA DIOMA

La roggia Dioma interseca la nuova linea ferroviaria alla chilometrica 45+871.

Allo stato attuale l'attraversamento idraulico della linea storica è costituito da due ponti: uno per la linea a doppio binario e uno per una linea a binario singolo, con piano del ferro a quote diverse. Nel caso della linea a singolo binario l'intradosso risulta di fatto molto basso con notevole parzializzazione della sezione del corso d'acqua.

Il ponte della linea a doppio binario è invece ad arco.

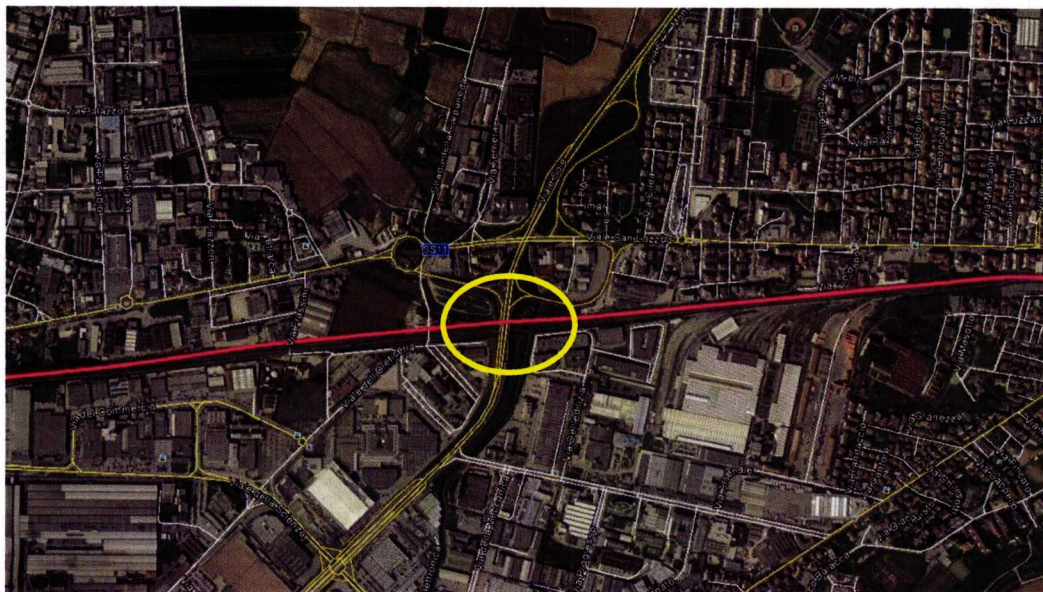


Figura 9 – Attraversamento roggia Dioma.

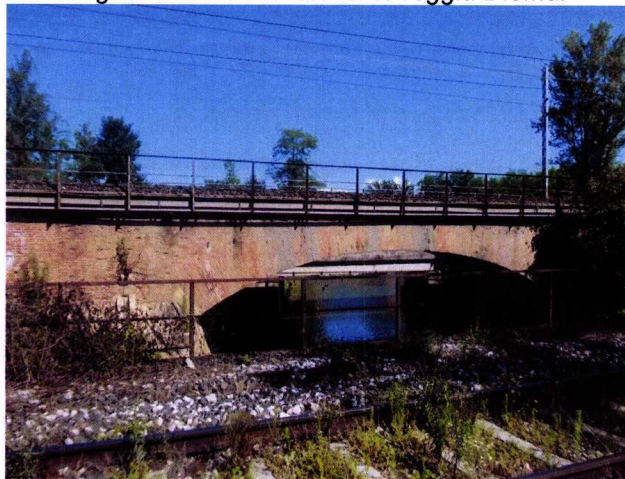


Figura 10 – Attraversamento roggia Dioma linea doppio binario storica.



Figura 11 – Attraversamento roggia Dioma linea singolo binario (in secondo piano).

4.4 FIUME BACCHIGLIONE

L'attraversamento del fiume Bacchiglione è situato alla chilometrica 49+864. Allo stato attuale è costituito da due ponti costruiti in epoche diverse ma con pile di uguale forma e continue. Di fatto ad essere separati sono solo gli impalcati.

Il ponte più a valle è un ponte storico a 3 arcate con intradosso della chiave di volta a quota a 31.76 m.s.m. per l'arcata centrale e 31.85 m.s.m. per quella laterale.

Il ponte più recente presenta invece un impalcato orizzontale con intradosso a quota 31.5 m.s.m..

L'alveo in prossimità dei due ponti presenta un brusco allargamento di sezione. A valle dei ponti la sezione ritorna alle dimensioni che aveva a monte prima dell'allargamento.

A valle del ponte è presente inoltre una soglia di fondo alla quale corrisponde un innalzamento del fondo alveo al di sotto del ponte di notevole entità, il quale obbliga il corso d'acqua a fluire in forte contropendenza.

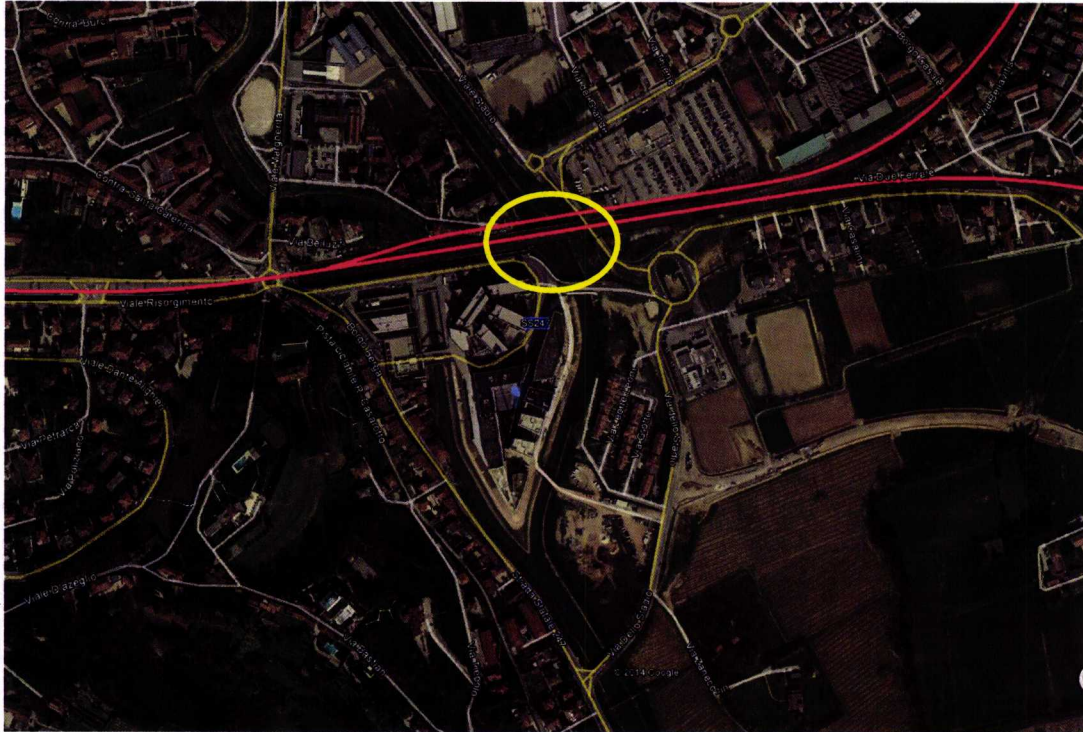


Figura 12 – Attraversamento fiume Bacchiglione.



Figura 13 – Attraversamento fiume Bacchiglione, vista da monte.



Figura 14 – Attraversamento fiume Bacchiglione, vista da valle.

5 OPERE DI PROGETTO

Si descrivono di seguito i ponti e viadotti previsti in progetto, la trattazione dell'attraversamento con la Roggia Dioma verrà sviluppata nella fase successiva in quanto si tratta di un attraversamento minore che verrà risolto con un manufatto scatolare, tale tipologia che si rende necessaria a causa della presenza discambi sulla linea.

5.1 FIUME AGNO GUÀ

La considerevole altezza degli argini del fiume Guà, rispetto al piano campagna, comporta la necessità di risolvere l'attraversamento con due lunghi viadotti a doppio binario affiancati, di cui uno dedicato alla variante della linea storica e l'altro alla nuova linea AV/AC .

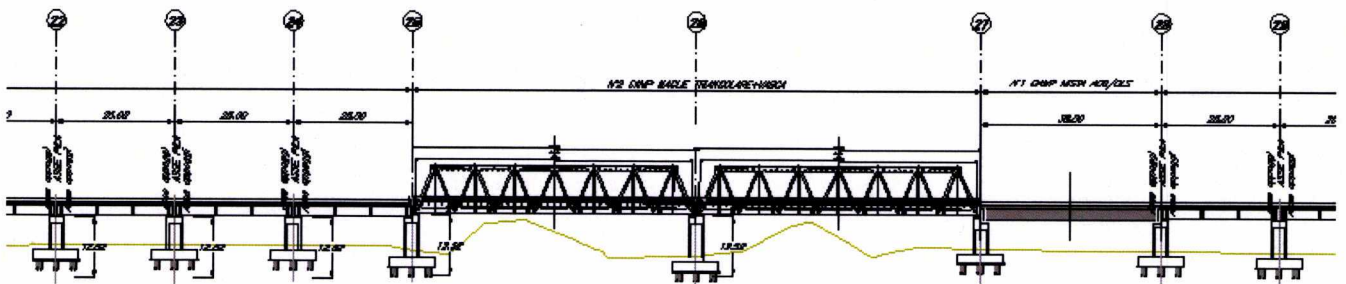
L'intradosso del viadotto è posta ad una quota superiore agli argin di 1,5m al fine di garantire il franco idraulico sulla massima piena.

Lo scavalco del fiume è risolto con due travate metalliche a via inferiore di luce in asse appoggi di m 60. Tale scelta minimizza la quota di intradosso in corrispondenza dello scavalco degli argini e

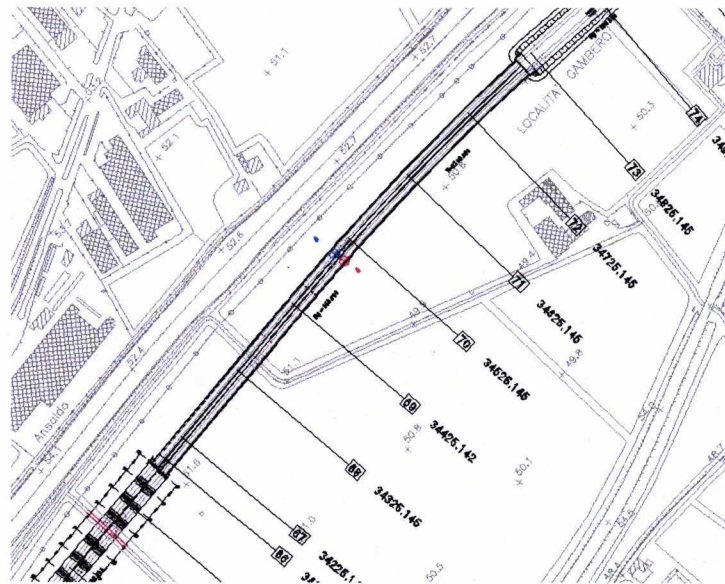
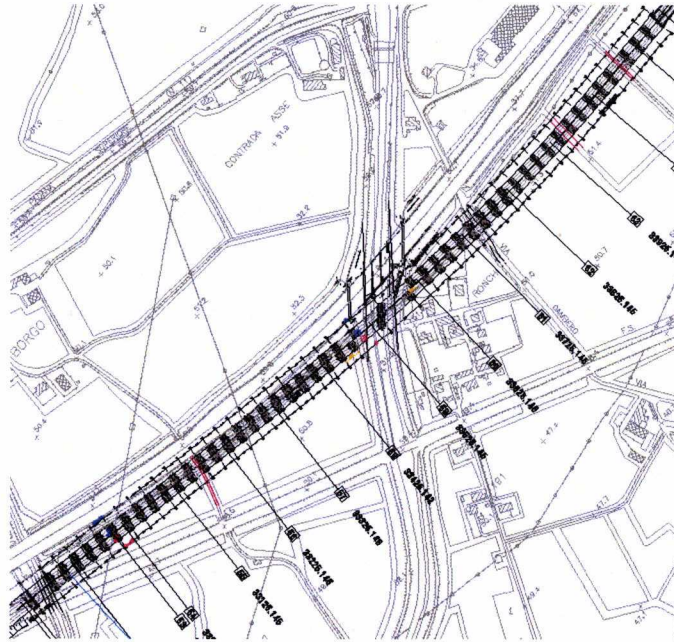
garantisce i franchi orizzontali minimi richiesti da normativa, rispetto al flusso della corrente.

L'unica pila in alveo è posta in ombra alle esistenti sottostrutture dell'attraversamento autostradale presente immediatamente a valle del futuro viadotto ferroviario.

Le quote di intradosso del viadotto sono state scelte al fine di verificare già in questa fase il rispetto del franco idraulico previsto dalle Norme Tecniche senza necessità di ulteriori indagini. L'effetto della pila in alveo sarà indagato nelle successive fasi progettuali.



Viadotto Guà: Stralcio sezione longitudinale



Viadotto Guà: Stralci planimetrici

5.2 FIUME RETRONE

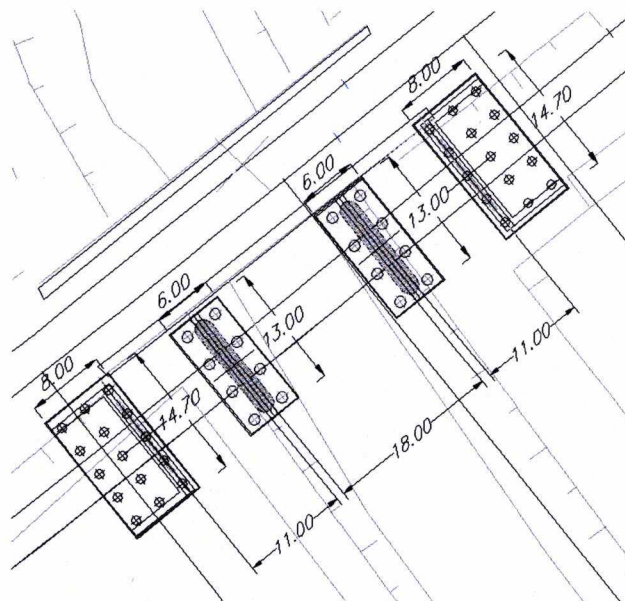
5.2.1 *Primo attraversamento*

L'attraversamento del fiume della linea AV/AC avviene in stretto parallelismo all'attuale ponte della linea storica ed è realizzato, per minimizzare la distanza piano ferro sottotrave, con tre impalcati isostatici a travi incorporate di luci pari a m. 11-18-11.

La luce centrale di 18 m consente lo scavalco dell'alveo attivo, ciò è stato dedotto dal rilievo di una sezione del corso d'acqua posta a monte dell'attuale attraversamento, ci si riserva in ogni caso una ulteriore verifica della larghezza dell'alveo nella fase successiva.

L'intradosso è posto ad una quota tale da garantire la distanza fondo alveo sottotrave pari a 6m per consentire il passaggio degli alberi d'alto fusto come richiesto dalle NTC, tale quota risulta sufficientemente al di sopra delle sponde in modo da avere un franco di 1,5m in condizione di piene rive. Tali considerazione andranno in ogni caso valutate e verificate nella fase successiva.

La piattaforma ha una larghezza totale di 13.70 m ed ospita la sede ferroviaria di 8.50 m, due marciapiedi di 1.73 m di ingombro ciascuno e due cordoli laterali, per l'alloggiamento dei parapetti o delle barriere antiruoere, di 0.82 m ciascuno.

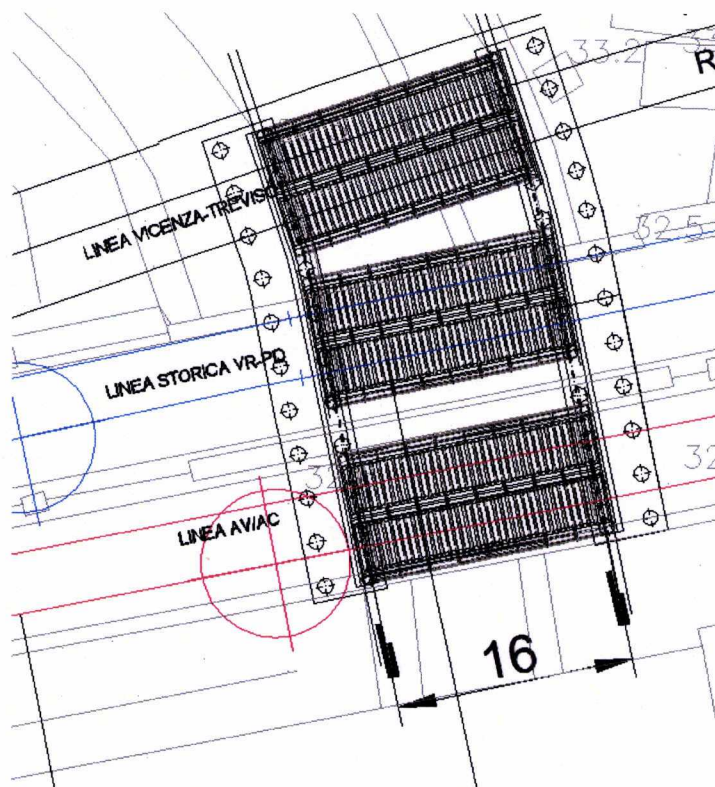


5.2.2 Terzo attraversamento

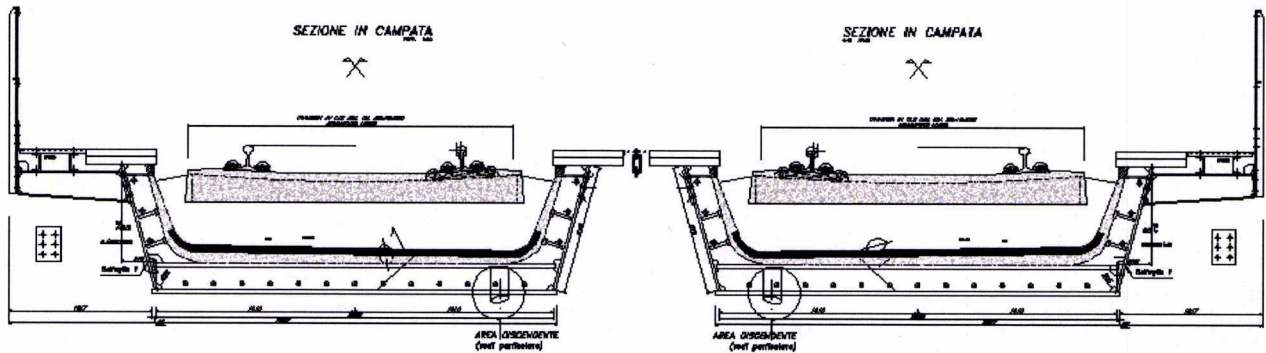
In tale tratto il fiume interferisce con 3 linee ferroviarie a doppio binario.

Per esigenze idrauliche e di tracciato è prevista la demolizione dell'esistente struttura e la successiva realizzazione di 6 impalcati affiancati a singolo binario, della tipologia a cassone portaballast autoportante, con luce massima in asse appoggi di m.16.

Tale scelta tipologica è dettata da criticità di natura idraulica che impongono la massima riduzione possibile del pacchetto strutturale.



Ponte sul fiume Retrone Pk 49+706: stralcio planimetrico



Impalcati a vasca portaballast L=16.0 m

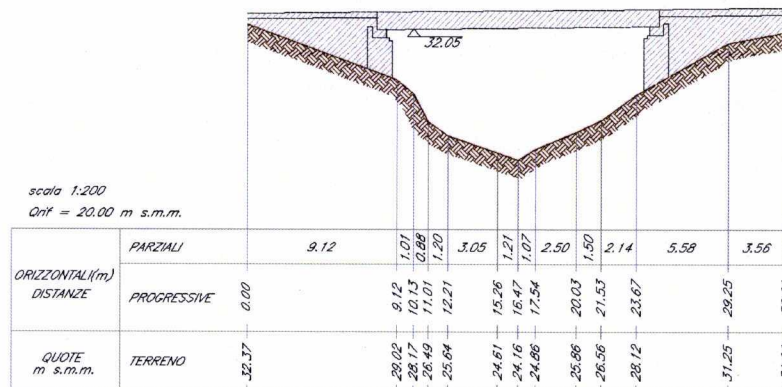


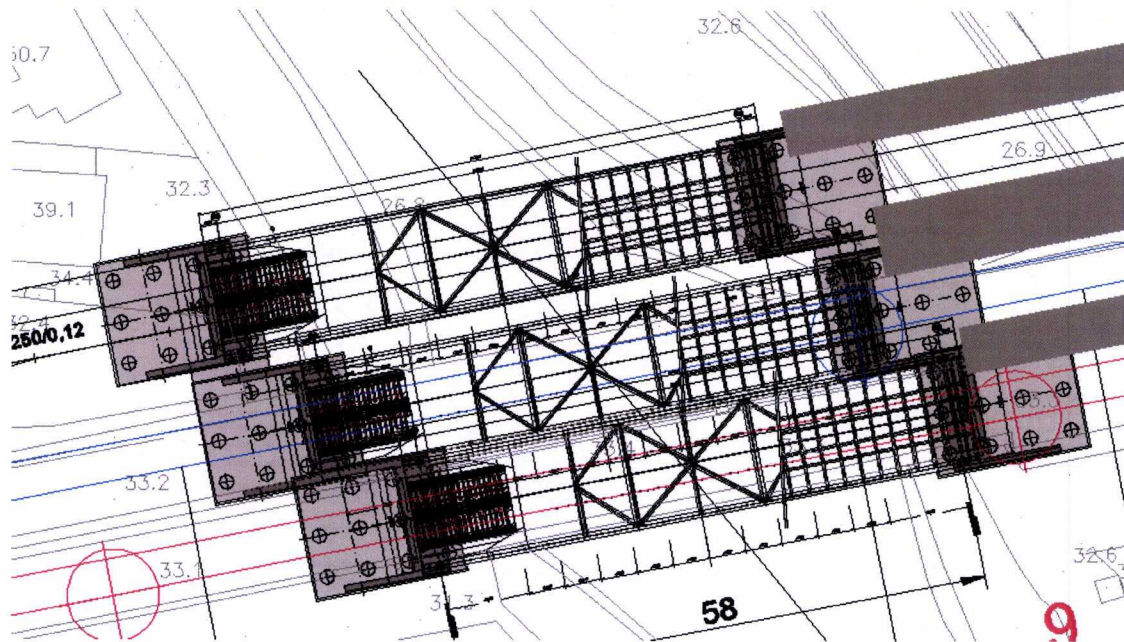
Figura 15 – Ponte ferroviario di progetto sul Retrone.

6 FIUME BACCHIGLIONE

In analogia al precedente attraversamento sul Retrone, l'infrastruttura ferroviaria interferisce con il fiume Bacchiglione con 6 binari affiancati, in prossimità della futura fermata Tribunale, situata sulla sponda sinistra del fiume stesso.

La necessità di scavalcare il fiume con campate uniche, senza sottostrutture in alveo e con ridotto pacchetto piano ferro-sottotrave, è stata risolta con 3 ponti ad arco di 58 metri di luce, a pendini a

spinta eliminata in acciaio, con cassone portaballast in c.a., previa demolizione dei ponti esistenti.



Nuovo ponte sul fiume Bacchiglione: stralcio planimetrico

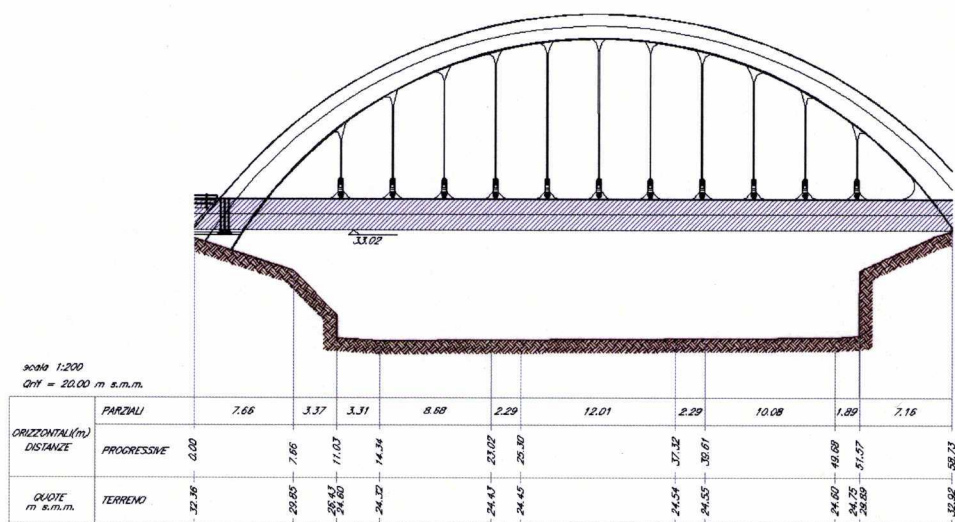


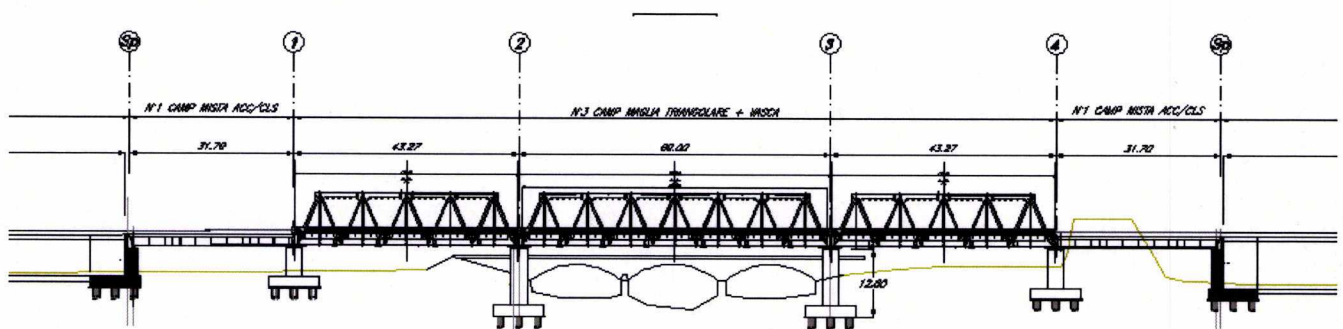
Figura 16 – Ponte ferroviario di progetto sul Bacchiglione.

7 Fiume TESINA

Il nuovo viadotto dovrà, nel rispetto della normativa vigente presentare quote e luci tali da garantire il rispetto della normativa vigente sia in termini di franchi verticali che orizzontali, con conseguente innalzamento del piano del ferro.

L'intradosso è stato posto ad una quota superiore di 1,5 m rispetto agli argini.

L'attraversamento del fiume è risolto con tre travate reticolari a via inferiore di luci pari a m. 43-60-43; con pile in ombra alle spalle del manufatto esistente; il viadotto è completato con due campate da 30 metri, con impalcati a sezione mista acciaio calcestruzzo e da strutture scatolari di approccio di luce pari rispettivamente a 110 e 420 metri.



Ponte sul fiume Tesina: stralcio sezione longitudinale

8 MODELLO IDRAULICO

Le simulazioni numeriche sono state condotte utilizzando un programma di calcolo monodimensionale a moto permanente che fornisce un'adeguata rappresentazione del fenomeno, descrivendo le principali grandezze fisiche per ogni sezione idraulica di calcolo. Per la determinazione del profilo idrico nella situazione attuale e di progetto è stato utilizzato il codice denominato HEC – RAS 4.1.0 River Analysis System del gennaio 2010, sviluppato dalla U.S. Army Corps of Engineers, Hydrologic Engineering Center, i cui fondamenti concettuali sono riportati in seguito.

9 METODOLOGIA DI CALCOLO

Di seguito vengono esposti i fondamenti teorici alla base della modellazione idraulica monodimensionale, effettuata mediante il codice di calcolo HEC-RAS RIVER ANALYSYS SYSTEM versione 4.1.0 del gennaio 2010, utilizzata per il calcolo dei livelli di piena e conseguenti aree d'esondazione.

La determinazione del livello del pelo libero in ogni sezione è computato, nel caso di correnti lente, a partire dalla sezione di valle, risolvendo per via iterativa l'equazione dell'energia, ossia:

$$Y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = Y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e \quad (1)$$

Dove: Y1 e Y2 rappresentano rispettivamente le profondità del pelo libero della sezione di valle e di monte, Z1 e Z2 rappresentano rispettivamente le elevazione sul medio mare del fondo del canale della sezione di valle e di monte, V1 e V2 rappresentano rispettivamente le velocità medie nella sezione di valle e di monte, α_1 e α_2 i rispettivi coefficienti di Coriolis, g l'accelerazione di gravità e h_e le perdite di energia tra le due sezioni.

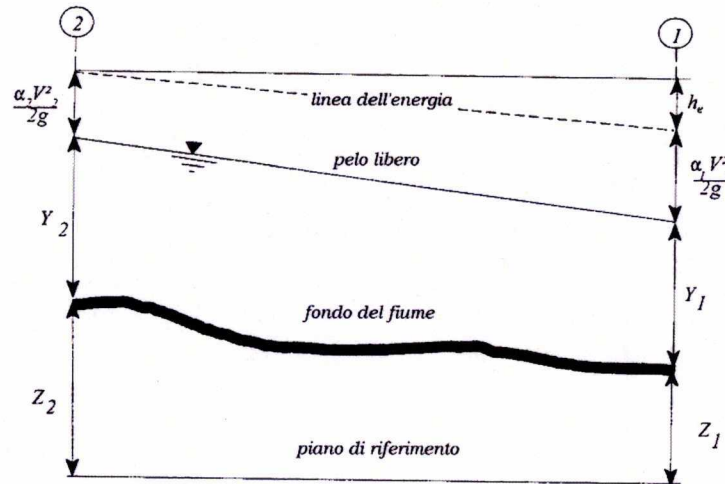


Figura 17 : Schema di calcolo per la determinazione del profilo liquido nei corsi d'acqua.

La Figura 17 mostra lo schema del bilancio di energia tra la sezione di valle e quella di monte; nella figura sono indicati i singoli termini di bilancio in accordo all'equazione (1).

Le perdite di energia complessive h_e tra le due sezioni sono dovute alle perdite continue ed a quelle localizzate dovute a fenomeni di espansione e contrazione della vena fluida; in particolare si ha:

$$h_e = L\bar{J} + C \left| \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} - \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right| \quad (2)$$

dove, con L è indicata la distanza tra le due sezioni, con \bar{J} le perdite di carico medie distribuite tra le due sezioni mentre il termine C correla le perdite, dovute all'espansione ed alla contrazione della vena in funzione dell'andamento piano – altimetrico del corso d'acqua, alla differenza dei carichi cinetici delle due sezioni.

Per la valutazione delle perdite di carico è utilizzata la formula di Manning, ossia:

$$Q = \frac{1}{n} A R_h^{2/3} \sqrt{J} \quad (3)$$

dove: Q rappresenta la portata, A l'area bagnata, R_h il raggio idraulico, n il coefficiente di scabrezza secondo Manning e J le perdite di energia per unità di lunghezza.

Nel caso di sezioni composte, tipiche dei corsi d'acqua naturali, è necessario suddividere la sezione in parti in modo da trattare separatamente sezioni in cui la velocità media può essere ritenuta, ai fini pratici, costante (Figura 18).

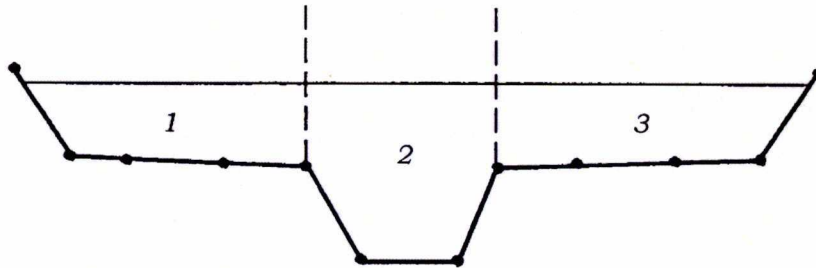


Figura 18: Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.

Con riferimento alla Figura 18 indicata con $K_i = Q_i / \sqrt{J}$ la capacità di portata di ogni singola parte i -esima in cui è stata suddivisa la sezione, si ha, in accordo alla formula di Manning :

$$K_i = \frac{1}{n_i} A_i R_{h,i}^{2/3} \quad (4)$$

Calcolata la capacità di portata per ogni singola parte in cui è stata suddivisa la sezione, la perdita di carico per unità di lunghezza J risulta pari a:

$$J = \left(\frac{Q}{\sum_i K_i} \right)^2 \quad (5)$$

Questo risultato può essere facilmente ricavato osservato che, per la costanza di J , la portata di ogni singola area $Q_i = K_i \sqrt{J}$ è proporzionale al rispettivo coefficiente di portata e che la portata

totale vale

$$Q = \sum_i Q_i$$

Calcolata la perdita di carico in corrispondenza della sezione 1 e della sezione 2 la pendenza media della linea dell'energia tra le due sezioni è fornita dalla seguente equazione:

$$\bar{J} = \frac{J_1 + J_2}{2} \quad (6)$$

Calcolata la capacità di portata di ogni singola sezione, è possibile, da queste, valutare il coefficiente di Coriolis. Questo coefficiente è pari al rapporto tra l'energia cinetica reale della corrente, proporzionale a $\sum_i Q_i^3 / A_i^2$, e l'energia cinetica calcolata facendo uso del valore medio della velocità, proporzionale a Q^3 / A^2 .

Esprese le portate delle singole parti *i*-esime in funzione del rispettivo coefficiente di portata si perviene con qualche semplice passaggio alla seguente espressione:

$$\alpha = \frac{\left(\sum_i \frac{K_i^3}{A_i^2} \right) \left(\sum_i A_i \right)^2}{\left(\sum_i K_i \right)^3} \quad (7)$$

dal cui calcolo è possibile ottenere α , il coefficiente di Coriolis.

Calcolate tramite le rispettive equazioni le perdite di energia h_e ed il coefficiente di Coriolis α la (1), associata all'equazione di continuità, permette di calcolare la quota del pelo libero, $Y_2 + Z_2$, nella sezione di monte a partire dal valore dell'energia totale, $Y_1 + Z_1 + \alpha_1 V_1^2 / 2g$, noto in corrispondenza della sezione di valle.

Essendo la (1) un'equazione non lineare, la soluzione è ottenuta con ciclo iterativo, a partire da una soluzione iniziale, approssimata, di primo tentativo.

Ogni volta che la corrente passa attraverso la condizione critica l'equazione dell'energia non viene considerata applicabile e viene utilizzata l'equazione del momento. All'interno di Hec-Ras l'equazione del momento può essere applicata ai seguenti problemi: formazione di un risalto idraulico, sovrizzo determinato dai ponti e intersezioni di corsi d'acqua.

L'equazione della conservazione del momento è definita partendo dalla seconda legge di Newton

$\sum F_x = ma$, con *x* la direzione del moto, applicata ad un elemento di fluido racchiuso tra due generiche sezioni 1-2, Figura 19.

Per equilibrio si ottiene:

$$P_2 - P_1 + W_x - F_f = Q\rho\Delta V_x \quad (8)$$

dove

P_i , risultante della pressione idrostatica;

W_x , componente della forza peso nella direzione del moto;

F_f , forza d'attrito tra le due sezioni;

Q , portata complessiva;

ρ , densità del fluido;

ΔV_x , variazione della velocità tra le due sezioni.

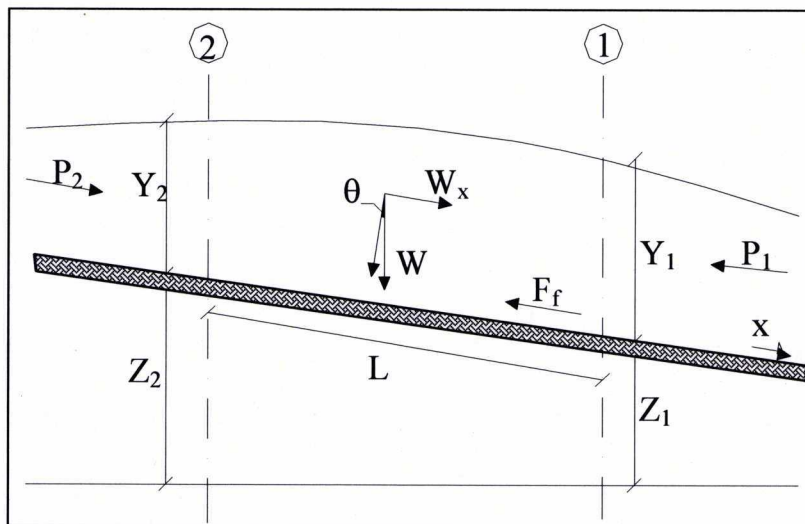


Figura 19: Sezione schematica di un corso d'acqua naturale.

La risultante della pressione idrostatica per pendenze dell'ordine di 1 a 10 è valutabile come:

$$P = \gamma A \bar{Y} \cos \theta \cong \gamma A \bar{Y} \quad (9)$$

potendo porre, per le pendenze in esame, $\cos \theta = 1$.

Nella relazione (9) γ corrisponde al peso specifico del fluido, A l'area della sezione ed \bar{Y} l'altezza del pelo libero nel baricentro della sezione.

La componente della forza peso, noto il peso specifico del fluido, la lunghezza L del tronco e l'area totale di fluido presente, è valutata nel modo seguente:

$$W = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot L \Rightarrow W_x = W \cdot \sin\theta \quad (10)$$

La forza d'attrito F_f è funzione delle caratteristiche del fluido come la densità dell'acqua, l'azione tangenziale che si esplica sul fondo e la cadente piezometrica J.

In particolare:

$$F_f = \tau PL$$

$$\tau = \gamma RJ \Rightarrow F_f = \gamma \frac{A}{P} JPL = \gamma \left(\frac{A_1 + A_2}{2} \right) \cdot JL \quad (11)$$

dove P ed R sono rispettivamente il perimetro bagnato ed il raggio idraulico della sezione.

La soluzione dell'equazione (8) è ottenuta per iterazioni successive.

Le equazioni (1) e (8) sono applicate anche alle sezioni caratterizzate dalla presenza di un ponte. E' sufficiente suddividere il tratto interessato in più sezioni e ripetere per la successione di esse l'analisi svolta per il tratto delimitato da sole due sezioni.

Prendendo un tratto caratterizzato dalla presenza di un ponte, Figura 20 e Figura 21, si evidenziano 3 zone:

- una zona di contrazione in cui arriva la corrente;
- una zona intermedia interessata dalla presenza del ponte;
- una zona di espansione in cui esce la corrente.

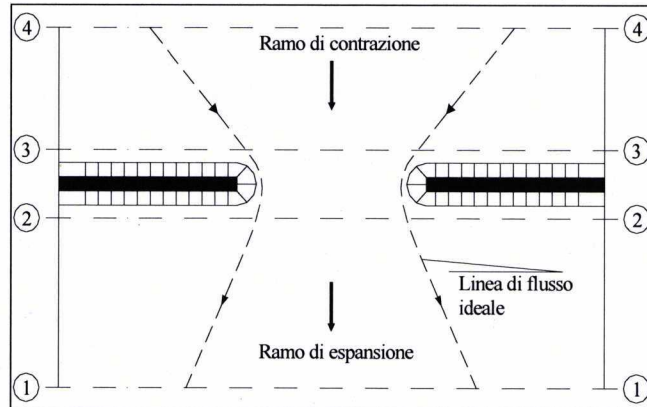


Figura 20: Pianta schematica di un attraversamento fluviale

L'applicazione dell'equazione della conservazione del momento tra le sezioni 1-2 e 3-4 è del tutto analoga alla situazione vista in precedenza mentre la presenza del ponte comporta termini nuovi nella valutazione dell'equilibrio tra le sezioni 2-BD (Step 1), BD-BU (Step 2) ed BU-3 (Step 3), rappresentate in Figura 21.

Step 1; definendo con A_{pi} l'area ostruita ed con Y_{pi} la distanza verticale che intercorre tra il baricentro delle pile e la superficie libera WS nella zona di valle, l'espressione del bilancio è scritta come:

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} = \frac{Q_2^2 \beta_2}{g A_2} + A_2 Y_2 - A_{PBD} Y_{PBD} + F_f - W_x$$

Step 2 ; equilibrio tra BU e BD

$$\frac{Q_{BD}^2 \beta_{BD}}{g A_{BD}} + A_{BD} Y_{BD} + F_f - W_x = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU}$$

Step 3 ; equilibrio tra BU e 3

$$\frac{Q_3^2 \beta_3}{g A_3} + A_3 Y_3 = \frac{Q_{BU}^2 \beta_{BU}}{g A_{BU}} + A_{BU} Y_{BU} - A_{PBU} Y_{PBU} + F_f - W_x + \frac{1}{2} C_D \frac{A_{PBU} Q_3^2}{g A_3^2}$$

con C_D coefficiente di resistenza idrodinamica intorno alla pila ricavabile dalla tab. 1 in funzione del tipo di pila presente.

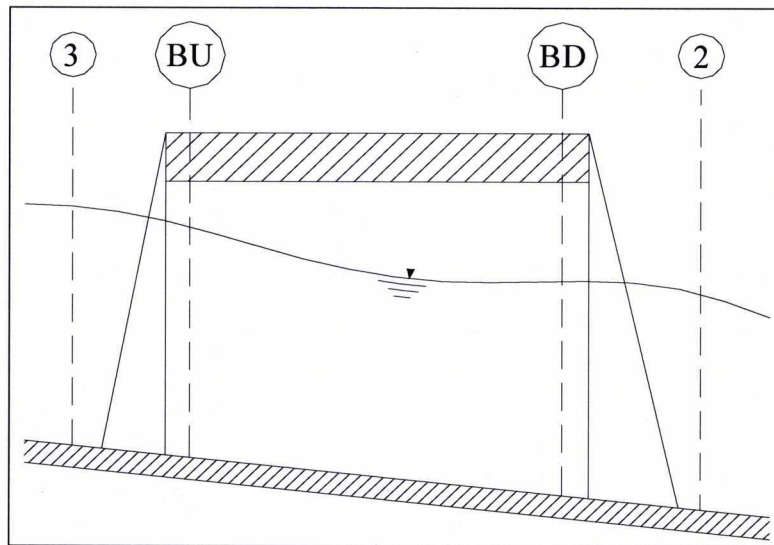


Figura 21: Sezione schematica di un attraversamento fluviale

TIPO DI PILA	C_D
Pila circolare	1.2
Pila allungata con punta semicircolare	1.33
Pila ellittica con rapporto assi 2 :1	0.6
Pila ellittica con rapporto assi 4 :1	0.32
Pila ellittica con rapporto assi 8 :1	0.29
Pila rettangolare	2.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 30^\circ$	1.00
Pila triangolare con apertura $\alpha = 60^\circ$	1.39
Pila triangolare con apertura $\alpha = 90^\circ$	1.60
Pila triangolare con apertura $\alpha = 120^\circ$	1.72

Tabella 1: Coefficiente di resistenza idrodinamico C_D

In alternativa all'equazione della conservazione del momento è utilizzata l'equazione di Yarnell che permette di valutare le perdite di energia localizzate in corrispondenza di un ponte.

Con riferimento alle Figura 20 e Figura 21, le perdite di energia tra le sezioni 2 e 3 sono valutate nel modo seguente:

$$H_{3-2} = 2K(K + 10\omega - 0.6) \cdot (\alpha + 15\alpha^4) \cdot \frac{V_2^2}{2g} \quad (12)$$

dove H_{i-j} rappresenta appunto la perdita di energia nel passaggio della corrente attraverso la sezione ostruita e K , coefficiente di Yarnell, tiene conto delle differenti sagome di pila esistenti, tab. 2; ω rappresenta il rapporto tra la velocità e l'altezza della sezione 2; α il rapporto tra l'area ostruita dalle pile e l'area totale ed infine V_2 la velocità a valle della sezione.

TIPO DI PILA	K
Pila semicircolare in punta	0.9
Pila cilindrica doppia collegata con diaframma	0.95
Pila cilindrica doppia senza diaframma	1.05
Pila con punta triangolare $\alpha = 90^\circ$	1.05
Pile rettangolari	1.25
Dieci pile a cavalletto inclinate	2.5

Tabella 2:: Coefficiente di Yarnell

Il modello elaborato prevede una corrente con un'altezza idrica minore dell'altezza di intradosso del ponte. Nel caso di correnti con altezza idrica superiore o eguale alla quota di intradosso dell'attraversamento fluviale, la valutazione delle perdite di energia è effettuata attraverso il calcolo della portata che attraversa la sezione. In particolare, in riferimento ad un caso generico, la portata è calcolata nel modo seguente:

$$Q = C_d A_1 \left[2g \left(Y_1 - \frac{Z}{2} + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} \right) \right]^{1/2} \quad (13)$$

dove

C_d , coefficiente di deflusso il cui andamento è riportato nel grafico di Figura 23, assumendo valori tra 0.27 e 0.5;

A_1 , area della luce nella sezione di monte;

Y_1 , altezza idrica della sezione di monte;

α , coefficiente correttivo cinetico;

V_1 , velocità della corrente a monte.

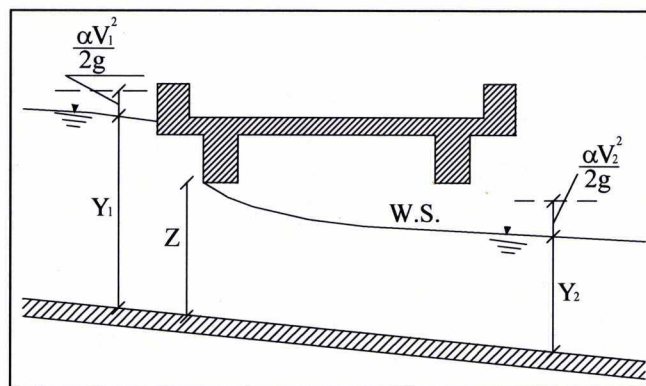


Figura 22: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo



Figura 23: Diagramma per la stima del coefficiente di deflusso C_d

Se il ponte è in pressione sia a monte che a valle l'equazione (10) è corretta nel modo seguente:

$$Q = CA\sqrt{2gH}$$

dove C assume il valore di 0.8 ed H coincide con la perdita di energia totale tra la sezione di monte e di valle del ponte come indicato in Figura 24.

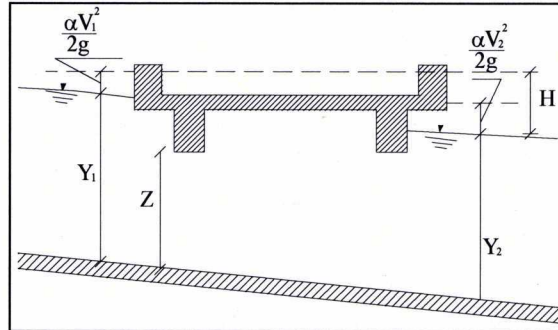


Figura 24: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

Infine se il ponte è superato dalla corrente di piena, Figura 25, la portata si calcola nel modo seguente:

$$Q = CLH^{2/3}$$

con C si indica un coefficiente correttivo della portata, L la lunghezza del ponte ed H la differenza di energie tra monte e valle.

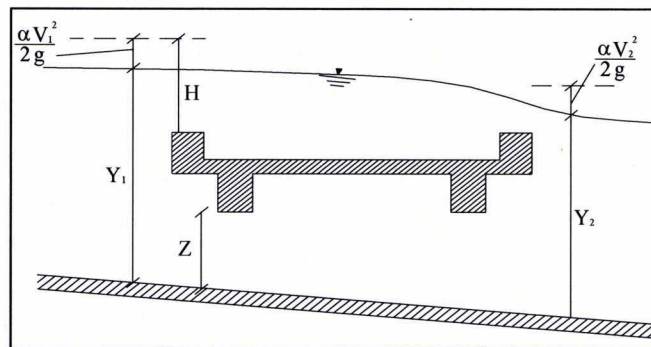


Figura 25: Sezione schematica di un ponte – Schema di calcolo

10 CONSIDERAZIONI SULLA PORTATA DI PROGETTO

Nella Relazione idrologica allegata al presente studio di fattibilità sono state riportate le portate idrologiche dei vari fiumi oggetto di studio per eventi con tempo di ritorno 200,300 e 500 anni.

Ognuno di questi valori ha una specifica rilevanza ai fini del progetto:

- La portata con tempo di ritorno di 200 anni rappresenta l'evento di riferimento per le verifiche previste dalle Norme Tecniche per le Costruzioni.
- La portata con tempo di ritorno di 300 anni rappresenta l'evento di verifica delle opere infrastrutturali di attraversamento in accordo alle prescrizioni del manuale Italferr per i viadotti della linea tradizionale.
- La portata con tempo di ritorno di 500 anni rappresenta l'evento di verifica delle opere infrastrutturali di attraversamento in accordo alle prescrizioni del manuale Italferr per i viadotti della linea AV.

Per quanto concerne il fiume Retrone e Bacchiglione non è corretto ragionare in termini di portata correlata ad un tempo di ritorno.

Infatti i due corsi d'acqua presentano problematiche già prima di entrare nel centro città che sono state causa di numerose esondazioni e che di fatto limitano la portata transitabile all'interno del centro cittadino.

A seguito dell'evento alluvionale del novembre 2010, ed in esito alle condizioni idrologiche che si sono manifestate, gli interventi già previsti nei documenti di piano sono stati rivisitati ed integrati anche con nuove proposte segnalate dai diversi Enti territoriali.

La relazione di sintesi del "Piano delle azioni e degli interventi di mitigazione del rischio idraulico e geologico", predisposto ai sensi dell'art. 1 comma 3 lettera g) dell'ordinanza n. 3906 del 13 novembre 2010 prevede una serie di interventi atti a ridurre la portata al colmo dell'onda di piena, sia per il Bacchiglione che per i suoi affluenti, parte già realizzati, parte in fase di realizzazione.

La Figura 26 rappresenta lo schema della rete idraulica principale relativa all'area metropolitana di Vicenza, nella quale sono evidenziate in rosso le portate che si intendono far transitare in condizioni di sicurezza mediante gli interventi previsti dal piano. Essa evidenzia come la portata massima prevista all'interno del centro storico di Vicenza sia pari a 300 m³/s per il Bacchiglione e inferiore ai 50 m³/s per il Retrone.

La già citata relazione di sintesi del "Piano delle azioni e degli interventi di mitigazione del rischio idraulico e geologico" riporta inoltre come evento progettuale per preliminari dimensionamenti di

massima l'evento del 1966 sia per il Retrone che per il Bacchiglione.

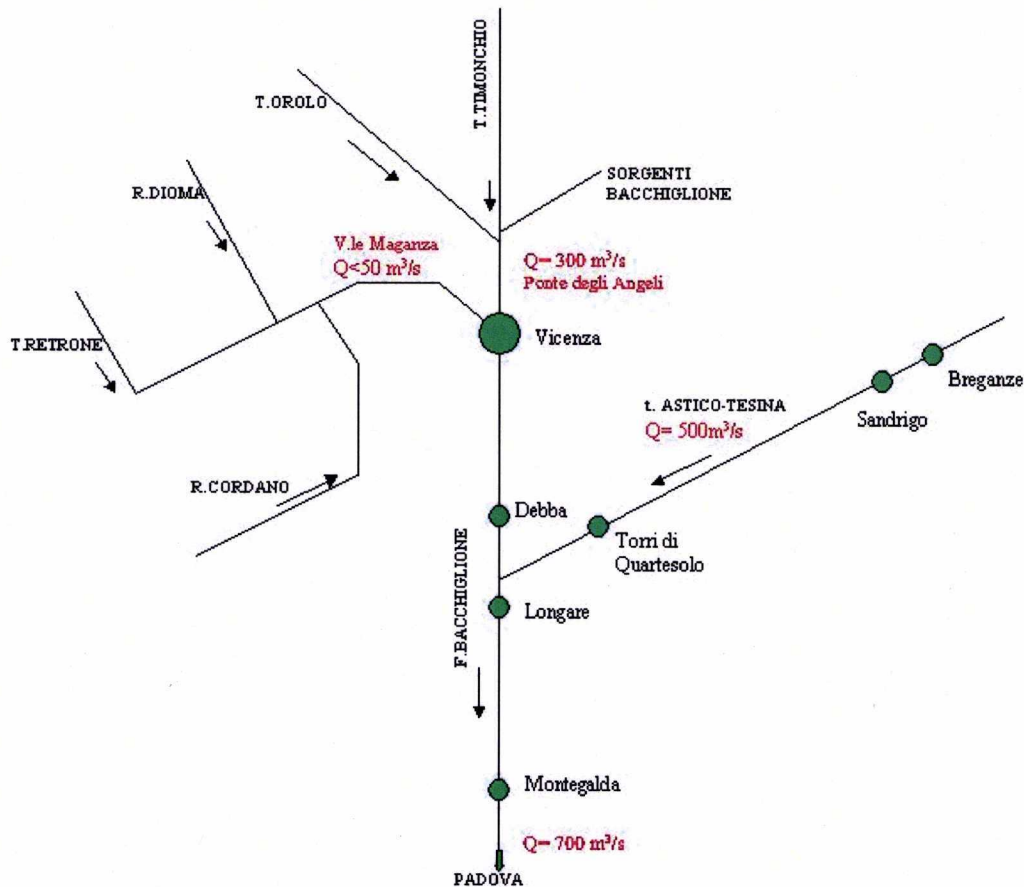


Figura 26: Schema della rete idraulica principale relativa all'area metropolitana di Vicenza. In rosso sono evidenziate le portate che s'intendono far transitare in condizioni di sicurezza mediante gli interventi previsti dal Piano (capacità di portata).

Il presente studio è strettamente connesso al progetto delle "Opere Complementari all'attraversamento ferroviario nella città di Vicenza" i cui elaborati significativi sono:

- VI00FGEGERT003A Valutazione di impatto del progetto sull'idraulica fluviale di Vicenza;
- VI00FIDIDPL002A Planimetria golene;
- VI00FIDIDSZ001A Planimetria golene;

Il progetto prevede la realizzazione di una galleria di By-pass del Retrone al fine di ridurre le portate all'interno del centro storico e una ricalibratura dell'alveo del Bacchiglione a valle di Vicenza al fine di aumentarne la capacità di invaso e ridurre i livelli idrici alla confluenza tra Bacchiglione e Retrone.

I progettisti del succitato progetto hanno fornito i risultati delle loro simulazioni in termini di livello alla

confluenza tra Retrone e Bacchiglione nello stato di fatto e nello stato di progetto.

I livelli forniti sono stati utilizzati come condizione al contorno nel modello monodimensionale realizzato e quindi, a fini di congruenza, sono state utilizzate le medesime portate, assumendo la contemporaneità dei colmi di piena.

Per quanto concerne le portate sul Bacchiglione è stato utilizzato il valore della portata al colmo dell'evento del 1966 a Ponte degli Angeli stimata in $320 \text{ m}^3/\text{s}$.

Per il fiume Retrone sono state utilizzate le portate al colmo dell'idrogramma di piena fornito con indicazione delle portate senza e con galleria di bypass. Pertanto è stata utilizzata una portata pari a $110 \text{ m}^3/\text{s}$ per la situazione attuale e una portata di $38 \text{ m}^3/\text{s}$ nel caso di presenza di galleria di by-pass.

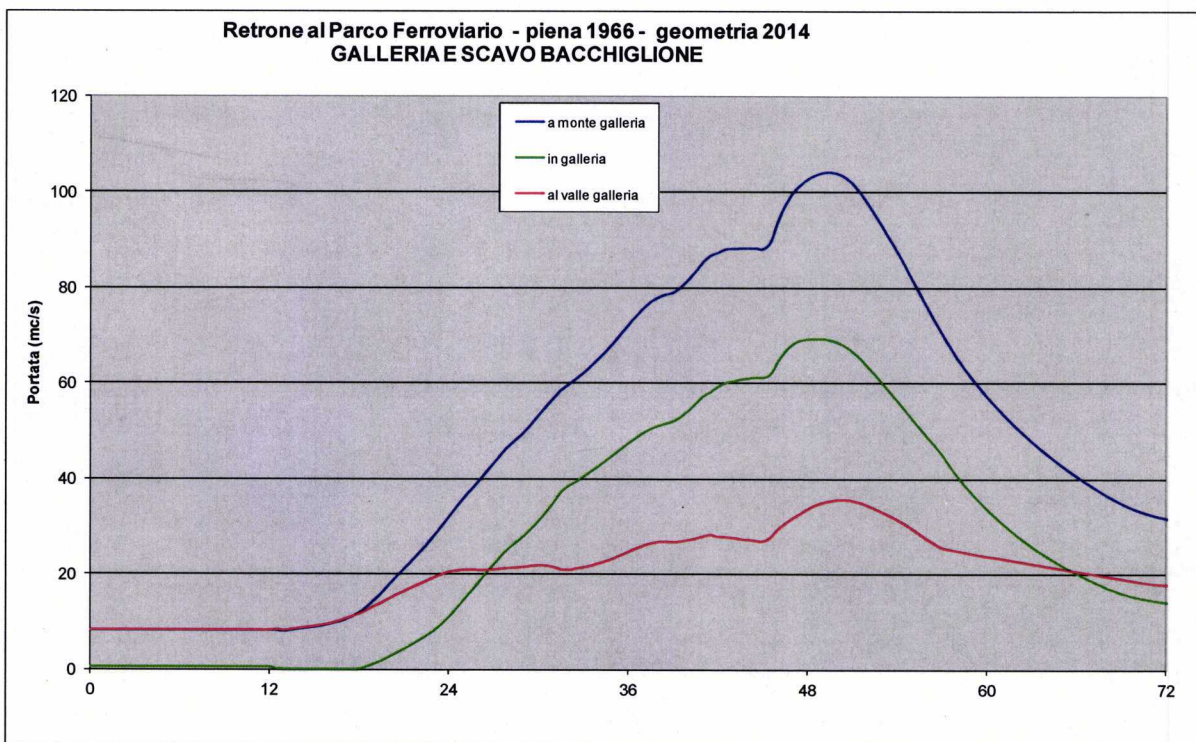


Figura 27 : Idrogramma piena del 1966 ante e post interventi proposti dal progetto delle opere complementari.

Per quanto concerne i livelli alla confluenza forniti essi sono pari a :

- 31.24 m nello stato di fatto
- 30.67 m con la realizzazione della galleria di bypass sul Retrone e riprofilatura del Bacchiglione a valle di Vicenza.

L'utilizzo di tali dati ha permesso di realizzare un modello dei due fiumi dalla confluenza verso monte in accordo con quanto ipotizzato dal progetto delle opere complementari, permettendo però di fare diverse ipotesi di progetto relativamente ai ponti immediatamente a monte del nodo idraulico.

11 LA VERIFICA IDRAULICA

Nel presente studio sono stati oggetto di modellazione monodimensionale ai fini di verifica idraulica dei nuovi ponti i seguenti corsi d'acqua:

- fiume Retrone dalla confluenza con il Bacchiglione fino al ponte ferroviario adiacente alla stazione di Vicenza;
- fiume Bacchiglione dalla confluenza con il Retrone fino al ponte di viale Margherita;

La scelta di eseguire una modellazione monodimensionale, già in questa fase di studio di fattibilità, è dettata dalle forti limitazioni planimetriche e dai vincoli altimetrici sulla linea in corrispondenza del tratto tra Vicenza C.le e Vicenza Tribunale.

In questa tratta la linea esistente attraversa un tratto urbano ad una quota inferiore rispetto al livello in cui si sviluppa la viabilità della città, dall'immagine seguente si può notare come la linea sottopassi in galleria artificiale tre piazze.



Figura 28 : Attraversamento Vicenza C.le Vicenza Tribunale.

Interventi di innalzamento del piano ferro in corrispondenza di questo tratto risultano evidentemente limitati al tratto in uscita dalla galleria di Viale Margherita prima del attraversamento con il Retrone. Ulteriori innalzamenti avrebbero comportato interventi di innalzamento delle piazze.

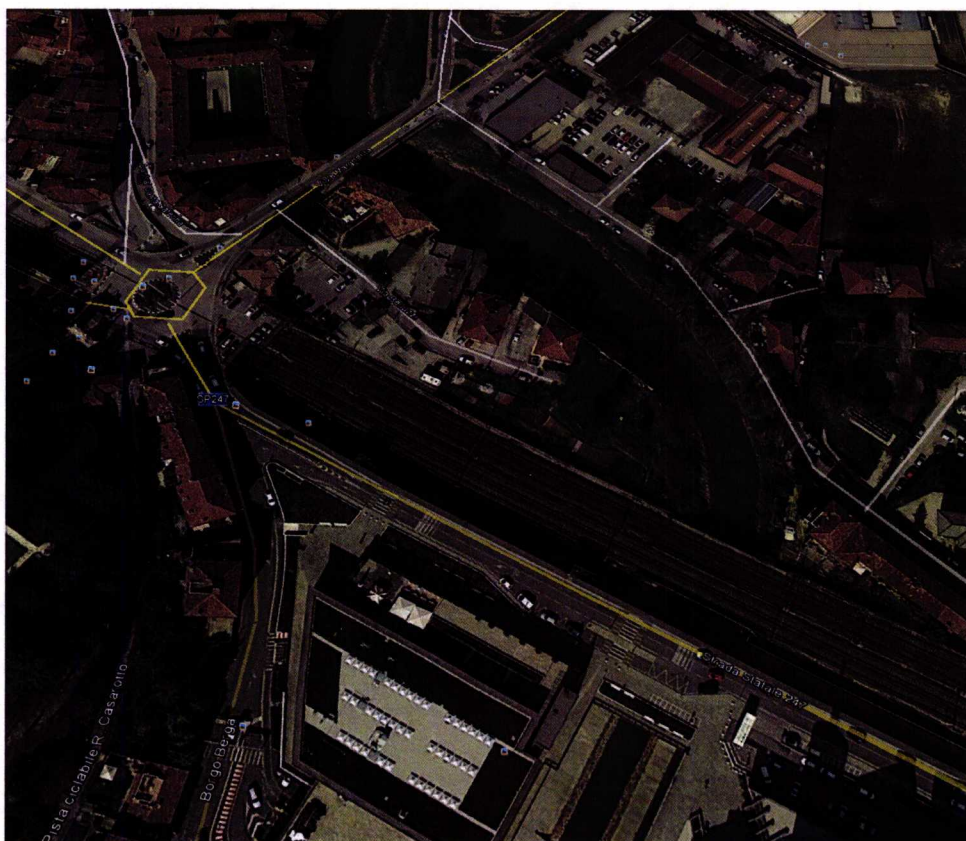


Figura 29 : Attraversamento Vicenza C.le Vicenza Tribunale.

Pertanto dati questi vincoli si è ottenuto il massimo innalzamento della linea, e conseguentemente sono stati verificati i ponti di progetto.

Il modello è stato realizzato utilizzando per il fiume Bachiglione le sezioni di un rilievo topografico del Genio Civile realizzato tra dicembre 2012 e gennaio 2013. I dati forniti sono stati implementati da un

rilevato topografico realizzato da Italferr nell'intorno del ponte ferroviario in settembre –ottobre 2014. Va precisato che non è stato modellato il ponte stradale, di recente costruzione, immediatamente a valle del ponte ferroviario in quanto non c'erano dati disponibili. Tale ponte non presenta comunque pile in alveo e l'intradosso pare essere solo lievemente più basso della sommità arginale.

Per il fiume Retrone sono stati utilizzati i rilievi forniti dai progettisti del progetto delle opere complementari unitamente ad un rilievo topografico eseguito sempre da Italferr nell'intorno dei ponti ferroviari in settembre –ottobre 2014. Va precisato che le sezioni disponibili sul Retrone erano solo quelle dei ponti, pertanto l'andamento degli argini potrebbe non essere realistico in quanto interpolato tra una sezione di un ponte e l'altra. Inoltre il ponte Furo non è stato modellato in quanto non era disponibile un rilievo del medesimo.

La simulazione è stata eseguita mediante il software HEC-RAS, elaborato dal Corpo degli Ingegneri dell'Esercito degli Stati Uniti d'America (U.S. Army) come descritto precedentemente.

Il coefficiente di scabrezza di Manning è stato assunto pari a $0.025 \text{ s/m}^{1/3}$.

La confluenza tra Bacchiglione e Retrone è stata modellata con il metodo dell'equazione del momento.

11.1 STATO DI FATTO

Per quanto concerne lo stato di fatto sono state utilizzate le seguenti portate:

- Bacchiglione $320 \text{ m}^3/\text{s}$
- Retrone $110 \text{ m}^3/\text{s}$

Come condizione di valle è stato imposto il livello idrico fornito dai progettisti del progetto delle opere complementari nell'ultima sezione immediatamente a valle della confluenza, pari a 31.24 m.s.m.

Tutte le grandezze fondamentali del moto così come la caratterizzazione della sezione di deflusso, sono riportate nella tabella seguente : la quota del fondo (z_f), la quota del pelo libero della corrente (h), i livelli critici (h_c) ed energetici (H), la velocità media della corrente (U) ed il numero di Froude (Fr). Il nome delle sezioni corrisponde a quello riportato negli elaborati grafici.

Ramo	Sezione	z_f	h	h_c	H	U	Fr	Intr. Imp.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]		[m.s.m.]
Bacchiglione	SEZ 01	24,44	32,11	30,01	32,67	3,83	0,45	

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IM00	00	F 11 RI	ID 00 02 001	A	43 di 66

Bacchiglione	SEZ 02	23,57	32,03	29,74	32,4	3,2	0,37	
Bacchiglione	Ponte Viale Margherita							32.72
Bacchiglione	SEZ 03	23,71	31,9	29,35	32,27	3,03	0,36	
Bacchiglione	SEZ 04	23,85	31,71	29,35	32,21	3,85	0,44	
Bacchiglione	SEZ 05	23,43	31,6		32,08	4,06	0,46	
Bacchiglione	SEZ 06	24,65	31,76	28,26	31,92	1,96	0,24	
Bacchiglione	SEZ 07	24,32	31,83	26,38	31,89	1,1	0,13	
Bacchiglione	Ponte ferrovia storico							31.75 31.50
Bacchiglione	SEZ 08	24,37	31,8	26,43	31,87	1,12	0,13	
Bacchiglione	SEZ 09	24,31	31,74	27,36	31,86	1,67	0,2	
Bacchiglione	SEZ 10	23,38	31,42	28,82	31,82	3,09	0,37	
Bacchiglione	SEZ 11	24,26	31,45	28,6	31,78	3,02	0,36	
Bacchiglione	SEZ 12	23,06	31,37		31,69	2,82	0,33	
Bac+Retrone	SEZ 13	24,11	31,25	27,9	31,49	2,33	0,29	
Bac+Retrone	ultima sezione	24,07	31,24	27,91	31,49	2,36	0,29	
Retrone	SEZ 01	27.25	31.94	29.39	32.07	1.67	0.25	
Retrone	Ponte Retrone stazione Vicenza							32.00
Retrone		27.25	31.93	29.39	32.06	1.67	0.25	
Retrone	SEZ 02	26.97	31.91	29.16	32.06	1.74	0.26	
Retrone	Ponte stradale viale Dalmazia							31.98
Retrone		26.97	31.91	29.16	32.05	1.71	0.25	
Retrone	SEZ 03	26.9	31.85	29.05	32.04	2.08	0.3	
Retrone	Ponte stradale viale Dalmazia							32.91
Retrone		26.9	31.84	29.05	32.03	2.09	0.3	
Retrone		25.98	31.82	28.19	31.9	1.43	0.19	
Retrone	Ponte San Paolo							31.73

Retrone	SEZ 04	25.98	31.79	28.19	31.87	1.44	0.19	
Retrone	SEZ 05	26.92	31.8	28.71	31.85	1.13	0.17	
Retrone	Ponte San Michele							35.21
Retrone		26.92	31.79	28.71	31.85	1.14	0.17	
Retrone	SEZ 06	26.46	31.77	28.1	31.83	1.1	0.16	
Retrone	Ponte Barche							29.95
Retrone		26.46	31.62	28.09	31.69	1.12	0.16	
Retrone	SEZ 07	25.68	31.62	27.7	31.66	0.93	0.13	
Retrone	Ponte Piarda							33.80
Retrone		25.68	31.61	27.7	31.65	0.93	0.13	
Retrone	SEZ 08	25.58	31.6	27.24	31.63	0.79	0.1	
Retrone	Ponte viale Margherita							38.92
Retrone		25.58	31.59	27.24	31.62	0.79	0.1	
Retrone	SEZ 09	24.58	31.58	27.01	31.61	0.91	0.12	
Retrone	SEZ 10	24.18	31.53	27.33	31.6	1.3	0.16	
Retrone	SEZ 11	24.16	31.51	27.63	31.6	1.47	0.18	
Retrone	Ponte ferroviario Borgo Berga							30.67
Retrone		24.16	31.44	27.63	31.52	1.49	0.19	
Retrone	SEZ 12	25.35	31.42	28.55	31.52	1.59	0.22	
Retrone	SEZ 13	24.62	31.42	27.56	31.49	1.42	0.18	

Tabella 3: Risultati stato di fatto

La

Figura 30 rappresenta il profilo idrico nello stato di fatto del Bacchiglione, mentre la Figura 31 rappresenta quello sul Retrone.

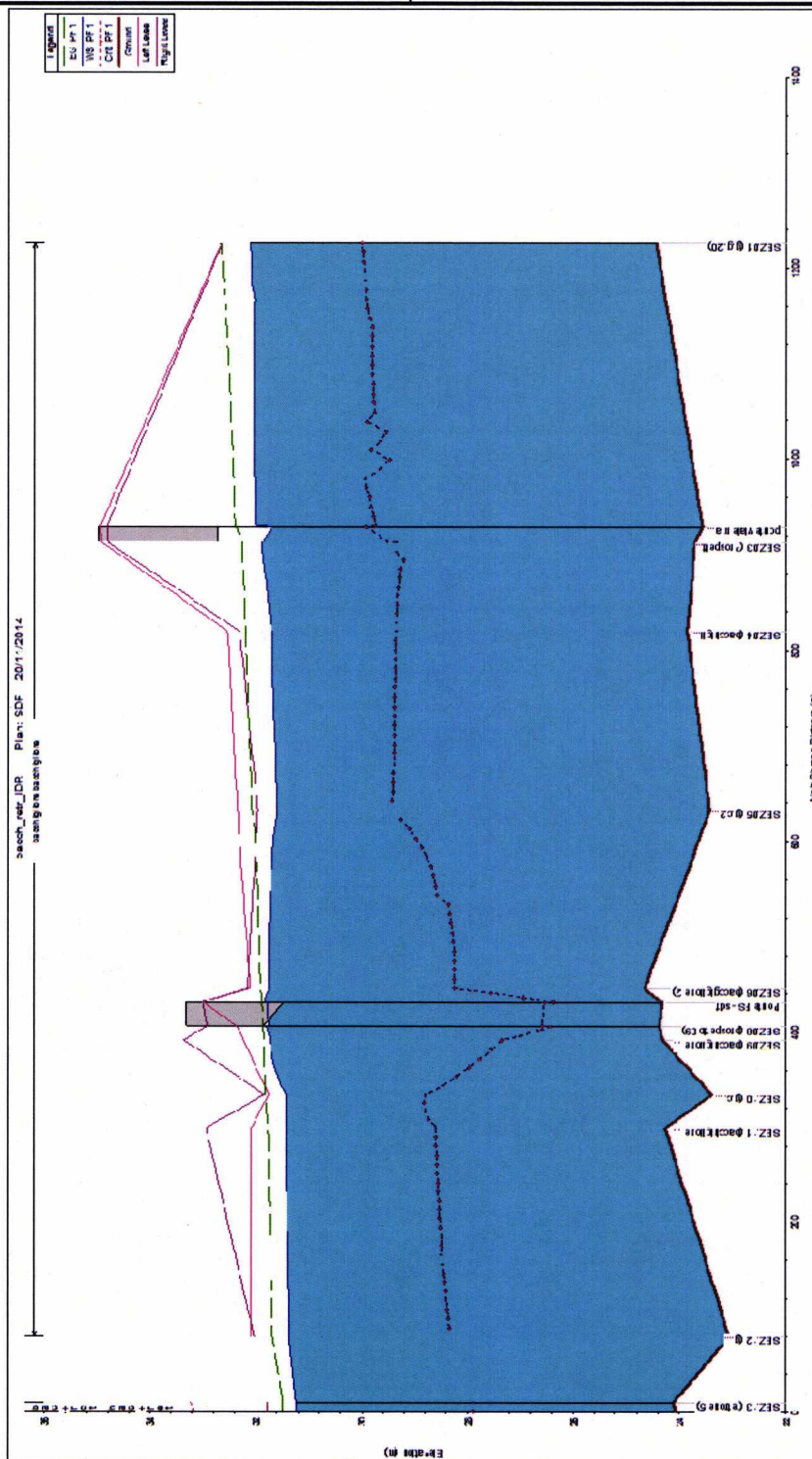


Figura 30 : Profilo idrico Bacchiglione stato di fatto.

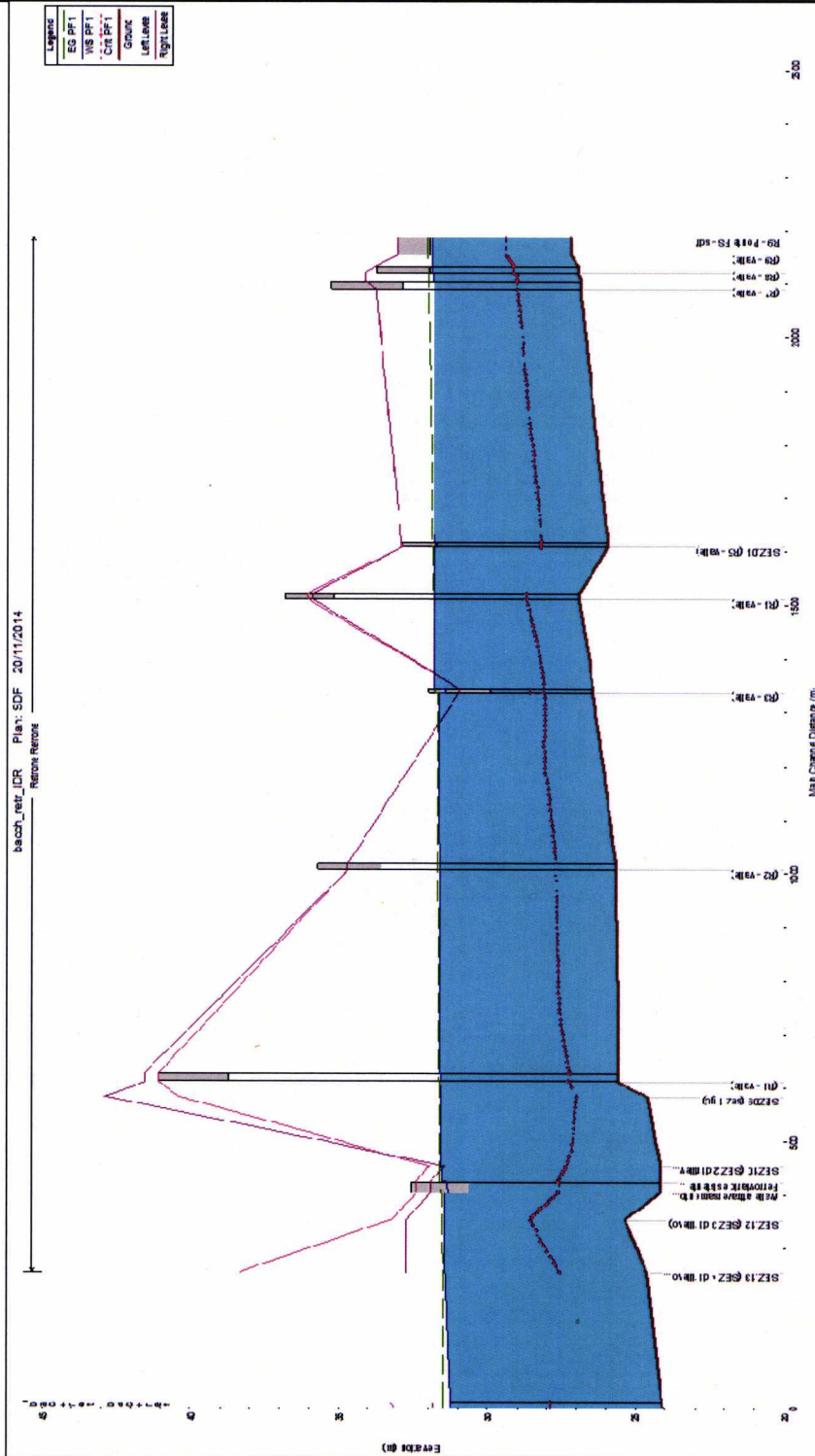


Figura 31 : Profilo idrico Retrone stato di fatto.

Dai profili si evince la presenza nel Bacchiglione di una zona di deposito in prossimità del ponte ferroviario che, unitamente al brusco allargamento e successivo restringimento della sezione provoca, un sovralzo del pelo libero di una certa consistenza e una velocità di deflusso molto bassa. Il ponte ferroviario storico ad archi risulta quasi in pressione mentre quello più recente non permette il transito della portata a pelo libero avendo l'intradosso lievemente più basso.

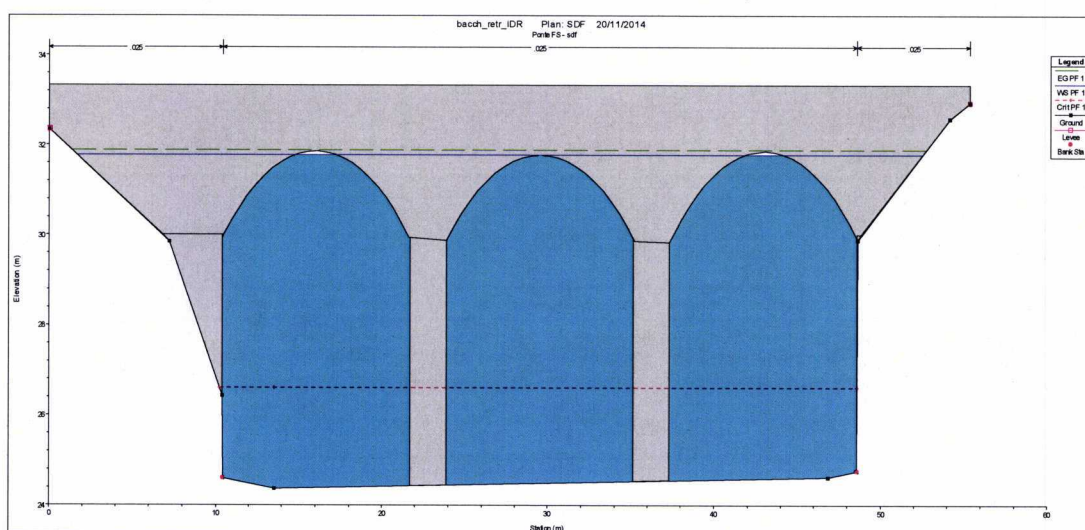


Figura 32 : Sezione ponte storico stato di fatto.

La figura seguente rappresenta una foto a valle del ponte realizzata il giorno 11/11/2012, alle ore 13.52, con portata stimata in $300 \text{ m}^3/\text{s}$. Il picco di piena è avvenuto circa 1.5 ore dopo, con un aumento del tirante a ponte degli Angeli di 15 cm.



Figura 33 : Ponte Ferroviario Bacchiglione 11/11/2012 ore 13.52

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO STUDIO DI FATTIBILITA'					
	RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA IM00	LOTTO 00	CODIFICA F 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

Il risultato ottenuto risulta pertanto congruente con le osservazioni sul campo.

Per quanto concerne il fiume Retrone è evidente che il profilo idrico è strettamente influenzato dal livello alla confluenza nel Bacchiglione. L'attraversamento idraulico esistente della linea storica è in pressione e risalendo verso monte si nota una criticità idraulica importante a ponte Barche.

11.2 STATO DI PROGETTO

Sono state considerate due ipotesi progettuali indicate rispettivamente con la sigla SDP1 e SDP2.

Nell'ipotesi SDP1 si prevede di :

- demolire il ponte sul Bacchiglione più recente;
- lasciare inalterato il ponte storico ad archi che costituirà l'attraversamento della nuova linea AV/AC;
- costruire due nuovi ponti a monte del ponte storico con intradosso a 32.05 m.s.m. e luce pari a 58m, che saranno sede di 4 binari;
- demolire parzialmente il ponte sul Retrone in contrada Berga e costruire un nuovo ponte a monte per 4 binari con intradosso 32.05 m.s.m. e luce 16m, lasciando l'attuale per la linea AV/AC.

Nell'ipotesi SDP2 si prevede invece di :

- Demolire i ponti sul Bacchiglione e costruire 3 nuovi ponti per 6 binari con intradosso a 33.02 m.s.m. e luce pari a 56 m;
- demolire il ponte sul Retrone e costruire 3 nuovi ponti con luce 16m e intradosso a quota 32.05 m.s.m.

Per quanto concerne lo stato di progetto sono state utilizzate le seguenti portate:

- Bacchiglione 320 m³/s
- Retrone 38 m³/s

Come condizione di valle è stato imposto il livello idrico fornito dai progettisti del progetto delle opere complementari nell'ultima sezione immediatamente a valle della confluenza, pari a 30.67 m.s.m.

Tutte le grandezze fondamentali del moto così come la caratterizzazione della sezione di deflusso, sono riportate nelle tabelle seguenti : la quota del fondo (zf), la quota del pelo libero della corrente (h), i livelli critici (hc) ed energetici (H), la velocità media della corrente (U) ed il numero di Froude (Fr).

11.2.1 SDPI

Ramo	Sezione	z_f	h	hc	H	U	Fr	Intr. Imp.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]		[m.s.m.]
Bacchiglione	SEZ 01	24.44	31.78	30.01	32.45	4.15	0.5	
Bacchiglione	SEZ 02	23.57	31.69	29.74	32.12	3.44	0.41	
Bacchiglione	Ponte Viale Margherita							32.72
Bacchiglione	SEZ 03	23.71	31.51	29.35	31.96	3.31	0.4	
Bacchiglione	SEZ 04	23.85	31.24	29.35	31.87	4.3	0.51	
Bacchiglione	SEZ 05	23.43	31.06		31.7	4.62	0.54	
Bacchiglione		24.59	31.28	28.25	31.49	2.21	0.28	
Bacchiglione	Nuovo ponte ferroviario							33.02
Bacchiglione		24.34	31.37	26.41	31.44	1.2	0.15	
Bacchiglione	Ponte ferrovia storico							31.75
Bacchiglione	SEZ 08	24.37	31.34	26.43	31.41	1.21	0.15	
Bacchiglione	SEZ 09	24.31	31.26	27.36	31.4	1.81	0.22	
Bacchiglione	SEZ 10	23.38	30.82	28.82	31.34	3.53	0.44	
Bacchiglione	SEZ 11	24.26	30.85	28.6	31.29	3.42	0.43	
Bacchiglione	SEZ 12	23.06	30.74		31.15	3.22	0.39	
Bac+Retrone	SEZ 13	24.11	30.68	27.52	30.89	2.16	0.28	
Bac+Retrone	ultima sezione	24.07	30.67	27.54	30.89	2.18	0.29	
Retrone	SEZ 01	27.25	30.95	28.46	30.98	0.76	0.13	
Retrone	Ponte Retrone stazione Vicenza							32.00
Retrone		27.25	30.95	28.46	30.98	0.76	0.13	
Retrone	SEZ 02	26.97	30.95	28.21	30.98	0.75	0.12	
Retrone	Ponte stradale viale Dalmazia							31.98
Retrone		26.97	30.95	28.21	30.98	0.75	0.12	
Retrone	SEZ 03	26.9	30.94	28.05	30.97	0.87	0.14	

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IM00 00 F 11 RI ID 00 02 001 A 50 di 66

Retrone	Ponte stradale viale Dalmazia							32.91
Retrone		26.9	30.94	28.05	30.97	0.87	0.14	
Retrone		25.98	30.93	27.16	30.95	0.6	0.09	
Retrone	Ponte San Paolo							31.73
Retrone	SEZ 04	25.98	30.93	27.16	30.94	0.6	0.09	
Retrone	SEZ 05	26.92	30.93	27.89	30.94	0.48	0.08	
Retrone	Ponte San Michele							35.21
Retrone		26.92	30.93	27.89	30.94	0.48	0.08	
Retrone	SEZ 06	26.46	30.93	27.39	30.94	0.44	0.07	
Retrone	Ponte Barche							29.95
Retrone		26.46	30.91	27.39	30.92	0.45	0.07	
Retrone	SEZ 07	25.68	30.91	26.79	30.91	0.39	0.06	
Retrone	Ponte Piarda							33.80
Retrone		25.68	30.91	26.79	30.91	0.39	0.06	
Retrone	SEZ 08	25.58	30.9	26.52	30.91	0.31	0.04	
Retrone	Ponte viale Margherita							38.92
Retrone		25.58	30.9	26.52	30.91	0.31	0.04	
Retrone	SEZ 09	24.58	30.9	26.13	30.91	0.36	0.05	
Retrone	SEZ 10	24.18	30.89	26.13	30.9	0.5	0.07	
Retrone		24.17	30.89	26.25	30.9	0.55	0.07	
Retrone	Nuovo ponte ferroviario Borgo Berga							32.05
Retrone		24.16	30.89	26.36	30.9	0.59	0.08	
	Ponte ferroviario esistente parzialmente demolito- Borgo Berga							30.67
Retrone		24.16	30.88	26.36	30.9	0.59	0.08	
Retrone	SEZ 12	25.35	30.88	27.32	30.89	0.63	0.09	
Retrone	SEZ 13	24.62	30.88	26.38	30.89	0.57	0.08	

Tabella 4: Risultati stato di progetto SDP1

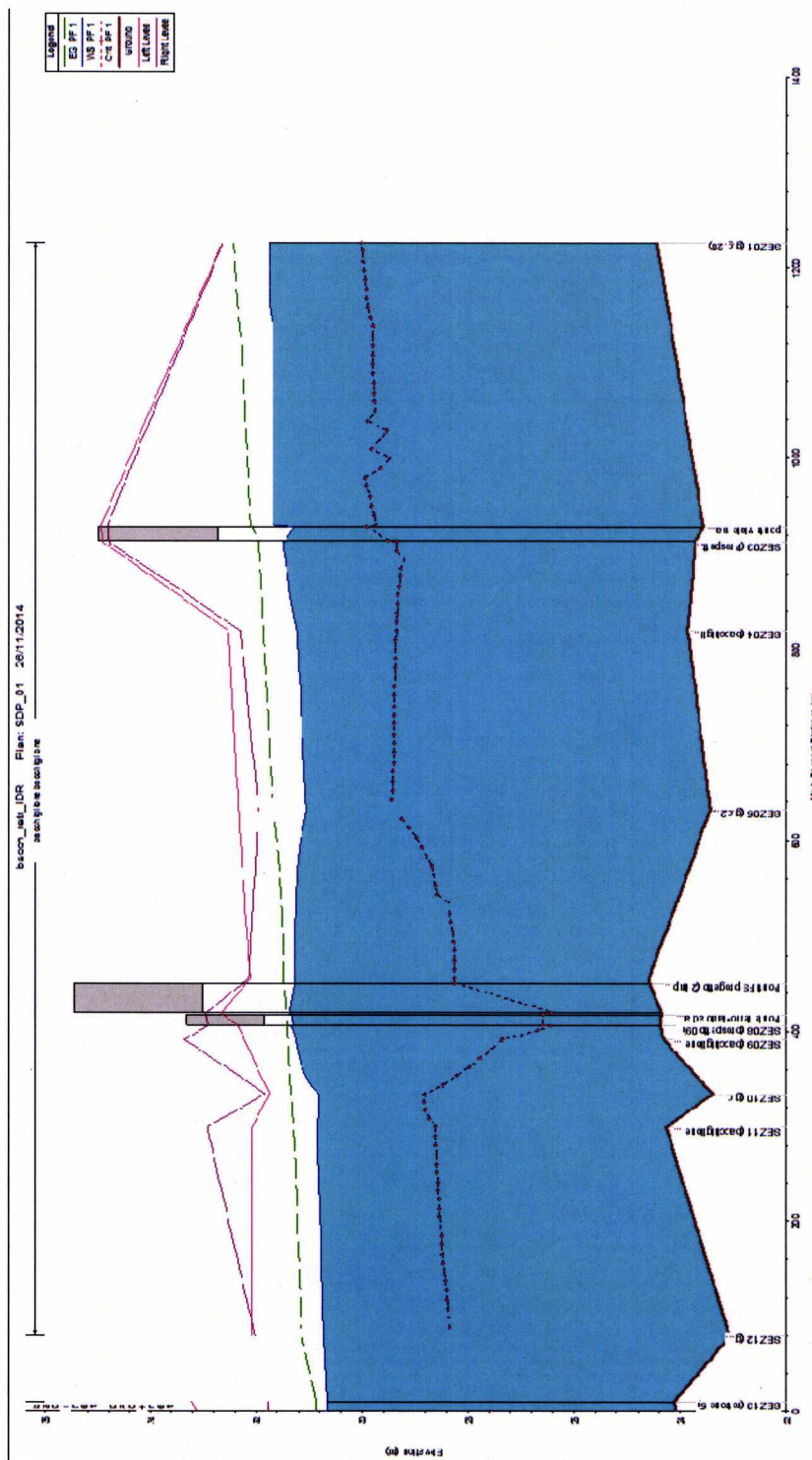


Figura 34 : Profilo idrico Bacchiglione stato di progetto SDP1

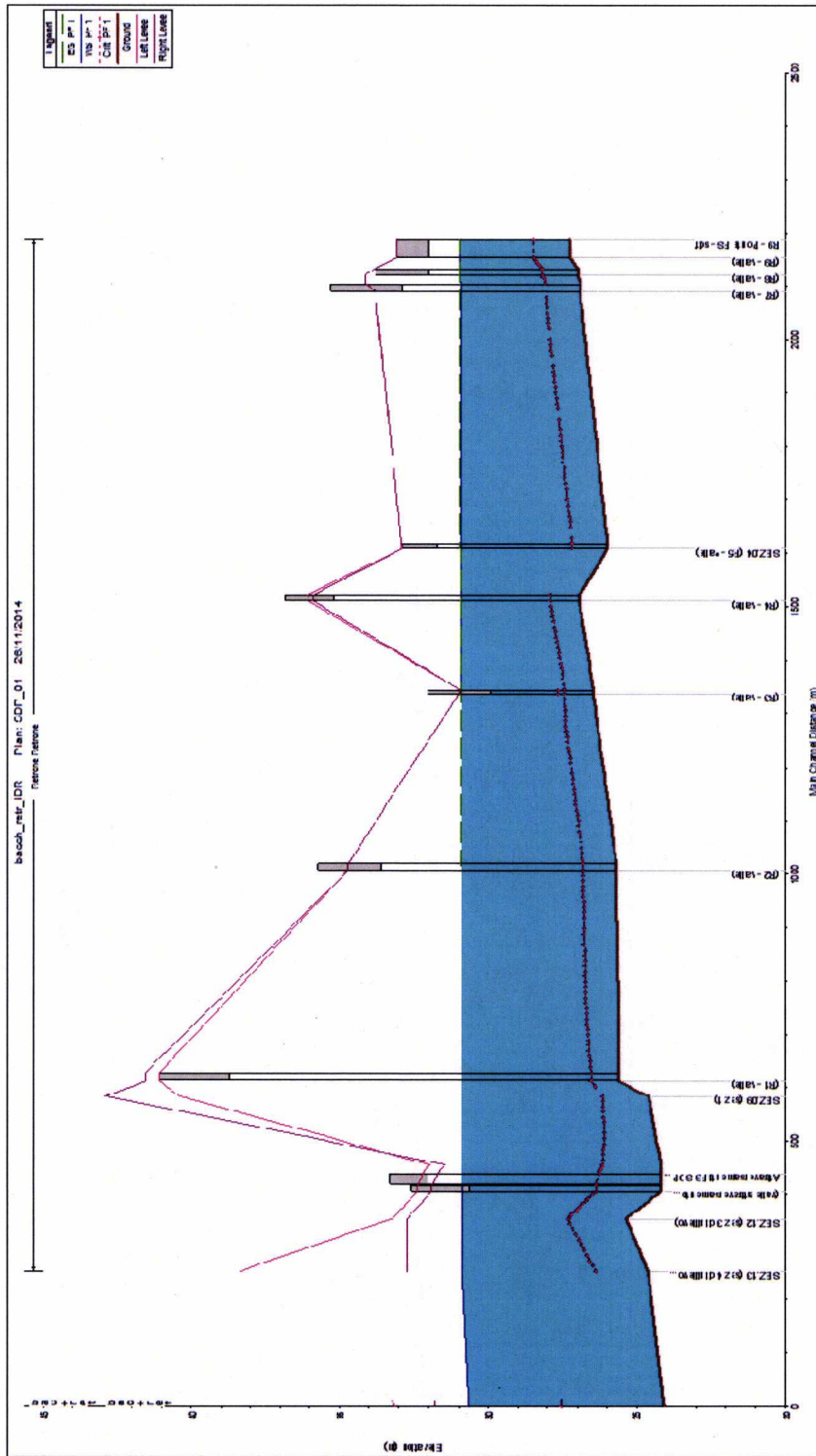


Figura 35 : Profilo idrico Retrone stato di progetto SDP1

Dal profilo si evince che la realizzazione del Bypass sul Retrone , unitamente alla riprofilatura del Bacchiglione a valle di Vicenza, determinano un abbassamento del livello alla confluenza tale per cui la piena del Bacchiglione fluisce attraverso il ponte storico ad archi con un livello idrico inferiore allo stato di fatto. Il ponte ha comunque un franco molto limitato.

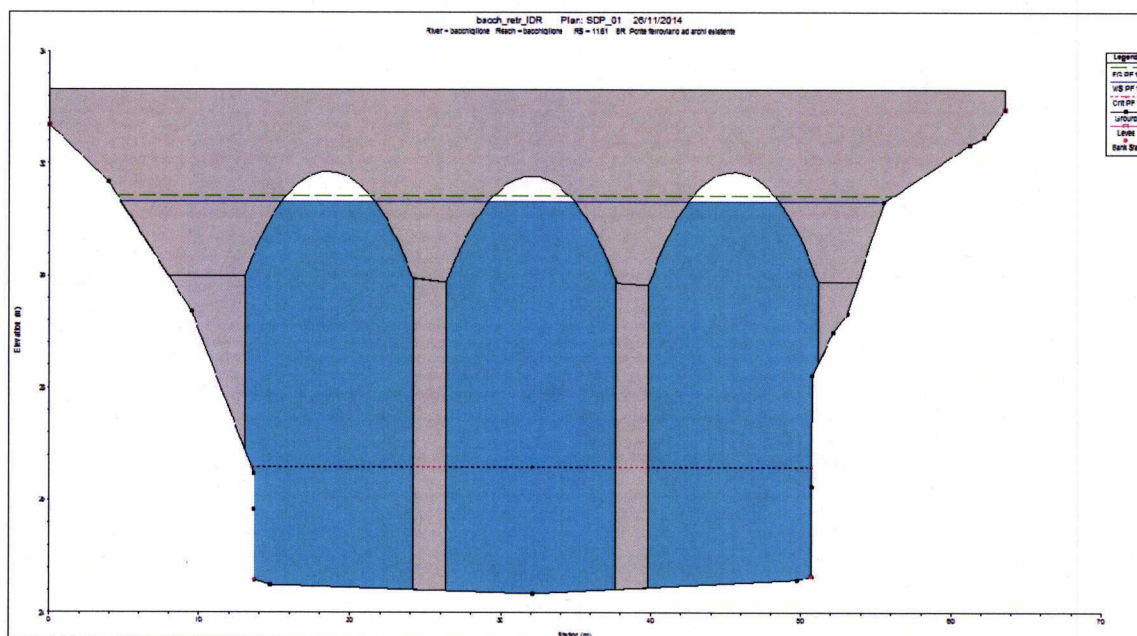


Figura 36 : Sezione ponte storico stato di progetto SDP1 .

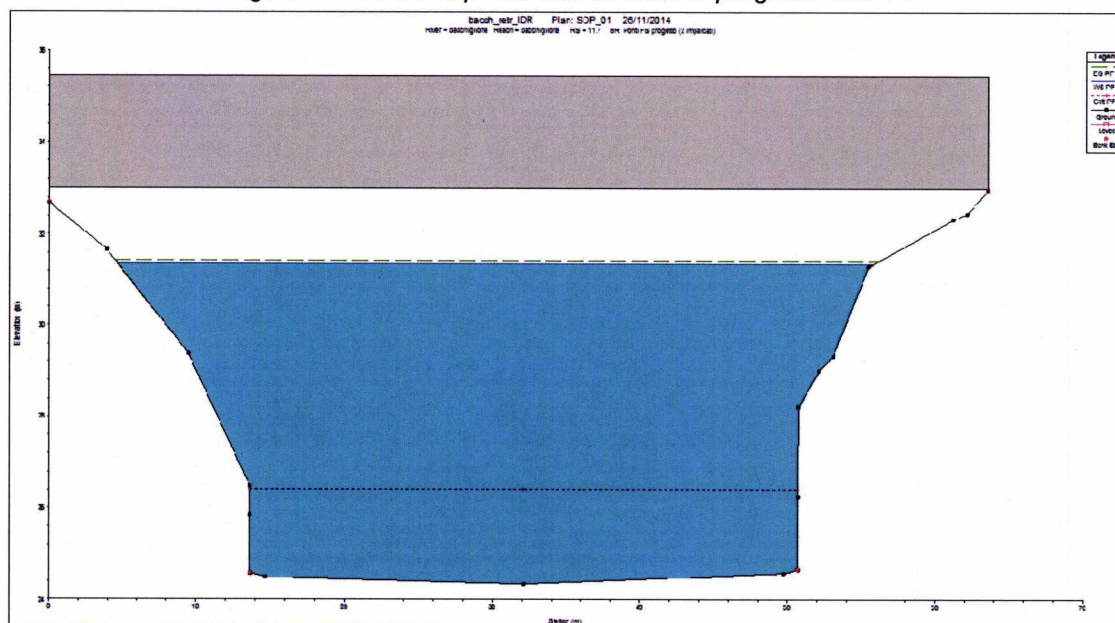


Figura 37 : Sezione nuovo ponte stato di progetto SDP1.

Per quanto concerne il nuovo ponte, il livello idrico massimo al di sotto di esso è pari a 31.37m.s.m.. Considerando un intradosso a 33.02 m.s.m si ottiene un franco di 1.65 m, che rispetta le prescrizioni delle Norme Tecniche e del manuale Italferr.

Essendo influenzato dal livello del Bacchiglione, anche nel Retrone la situazione migliora rimanendo comunque il ponte della ferrovia esistente in pressione e la criticità a ponte Barche.

Il livello idrico massimo al di sotto del nuovo ponte sul Retrone raggiunge la quota di 30.89 m.s.m. che, considerato una quota dell'intradosso pari 32.05 m.s.m., permette il deflusso della piena con un franco di 1.16m sotto il nuovo ponte che pur verificando le prescrizioni del manuale Italferr, non verifica quelle previste dal DM Infrastrutture 14 Gennaio 2008 (Circolare 02 Febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP).

SDP2

Ramo	Sezione	z _r	h	hc	H	U	Fr	Intr. Imp.
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m/s]		[m.s.m.]
Bacchiglione	SEZ 01	24.44	31.73	30.01	32.42	4.2	0.51	
Bacchiglione	SEZ 02	23.57	31.66	29.74	32.11	3.46	0.41	
Bacchiglione	Ponte Viale Margherita							32.72
Bacchiglione	SEZ 03	23.71	31.49	29.35	31.94	3.33	0.41	
Bacchiglione	SEZ 04	23.85	31.21	29.35	31.85	4.33	0.52	
Bacchiglione	SEZ 05	23.43	31.02		31.67	4.67	0.55	
Bacchiglione		24.59	31.25	28.25	31.46	2.23	0.29	
Bacchiglione	Nuovo ponte ferroviario							33.02
		24.34	31.34	26.41	31.41	1.21	0.15	
Bacchiglione	SEZ 08	24.37	31.34	26.43	31.41	1.21	0.15	
Bacchiglione	SEZ 09	24.31	31.26	27.36	31.4	1.81	0.22	
Bacchiglione	SEZ 10	23.38	30.82	28.82	31.34	3.53	0.44	
Bacchiglione	SEZ 11	24.26	30.85	28.6	31.29	3.42	0.43	
Bacchiglione	SEZ 12	23.06	30.74		31.15	3.22	0.39	
Bac+Retrone	SEZ 13	24.11	30.68	27.52	30.89	2.16	0.28	
Bac+Retrone	ultima sezione	24.07	30.67	27.54	30.89	2.18	0.29	
Retrone	SEZ 01	27.25	30.95	28.46	30.98	0.77	0.13	
Retrone	Ponte Retrone stazione Vicenza							32.00
Retrone		27.25	30.94	28.46	30.97	0.77	0.13	
Retrone	SEZ 02	26.97	30.94	28.21	30.97	0.75	0.13	
Retrone	Ponte stradale viale Dalmazia							31.98
Retrone		26.97	30.94	28.21	30.97	0.75	0.12	
Retrone	SEZ 03	26.9	30.94	28.05	30.97	0.87	0.14	

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IM00	00	F 11 RI	ID 00 02 001	A	56 di 66

Retrone	Ponte stradale viale Dalmazia							32.91
Retrone		26.9	30.93	28.05	30.97	0.87	0.14	
Retrone		25.98	30.93	27.16	30.94	0.61	0.09	
Retrone	Ponte San Paolo							31.73
Retrone	SEZ 04	25.98	30.92	27.16	30.94	0.61	0.09	
Retrone	SEZ 05	26.92	30.92	27.89	30.93	0.48	0.08	
Retrone	Ponte San Michele							35.21
Retrone		26.92	30.92	27.89	30.93	0.48	0.08	
Retrone	SEZ 06	26.46	30.92	27.39	30.93	0.45	0.07	
Retrone	Ponte Barche							29.95
Retrone		26.46	30.9	27.39	30.91	0.45	0.07	
Retrone	SEZ 07	25.68	30.9	26.79	30.91	0.39	0.06	
Retrone	Ponte Piarda							33.80
Retrone		25.68	30.9	26.79	30.91	0.39	0.06	
Retrone	SEZ 08	25.58	30.9	26.52	30.9	0.31	0.04	
Retrone	Ponte viale Margherita							38.92
Retrone		25.58	30.9	26.52	30.9	0.31	0.04	
Retrone	SEZ 09	24.58	30.89	26.13	30.9	0.36	0.05	
Retrone	SEZ 10	24.18	30.89	26.13	30.9	0.51	0.07	
Retrone		24.17	30.89	26.25	30.9	0.55	0.07	
Retrone	Nuovo ponte ferroviario - Borgo Berga							32.05
Retrone		24.16	30.88	26.36	30.9	0.59	0.08	
Retrone	SEZ 12	25.35	30.88	27.32	30.89	0.63	0.09	
Retrone	SEZ 13	24.62	30.88	26.38	30.89	0.57	0.08	

Tabella 5: Risultati stato di progetto SDP2

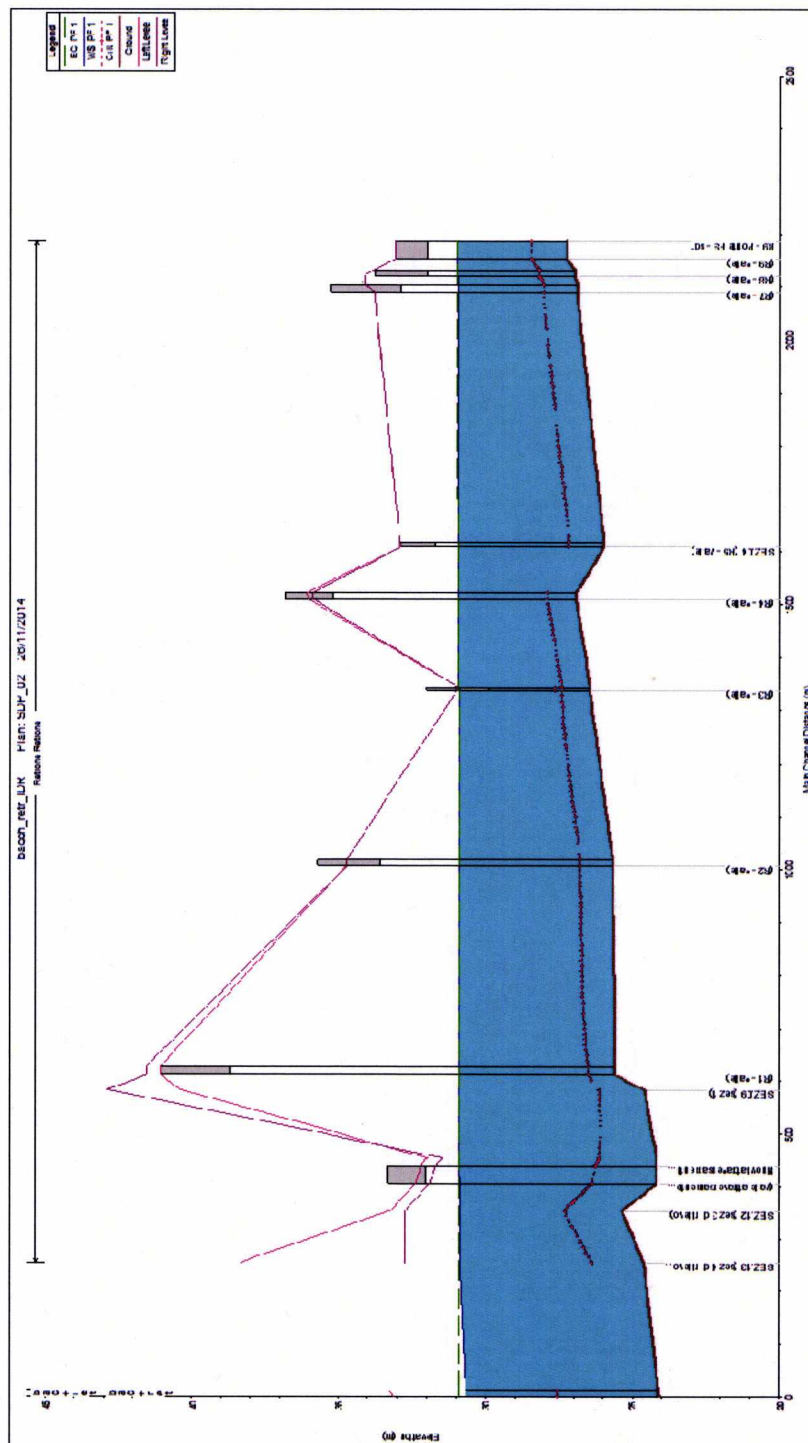


Figura 38 : Profilo idrico Bacchiglione stato di progetto SDP2

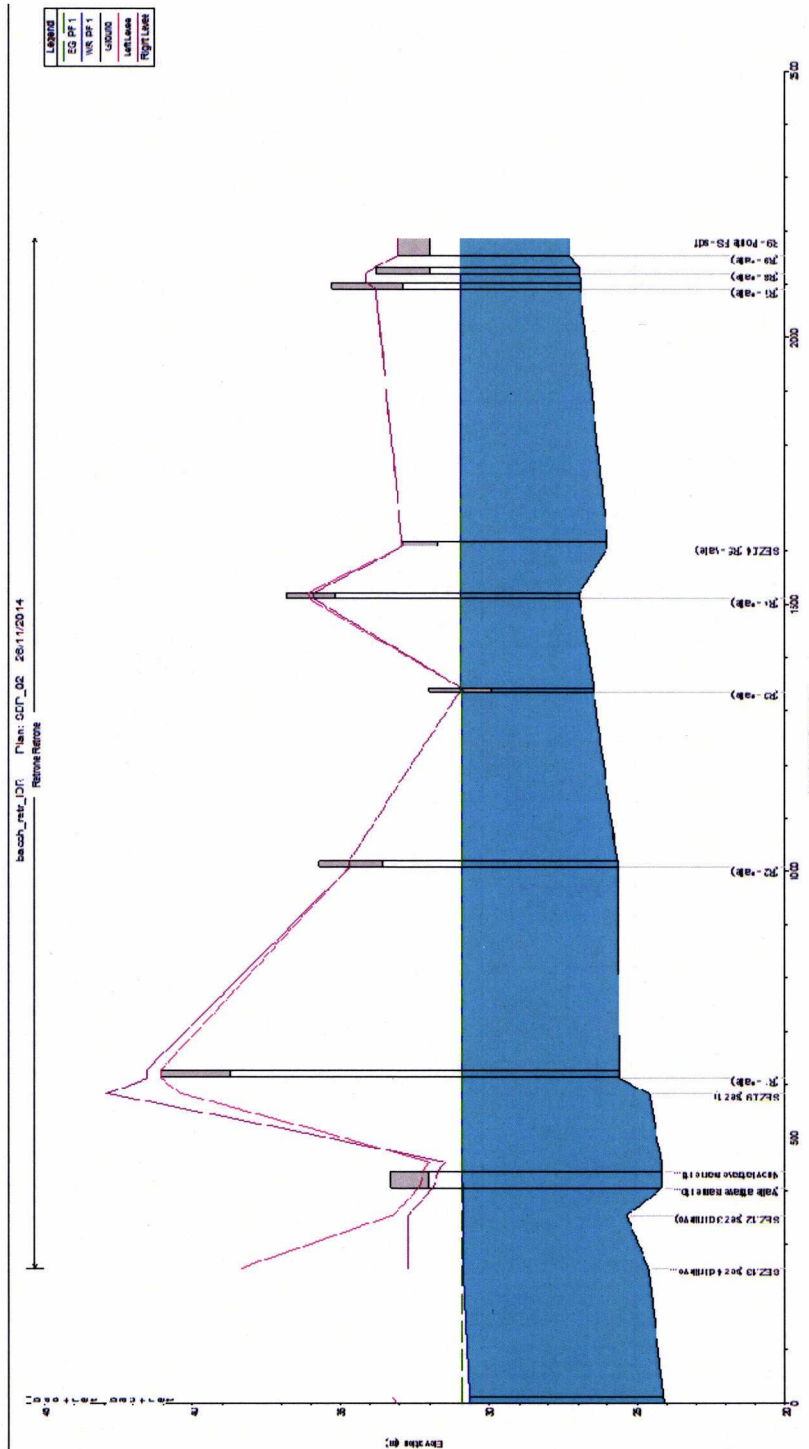


Figura 39 : Profilo idrico Retrone stato di progetto SDP2

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO STUDIO DI FATTIBILITA'					
	RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA IM00	LOTTO 00	CODIFICA F 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

In tal caso il livello idrico al di sotto del nuovo ponte è pari a 31.34 m.s.m. che, considerato un intradosso di 33.02 m.s.m. permette il deflusso della piena con un franco di 1.68m.

Rispetto al caso precedente la situazione non si modifica molto in termini di livello idrico, ma la demolizione del ponte storico determina un miglioramento della sicurezza idraulica eliminando un potenziale ostacolo al deflusso.

Sul Retrone in termini di profilo idrico la situazione resta praticamente invariata così come il franco rispetto al nuovo ponte. L'eliminazione del ponte esistente determina però un notevole miglioramento della sicurezza idraulica evitando deflussi in pressione.

11.3 SINTESI DELLA NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Gli interventi previsti, come qualunque infrastruttura di carattere estensivo, modificano la conformazione del territorio su cui insistono e devono quindi inserirsi in un quadro di strumenti legislativi e di pianificazione territoriale.

All'interno degli strumenti legislativi di recente emanazione nel 2012 l'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione si è dotata del "Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione".

L'esigenza del P.A.I. nasce dalla seguente scansione di dispositivi normativi.

La legge 18.05 1989 n. 183 "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale per la difesa del suolo", è il cardine degli attuali strumenti pianificatori di gestione del territorio ed è nata a valle di un percorso normativo piuttosto complesso e di modesta attuazione a causa delle diverse fonti statali, regionali e provinciali che ne fanno parte.

La suddetta Legge si propone di perseguire i seguenti principali scopi ed obiettivi:

- Difesa da alluvioni;
- Tutela della risorsa idrica come alimento e strumento di igiene;
- Uso dell'acqua visto nell'insieme delle diverse utilizzazioni fondamentali per attività economiche: agricoltura, industria, energia e trasporto;
- Tutela dell'acqua come strumento di tutela ambientale;
- Tutela dal rischio idrogeologico in generale.

L'attuazione degli scopi della Legge 183/89 è stata affidata principalmente, dopo una serie ampia e ramificata di indagini conoscitive, al Piano di Bacino Idrografico la cui caratteristica dev'essere quella



TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO

STUDIO DI FATTIBILITA'

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IM00	00	F 11 RI	ID 00 02 001	A	60 di 66

di far prevalere la nuova filosofia di difesa del suolo rispetto a qualunque altro piano o programma di settore con contenuti di tutela ambientale.

Il ritardo nell'attuazione ha fatto sì che il legislatore proponesse una serie di normative tampone:

- Il D.P.C.M. 23.03.1990;
- D.P.R. 07.01.1992;
- Il Decreto Legislativo 275/93;
- La Legge 493 del 1993;
- La legge 37 del 1994;
- Il D.P.R. 18 Luglio del 1995;
- La Legge 31.12.1996 n. 677;

Dopo la calamità che ha colpito Sarno ed altri Comuni della Campania del maggio 1998 è stato emanato il D.L. 11 giugno 1998, n. 180 convertito con la Legge 3.08.1998, n. 267, che contiene oltre alle misure urgenti per le zone colpite dall'evento catastrofico, anche delle novità ai fini della difesa delle aree a rischio di frane ed alluvioni in tutto il territorio nazionale. Le più significative sono di seguito elencate:

- L'attivazione di misure di salvaguardia da parte delle Autorità di Bacino e delle Regioni con piani stralcio per le aree a maggior rischio idraulico ed idrogeologico, laddove ancora non operanti;
- Un piano di interventi di prevenzione e messa in sicurezza delle aree a rischio;
- Un potenziamento delle Regioni, delle Autorità di Bacino, dei Servizi tecnici, nonché un'integrazione nelle misure di controllo, nei piani di emergenza e in quelli di protezione civile;
- La dotazione del Ministero dell'Ambiente di una struttura atta a valutare gli interventi urgenti.

L'ultima modifica sostanziale del "Decreto Sarno" è il D.P.C.M 29.09.1998 "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'Art. 1, commi 1 e 2, del D.L. 11 giugno 1998, n. 180.

Secondo la Legge 267/98 le Autorità di Bacino e le Regioni avrebbero dovuto adottare entro il 30.06.1999 i piani stralcio di bacino e quindi avrebbero dovuto individuare con quello strumento la perimetrazione e le misure di salvaguardia delle aree a rischio idrogeologico.

Dal punto di vista delle scadenze il D.P.C.M. 27 agosto 1998 concede una proroga per adozione e approvazione del piano stralcio di bacino rispettivamente il 30 giugno del 2001 (poi anticipato a fine aprile) ed il 30 giugno del 2002.

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO STUDIO DI FATTIBILITA'					
	RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA IM00	LOTTO 00	CODIFICA F 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

In seguito al tragico episodio verificatosi con la distruzione del campeggio di Soverato in Calabria, il 12 ottobre 2000 è stato emanato il decreto-legge n.279 recante "Interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato e in materia di protezione civile, nonché a favore di zone colpite da calamità naturali", poi convertito in legge con modificazioni con la Legge 11 dicembre 2000 n. 365. Tale normativa anticipa, come detto sopra, l'adozione dei piani stralcio di bacino e propone aggiornamenti sugli interventi per le aree a rischio idrogeologico ed in materia di protezione civile.

A completamento del quadro normativo vanno poi inserite le seguenti disposizioni:

- La Legge 13 Luglio 1999 n. 226 "Interventi urgenti in materia di protezione civile";
- La Legge Regionale 27 giugno del 1985, n. 61 "Norme per l'assetto e l'uso del territorio";
- La Legge Regionale 05 marzo del 1985, n. 24 "Tutela ed edificabilità delle zone agricole";
- La Legge 02.02.1974, n. 64 "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- La Legge 24.02.1992, n. 225 "Istituzione del servizio nazionale della Protezione Civile";
- La Legge 01 giugno 1939, n. 1089;
- La Legge 20 giugno 1939, n. 1497;
- La Legge 08.08.1985, n. 431.

11.4 SINTESI NORME DI ATTUAZIONE

Si riportano di seguito le indicazioni legislative fornite dalle "Norme di Attuazione e Prescrizioni di Piano"

...omissis...

ARTICOLO 8 Disposizioni comuni per le aree di pericolosità idraulica.

...omissis...

4. Al fine di non incrementare le condizioni di rischi no nelle aree fluviali e in quelle pericolose, fermo restando quanto stabilito al comma precedente ed in rapporto alla specifica natura e tipologia di pericolo individuata, tutti i nuovi interventi, opere, attività consentiti dal Piano o autorizzati dopo la sua approvazione, devono essere tali da:

a.

mantenere le condizioni esistenti di funzionalità idraulica o migliorarle, agevolare e comunque non impedire il normale deflusso delle acque;

b.

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>TRATTA AVIAC VERONA-PADOVA</p> <p>TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO</p> <p>STUDIO DI FATTIBILITA'</p>					
	<p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p>COMMESSA</p> <p>IM00</p>	<p>LOTTO</p> <p>00</p>	<p>CODIFICA</p> <p>F 11 RI</p>	<p>DOCUMENTO</p> <p>ID 00 02 001</p>	<p>REV.</p> <p>A</p>

non aumentare le condizioni di pericolo dell'area interessata nonché a valle o a monte della stessa;

c.

non ridurre complessivamente i volumi invasabili delle aree interessate tenendo conto dei principi dell'invarianza idraulica e favorire, se possibile, la creazione di nuove aree di libera esondazione;

...omissis....

5. Tutti gli interventi consentiti dal presente Titolo non devono pregiudicare la definitiva sistemazione né la realizzazione degli altri interventi previsti dalla pianificazione di bacino vigente.

ART. 10 – Disciplina degli interventi nelle aree classificate a pericolosità elevata P3

1. Nelle aree classificate a pericolosità elevata P3, possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P4, nonché i seguenti:

...omissis...

.f.

realizzazione o ampliamento di infrastrutture viarie, ferroviarie e di trasporto pubblico nonché ciclopedonali, non diversamente localizzabili o non delocalizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché non comportino l'incremento delle condizioni di pericolosità e non compromettano la possibilità di realizzazione degli interventi di mitigazione della pericolosità o del rischio;

in particolare gli interventi di realizzazione di nuove infrastrutture stradali devono anche essere compatibili con le previsioni dei piani di protezione civile ove esistenti;

12 CONCLUSIONI

Sulla base delle risultanze della modellazione condotta sui Fiumi Retrone e Bacchiglione, si ritiene utile indicare alcuni punti notevoli funzionali al prosieguo della progettazione.

Anzitutto è da evidenziare che i ponti esistenti sono entrambi idraulicamente insufficienti, e vanno in pressione per la piena di progetto; dallo studio condotto (scenario SDP1) che mantiene i ponti esistenti e considera la presenza del tunnel idraulico e la ricalibratura dell'alveo del Bacchiglione, risulta che tali opere complementari, (tunnel idraulico e ricalibratura dell'alveo del Bacchiglione), non determinano miglioramenti tali da ritenere in sicurezza la linea ferroviaria.

Ciò premesso si ritiene necessaria la demolizione dei ponti esistenti, sul Retrone alla pk PK 49+706

	TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO STUDIO DI FATTIBILITA'					
	RELAZIONE IDRAULICA	COMMESSA IM00	LOTTO 00	CODIFICA F 11 RI	DOCUMENTO ID 00 02 001	REV. A

e sul Bacchiglione.

Dallo studio idraulico condotto nello scenario di demolizione dei ponti, realizzazione del tunnel idraulico, e di ricalibratura dell'alveo, è emerso che per il fiume Bacchiglione il nuovo attraversamento è conforme alle Norme Tecniche di Costruzioni DM Infrastrutture 14 Gennaio 2008 al manuale di progettazione RFI.

Il ponte non presenta pile in alveo e ha un franco superiore a 1,5m come prescritto nella Circolare Esplicativa (02 febbraio 2009 n°617/C.S.LL.PP).

Per quanto riguarda l'attraversamento del Retrone, dalla modellazione si è ottenuto un franco idraulico superiore a quanto previsto dal Manuale di Progettazione RFI , (1.00 sul livello idrico) ma inferiore a quanto prescritto dalla Circolare, la differenza si limita a circa 30 cm.

Il ponte ha una luce di 15.20 m, (distanza tra i muri frontali delle spalle) superiore alla luce attuale, che è pari a 10m, ma risulta insufficiente allo scavalco del corso d'acqua e le spalle sono interne alle sponde; pertanto in considerazione di quanto prescritto, [cfr. §§ 5.2.1.2 e 5.1.2.4 del DM Infrastrutture 14 Gennaio 2008]: "Di norma il manufatto non dovrà interessare con spalle, pile e rilevati il corso d'acqua attivo e, se arginato, i corpi arginali. Qualora eccezionalmente fosse necessario realizzare pile in alveo, la luce minima tra pile contigue, misurata ortogonalmente al filone principale della corrente, non dovrà essere inferiore a 40 metri. Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall'Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici." si evidenzia di seguito la condizione eccezionale in cui verte la progettazione.

La scelta dell'attraversamento sul Retrone è stata fortemente vincolata da limiti altimetrici; il piano del ferro è stato innalzato per quanto possibile (compatibilmente con la necessità di mantenere in essere la viabilità di Viale Margherita e Viale Risorgimento), ciò nonostante non è stato possibile ottenere un innalzamento tale da poter utilizzare una tipologia di ponte con luce e pacchetto compatibili con lo scavalco fluviale con questo assetto del piano ferro.

Anche una luce superiore a 16 m il ponte avrebbe comportato l'interferenza dell'impalcato con la sezione idraulica, oltre a comportare una riduzione di più di 70 cm sul franco idraulico.

La tipologia di ponte adottata, con un pacchetto di poco più di 1 m, consente di ottenere il massimo



TRATTA AV/AC VERONA-PADOVA

TRATTO MONTEBELLO VICENTINO – VICENZA – GRISIGNANO DI ZOCCO

STUDIO DI FATTIBILITA'

RELAZIONE IDRAULICA

COMMESSA

LOTTO

CODIFICA

DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

IM00

00

F 11 RI

ID 00 02 001

A

64 di 66

franco idraulico.

Si ritengono, alla luce di quanto sopra esposto, necessarie le seguenti progettazioni:

- Il tunnel idraulico;
- La ricalibratura dell'alveo del Bacchiglione;
- La demolizione dei ponti esistenti sul Retrone e sul Bacchiglione;
- La realizzazione di nuovi ponti in sostituzione di quelli esistenti e per i nuovi binari.

In aggiunta è necessario procedere con la richiesta di Deroga come già esplicitato e come fra l'altro previsto nel DM Infrastrutture 14 gennaio 2008.

"...Soluzioni con luci inferiori potranno essere autorizzate dall'Autorità competente, previo parere del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici."

Nella fase successiva sarà necessario analizzare un modello integrato fra tunnel idraulico, ricalibratura e ponti di progetto, al fine di analizzare eventuali miglioramenti da apportare al franco idraulico in corrispondenza del fiume Retrone.

Non si ritiene invece perseguibile un ulteriore innalzamento della linea, salvo piccoli aggiustamenti che saranno valutati con un rilievo di maggior dettaglio in fase successiva.

Interventi risolutivi per ottenere la piena ottemperanza alle NTC prevederebbe un innalzamento della linea dell'ordine dei 2 m, con inevitabile rifacimento della piazza di viale Margherita e di parte della galleria artificiale di Viale Risorgimento.

Tale intervento avrebbe un impatto molto forte sulle viabilità, edifici e beni culturali considerevoli (l'Arco delle Scalette A.Palladio).

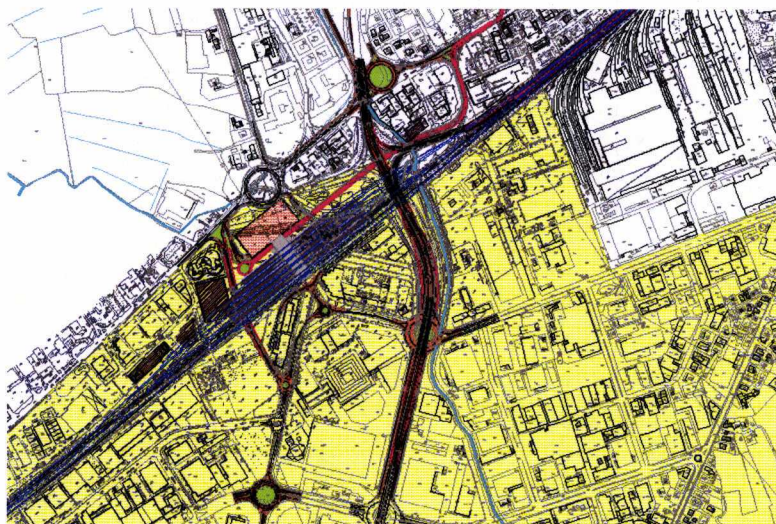


Figura 40 : Vicenza. Arco delle Scalette (A. Palladio)

Un' ultima considerazione va fatta sul posizionamento della Nuova Stazione di Fiera e sulla fermata di Tribunale.

La Stazione di Fiera è stata ubicata in un'area a media pericolosità P2, la tipologia di opera adottata è una stazione a ponte con collegamenti verticali dalle banchine al fabbricato viaggiatori, in questo modo sia le banchine che il fabbricato si trovano ad una quota superiore al piano campagna.

Il rilevato inoltre presenta tombini idraulici al fine di garantire la trasparenza.



In analogia alla Stazione di Fiera è stata concepita la Fermata Tribunale, seppur non propriamente in area a pericolosità, essa si trova in adiacenza ad una zona a pericolosità media. La fermata è stata progettata con collegamenti verticali, e non sono stati realizzati attraversamenti al di sotto del rilevato in modo da evitare una possibile via preferenziale delle acque di esondazione confinate nella zona adiacente.

