

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
dott. ing. Roberto Bosetti

# autostrada del brennero

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE  
DELLA TERZA CORSIA NEL TRATTO COMPRESO  
TRA VERONA NORD (KM 223) E L'INTERSEZIONE  
CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

<b>E.1</b>	<b>STUDI SPECIALISTICI - STUDIO DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</b>
<b>A.2.1.</b>	FIUME PO Relazione di compatibilità idraulica

0	MAR. 2021	EMISSIONE	EOS	G. VOGEL	C. COSTA
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO: LUGLIO 2009			<b>DIREZIONE TECNICA GENERALE</b>		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA: 
NUMERO PROGETTO: 31/09					



SOCIETA' PER AZIONI AUTOSTRADA DEL BRENNERO - TRENTO

# autostrada del brennero

REALIZZAZIONE DELLA TERZA CORSIA NEL  
TRATTO COMPRESO TRA VERONA NORD (KM 223)  
E L'INTERSEZIONE CON L'AUTOSTRADA A1 (KM 314)

RECEPIMENTO PRESCRIZIONI DECRETO DI COMPATIBILITA' AMBIENTALE

<b>A</b>	<b>STUDIO PER LA COMPATIBILITÀ IDRAULICA</b>
<b>A.2.1</b>	Fiume Po Relazione di compatibilità idraulica

0	luglio '12	EMISSIONE	EOS	G. Vogel	C. Costa
REVISIONE:	DATA:	DESCRIZIONE:	REDAZIONE:	VERIFICA:	APPROVAZIONE:
DATA PROGETTO:  FEBBRAIO 2012		 <b>EOS</b> Studio di ingegneria EOS - Studio di Ingegneria C.so Garibaldi 79, Villafranca di Verona (VR) mail: eos.ingegneria@gmail.com	IL TECNICO:		IL DIRETTORE TECNICO GENERALE E PROGETTISTA:
NUMERO PROGETTO:  16/12					

## Indice

Indice	1
Indice delle Figure	3
Indice delle Tabelle	4
Premessa	5
1 Inquadramento generale	7
1.1 Il fiume Po .....	7
1.2 Riferimenti normativi.....	10
2 Descrizione del progetto	11
2.1 Interventi sulle opere d'arte: Ponte sul Fiume Po .....	13
2.2 Ponte sul Fiume Po: stato di progetto .....	16
2.3 Processo di scalzamento della pila 11.....	17
3 Caratteristiche ambientali e paesistiche della regione fluviale	19
4 Analisi Idrologica	20
4.1 Caratteristiche dell'idrologia di piena .....	20
4.1.1 Analisi degli eventi di piena che hanno interessato l'asta del fiume Po	21
4.1.2 Modalità di formazione delle piene	21
4.1.3 Portate di piena al colmo	23
4.2 Piano di Assetto Idrogeologico .....	24
4.2.1 Sezioni di chiusura	24
4.2.2 Definizione della portata di progetto	25
4.2.3 Portate di piena registrate	26
5 Analisi idraulica	27
5.1 Assetto geometrico dell'alveo .....	27
5.2 Caratteristiche morfologiche dell'alveo.....	31
5.3 Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo.....	32
5.4 Opere di difesa idraulica .....	34
5.5 Manufatti interferenti.....	35
5.6 Modalità di deflusso in piena.....	36
5.6.1 Schema di calcolo e modello idraulico - monodimensionale	36

5.6.2	Schema di calcolo e modello idraulico - bidimensionale	42
5.6.3	Condizioni al contorno e condizioni iniziali	42
5.6.4	Taratura dei modelli	45
5.6.5	Condizioni di riferimento	47
6	Verifica di compatibilità idraulica ed effetti degli interventi in progetto	47
6.1	Profilo di sviluppo di piena.....	47
6.1.1	Stato di fatto	47
6.1.2	Stato di progetto	53
6.1.3	Stato di costruzione dell'opera	58
6.2	Riduzione della capacità d'invaso dell'alveo .....	58
6.3	Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti .....	59
6.4	Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento .....	59
6.5	Modifiche indotte sull'assetto morfologico pianoaltimetrico dell'alveo inciso e di piena .....	60
6.6	Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale.....	61
6.7	Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena.....	61
6.8	Erosioni localizzate in corrispondenza dei pali di fondazione.....	61
6.8.1	Formulazione della Colorado State University (CSU)	62
6.8.2	Formulazione di Armanini	63
6.8.3	Effetti dovuti alla forma della pila	64
6.8.4	Effetti dovuti al disallineamento tra la pila e la corrente	65
6.8.5	Effetti dovuti al numero di Froude	66
6.8.6	Effetti dovuti alla presenza di più fusti	66
7	Conclusioni	70
8	Allegati	72

## Indice delle Figure

Figura 1 – Vista aerea del viadotto Autostradale A22 sul fiume Po nei pressi di San Nicolò Po .....	9
Figura 2 – Ponte Autostradale A22 sul fiume Po visto da valle .....	9
Figura 3 – Schema tratto autostradale oggetto dell'intervento .....	12
Figura 4 – Ponte autostradale sul fiume Po visto da Ovest .....	14
Figura 5 – Sezione trasversale impalcato originale (1970), a sinistra i cassoni delle stampelle e a destra le campate interne .....	14
Figura 6 – Sezione trasversale impalcato esistente (2002), a sinistra i cassoni delle stampelle e a destra le campate interne .....	15
Figura 7 – Estratto del prospetto longitudinale dell'impalcato di progetto .....	16
Figura 8 – Sezione trasversale impalcato di progetto a sinistra i cassoni delle stampelle e a destra le campate interne.....	17
Figura 9 – Raffronto batimetrie sezioni di mezzeria in corrispondenza della pila 11.....	17
Figura 10 - DTM del tratto di Po in corrispondenza del ponte autostradale - vista da valle .	18
Figura 11 - Altezze di pioggia giornaliera con tempo di ritorno $T_r = 200$ anni (fonte: P.A.I. fiume Po).....	20
Figura 12 - Individuazione della fascia B in corrispondenza del ponte dell'A22.....	26
Figura 13 - Onde di piena nelle stazioni di Boretto e Borgoforte - anno 2000.....	27
Figura 14 - Estratto DTM 2005, aggiornato 2009, con indicazione del tratto modellato .....	28
Figura 15 - Confronto tra DTM 2005 (a sinistra) e DTM 2009 (a destra) del Po in corrispondenza dell'attraversamento autostradale .....	29
Figura 16 - Vista 3D del ponte autostradale con l'inserimento delle pile.....	30
Figura 17 - Mesh di calcolo per la simulazione bidimensionale .....	30
Figura 18 - Dettaglio della mesh di calcolo bidimensionale in corrispondenza delle pile del ponte.....	31
Figura 19 - Distribuzione delle scabrezze della mesh bidimensionale .....	31
Figura 20 – Diametri caratteristici dei depositi di fondo per i diversi tratti da confluenza Arda all'incile Po di Goro (Fonte: AdbPo – PGdGS).....	34
Figura 21 - Opere longitudinali di difesa e pennelli in corrispondenza del ponte autostradale .....	35
Figura 22 - Estratto CTR Regione Lombardia, con indicazione del tratto modellato.....	43
Figura 23 - Confronto tra quote assolute delle stazioni di Borgoforte e Revere.....	44
Figura 24 - Mesh di calcolo bidimensionale.....	45
Figura 25 - Mesh di calcolo bidimensionale raffinata in corrispondenza del ponte autostradale.....	45
Figura 26 - Borgoforte: confronto quote assolute dati AIPo e taratura .....	46
Figura 27 - Sezione trasversale del ponte dell'Autostrada del Brennero sul fiume Po (configurazione di stato di fatto) .....	48

Figura 28 - Andamento plano-altimetrico del tratto da Borgoforte a Governolo, con l'indicazione delle sezioni trasversali del modello monodimensionale .....	49
Figura 29 - Profilo longitudinale dell'intero tratto modellato - Configurazione di stato di fatto.....	49
Figura 30 - Condizioni al contorno utilizzate nel modello bidimensionale .....	50
Figura 31 - Sezione trasversale del ponte dell'Autostrada del Brennero sul fiume Po (configurazione di stato di fatto).....	51
Figura 32 - Profilo longitudinale dell'intero tratto modellato - Configurazione di stato di fatto.....	51
Figura 33 - Distribuzione planimetrica dei tiranti idrici in corrispondenza del picco di piena .....	52
Figura 34 - Distribuzione planimetrica delle quote assolute nell'istante di transito del picco di piena in corrispondenza del ponte autostradale .....	52
Figura 35 - Distribuzione planimetrica delle velocità in corrispondenza del picco di piena ..	53
Figura 36 - Andamento temporale della quota del pelo libero in corrispondenza della sezione del ponte autostradale.....	53
Figura 37 - Sezione trasversale del ponte dell'Autostrada del Brennero sul fiume Po (configurazione di stato di progetto) .....	54
Figura 38 - Estratto dei valori di tirante in corrispondenza del ponte autostradale.....	55
Figura 39 - Distribuzione planimetrica dei vettori velocità in corrispondenza del ponte autostradale .....	56
Figura 40 - Distribuzione planimetrica delle velocità in corrispondenza del ponte autostradale .....	57
Figura 41 - Particolare del fondo alveo in corrispondenza dello scavo localizzato alla pila 11 .....	58
Figura 42 - Sezione trasversale ponte autostradale - stato di progetto .....	59
Figura 43 – DTM del tratto fluviale in prossimità dell'attraversamento autostradale .....	60
Figura 44 – Effetto di una doppia fila di pile sulla massima profondità di scavo (fonte: Armanini, 2005).....	67

## Indice delle Tabelle

Tabella 1 - Valori massimi delle portate al colmo registrate presso le principali stazioni idrometriche.....	24
Tabella 2 - Portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio al Delta.....	43
Tabella 3 - Confronto valori di portata piena 2000 e piena T=200 anni .....	46
Tabella 4 – Coefficiente di forma per diverse tipologie di pila (fonte: Armanini, 2005).....	65
Tabella 5 – Valori utilizzati per la determinazione dello scavo massimo – CSU – Pile in golena .....	68

Tabella 6 – Valori utilizzati per la determinazione dello scavo massimo – Armanini – Pile in alveo..... 69

## Premessa

---

Il progetto di la realizzazione della terza corsia dell'Autostrada Brennero – Modena (A22) prevede l'allargamento delle carreggiate autostradali nord e sud. Di conseguenza, tutte le opere d'arte che si trovano nella tratta interessata dal progetto di terza corsia devono essere allargate. Nell'ambito del progetto è inoltre prevista l'adeguamento funzionale e sismico del viadotto sul Fiume Po collocato alla progressiva chilometrica 269+120 tra Mantova e Modena nei comuni di Bagnolo San Vito e San Benedetto Po in provincia di Mantova.

La presente relazione di Valutazione di Compatibilità idraulica riguarda i lavori di ampliamento della terza corsia della A22 in particolare collocata sul viadotto autostradale sul Fiume Po.

Facendo seguito alla procedura di VIA è stato emanato il Decreto Interministeriale 401 del 18/07/2011 da parte del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare di concerto con il Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Tale decreto contiene la seguente prescrizione: *"prima dell'avvio dei lavori, il proponente dovrà predisporre uno studio di compatibilità, da sottoporre all'Autorità competente, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino, che documenti, in conformità alla nota prot. 4635(33) del 20/07/2010 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po e secondo l'art. 38 delle NA del PAI adottato con Del.Com.Istit. 18 del 26/04/2001, come le opere non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità d'invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo.*

La presente relazione di Valutazione di Compatibilità Idraulica è stata affidata allo scrivente studio "EOS – Studio d'Ingegneria" con lo scopo di predisporre uno studio che documenti come le opere in progetto non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale.

### Competenze per l'emissione del parere

La Direttiva dell'Autorità di bacino del fiume Po approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999 (aggiornata con deliberazione n. 10 del Comitato Istituzionale del 5 aprile 2006) contenente i *"criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B"*, al capitolo 1.3, ultimo capoverso, dispone quanto segue in ordine alle competenze per l'emissione del parere su progetti sottoposti a procedura di VIA:



*“Sono comunque da sottoporre a parere dell’Autorità di bacino le categorie di opere di carattere infrastrutturali soggette a valutazione di impatto ambientale individuate nel DPCM 10 agosto 1988 n. 377 e nel D.P.R. 12 aprile 1996, Allegato A, e successive modificazioni e integrazioni.”*

Trattandosi nel caso del presente progetto, di un’opera sottoposta a VIA, sussiste pertanto la competenza dell’Autorità di Bacino del fiume Po, pur non trattandosi di uno dei corsi d’acqua (Po; Tanaro; Dora Riparia; Dora Baltea; Ticino; Adda; Oglio) elencati al primo capoverso del citato cap. 1.3. della direttiva.

## 1 Inquadramento generale

---

Nella realtà idrografica italiana, frammentata in un gran numero di bacini idrografici di piccola e media grandezza, il fiume Po, con oltre 70'000 km<sup>2</sup> di bacino, rappresenta l'unico vero corso d'acqua a regime fluviale e per questo paragonabile ai grandi fiumi europei.

Infatti come questi ultimi ha un bacino montano particolarmente ampio che raggiunge quote rilevanti ed ha un percorso di pianura di circa 400 km.

In tale tratto l'alveo si restringe e verso valle le arginature diventano sempre più imponenti.

In questo quadro generale il fiume Po presenta ancora una volta la peculiarità, unica nell'ambito nazionale, di essere gestito da un'unica agenzia (AIPO) a cui sono affidate le funzioni di programmazione ed esecuzione degli interventi di difesa idraulica, il servizio di piena e la gestione delle risorse idriche e delle infrastrutture gravitanti attorno al reticolo idrico principale e al reticolo idrico che influenza gli equilibri idraulici complessivi dell'intera asta fluviale. La pianificazione è invece affidata all'Autorità di Bacino del fiume Po.

Appare opportuno evidenziare come il Po, nella seconda metà del suo corso, rappresenti l'unico asse fluviale potenzialmente idoneo per un utile sviluppo della navigazione interna commerciale e turistico-ricreativa.

### 1.1 Il fiume Po

L'asta del Po, esaminata alla scala temporale del XX secolo, ha subito notevoli trasformazioni (variazioni altimetriche delle quote di fondo, variazioni di larghezza delle sezioni trasversali, variazioni morfologiche) in conseguenza principalmente della forte pressione antropica manifestatasi a partire dagli anni cinquanta ed identificabile in particolare con l'estrazione di inerti dagli alvei, la costruzione di opere di canalizzazione, l'urbanizzazione di molte aree di pertinenza fluviale.

Tali attività antropiche, che avevano assunto dimensioni rilevanti nel periodo precedente gli anni '80, oggi sono ricondotte a valori meno impattanti. Tuttavia l'effetto di tali modificazioni, fra cui in particolare il forte fenomeno di approfondimento delle quote di fondo medio dell'alveo rilevabile diffusamente tra il 1954 ed il 1979, è ancor oggi causa di numerose problematiche fra cui:

- lo scalzamento delle fondazioni dei ponti e delle opere di difesa idraulica (difese spondali, pennelli, argini in froldo);
- l'impossibilità di derivare di numerose opere di presa in seguito all'abbassamento dei livelli idrici di magra (a parità di portata);

- la necessità di rifacimento delle conche di navigazione in seguito a processi di approfondimento dei fondali;
- la mancanza di apporto solido al litorale costiero del mar Adriatico.

Nell'ultimo decennio, anche in ragione dell'evoluzione del quadro normativo nazionale e locale in tema di difesa del suolo, l'interferenza sempre maggiore delle infrastrutture con particolare riferimento alle opere stradali di attraversamento del fiume Po, è stata oggetto di sempre maggiore attenzione.

Si è infatti riconosciuto che un'attenta valutazione delle interazioni che si verificano tra le opere stradali di attraversamento ed i fenomeni naturali che coinvolgono il corso d'acqua, costituisce un momento tecnico fondamentale per garantire sia la sicurezza dell'opera (sia essa di nuova realizzazione o sia essa adeguata a nuove esigenze di ordine tecnico e/o economico), sia il rispetto delle caratteristiche idrauliche e di naturalità degli ambiti fluviali, spesso direttamente correlato alla sicurezza idraulica del territorio.

Il crescente aumento delle infrastrutture dell'intera pianura Padana ha causato una progressiva antropizzazione delle aree limitrofe al corso del Po incrementando le esigenze di connessione delle due sponde attraverso la realizzazione di viadotti stradali.

Si evidenzia che solo nel tratto mantovano del corso d'acqua gli attraversamenti stradali del corso d'acqua sono ben sei, ed in particolare, da monte verso valle, è possibile identificare:

- il ponte di connessione tra Viadana e Boretto;
- il ponte di connessione tra Dosolo e Guastalla;
- il ponte di Borgoforte;
- il ponte autostradale dell'A22 Brennero – Modena;
- il ponte di San Benedetto Po;
- il ponte di connessione tra Ostiglia ed Revere;

Particolare interazione con il deflusso delle acque del fiume Po riveste sicuramente il ponte autostradale dell'Autostrada A22 Brennero – Modena che si localizza all'altezza dell'abitato di San Nicolò Po.



Figura 1 – Vista aerea del viadotto Autostradale A22 sul fiume Po nei pressi di San Nicolò Po

L'infrastruttura nel suo complesso presenta sia pile in alveo che in area golenale a sostegno dell'impalcato stradale. Per la descrizione dettagliata si rimanda ai successivi paragrafi e agli specifici elaborati di progetto.



Figura 2 – Ponte Autostradale A22 sul fiume Po visto da valle

## 1.2 Riferimenti normativi

L'elemento normativo principale da seguire al fine di valutare la compatibilità idraulica delle opere in progetto è il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) con le relative Norme di Attuazione e Direttive di piano.

In particolare per quanto concerne gli aspetti di dettaglio legati alla valutazioni di compatibilità idraulica delle opere da progettare nell'ambito territoriale interessato dalla zonizzazione della regione fluviale identificata dal PSFF, si fa riferimento alla **“Direttiva contenete i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B”** approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999 – aggiornata con deliberazione n.10 del Comitato Istituzionale del 5 aprile 2006.

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del fiume Po con l'art. 38 disciplina gli “interventi per la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico” che ricadono all'interno delle fasce A e B:

*“1. Fatto salvo quanto previsto agli artt. 29 e 30, all'interno delle Fasce A e B è consentita la realizzazione di opere pubbliche o di interesse pubblico, riferite a servizi essenziali non altrimenti localizzabili, a condizione che non modifichino i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale che possono aver luogo nelle fasce, che non costituiscano significativo ostacolo al deflusso e non limitino in modo significativo la capacità di invaso, e che non concorrano ad incrementare il carico insediativo. A tal fine i progetti devono essere corredati da uno **studio di compatibilità**, che documenti l'assenza dei suddetti fenomeni e delle eventuali modifiche alle suddette caratteristiche, da sottoporre all'Autorità competente, così come individuata dalla direttiva di cui al comma successivo, per l'espressione di parere rispetto la pianificazione di bacino.*

*2. L'Autorità di Bacino emana ed aggiorna direttive concernenti i criteri, gli indirizzi e le prescrizioni tecniche relative alla predisposizione degli studi di compatibilità e alla individuazione degli interventi a maggiore criticità in termini d'impatto sull'assetto della rete idrografica. Per questi ultimi il parere di cui al comma 1 sarà espresso dalla stessa Autorità di Bacino.*

*3. Le nuove opere di attraversamento, stradale o ferroviario, e comunque delle infrastrutture a rete, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall'Autorità di Bacino.”*

Tale articolo è ripreso all'interno della Direttiva n. 4 “Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce “A” e “B”, approvata con deliberazione del Comitato

istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999 – aggiornata con deliberazione n. 10 del Comitato Istituzionale del 5 aprile 2006. La citata direttiva, vigente ai sensi dell'art. 15 delle Norme di attuazione del Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF), approvato con D.P.C.M 24 luglio 1998 e pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 9 novembre 1998 n. 262, per l'ambito territoriale interessato dalla zonizzazione della regione fluviale dello stesso PFSS, è estesa all'intero ambito territoriale di riferimento del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) di cui al Titolo II delle relative Norme di attuazione.

La legge 183/89, all'art. 17 comma 3 lettera m, specifica "l'indicazione delle zone da assoggettare a speciali vincoli e prescrizioni in rapporto alle specifiche condizioni idrogeologiche, ai fini della conservazione del suolo, della tutela dell'ambiente e della prevenzione contro presumibili effetti dannosi di interventi antropici".

## 2 Descrizione del progetto

---

Il progetto prevede l'ampliamento alla terza corsia dell'Autostrada A22 Modena – Brennero tra il casello di Verona Nord e l'intersezione con l'autostrada A1 nei pressi di Modena, per un tratto di complessivi 90 km che si sviluppano in direzione Nord – Sud attraversando le Regioni Veneto, Lombardia ed Emilia-Romagna, nelle Province di Verona, Mantova, Reggio Emilia e Modena.

Nel dettaglio il progetto prevede la realizzazione di una terza corsia autostradale tra le progressive chilometriche 223 e 314, ed è stato suddiviso secondo in tre segmenti territorialmente omogenei riassumibili in:

- **Segmento A**  
Tra la progressiva chilometrica autostradale 223+100 e 230+717, interamente in territorio veneto;
- **Segmento B**  
Tra la progressiva chilometrica autostradale 230+717 e 312+200 in territorio veneto, lombardo ed emiliano;
- **Segmento C**  
Tra la progressiva chilometrica autostradale 312+200 e l'intersezione con la A1 Milano – Napoli interamente in territorio emiliano.

La presente relazione di compatibilità idraulica considera il progetto di adeguamento del ponte sul Fiume Po collocato nel segmento B in provincia di Mantova.

Nella figura seguente viene schematizzato il tratto oggetto d'intervento con identificazione della tratta autostradale, dei caselli e delle stazioni di servizio presenti.

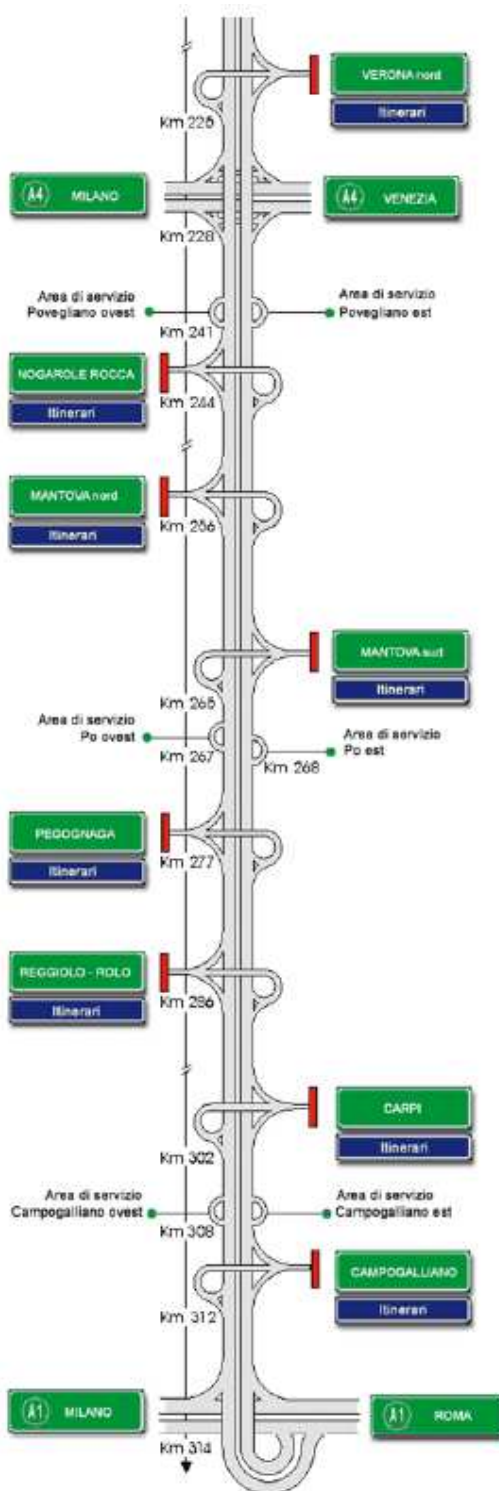


Figura 3 – Schema tratto autostradale oggetto dell'intervento

Il **Segmento A** comprende la parte più a nord dell'intervento e inizia poche centinaia di metri a nord del casello autostradale di "Verona Nord" e si conclude alla nei pressi del manufatto



di attraversamento della linea ferroviaria Verona - Mantova, ove le carreggiate iniziano a separarsi per proseguire con spartitraffico più ampio (da 3.00 m a 12.00 m).

Il progetto prevede l'adeguamento delle attuali carreggiate autostradali con allargamento su ambo i lati al fine di realizzare la terza corsia di marcia e la corsia di emergenza con ampiezza minima pari a 3.50 m.

Il **Segmento B** comprende la parte più estesa della terza corsia si sviluppa dal manufatto di attraversamento della linea ferroviaria Verona – Mantova, in direzione Modena.

La sezione attuale presenta una larghezza complessiva di 33.50 m, compreso lo spartitraffico di larghezza pari a 12.00 m, sistemato a verde e provvisto di barriera metallica di sicurezza.

Il progetto prevede la realizzazione della terza corsia per la quasi totalità nella fascia centrale a verde, senza quindi ricorrere ad espropri lungo i margini esterni dell'attuale sede stradale.

La nuova sezione sarà pertanto composta da 3 + 3 corsie di marcia, di larghezza pari a 3,75 m, corsie di emergenza da 3,50 m, franchi da 45 cm in adiacenza allo spartitraffico ed arginelli erbosi esterni alla piattaforma pavimentata.

Nel presente tratto rientrano gli interventi previsti sulle opere di attraversamento del canale diversivo Fissero-Tartaro (lunghezza di circa 98 m, in corrispondenza della progressiva chilometrica 261+949), del fiume Mincio (lunghezza di circa 220 m, in corrispondenza della progressiva chilometrica 262+446) e del fiume Po oggetto della presente relazione di compatibilità idraulica (lunghezza di circa 1.000 m in corrispondenza della progressiva chilometrica 269+115).

Nel **Segmento C** compreso tra Campogalliano e l'intersezione con l'Autostrada A1 Milano – Napoli, il progetto prevede il completo rifacimento dello svincolo di interconnessione i due tratti autostradali.

## 2.1 Interventi sulle opere d'arte: Ponte sul Fiume Po

L'opera di attraversamento del Fiume Po si sviluppa per oltre 980 m tra le due spalle poste nelle aree golenali, mantenendosi in sostanziale rettilineo, fatta eccezione per un breve tratto con modesta curvatura planimetrica che interessa le prime due campate in prossimità della spalla Nord.





Figura 4 – Ponte autostradale sul fiume Po visto da Ovest

Si tratta in sostanza di due viadotti identici, paralleli ed affiancati, realizzati interamente in calcestruzzo armato e calcestruzzo armato precompresso, ciascuno dei quali ospitante una carreggiata autostradale.

La tipologia strutturale è a campate interne isostatiche di 36 m di luce in appoggio su “Gerber” poste alle estremità di pile a stampella, per una luce totale misurata in asse pile pari a 72.8 m.

Il numero totale delle pile è di tredici, di cui cinque interessano l’alveo inciso, mentre le restanti nove sono collocate nell’area golenale (sei nella golenale di Nord direzione Mantova e due nella golenale di Sud direzione Modena).

L’impalcato sulle pile è a doppio cassone di altezza variabile da 2.3 a 3.5 m circa, mentre le travate interne hanno nervature alte 2 m in mezzzeria e 1 m circa sulle selle d’appoggio.

La costruzione risale al 1970 (anno di collaudo) ed originariamente accoglieva carreggiate su impalcati di 11.3 m di larghezza aventi asse coincidente con quello delle pile (vedi Figura 5).

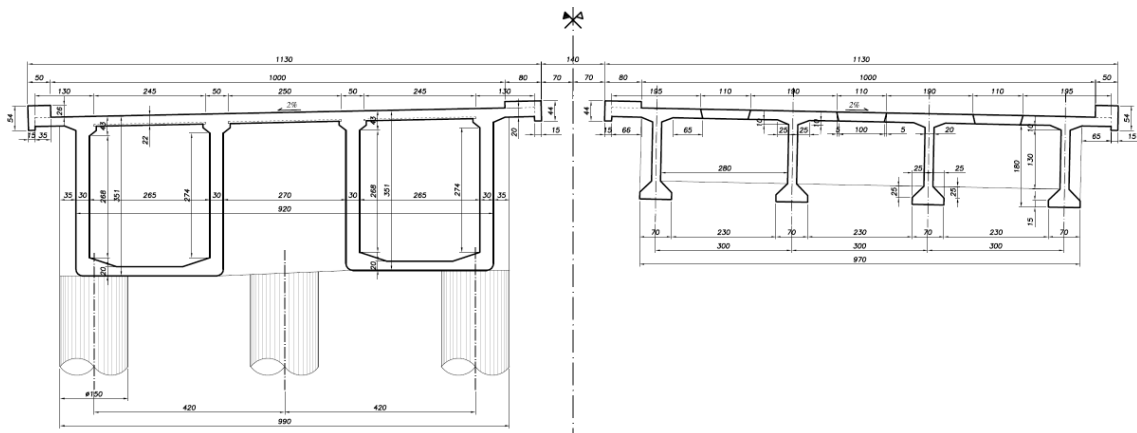
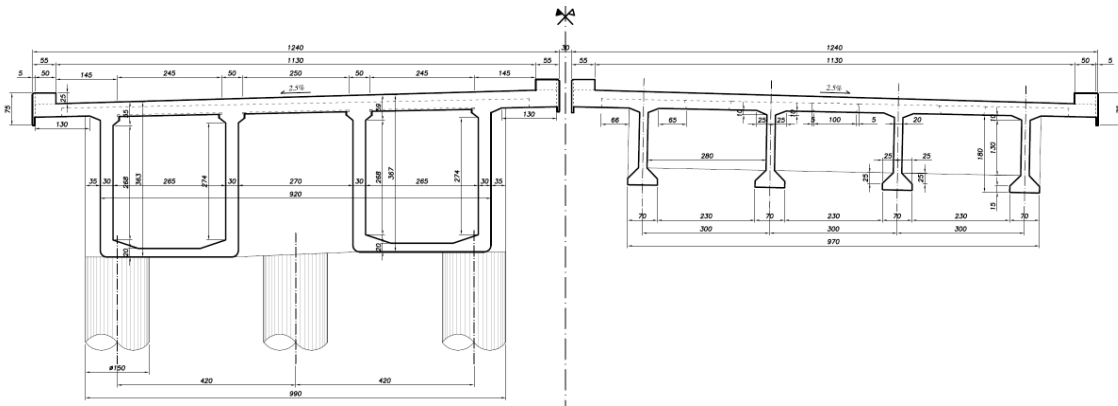


Figura 5 – Sezione trasversale impalcato originale (1970), a sinistra i cassoni delle stampelle e a destra le campate interne

Alla fine degli anni '90 il ponte (ossia entrambi i viadotti) ha subito un intervento di allargamento delle sedi viarie, conseguentemente a lavori di straordinaria manutenzione

degli impalcati e delle pile. I lavori si sono conclusi nell'anno 2002 (verranno univocamente identificati nel prosieguo con tale data) e rappresentano la situazione esistente (vedi Figura 6).



**Figura 6 – Sezione trasversale impalcato esistente (2002), a sinistra i cassoni delle stampelle e a destra le campate interne**

In breve, le suddette operazioni in manutenzione straordinaria si erano rese necessarie a causa dell'evidente e diffuso ammaloramento delle membrature del ponte.

L'intervento di manutenzione è consistito sostanzialmente in:

- Incamiciatura delle teste dei pali per le pile in alveo;
- Trattamento protettivo armature e ripristino copriferro con inibitori di corrosione per le colonne e l'intradosso impalcato;
- Cementazione cavi di precompressione delle nervature delle mensole e delle travate interne mediante iniezioni resinose.

L' intervento di allargamento (simmetrico) della sede carrabile da 10 m a 11.3 m ha prodotto un incremento della larghezza totale da 11.3 m a 12.4 m.

La pendenza trasversale dell'estradosso della pavimentazione stradale è stata contestualmente incrementata dall'originale 2% all'attuale 2,5%.

Ne consegue che da un lato gli interventi di risanamento hanno toccato tutti i punti sensibili dell'opera, limitandone il processo di degrado e aumentandone senz'altro la durabilità, dall'altro i lavori sull'estradosso hanno indotto un consistente aumento di massa d'impalcato.

L'intervento in progetto ha quindi la duplice finalità di adeguare la geometria di piattaforma alle esigenze della terza corsia in fase di realizzazione sulla A22, con contestuale

adeguamento dell'opera in relazione ai nuovi carichi da traffico e nei confronti delle sollecitazioni sismiche previste dal D.M. 14/01/2008.

## 2.2 Ponte sul Fiume Po: stato di progetto

Per quanto concerne l'adeguamento sismico è prevista la diminuzione delle masse permanenti, con conseguente beneficio in termini di risposta dinamica (nonché statica) delle pile.

Tale alleggerimento verrà eseguito mediante sostituzione integrale delle campate interne (aventi luce pari a 36 m) con impalcati a piastra ortotropa, quindi interamente in acciaio.

Mediante l'installazione di nuovi apparecchi d'appoggio in neoprene armato si consegue l'isolamento sismico delle masse associate alle nuove campate, come pure un effetto dissipante dovuto all'impiego di gomma ad alto coefficiente di smorzamento.

Per quanto riguarda invece l'adeguamento geometrico si prevede di apportare un allargamento alla sede viabile a 12 m asimmetrico rispetto alle pile data l'attuale stretta vicinanza dei cordoli interni.

Nei tratti su pila a stampella, allo scopo di limitare l'incremento dei carichi ascrivibili dell'allargamento, si prevede la realizzazione di nuovi cordoli in acciaio, in conformità e continuità con quanto previsto per le nuove campate interne (vedi Figura 7, Figura 8).

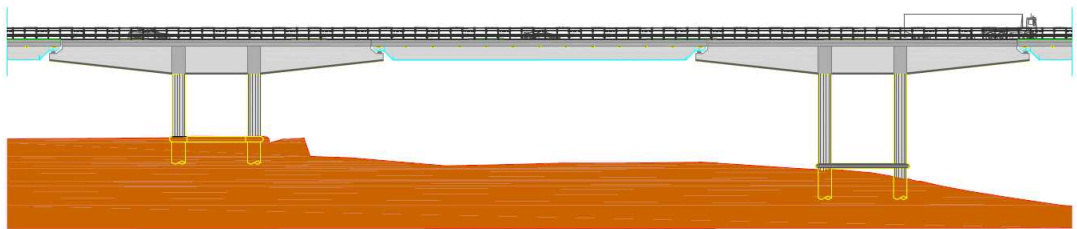


Figura 7 – Estratto del prospetto longitudinale dell'impalcato di progetto

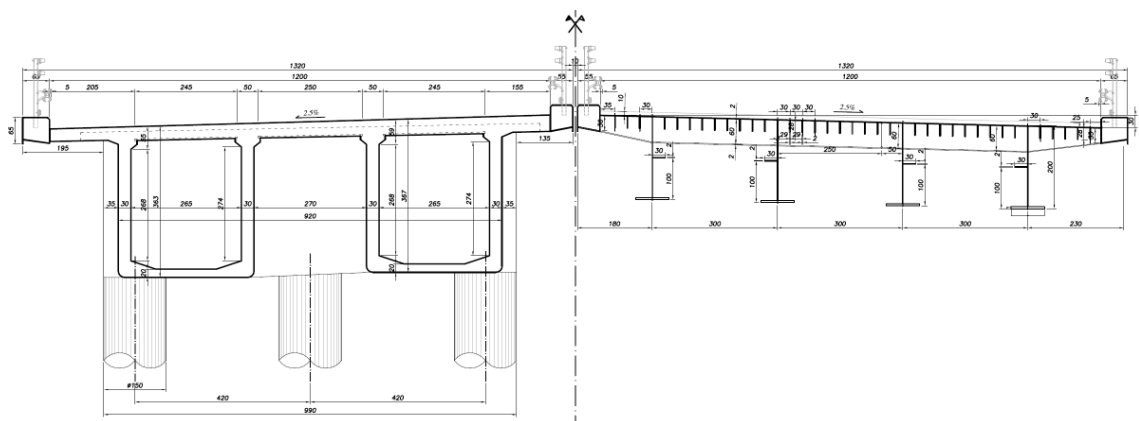
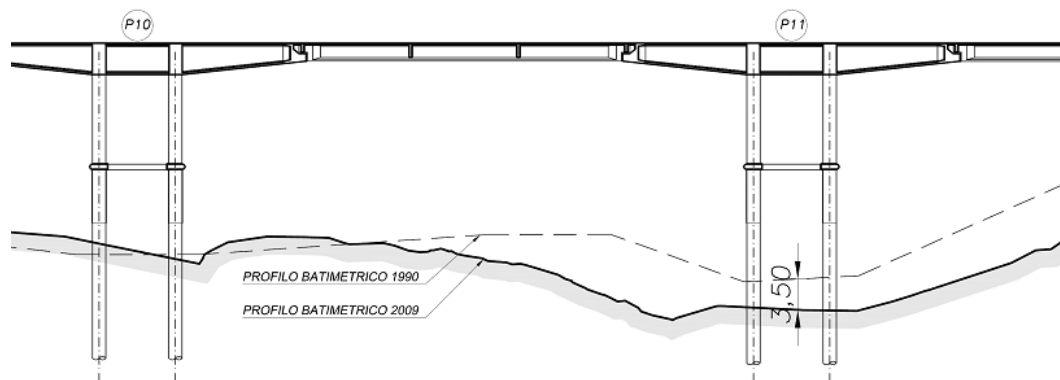


Figura 8 – Sezione trasversale impalcato di progetto a sinistra i cassoni delle stampelle e a destra le campate interne

### 2.3 Processo di scalzamento della pila 11

Durante la fase di progettazione degli interventi previsti e durante la fase di redazione della presente relazione di compatibilità idraulica è stato rilevato un importante fenomeno di erosione localizzata del fondo dell'alveo in corrispondenza della pila 11 in entrambe le carreggiate.

Infatti dal confronto delle livellette batimetriche rilevate sull'asse dell'opera (1990 vs 2009) si è notato che il fenomeno di erosione localizzata risulta piuttosto marcato in corrispondenza della suddetta pila (vedi Figura 9).



**Figura 9 – Raffronto batimetrie sezioni di mezzeria in corrispondenza della pila 11**

L'erosione è essenzialmente causata dall'incremento di velocità della corrente ed alla formazione di vortici in corrispondenza dei fusti della pila, la cui azione è tale da generare la progressiva rimozione di materiale ("trasporto solido") nell'area circostante la base della pila con la conseguente formazione di una depressione localizzata dell'alveo.

Il fenomeno che evolve generalmente dalla fase iniziale di sviluppo, di stabilizzazione e di equilibrio, dipende essenzialmente dai seguenti fattori:

- Velocità della corrente;
- Profondità della corrente;
- Dimensione e forma della pila;
- Angolo di attacco;
- Caratteristiche fisiche e granulometriche del materiale d'alveo.

A valle di una prima analisi della risposta strutturale nei confronti di un eventuale aumento dell'erosione, si prevede una riprofilatura locale e protetta del fondale in corrispondenza

della pila, al fine di arrestare lo scalzamento in atto e di migliorare la risposta statica e sismica eliminando questa significativa e localizzata discontinuità del fondo.

Analizzando l'andamento planimetrico delle batimetrie rilevate, si nota un'estensione dello scavo di scalzamento piuttosto pronunciata, anche se pur sempre riconducibile alle usuali forme di erosione locale.

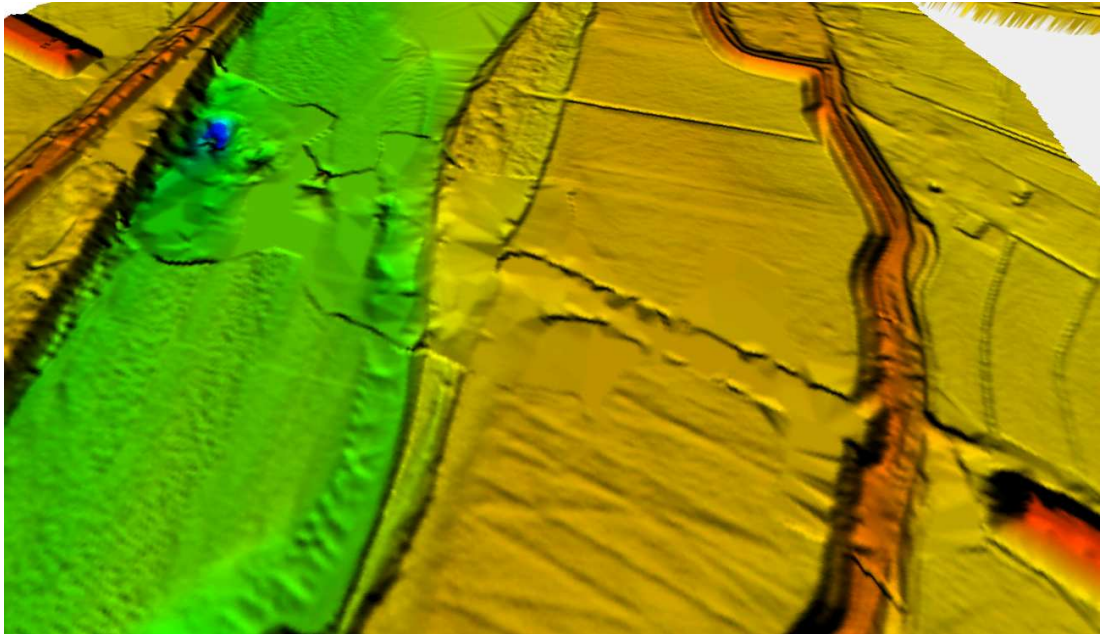


Figura 10 - DTM del tratto di Po in corrispondenza del ponte autostradale - vista da valle

La disposizione delle pile rispetto la direzione della corrente, configura un angolo di deviazione pari a circa  $17^\circ$ . La particolare geometria dei pali delle pile tendono a creare un incremento della turbolenza locale rispetto a quella riscontrabile con una geometria della pila costituita da un unico fusto.

Nell'ambito degli interventi propedeutici alla revisione statico-sismica e funzionale dei viadotti è stato previsto il tombamento dello scavo creatosi in corrispondenza della pila P11 fino alla quota di + 4.0 m s.l.m.. In particolare l'innalzamento della quota del fondo in corrispondenza della pila P11 permette di diminuire la luce libera di inflessione, aumentando così il suo contributo nella risposta sismica della struttura, con il risultato di tendenza all'omogeneizzazione delle sollecitazioni con le pile adiacenti. Secondariamente, sotto il profilo idraulico, il tombamento consente di ripristinare la configurazione dell'alveo ostacolando il meccanismo erosivo. Si prevede infine la predisposizione di un sistema di monitoraggio secondo la prassi consolidata di Autorità di Bacino del Fiume Po ed Agenzia Interregionale per il Fiume Po dell'evoluzione morfodinamica del fondo adiacente alla pila P11.

Si rimanda al progetto predisposto ad hoc e realizzato prima dei lavori di adeguamento ed allargamento dell'opera.

### 3 Caratteristiche ambientali e paesistiche della regione fluviale

---

Nel presente capitolo si descrivono le caratteristiche ambientali e paesistiche della regione fluviale del Po con particolare riferimento agli ambienti tipici del corso d'acqua e alle peculiarità del tratto oggetto di studio.

Il Po presenta gli elementi morfologici e gli ambienti tipici dei grandi corsi d'acqua, quali isole di piccole e grandi dimensioni prevalentemente costituite da sabbia, profonde anse e lanche che si aprono anche in aree golenali, boschi ripari con strutture arbustive e arboree tipiche per lo sviluppo di habitat acquatici sia di ambiente lotico sia di ambiente lentic.

Lungo il corso di questo fiume sono compresi diversi siti della Rete Natura 2000.

Dal punto di vista prettamente ambientale l'area oggetto d'intervento risulta essere pesantemente influenzata dal regime idraulico del fiume caratterizzato da variazioni dei livelli idrici a cadenza stagionale.

Le aree riparali più che il vero e proprio alveo racchiudono al proprio interno diverse tipologie di habitat con spiccate caratteristiche di biodiversità.

Le zone umide, mediate anche dal contesto limitrofo all'alveo inciso del fiume, sono l'habitat perfetto per aironi, garzette, nitticore e falchi e numerose altre specie tipiche degli ambienti acquatici.

Il contesto ambientale sopra descritto si inserisce in un ambito fortemente antropizzato dall'attività agricola dell'area circostante che prevede lo sfruttamento di aree golenali d'espansione del corso d'acqua con piantumazione di pioppeti a corsi regolari.

Al fine di poter valutare in maniera più completa ed esaustiva gli aspetti di dettaglio legati alle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale si rimanda all'elaborato di dettaglio A.2.3. "Studio delle caratteristiche degli ecosistemi fluviali" che racchiude le valutazioni elaborate in merito a tali aspetti.



## 4 Analisi Idrologica

### 4.1 Caratteristiche dell'idrologia di piena

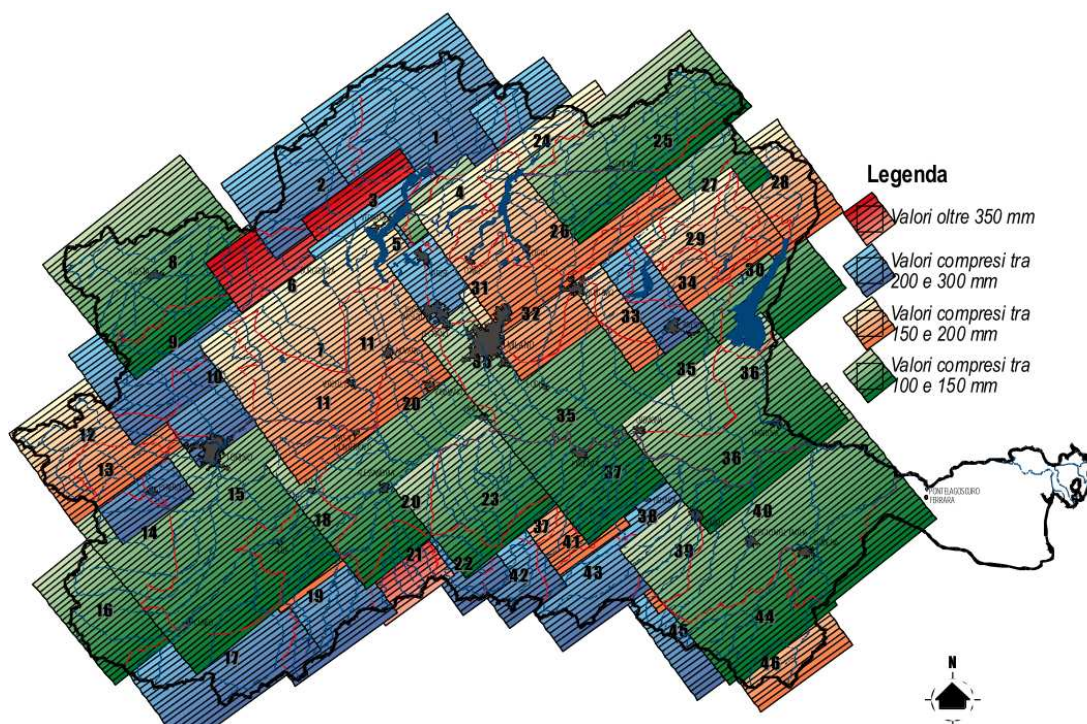


Figura 11 - Altezze di pioggia giornaliera con tempo di ritorno  $T_r = 200$  anni (fonte: P.A.I. fiume Po)

Il bacino del Po presenta corsi d'acqua con caratteristiche idrologiche di piena molto differenziate, in funzione dell'esposizione alle precipitazioni, della morfologia, del tipo di substrato e di copertura del suolo.

In generale i bacini caratterizzanti l'intera asta del fiume Po possono essere suddivisi in cinque classi con comportamento omogeneo:

- Bacini alpini interni;
- Bacini alpini pedemontani;
- Bacini appenninici piemontesi;
- Bacini alpini lombardi;
- Bacini appenninici emiliani.

Rappresentano una classe a parte i tratti di pianura dei fiumi piemontesi principali (Po, Dora Baltea, Tanaro) e i tratti sublaquali dei corsi d'acqua lombardi (Ticino, Adda, Oglio, Chiese e Mincio) in cui assumono importanza particolare l'effetto di laminazione dei colmi di piena

lungo l'asta, ad esempio per la presenza di un lago, la non contemporaneità delle piene e la regolazione delle portate e dei livelli.

#### 4.1.1 Analisi degli eventi di piena che hanno interessato l'asta del fiume Po

I dati storici a disposizione permettono un'analisi degli eventi di piena già a partire dal seicento. Nel corso dei secoli si è registrata una netta tendenza all'aumento dei livelli idrometrici al colmo: essi sono in relazione diretta con il progressivo sviluppo in lunghezza ed in altezza delle arginature che, a partire da Mantova verso valle, erano già presenti su entrambi i lati già a partire dal XVI secolo.

Successivamente le arginature sono state estese verso monte, limitando la capacità di laminazione naturale del fiume generata dall'occupazione delle fasce di pertinenza fluviale. Le ultime piene disastrose verificatesi, sono state prodotte per rotte degli argini dovute sia al sormonto, sia a processi erosivi al piede, ma anche provocati da fenomeni di sifonamento.

#### 4.1.2 Modalità di formazione delle piene

L'onda di piena del fiume Po è data dalla sovrapposizione di onde elementari generate dai singoli bacini idrici costituiti dagli affluenti del fiume. Tali onde elementari sono normalmente sfalsate nel tempo in rapporto agli eventi pluviometrici che caratterizzano i bacini, alle condizioni dei tratti vallivi ed agli effetti di laminazione di questi.

La grande diversità di configurazione idrografica ed orografica del bacino del fiume Po determina una variabilità complessa dei fenomeni che generano l'onda di piena del tratto principale del fiume. Pertanto l'Autorità di Bacino del fiume Po ha previsto una classificazione, per tipo, degli eventi di piena che caratterizzano l'asta principale:

- Primo tipo (piemontese): gli eventi sono caratterizzati quasi sempre dalle piene del Sesia, Tanaro e Ticino. Il bacino padano è coinvolto nel solo settore occidentale o centro-occidentale. Rientrano in questo tipo gli eventi storici del 1705, 1755, 1857 e 1907, tutti avvenuti nella stagione autunnale;
- Secondo tipo (lombardo): è caratterizzato in misura determinante dalla partecipazione simultanea alla piena dei fiumi Ticino, Lambro, Adda e Oglio; il bacino padano risulta coinvolto fondamentalmente nel settore centrale, percorso dagli emissari lacustri lombardi. Sono assegnabili a questa tipologia le piene del 1807, 1812 e 1968, tutte avvenute, come nel tipo precedente, durante i mesi autunnali;
- Terzo tipo (piemontese-lombardo): i corsi d'acqua che forniscono sempre contributi determinanti al Po sono il Sesia e il Tanaro, contraddistinto quest'ultimo da portate elevate per apporti straordinari di Belbo, Bormida e Orba; pressoché in ogni caso vi sono inoltre apporti notevoli di Adda e Oglio, di poco inferiori ai



valori massimi. A questi fiumi si associano di volta in volta alcuni tributari piemontesi (Scivia o Dora Baltea) e altri corsi d'acqua lombardi (Olona e Lambro), tutti con piene non molto elevate, ma importanti perché coincidenti con il passaggio del colmo lungo l'asta del Po. Ricadono in questo scenario le piene del 1801, del 1917 e del 1926.

- Quarto tipo (intero bacino padano): è evidente la dimensione spaziale degli eventi e quindi il numero elevato di corsi d'acqua che, nei diversi settori del sistema idrografico padano, partecipano alla formazione della piena. Sistemáticamente il contributo iniziale perviene da vari fiumi del settore occidentale, tra i quali emerge la costante presenza del Sesia e, quasi sempre, del Tanaro. Più a valle, sul lato sinistro di Po, si hanno con analoga ripetitività le piene dei fiumi Olona e Lambro, cui si associano con elevata frequenza quelle dell'Adda e dell'Oglio; tra i corsi d'acqua del versante appenninico ricorre costantemente l'apporto del gruppo di tributari dal Parma al Panaro e, più saltuariamente, dei torrenti dell'Oltrepò Pavese e del Piacentino. Sono rappresentativi di questo tipo gli eventi del 1839, del 1872, del 1879 e del 1951 che, con esclusione di quello del 1879 avvenuto nella tarda primavera, si sono manifestati nei mesi autunnali.

Nell'ambito degli scenari descritti è possibile individuare i corsi d'acqua tributari che con maggiore ripetitività hanno determinato o concorso a determinare le piene del Po:

- I fiumi del settore piemontese, la cui partecipazione è segnalata in gran parte degli eventi; tra i corsi d'acqua coinvolti emergono il Sesia e il Tanaro per il contributo spesso determinante fornito per lo più da entrambi (piene del 1705, 1755, 1801, 1857, 1872, 1879, 1917, 1926 e 1951);
- Tra gli emissari dei grandi laghi lombardi si pone in maggior evidenza il Ticino, per l'essenziale apporto alle piene del 1705, del 1755 e 1868 e per i contributi forniti in altre tre occasioni; i fiumi Adda e Oglio hanno partecipato con massime piene agli eventi del 1812 e del 1868, pur fornendo un apporto sensibile in almeno altre quattro occasioni;
- I corsi d'acqua del versante appenninico raramente determinano un rilevante contributo alla piena del Po; volumi d'acqua di una certa importanza sono pervenuti dai fiumi Secchia e Panaro solo in occasione degli eventi del 1839 e del 1872.

#### 4.1.3 Portate di piena al colmo

Sono a disposizione più di un centinaio di stazioni idrometriche, quasi esclusivamente di competenza del Servizio Idrografico e Mareografico Italiano. Di queste stazioni è stato scelto un campione su cui si era in possesso di una serie di misura di almeno dieci anni. L'analisi effettuata dall'Autorità di Bacino del fiume Po ha permesso di produrre una tabella

in cui sono riassunti i risultati riferentesi alla massima portata registrata e all'anno in cui si è verificata.

Si riporta un allegato della stessa in cui si evidenziano solamente le portate massime dell'asta principale del fiume Po.

Cod. Stazione	Denominazione Stazione	Sup. Bacino	$Q_{max}$	$Q_{max}/km^2$	Anno misura	n° anni serie
		km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /(s km <sup>2</sup> )		
43	Po a Becca	36770	11250	0.306	1951	22
44	Po a Boretto	55183	12500	0.227	1951	26
45	Po a Borgoforte	62450	11800	0.189	1951	43
47	Po a Crissolo	37	134	3.651	1947	13
48	Po a Moncalieri (Meirano)	4885	2230	0.456	1949	39
49	Po a Piacenza	42030	12800	0.305	1951	46
50	Po a Pontelagoscuro	70091	10300	0.147	1951	52
119	Po a S.Mauro Torinese	7408	3750	0.506	1945	26
120	Po a Casale Monferrato	13940	2640	0.189	1940	11
121	Po a Casalmaggiore	53460	10080	0.189	1928	19
122	Po a Palazzolo V.	13640	5480	0.402	1992	27

**Tabella 1 - Valori massimi delle portate al colmo registrate presso le principali stazioni idrometriche**

Delle principali sezioni e di ulteriori 180 sezioni ritenute dall'Autorità di Bacino ubicate in posizioni significative rispetto alle esigenze di quantificazione dei valori di piena, sono state stimate le portate al colmo di piena per tempi di ritorno da 20 a 500 anni.

Per le analisi idrauliche, nel seguito descritte, si è fatto riferimento nello specifico a tre sezioni: Boretto e Borgoforte già presenti in Tabella 1 e Revere non citato ma di cui si conoscono i livelli delle ultime piene, nonché la scala di deflusso.

Dei corsi d'acqua principali, in funzione delle portate di piena definite con metodi idrologici classici e della geometria dell'alveo ricostruita sulla base dei rilievi disponibili, sono stati calcolati i profili di piena per assegnato tempo di ritorno (20, 100, 200, 500 anni).

In particolare, secondo quanto previsto dalla "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B"", le simulazioni condotte sono riferite alla piena con tempo di ritorno di progetto, pari a 200 anni.

## 4.2 Piano di Assetto Idrogeologico

### 4.2.1 Sezioni di chiusura

Al fine di determinare le sezioni di riferimento utili per poter determinare e tarare in maniera corretta il modello idraulico, si è fatto riferimento ai dati ufficiali disponibili sia tramite l'Autorità di Bacino del fiume Po (in particolare per le portate a vari tempi di ritorno), sia tramite l'Agenzia Interregionale per il fiume Po - Sede centrale di Parma (in particolare per i livelli delle ultime piene verificatesi).

Le sezioni di riferimento utilizzate, come già identificate in precedenza, sono:

- Boretto;
- Borgoforte;
- Revere.

Boretto rappresenta la sezione di chiusura a cui è stata assegnata la portata con tempo di ritorno di progetto, secondo le modalità descritte nei paragrafi seguenti.

Borgoforte rappresenta la sezione di controllo interna del modello monodimensionale e che ha premesso di verificare il corretto effetto di laminazione del tratto compreso tra Boretto e Borgoforte, tramite la taratura del modello monodimensionale.

Tra la sezione di Boretto e di Borgoforte è presente l'immissione del fiume Oglio, debitamente tenuta in considerazione all'interno della modellazione monodimensionale. Inoltre Borgoforte rappresenta la sezione di monte nota più vicina al ponte dell'Autostrada del Brennero oggetto di valutazione di compatibilità idraulica.

Revere rappresenta la condizione al contorno di valle per il modello monodimensionale, nonché una sezione di cui sono quindi noti i livelli delle ultime piene verificatesi.

A monte della sezione di Revere sono presenti le immissioni dei fiumi Mincio, in sinistra idrografica, e Secchia, in destra idrografica, a cui si è fatto riferimento per la determinazione dell'effetto di laminazione necessario per tarare le quote di tirante del tratto compreso tra Borgoforte e Revere.

#### 4.2.2 Definizione della portata di progetto

Nella determinazione della piena di progetto, il tempo di ritorno utilizzato nelle verifiche idrauliche del ponte deve risultare non inferiore, per i corsi d'acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, a quello assunto per la delimitazione della fascia B.

Si ricorda, come indicato dall'AdBPO nel Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del fiume Po che, per i corsi d'acqua arginati (arginature esistenti), la Fascia B è fatta coincidere con il piede esterno dell'argine maestro, anche nelle situazioni in cui l'argine maestro sia eventualmente inadeguato al contenimento della piena di riferimento per la fascia stessa (tempo di ritorno 200 anni). Nella Figura 12 si riporta un estratto CTR in cui sono evidenziati i limiti della fascia B secondo la classificazione del P.A.I. del fiume Po.

Nella presente relazione è stato fatto riferimento al **tempo di ritorno di 200 anni** sia per la scelta della condizione al contorno di monte del modello monodimensionale, sia per la verifica delle quote delle sezioni trasversali del corso d'acqua comprese nel tratto modellato.

I dati utilizzati sono stati ricavati dai documenti ufficiali a disposizione e provenienti dal Piano di Assetto Idrogeologico del fiume Po, nonché dal Catasto delle Arginature Maestre del fiume Po, adottati con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 1 in data 11 maggio 1999.

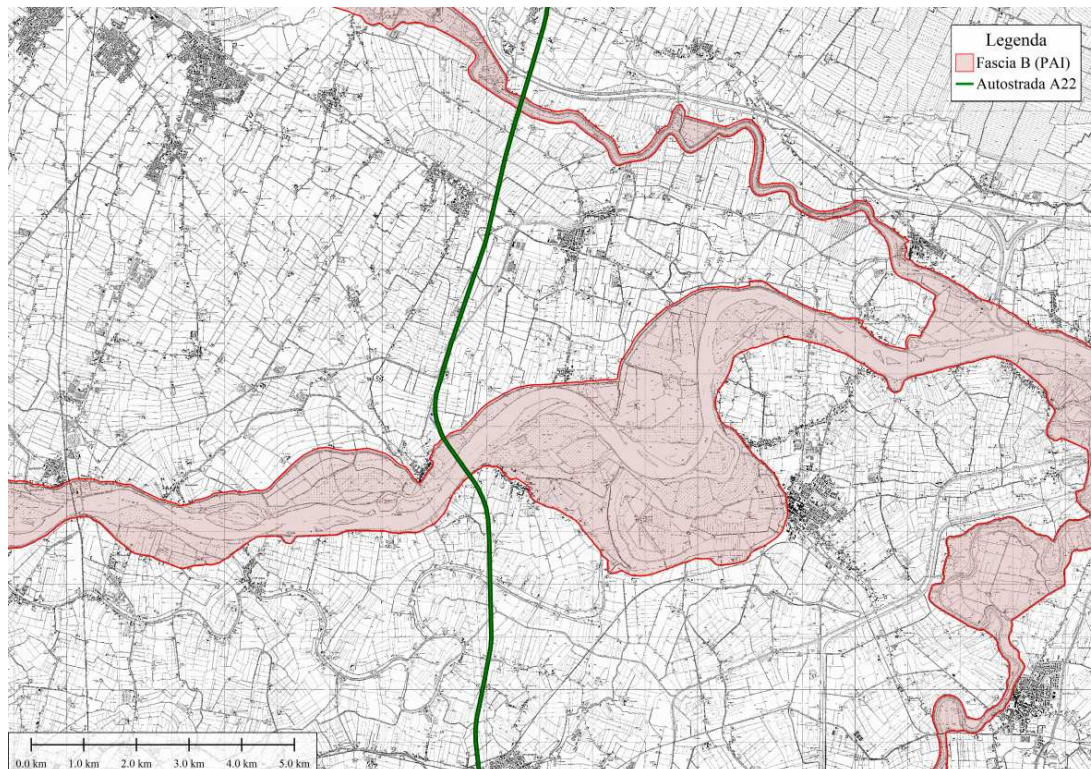


Figura 12 - Individuazione della fascia B in corrispondenza del ponte dell'A22

#### 4.2.3 Portate di piena registrate

Considerando gli eventi storici di cui si hanno notizie, le piene che hanno provocato le più vaste e gravi inondazioni nel tratto inferiore del fiume sono 7:

- Novembre 1705;
- Novembre 1801;
- Ottobre - novembre 1839;
- Maggio 1872;
- Ottobre 1872;
- Maggio-giugno 1879;
- Novembre 1951.

A questi eventi si aggiunge la piena del 1994 e soprattutto quella del 2000, che ha fatto registrare livelli record in diversi tratti di Po.

Della piena del 2000, si hanno a disposizione i livelli registrati negli idrometri di Boretto, Borgoforte e del livello massimo raggiunto a Revere. Nella Figura 13 si riporta l'andamento delle quote assolute dei due idrometri citati.

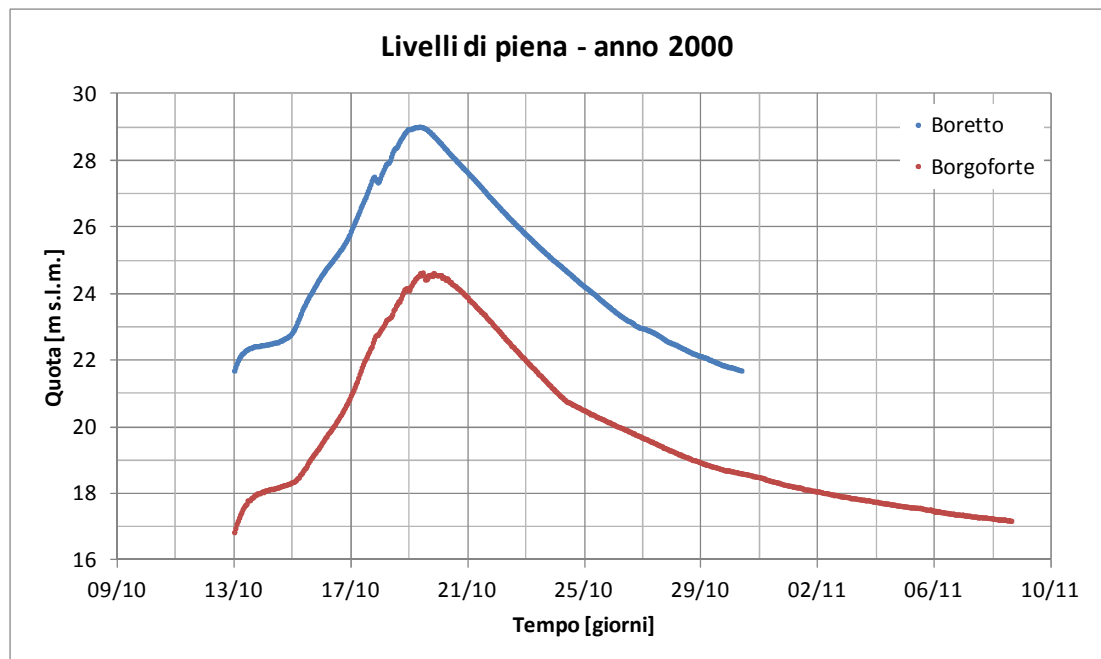


Figura 13 - Onde di piena nelle stazioni di Boretto e Borgoforte - anno 2000



## 5 Analisi idraulica

### 5.1 Assetto geometrico dell'alveo

Il tratto su cui è stata estesa l'analisi è compreso tra il ponte di Boretto a monte e il ponte di Revere a valle, per un totale di circa 74 km.

In relazione all'estensione del tratto e alle analisi da condurre, si è scelto di utilizzare il modello digitale del terreno (DTM) a maglia regolare pari a 2x2 m. Il DTM del Po copre tutta la fascia fluviale B ed è aggiornato al rilievo effettuato nell'anno 2005.

Per simulare con maggiore precisione il tratto, al DTM è stato aggiunto il rilievo batimetrico condotto da AIPO, permettendo così di avere una base cartografica che contenesse sia i dati altimetrici del terreno, sia i dati batimetrici del Po.

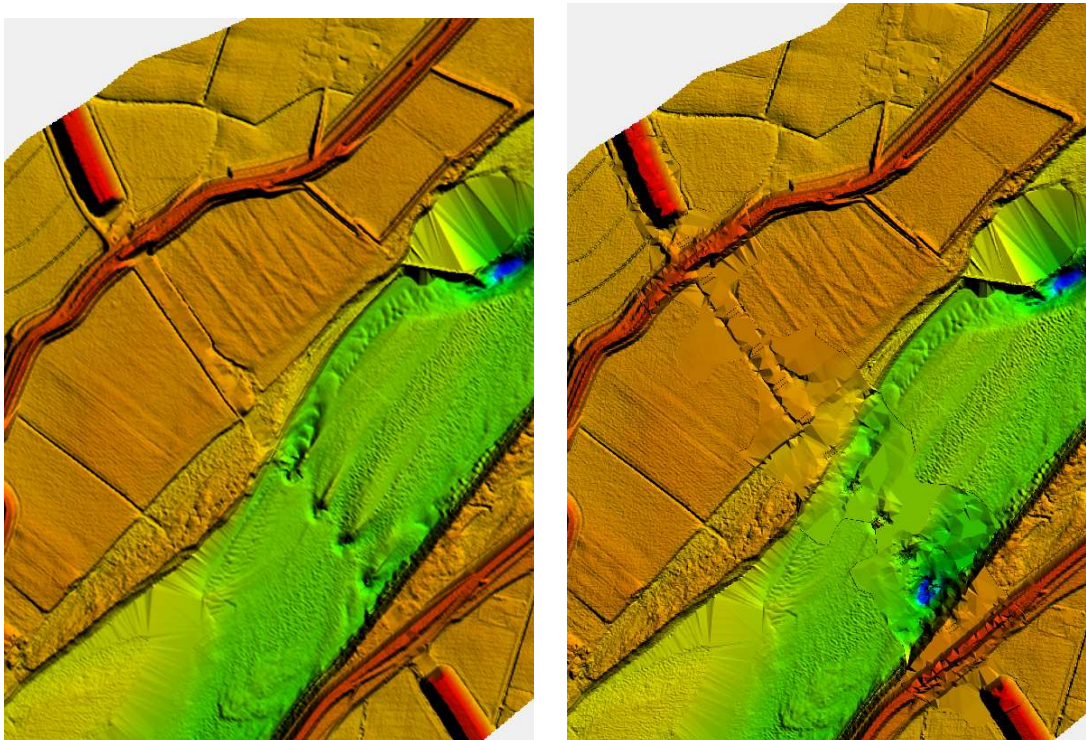
Si riporta in Figura 14 un estratto dell'DTM 2005, aggiornato 2009, del Po nel tratto da Boretto a Revere in cui sono evidenziate le linee di costruzione delle sezioni trasversali (in verde), delle arginature e dell'alveo inciso (rispettivamente in viola e blu), utilizzate nel modello idraulico monodimensionale descritto nel seguito.



**Figura 14 - Estratto DTM 2005, aggiornato 2009, con indicazione del tratto modellato**

Nel tratto in cui è presente il manufatto autostradale è stato sovrapposto il rilievo più recente a disposizione, effettuato da Autostrada del Brennero nel 2009. Si riporta in Figura 15 un confronto tra il DTM dell'AIPO del 2005 e il rilievo aggiornato con i dati del 2009.

Dal modello digitale del terreno sono state estrapolate le sezioni trasversali utilizzate all'interno del modello idraulico monodimensionale. Tutte le quote delle arginature così ottenute sono state verificate con i più recenti dati a disposizione (shapefile con le quote delle arginature maestre in destra e sinistra idrografica fornito dagli uffici AIPO) e ulteriormente confrontate con il "Catasto delle arginature maestre del fiume Po".



**Figura 15 - Confronto tra DTM 2005 (a sinistra) e DTM 2009 (a destra) del Po in corrispondenza dell'attraversamento autostradale**

Il modello bidimensionale fa riferimento ad un tratto più breve rispetto al modello monodimensionale per ottenere un giusto compromesso tra i risultati attesi e la richiesta di tempo di calcolo delle simulazioni.

La mesh di calcolo del modello bidimensionale è stata creata a partire dal DTM AIPO, aggiornato con la batimetria 2009 di Autostrade del Brennero.

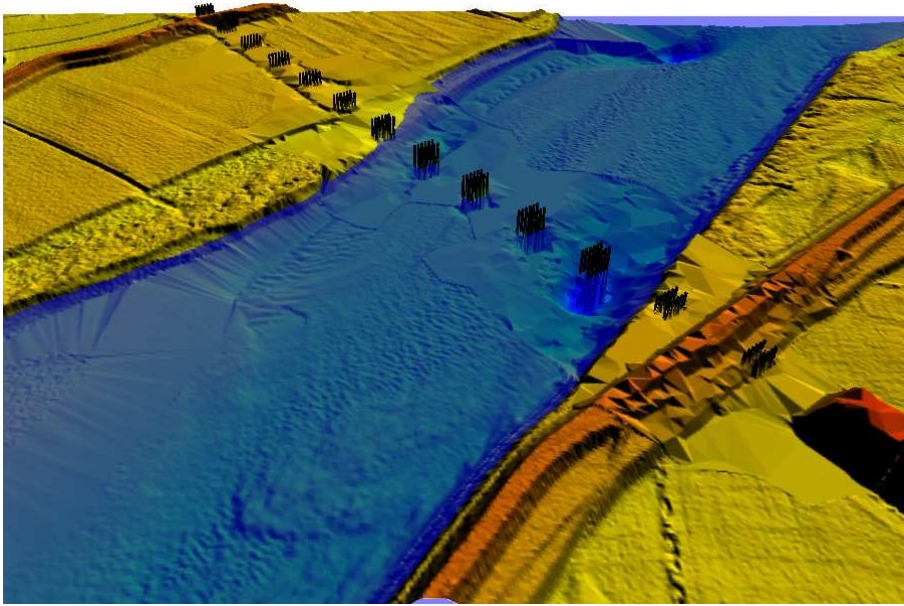


Figura 16 - Vista 3D del ponte autostradale con l'inserimento delle pile

Il tratto considerato per definire il dominio bidimensionale di simulazione è sostanzialmente compreso tra il ponte sulla SS62 nei pressi di Borgoforte e il ponte sulla SS413 in prossimità di San Benedetto Po.

Le pile in alveo del ponte dell'autostrada sono state simulate mediante una condizione di "wall" invalicabile. La forma delle pile, circolare, è stata approssimata ad una forma esagonale. L'effetto dell'inserimento delle pile su DTM è visibile in Figura 16.

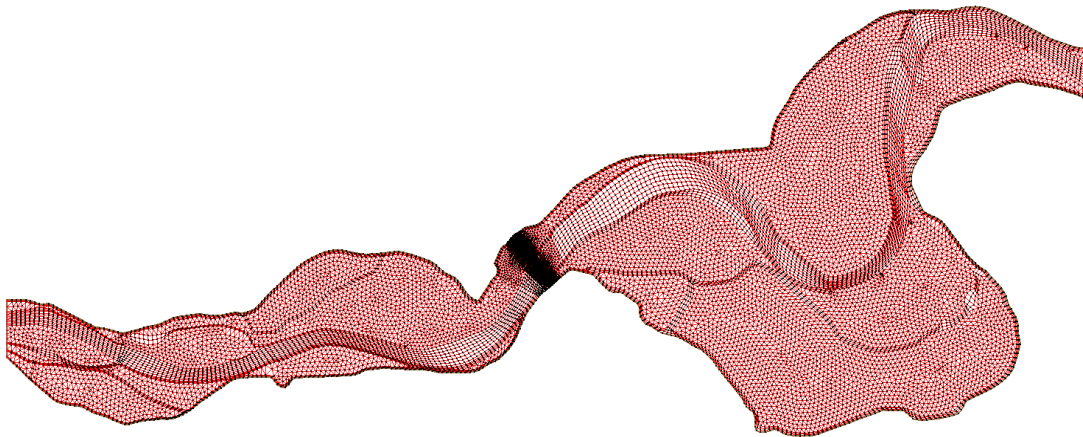


Figura 17 - Mesh di calcolo per la simulazione bidimensionale



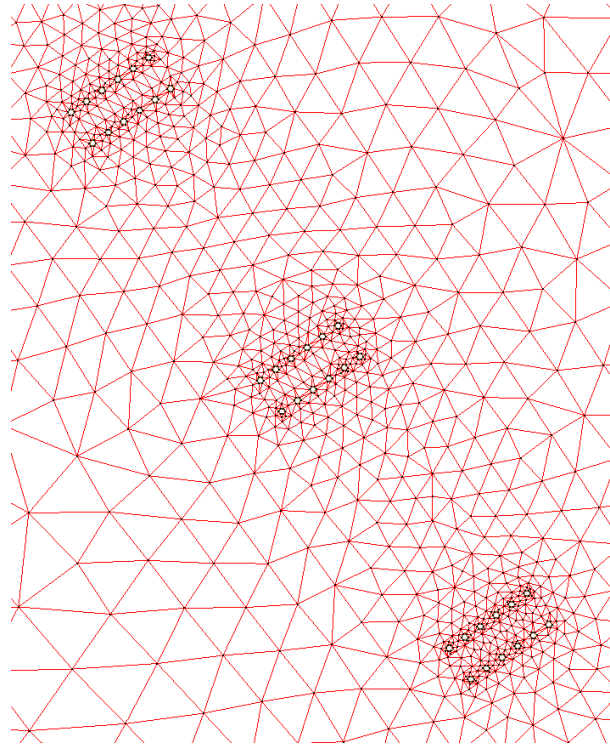


Figura 18 - Dettaglio della mesh di calcolo bidimensionale in corrispondenza delle pile del ponte

La mesh di calcolo è stata resa tridimensionale tramite l'interpolazione con il DTM aggiornato al 2009 e ad è stato fissato il valore della scabrezza (descritto nel paragrafo 5.6.4) per l'alveo inciso e per la golena, secondo quanto mostrato in Figura 19.

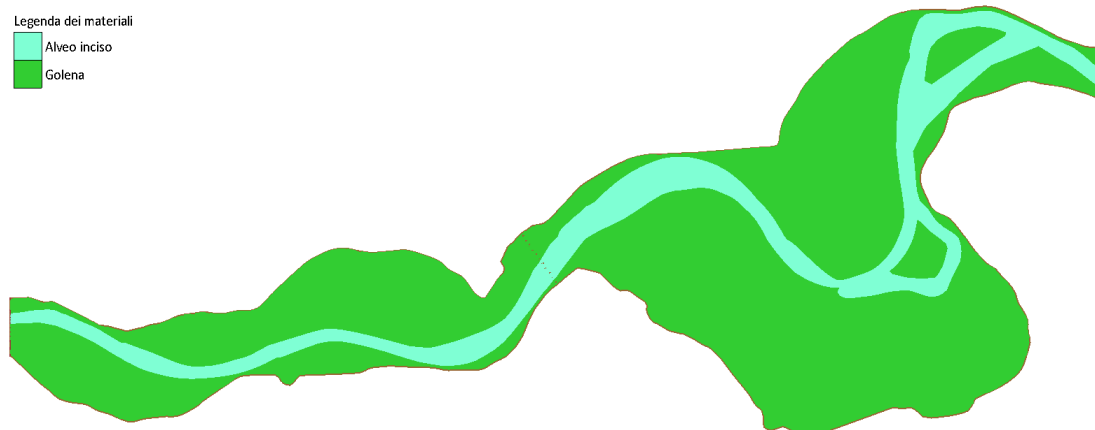


Figura 19 - Distribuzione delle scabrezze della mesh bidimensionale

## 5.2 Caratteristiche morfologiche dell'alveo

Il fiume Po, come tutti i corsi d'acqua alluvionali a fondo mobile ed alveo solo parzialmente vincolato in corrispondenza di protezioni spondali e pennelli, scorre sui propri sedimenti

realizzando adattamenti morfologici in termini di dimensioni, forme, tracciato, pendenza al variare delle condizioni di regime liquido e solido e dei condizionamenti antropici presenti.

Il modellamento di tale alveo alluvionale avviene attraverso i fenomeni naturali di erosione del letto e delle sponde e di trasporto e deposizione di sedimenti.

Le caratteristiche generali del fiume Po nel tratto di interesse possono essere ben rappresentate, dalle caratteristiche granulometriche dei suoi sedimenti e dai valori di portata a piene rive dell'alveo inciso.

Secondo quanto previsto dal "Programma Generale di gestione dei sedimenti alluvionali dell'alveo del fiume Po – Stralcio: confluenza Arda – Incile Po di Goro", il tratto oggetto di studio ricade nel tratto compreso tra Borgoforte e foce Mincio (tratto 4).

In tale tratto l'andamento planimetrico del fiume è sostanzialmente monocursale con andamento curvilineo indotto dalle opere di difesa e di navigazione presenti e la pendenza media assume valori nell'ordine dello 0.01%.

Dall'analisi condotta sul Piano Generale di Gestione dei sedimenti è possibile riassumere le caratteristiche morfologiche del tratto di fiume in esame suddividendolo a seconda dei diversi fattori caratterizzanti.

#### **Alveo inciso**

Il fondo medio dell'alveo ha mostrato nel periodo 1982 – 2005 una tendenza all'abbassamento, inoltre lungo l'intero tratto si riscontra la presenza di forme di fondo, originatesi in seguito all'azione indotta dalle opere realizzate per la navigazione (soprattutto pennelli). In generale i fenomeni erosivi dell'alveo inciso sono frequenti e localizzati lungo l'intero tratto.

#### **Trasporto solido**

L'analisi condotta in fase di redazione del Piano generale di gestione dei sedimenti ha identificato che il bilancio del trasporto solido consente di determinare una portata al fondo in aumento lungo la progressiva dell'intero tratto, passando da valori minimi pari a circa 400'000 m<sup>3</sup>/anno a valori massimi pari a circa 750'000 m<sup>3</sup>/anno. Tale incremento è dovuto prevalentemente all'azione erosiva del fondo alveo, delle barre e delle sponde.

### **5.3 Caratteristiche granulometriche del materiale d'alveo**

Considerando il tratto in esame compreso tra Borgoforte e foce Micio e analizzando i parametri riportati nel Programma generale di gestione dei sedimenti le condizioni litologiche, geomorfologiche, sedimentologiche complessivamente sono da considerarsi complessivamente omogenee su tutto il tratto in esame

In particolare emerge che la granulometria dell'alveo è quella tipica degli orizzonti sabbiosi. Nel dettaglio i depositi di barra, sono quasi per la loro totalità costituiti da sabbie, sulla loro superficie è generalmente presente un orizzonte limoso (ad una certa distanza dal fronte, in generale pari a circa un mezzo della dimensione trasversale della barra), avente spessore crescente da pochi centimetri fino a mezzo metro, procedendo dall'esterno della barra verso terra.

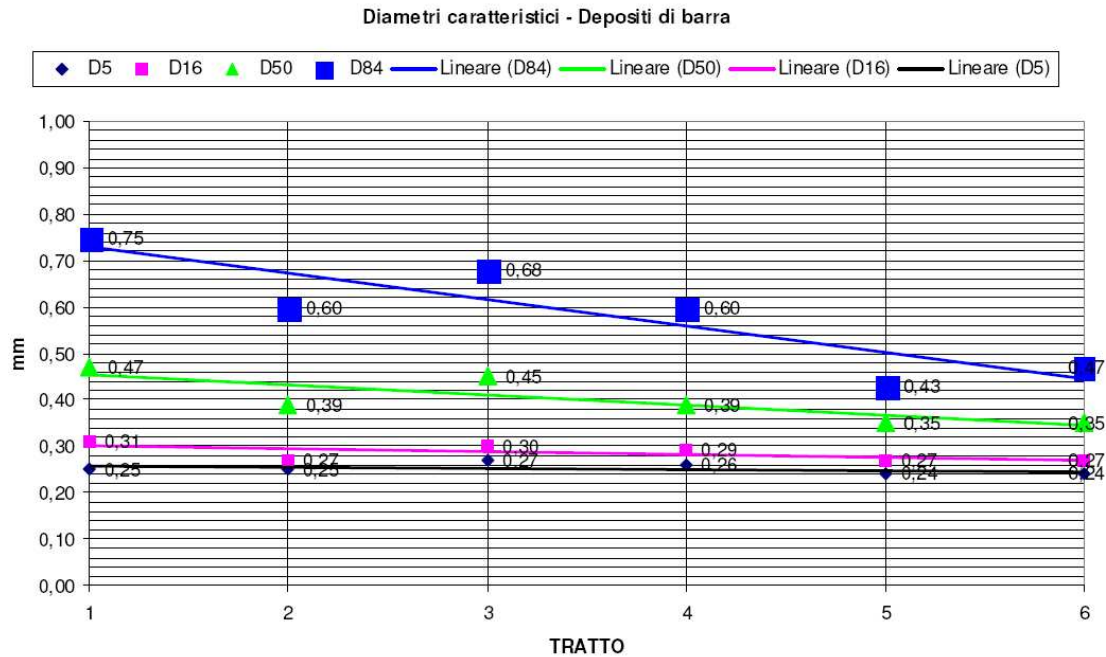
In questi tratti, inoltre, sono presenti numerose "unità di canale" a tergo dei pennelli di navigazione, in cui il materiale di riempimento appare essere prevalentemente limoso.

Infine, la superficie topografica delle barre preesistenti meno recenti risulta essere prevalente un orizzonte superficiale di materiali limosi. È verosimile, data la notevole altezza di tali forme rispetto al livello di magra, che la sedimentazione, in queste zone (di fatto in continuità morfologica con la golena), avvenga attraverso il deposito di materiali "fini", nel campo delle sabbie molto fini e dei limi.

L'analisi condotta ha evidenziato che i depositi costituenti le forme di fondo e localmente l'alveo di magra sommerso, sono costituiti anche da materiali fini che in presenza di eventi di piena, anche non particolarmente gravosi, vengono veicolati in sospensione per poi essere depositati insieme al trasporto di fondo durante le fasi decrescenti dell'onda di piena stessa.

All'interno del Programma generale di gestione dei sedimenti si stima che il limite granulometrico al di sotto del quale si ha trasporto in sospensione, possa assumere un valore pari a 0,35 mm (valore medio rappresentativo dell'asta del Po).

Nell'immagine sottostante si riporta l'estratto della granulometria di fondo riportata nel Programma generale di gestione dei sedimenti in cui vengono riportati, per i diversi tratti del fiume da confluenza Arda a Incile Po di Goro, il D5, il D16, il D50 e il D84.



**Figura 20 – Diametri caratteristici dei depositi di fondo per i diversi tratti da confluenza Arda all’incile Po di Goro (Fonte: AdbPo – PGdGS)**

L’analisi condotta ha quindi identificato i seguenti diametri caratteristici del fondo nel tratto 3 (Borgoforte – foce Mincio) oggetto della presente relazione di compatibilità idraulica:

- D5: 0.27 mm
- D16: 0.29 mm
- D50: 0.39 mm
- D84: 0.60 mm

## 5.4 Opere di difesa idraulica

Il sistema difensivo nel tratto oggetto di studio è sostanzialmente caratterizzato dalle seguenti classi di opere:

- Argini

Il sistema arginale presente è continuo. I tratti di argine maestro posti ad una distanza ridotta dalla sponda incisa (minore di 200 m), via via più estesi rispetto ai tratti di monte, sono ubicati lungo entrambe le sponde. Alcuni tratti delle suddette arginature sono privi di opere di difesa (scogliere e/o diaframmi);

➤ Opere di difesa

All'interno del tratto in oggetto sono presenti opere di difesa longitudinale e pennelli per la navigazione. Si sottolinea che tali opere presentano un'altezza elevata per effetto dell'abbassamento del fondo alveo. La maggior parte dei pennelli vengono sormontati per portate superiori a  $1'000 - 1'500 \text{ m}^3/\text{s}$ , ma inferiori a  $4'000 \text{ m}^3/\text{s}$ . Le opere presenti sono classificate secondo il seguente schema:

- strategiche: soggette o non soggette a sollecitazioni critiche
- non strategiche: che inducono o non inducono sollecitazioni su opere strategiche.

Si riporta in Figura 21 un estratto CTR su cui sono indicate le difese presenti.

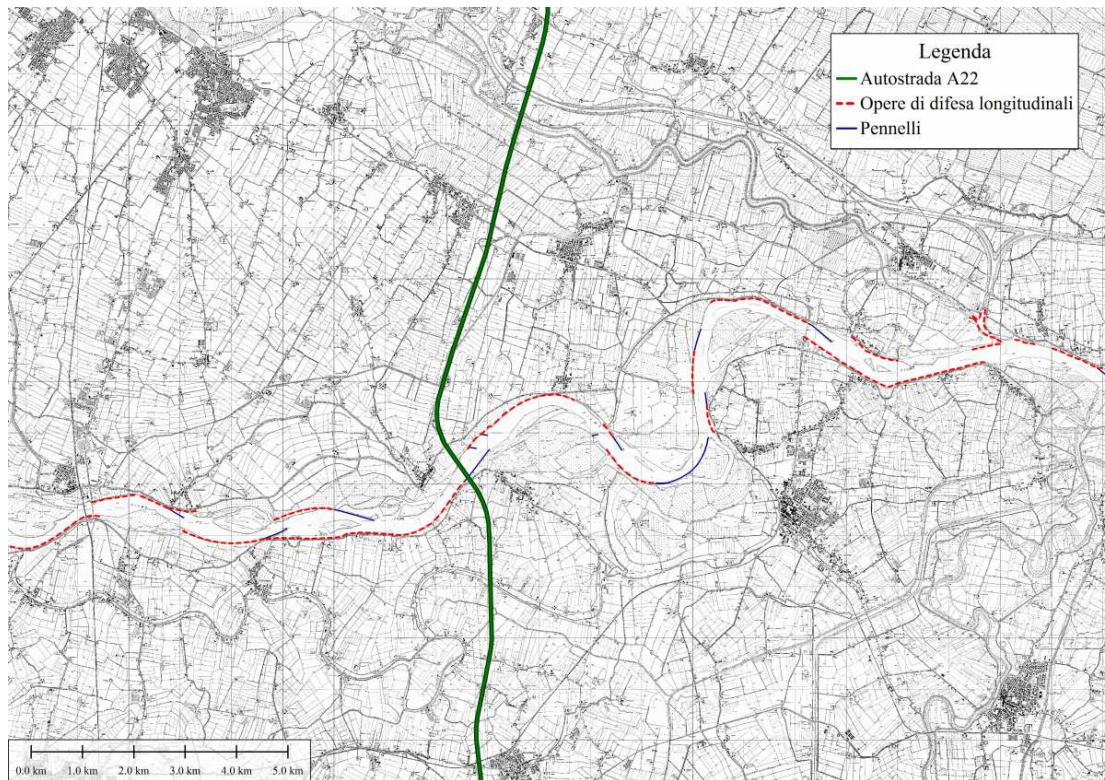


Figura 21 - Opere longitudinali di difesa e pennelli in corrispondenza del ponte autostradale

## 5.5 Manufatti interferenti

Dall'analisi del tratto su cui è stata condotta la modellazione idraulica monodimensionale, è emersa la presenza di vari manufatti, consistenti in ponti stradali e ferroviari qui elencati procedendo da monte verso valle:

- Ponte stradale sulla SP258R in prossimità dell'abitato di Boretto;



- Ponte stradale sulla SP93 in prossimità dell'abitato di Guastalla;
- Ponte ferroviario della tratta Verona-Modena in prossimità dell'abitato di Borgoforte;
- Ponte stradale sulla SS62 in prossimità dell'abitato di Borgoforte;
- Ponte autostradale sulla E45, corrispondente al manufatto oggetto della presente relazione di compatibilità idraulica;
- Ponte stradale sulla SS413 in prossimità dell'abitato di Governolo;
- Ponte stradale sulla SS12 in corrispondenza dell'abitato di Revere.

In particolare il ponte dell'Autostrada del Brennero, come già mostrato in Figura 4, è caratterizzato dalla presenza di undici serie di pile in alveo di forma cilindrica ed aventi un diametro di 1.50 m. Ogni serie è caratterizzata da dodici pilastri suddivisi in due file da sei pilastri ciascuna.

## 5.6 Modalità di deflusso in piena

L'analisi è finalizzata alla quantificazione delle caratteristiche idrauliche del moto della corrente in condizione di piena, rappresentate dai valori dei livelli idrici e delle velocità della corrente all'interno dell'alveo inciso e delle aree golenali.

Scopo dell'analisi consiste nel verificare che il deflusso in corrispondenza del manufatto di attraversamento assicuri livelli idrici compatibili con le opere interferenti.

Il confronto tra la condizione di deflusso antecedente alla realizzazione delle opere e quella successiva alla realizzazione delle stesse permette di valutare gli effetti idraulici dell'intervento stesso.

L'esecuzione dei calcoli idraulici per la determinazione delle modalità di deflusso in piena considerano i seguenti aspetti di dettaglio:

- a) Schema di calcolo e modello idraulico;
- b) Condizioni al contorno e condizioni iniziali;
- c) Taratura del modello;
- d) Condizioni di riferimento.

### 5.6.1 Schema di calcolo e modello idraulico - monodimensionale

Per la determinazione del profilo della superficie libera del tratto di corso d'acqua in oggetto si sono utilizzate le equazioni quasi – bidimensionali e in regime stazionario di una

corrente a pelo libero in alveo quasi cilindrico con portata costante (steady state). Le equazioni che governano il moto sono state risolte applicando il codice di calcolo HEC-RAS, sviluppato da Hydrologic Engineering Center dell'US Army Corps of Engineers (release 4.1.0, Gennaio 2010), del quale verrà fornita una descrizione nel seguito.

La simulazione dei fenomeni di esondazione da alvei fluviali e la relativa inondazione delle aree limitrofe è piuttosto complessa. L'adozione di una schematizzazione semplificata, come la soluzione in condizioni di moto monodimensionale delle equazioni che governano il moto della corrente, trova giustificazione nella necessità di giungere in maniera speditiva quanto esaustiva all'individuazione delle criticità. Tale approccio permette di delineare gli aspetti essenziali dei possibili scenari di piena che possono verificarsi sui tratti di corso d'acqua oggetto dell'analisi, consentendo di definire in maniera fisicamente attendibile i livelli idrometrici nelle sezioni idriche, valutando l'andamento delle stesse per un'assegnata onda di piena con tempo di ritorno fissato.

La disponibilità di rilievi affidabili della geometria dell'alveo e della pendenza media dei vari tratti consente di attribuire un buon grado di accuratezza al profilo di moto calcolato per le diverse configurazioni previste.

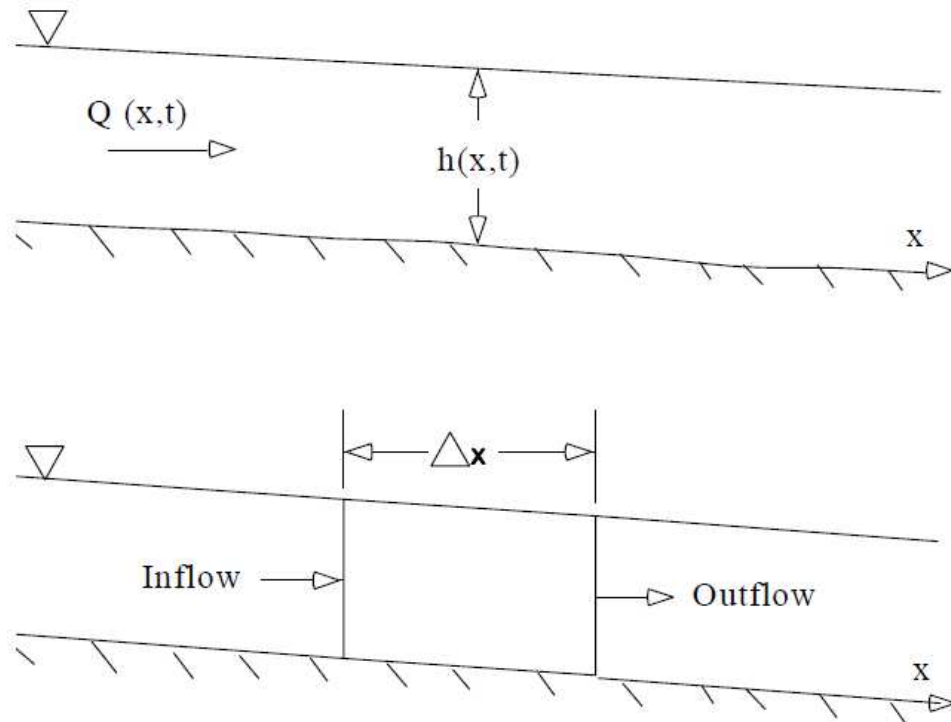
Le leggi fisiche che governano il flusso di un fluido all'interno di un contorno fissato sono:

- il principio di conservazione della massa (continuità);
- il principio di conservazione del momento o della quantità di moto.

Tali leggi sono espresse matematicamente nella forma di equazioni differenziali parziali. Lo schema di derivazione di tali equazioni presentato di seguito è basato sui seguenti testi: ASCE (1996) *River Hydraulics*, as adapted from the U.S.A.C.E.: no.18 Chow V. T. (1959) *Open Channel Hydraulics*, McGraw-Hill Book Co, N.Y. Henderson F. M. (1966) *Open Channel Flow*, Macmillan, N.Y..

Si consideri il volume elementare di controllo mostrato nella Figura di seguito. Si noti che la distanza  $x$  è misurata longitudinalmente rispetto la direzione di flusso del fluido. Nella parte centrale del volume di controllo la portata e l'area totale sono indicati rispettivamente con  $Q(x,t)$  e  $A_T$ . L'area totale è data dalla somma dell'area bagnata  $A$  e dalla rimanente area asciutta della sezione trasversale  $S$ .

La conservazione della massa per un volume di controllo afferma che la quantità netta di portata all'interno del volume di controllo è uguale alla differenza di portata entrante ed uscente dal volume stesso nel tempo.



La portata entrante (*Inflow*) può essere scritta come:

$$Q - \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

La portata uscente (*Outflow*) come:

$$Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

e la variazione di volume come:

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} \Delta x$$

Assumendo che  $\Delta x$  sia sufficientemente piccolo, la variazione della massa all'interno del volume di controllo è pari a:

$$\rho \frac{\partial A_T}{\partial t} \Delta x - \rho \left[ \left( Q - \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right) - \left( Q + \frac{\partial Q}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right) + Q_l \right]$$

dove  $Q_l$  è la portata laterale entrante nel volume di controllo e  $\rho$  è la densità del fluido.



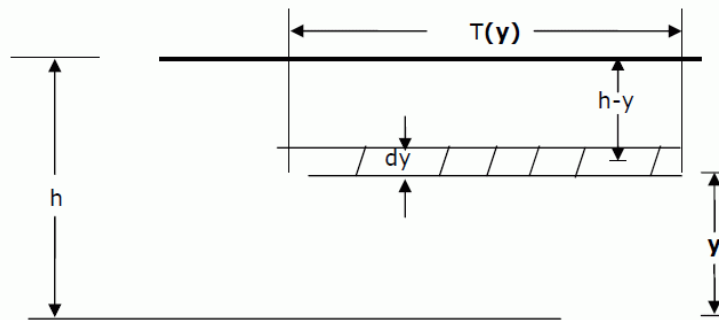
La stessa equazione, semplificata e divisa ambo le parti per  $p\Delta x$  fornisce la forma classica dell'equazione di continuità:

$$\frac{\partial A_T}{\partial t} + \frac{\partial Q}{\partial x} - q_l = 0$$

L'equazione di conservazione del momento è invece espressa mediante la seconda legge di Newton scritta come:

$$\sum F_x = \frac{d\vec{M}}{dt}$$

La conservazione del momento per un volume di controllo afferma che la somma del valore netto della quantità di moto entrante nel volume (flusso di quantità di moto) e della sommatoria di tutte le forze esterne agenti sul volume è uguale al grado di accumulo della quantità di moto. Si tratta di un'equazione vettoriale applicata in direzione x. Il flusso di quantità di moto (MV) è dato dalla massa del fluido moltiplicata per il vettore velocità in direzione del flusso. Si considerano tre forze distinte: la pressione, la gravità e l'attrito.



Forze di pressione: la figura mostra il caso generale di una sezione trasversale. La distribuzione della pressione è assunta di tipo idrostatico (varia linearmente con la profondità) e la forza di pressione totale è calcolata come l'integrale del prodotto tra pressione e area sulla verticale della sezione. Dopo Shames (1962), la forza di pressione può essere scritta come:

$$F_p = \int_0^h \rho g (h - y) T(y) dy$$

dove h è la quota del pelo libero, y è la quota del fondo alveo, T(y) è una funzione che lega la larghezza sezione trasversale alla distanza dal fondo alveo.

Se  $F_p$  è la forza in direzione longitudinale nel punto medio del volume di controllo, la forza nell'estremo di monte del volume di controllo può essere scritta come:

$$F_p - \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

e nell'estremo di valle come:

$$F_p + \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2}$$

La somma delle forze di pressione per il volume di controllo considerato può perciò essere scritta come:

$$F_{pn} = \left| F_p - \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right| - \left| F_p + \frac{\partial F_p}{\partial x} \frac{\Delta x}{2} \right| + F_B$$

che, semplificando, porta a:

$$F_{pn} = -\frac{\partial F_p}{\partial x} \Delta x + F_B$$

in cui  $F_{pn}$  è la forza di pressione netta per il volume di controllo e  $F_B$  è la forza esercitata dalla banca in direzione longitudinale sul fluido.

Applicando la regola di Leibniz si può svolgere l'equazione differenziale ottenendo:

$$F_{pn} = -\rho g \Delta x \left[ \frac{\partial h}{\partial x} \int_0^h T(y) dy + \int_0^h (h-y) \frac{\partial T(y)}{\partial y} dy \right] + F_B$$

che, semplificata, porta a:

$$F_{pn} = -\rho g A \frac{\partial h}{\partial x} \Delta x$$

Forza di gravità: la forza dovuta alla gravità sul fluido nel volume di controllo in direzione x è:

$$F_g = -\rho g A \sin \theta \Delta x$$

in cui  $\theta$  è l'angolo che il fondo del canale forma rispetto all'orizzontale. Per corsi d'acqua naturali il valore dell'angolo è sufficientemente piccolo da poter considerare  $\theta \approx \tan \theta \approx -\partial z_0 / \partial x$ , dove  $z_0$  è l'altezza del fondo. Riscrivendo, si ha:

$$F_g = -\rho g A \frac{\partial z_0}{\partial x} \Delta x$$

Forza d'attrito: le forze d'attrito tra il canale e il fluido possono essere scritte come:

$$F_f = -\tau_0 P \Delta x$$

dove  $\tau_0$  è la tensione tangenziale media sul contorno agente sul contorno del fluido,  $P$  rappresenta il contorno bagnato. Il segno negativo indica che, procedendo longitudinalmente da monte verso valle, la forza dovuta all'attrito agisce in senso opposto al moto.

Il valore di  $\tau_0$  può essere espresso in funzione del coefficiente di Chezy (C):

$$\tau_0 = \rho \frac{g}{C} \sqrt{RS_f}$$

che, sostituita su  $F_f$  restituisce:

$$F_f = \rho g A S_f \Delta x$$

con

$$S_f = \frac{Q|Q|n^2}{R^{4/3}A^2}$$

con  $R$  il raggio idraulico e  $n$  il coefficiente di Manning.

Andando a riscrivere l'equazione di conservazione della quantità di moto, ricordando che il tirante  $z$  è uguale a  $z_0 + h$  si ottiene la forma finale:

$$\frac{\partial Q}{\partial t} + \frac{\partial QV}{\partial x} + gA \left( \frac{\partial z}{\partial x} + S_f \right) = 0$$

I profili di superficie libera sono stati computati tra due sezioni successive attraverso l'equazione di conservazione dell'energia, espressa come segue:

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

e l'equazione della conservazione della quantità di moto espressa come segue:

$$\frac{Q_2^2 \beta_2}{gA_2} + A_2 \bar{Y}_2 + \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) L S_0 - \left( \frac{A_1 + A_2}{2} \right) L \bar{S}_f = \frac{Q_1^2 \beta_1}{gA_1} + A_1 \bar{Y}_1$$

## 5.6.2 Schema di calcolo e modello idraulico - bidimensionale

Lo schema di calcolo bidimensionale tramite software Basement viene esplicitato in maniera estesa in Allegato.

## 5.6.3 Condizioni al contorno e condizioni iniziali

### 5.6.3.1 Modello monodimensionale

Le condizioni al contorno da assegnare al modello di calcolo del tratto di Po interessato sono due: la condizione al contorno nella sezione trasversale di monte e di valle.

Per quanto riguarda la condizione al contorno di monte, posta in corrispondenza del ponte della SP258R (ponte di Boretto), sono stati inseriti:

- I livelli di tirante registrati all'idrometro di Boretto durante l'evento di piena più gravoso registrato in anni recenti, ovvero quello dell'anno 2000, al fine di tarare il modello;
- I livelli di tirante dedotti dalla scala di deflusso ufficiale di AIPO e corrispondenti alla piena con tempo di ritorno  $T_r = 200$  anni per la valutazione di compatibilità idraulica del manufatto.

I livelli di tirante registrati all'idrometro di Boretto sono quelli ufficiali a disposizione dell'Agenzia Interregionale del fiume Po ed espressi in quote assolute sul livello medio del mare.

Lo zero idrometrico della sezione di Boretto è stato assunto pari a 19.95 m s.l.m..

I livelli di tirante utilizzati nella valutazione dell'effetto del transito della portata di progetto sono stati ricavati a partire dai dati dell'onda di piena del 2000 e riscalati sulla portata con tempo di ritorno 200 anni. Per compiere tale processo si è utilizzata la scala numerica delle portate del Po a Boretto, aggiornata al 2008.

In Tabella 2 si riportano le portate con tempo di ritorno fissato nelle varie sezioni di controllo del tratto principale di Po.

Sezione			Superficie	T=20	T=100	T=200	T=500	Idrometro
Progr.(km)	Cod.	Denomin.	km <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	Denominazione
264.855	82	Becca	36770	9290	12190	13600	15050	Po a Becca
322.25	67	Piacenza	42030	8970	11550	13000	14100	Po a Piacenza
367.64	57	Cremona	50726	10090	13000	14300	15870	Po a Cremona
428.545	41	Boretto	55183	9380	12060	13700	14720	Po a Boretto
457.56	36	Borgoforte	62450	9600	12260	13100	14890	Po a Borgoforte

Sezione			Superficie	T=20	T=100	T=200	T=500	Idrometro
548.805	10	Pontelagoscuro	70091	9470	12070	13000	14650	Po a Pontelagoscuro

Tabella 2 - Portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio al Delta

Il valore di riferimento della **portata con tempo di ritorno 200 anni** nella sezione di Boretto risulta essere pari a 13'700 m<sup>3</sup>/s, mentre a Borgoforte risulta essere pari a 13'100 m<sup>3</sup>/s. Essendo la condizione al contorno del modello monodimensionale posta nella **Sezione di Boretto**, la portata di riferimento per la modellazione effettuata è risultata essere **13'700 m<sup>3</sup>/s**.

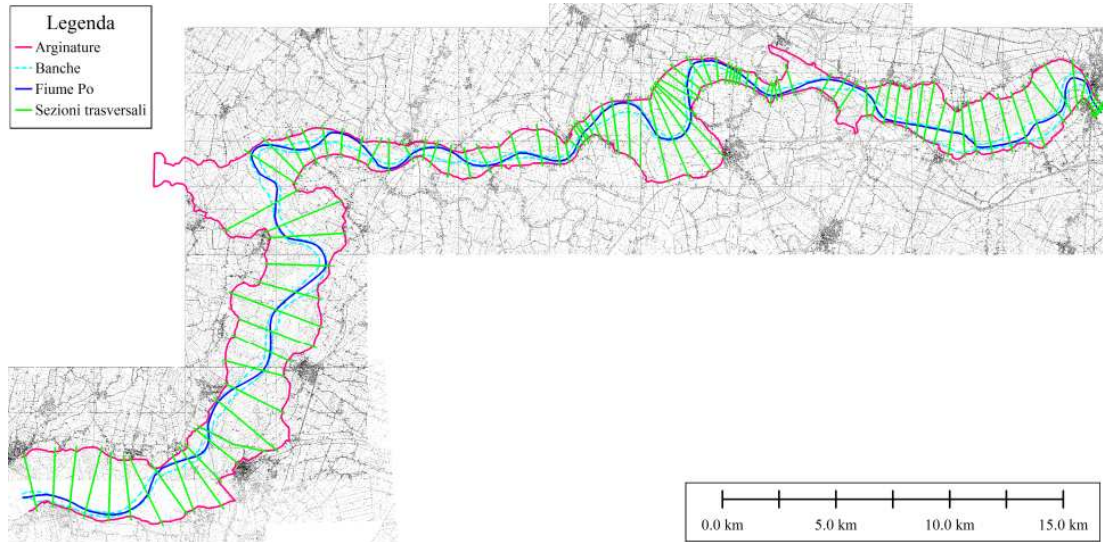


Figura 22 - Estratto CTR Regione Lombardia, con indicazione del tratto modellato

Per la condizione di valle si è partiti dalla scala di deflusso nella sezione del ponte della SS12 in corrispondenza dell'abitato di Revere e si è traslato l'idrogramma di piena della stazione di Borgoforte rispetto al valore massimo: si è fatto coincidere tale valore con il valore di riferimento fornito dall'Autorità di Bacino del Fiume Po all'interno del Catasto Arginature Maestre del Fiume Po.

Il valore di tirante al colmo di piena a Borgoforte è risultato essere pari a 18.94 m s.l.m. (riferito alla Sezione 53A, secondo la classificazione AdBPo) a Revere, contro un valore di 24.63 m s.l.m. a Borgoforte (Sezione 42). Il valore del colmo di piena è stato quindi traslato temporalmente al fine di farlo coincidere con i dati ufficiali a disposizione di AIPO:

- Valore massimo misurato nella sezione di Borgoforte pari a 24.63 m s.l.m. alle ore 11 del 19/10/2000;
- Valore massimo misurato nella sezione di Revere pari a 18.94 m s.l.m. alle ore 3 del 20/10/2010.

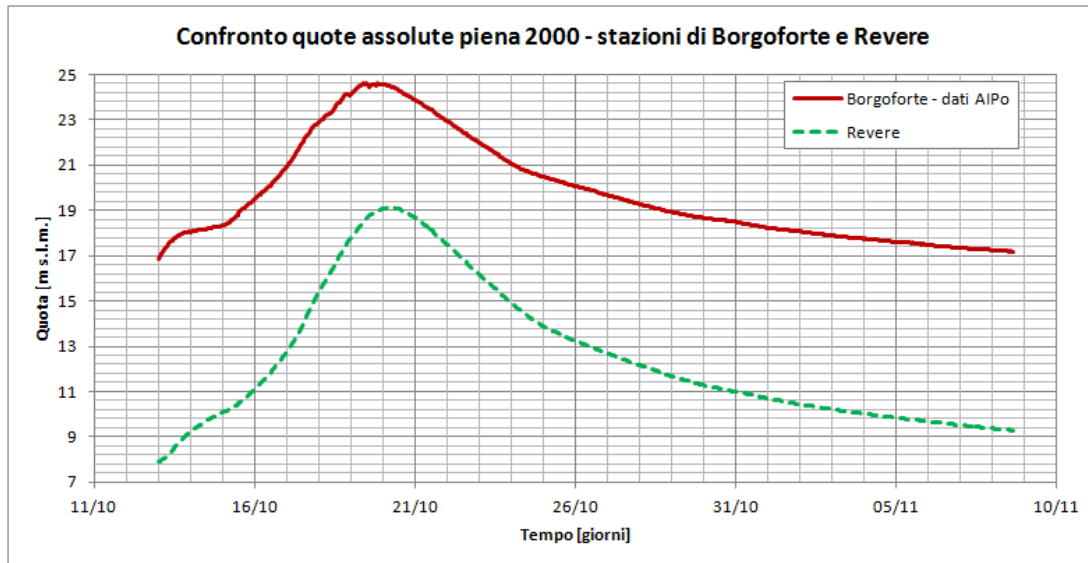


Figura 23 - Confronto tra quote assolute delle stazioni di Borgoforte e Revere

La sostanziale invarianza della forma dell'idrogramma di piena nelle diverse sezioni di controllo idrometrico presenti sul Po in occasione della piena del 2000, com'è possibile notare in Figura 13, permette di ritenere l'approssimazione utilizzata un buon compromesso alla mancanza di dati specifici nella sezione di Revere.

#### 5.6.3.2 Modello bidimensionale

Il modello bidimensionale utilizza come condizioni al contorno di monte e di valle i valori di quota in m s.l.m. del modello monodimensionale e come condizione iniziale quella di alveo asciutto.

Il modello bidimensionale utilizzato non simula l'intera onda di piena, ma solo un periodo di 12 ore corrispondente al picco della portata, sia in condizioni di taratura del modello (piena del 2000), sia in condizioni di piena di progetto con tempo di ritorno 200 anni.

Dal punto di vista planimetrico la mesh di calcolo per la verifica della taratura e della portata di progetto ha come condizione al contorno di monte la sezione 42, secondo la numerazione AdBPo, corrispondente alla sezione trasversale posta poco più a valle del ponte di Borgoforte. La stessa mesh bidimensionale utilizza come condizione al contorno di valle la sezione corrispondente alla sezione 45C, posta in prossimità del ponte sulla SS413 in prossimità della località Correggio Micheli. Si riporta un estratto con base ortofoto (fonte: Servizio Cartografico Regione Lombardia) in Figura 24.



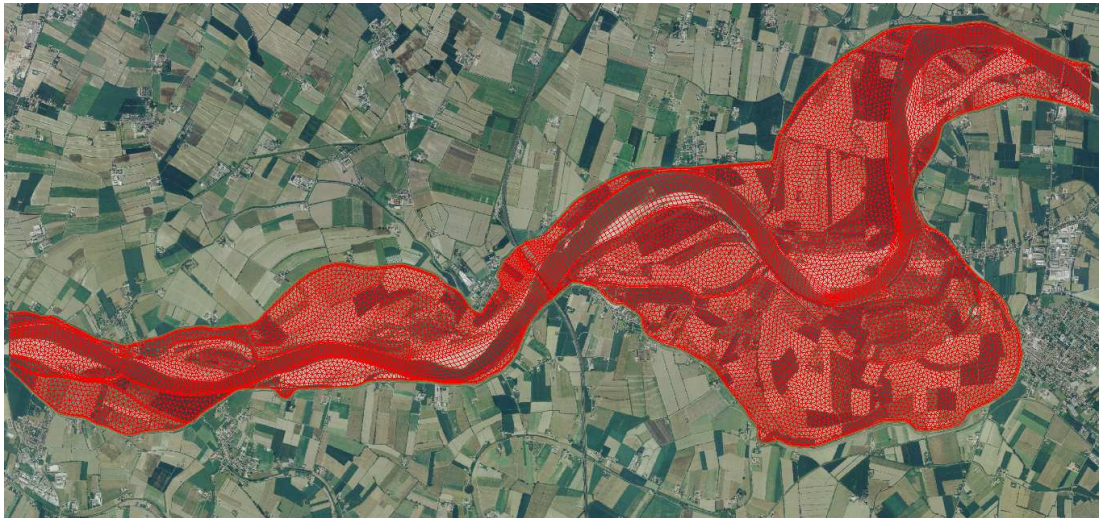


Figura 24 - Mesh di calcolo bidimensionale

Sono state condotte delle ulteriori analisi con una mesh infittita in prossimità delle pile del ponte oggetto di valutazione di compatibilità idraulica. La mesh è compresa tra la sezione di monte posta in corrispondenza di località Villa Saviola, circa 2 km a monte del ponte autostradale, e la sezione di valle posta in corrispondenza di località Portiolo, come mostrato in Figura 25.



Figura 25 - Mesh di calcolo bidimensionale raffinata in corrispondenza del ponte autostradale

#### 5.6.4 Taratura dei modelli

Al fine di utilizzare i modelli monodimensionale e bidimensionale con le condizioni al contorno corrispondenti alla piena di progetto con tempo di ritorno 200 anni, si è provveduto alla taratura degli stessi utilizzando i dati a disposizione della piena dell'ottobre

2000. In tale piena, infatti, i valori di tirante registrati a Boretto e Borgoforte corrispondono a dei valori di portata rispettivamente pari a 10'215 m<sup>3</sup>/s e 11'960 m<sup>3</sup>/s. Detti valori sono dello stesso ordine di grandezza, seppur inferiori, ai corrispettivi valori riferiti alla piena con tempo di ritorno 200 anni calcolata nelle due sezioni di riferimento, secondo lo schema rappresentato in Tabella 3.

Stazione	Piena ottobre 2000	Piena T = 200 anni
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
Boretto	10215	13700
Borgoforte	11960	13100

Tabella 3 - Confronto valori di portata piena 2000 e piena T=200 anni

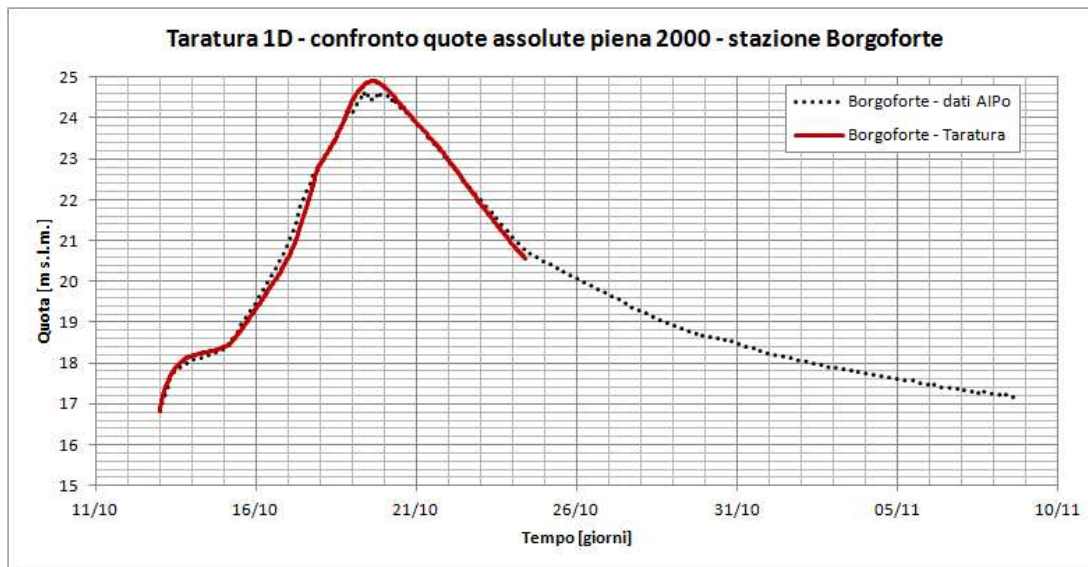


Figura 26 - Borgoforte: confronto quote assolute dati AIPo e taratura

Al fine di ottenere i valori di taratura proposti in Figura 26 alla condizione al contorno di monte alla stazione di Boretto si è aggiunta una condizione al contorno interna nella sezione corrispondente all'immissione in Po del fiume Oglio. La condizione interna, anch'essa di moto vario, prevede una portata in ingrasso variabile tra circa 170 m<sup>3</sup>/s (valore della portata media annua di Oglio secondo le stime di Regione Lombardia - Programma di Tutela e uso delle Acque) e 1'200 m<sup>3</sup>/s (di taratura, inferiore alla portata con tempo di ritorno T = 200 anni, pari a 1'500 m<sup>3</sup>/s).

Sono stati definiti due valori di scabrezza, uno per l'alveo inciso pari a  $n=0.04 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  ed uno per la golenata pari a  $n=0.06 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  secondo la formulazione proposta da Manning. I valori di



scabrezza sono stati utilizzati sia per il modello monodimensionale, sia per il modello bidimensionale.

#### 5.6.5 Condizioni di riferimento

I calcoli idraulici sono stati condotti in due condizioni di riferimento:

- stato di fatto: presenza dell'opera in condizioni attuali;
- stato di progetto: presenza dell'opera in configurazione definitiva.

In fase progettuale non sono state previste lavorazioni in alveo, nè sono state previste lavorazioni che implicassero modifiche delle pile o delle fondazioni del ponte. I lavori di sistemazione ed adeguamento sismico degli impalcati del ponte autostradale, secondo quanto previsto in fase progettuale, riguardano la sostituzione integrale delle campate interne (da 36 m di luce) con impalcati a piastra ortotropa, quindi interamente in acciaio, mentre si prevede il mantenimento degli attuali cassoni di collegamento tra gli impalcati e le pile.

Dal punto di vista idraulico, lo stato di fatto prevede una quota di intradosso, calcolata rispetto all'impalcato, pari a 27.28 m s.l.m.; lo stato di progetto prevede un'innalzamento della quota di intradosso, derivante dalla sostituzione dell'elemento orizzontale, di 0.05 m, ad una quota quindi di 27.33 m s.l.m..

La quota di base del cassone incastrato alle pile portanti è di 25.78 m s.l.m. sia nella condizione di stato di fatto, sia nella condizione di stato di progetto.

## 6 Verifica di compatibilità idraulica ed effetti degli interventi in progetto

---

### 6.1 Profilo di inviluppo di piena

#### 6.1.1 Stato di fatto

##### 6.1.1.1 Modello monodimensionale

Il modello monodimensionale utilizzato, ha simulato l'onda di piena il cui picco fornisce una portata pari alla portata con tempo di ritorno prevista per la valutazione di compatibilità idraulica dalla *"Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B"*.

La condizione al contorno di monte utilizzata nel modello è quella di "stage hydrograph": è stato fornito l'idrogramma di piena che, al colmo, garantisce il transito della portata con tempo di ritorno 200 anni, pari a 13'700 m<sup>3</sup>/s per la stazione di misura di Boretto. Dai valori

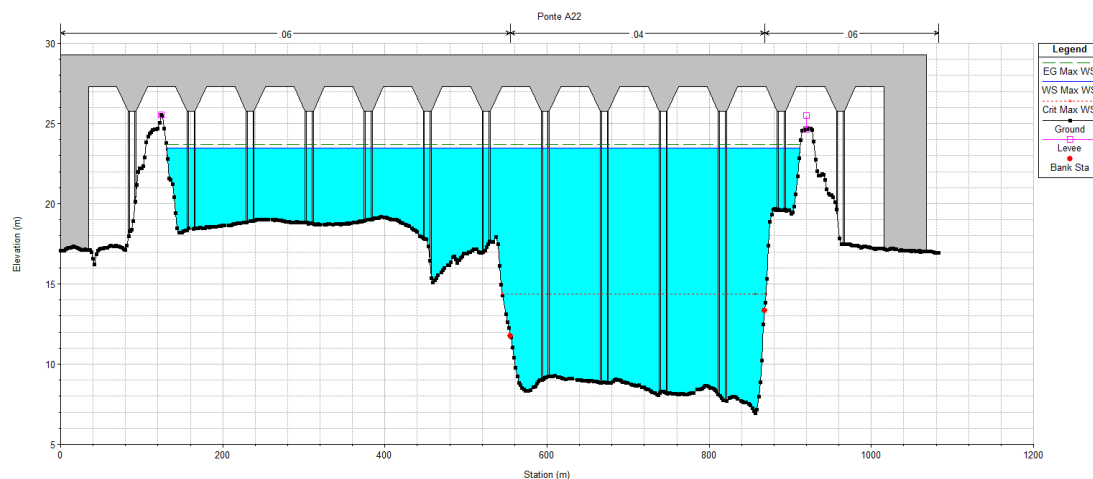
di quota idrometrica dell'onda di piena del 2000 di Boretto sono stati ricavati i valori della portata tramite la scala di deflusso specifica in vigore nel 2000.

La curva così ottenuta è stata traslata al fine di ottenere la portata al colmo di progetto ed è stata infine compiuta l'operazione inversa: la trasformazione dall'idrogramma di piena ai corrispondenti valori di quota assoluta mediante la scala di deflusso di Boretto aggiornata al 2008. Tale procedimento è giustificato dal fatto che, in Po, il cappio di piena è generato da condizioni idrodinamiche che permettono di confondere l'andamento locale dei tiranti in funzione delle portate in condizioni di moto vario ed in moto stazionario.

Le sezioni trasversali sono state derivate direttamente dal Modello Digitale del Terreno a maglia 2 m (2005) fornito da AdBPO., aggiornato con il piano quotato ed il rilievo batimetrico effettuato in corrispondenza del ponte autostradale da Autostrade del Brennero s.p.a. (2009), e con le quote degli argini maestri (fonti: "Aggiornamento catasto arginature maestre del fiume Po da foce Tanaro al Po di Goro" e "E SPEC 700 Rilievi topografici del fiume Po dal Ticino al mare").

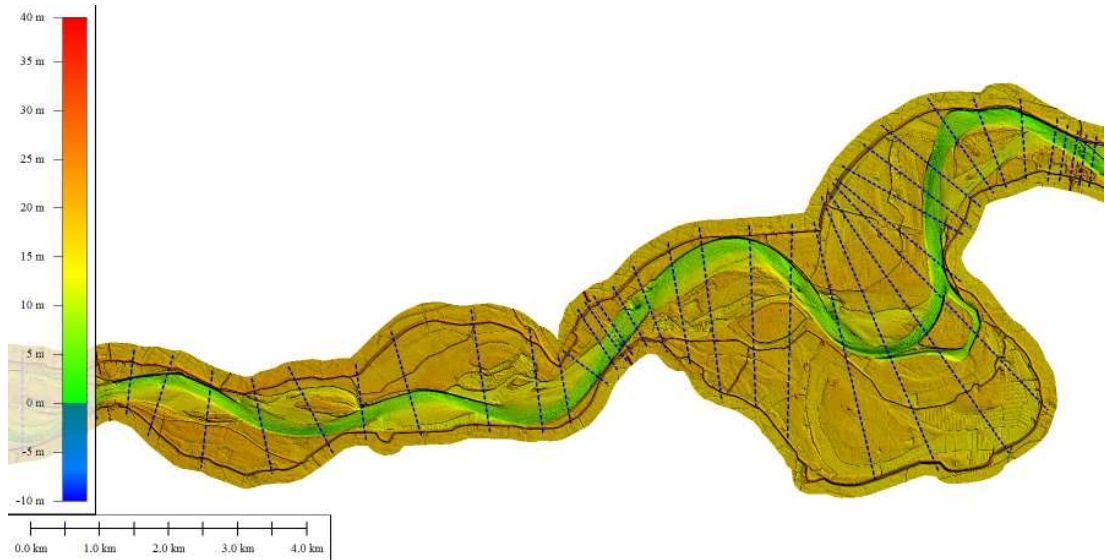
Il coefficiente di scabrezza secondo Manning è stato posto pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  per l'alveo inciso e  $0.06 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  per le golene a seguito della taratura preliminare del modello descritta nel paragrafo 5.6.4.

Nella situazione di stato di fatto, il ponte dell'autostrada Brennero-Modena è caratterizzato da una quota di intradosso dell'impalcato pari a 27.28 m s.l.m. ed una quota di base dei cassoni tra gli impalcati pari a 25.78 m s.l.m.. Si riporta di seguito la sezione trasversale del ponte nella configurazione di stato di fatto a seguito dei risultati ottenuti dal modello idraulico.



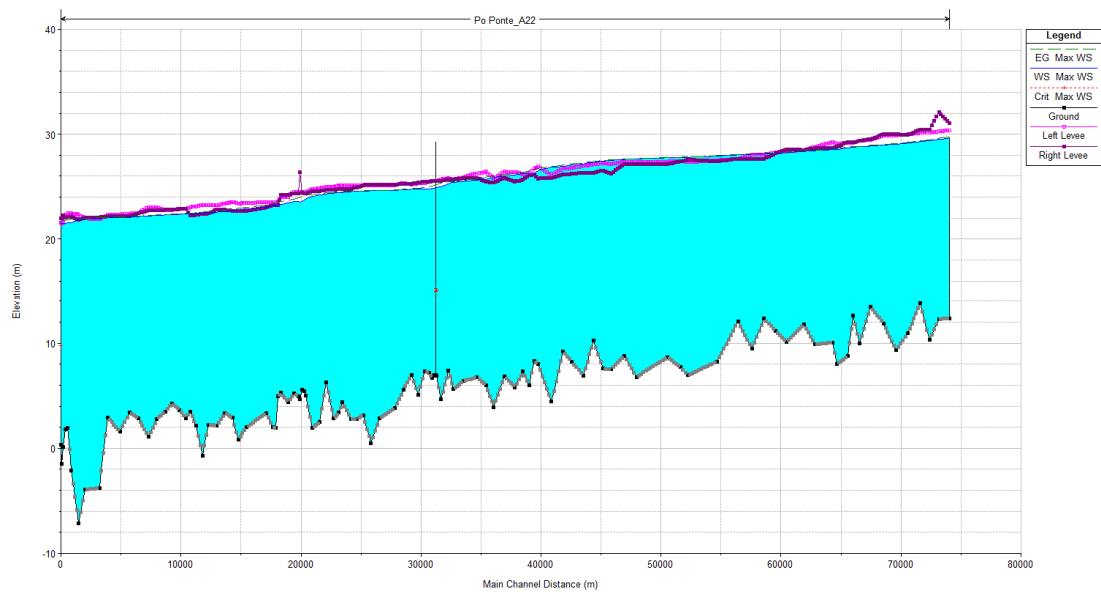
**Figura 27 - Sezione trasversale del ponte dell'Autostrada del Brennero sul fiume Po (configurazione di stato di fatto)**

Si riporta di seguito l'andamento planimetrico di parte del tratto simulato, dalla sezione di Borgoforte a monte, fino alla sezione del ponte di san Benedetto Po a valle.



**Figura 28 - Andamento plano-altimetrico del tratto da Borgoforte a Governolo, con l'indicazione delle sezioni trasversali del modello monodimensionale**

Di seguito si riporta l'estratto del profilo longitudinale della corrente per tutto il tratto di interesse.



**Figura 29 - Profilo longitudinale dell'intero tratto modellato - Configurazione di stato di fatto**

Dai risultati della simulazione condotta, si evidenzia che la quota del pelo libero in corrispondenza del picco di piena con tempo di ritorno 200 anni risulta essere pari a 24.93 m s.l.m.. Ricordando che la quota dell'intradosso dell'impalcato è posta ad una quota pari a 27.28 m s.l.m., il tirante d'aria garantito in condizioni di piena risulta essere pari a 2.35 m.

L'Autorità di Bacino del fiume Po propone, all'interno del Catasto arginature maestre del fiume Po, una quota corrispondente alla portata con tempo di ritorno 200 anni di 25.22 m

s.l.m.. Secondo quest'ipotesi, il tirante d'aria garantito in condizioni di piena risulta essere pari a 2.06 m.

#### 6.1.1.2 Modello bidimensionale

Per la determinazione delle onde di piena con tempo di ritorno 200 anni da inserire come condizioni al contorno di monte e di valle all'interno del modello bidimensionale si sono utilizzati i valori di quote calcolati dal modello monodimensionale, a parità di condizione di tempo di ritorno. Nello specifico, la condizione di monte del modello bidimensionale corrisponde all'onda di piena transitante nella sezione 39282.5 (ponte sulla SS62) del modello bidimensionale; la condizione al contorno di valle del modello bidimensionale corrisponde all'onda di piena transitante nella sezione 19996.83 (ponte sulla SS413).

Si riporta in Figura 30 l'estratto delle condizioni al contorno di monte e di valle in moto vario corrispondenti alla portata con tempo di ritorno 200 anni utilizzate nel modello bidimensionale.

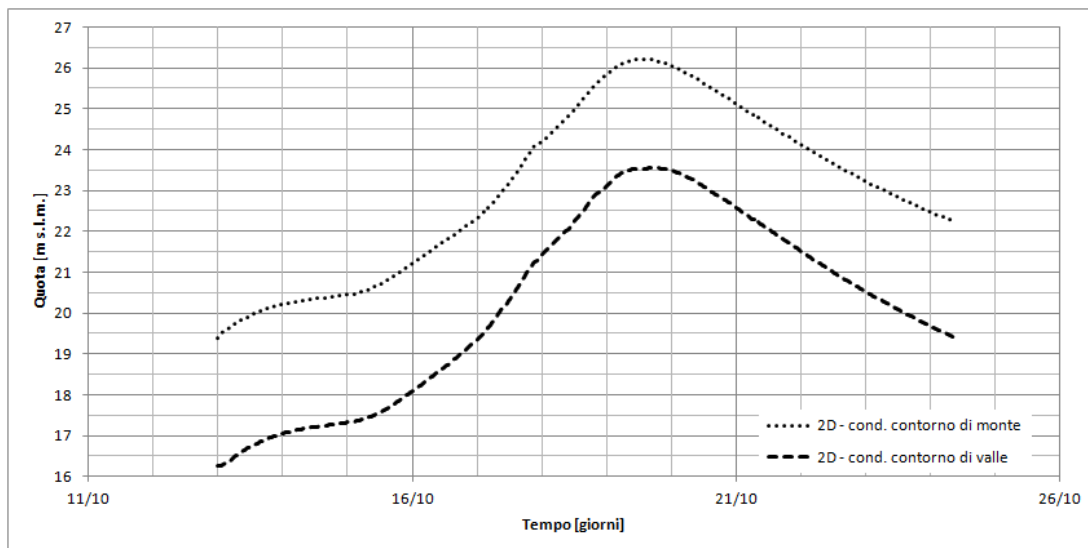


Figura 30 - Condizioni al contorno utilizzate nel modello bidimensionale

Si riporta di seguito la sezione trasversale del ponte nella configurazione di stato di fatto a seguito dei risultati ottenuti dal modello idraulico.

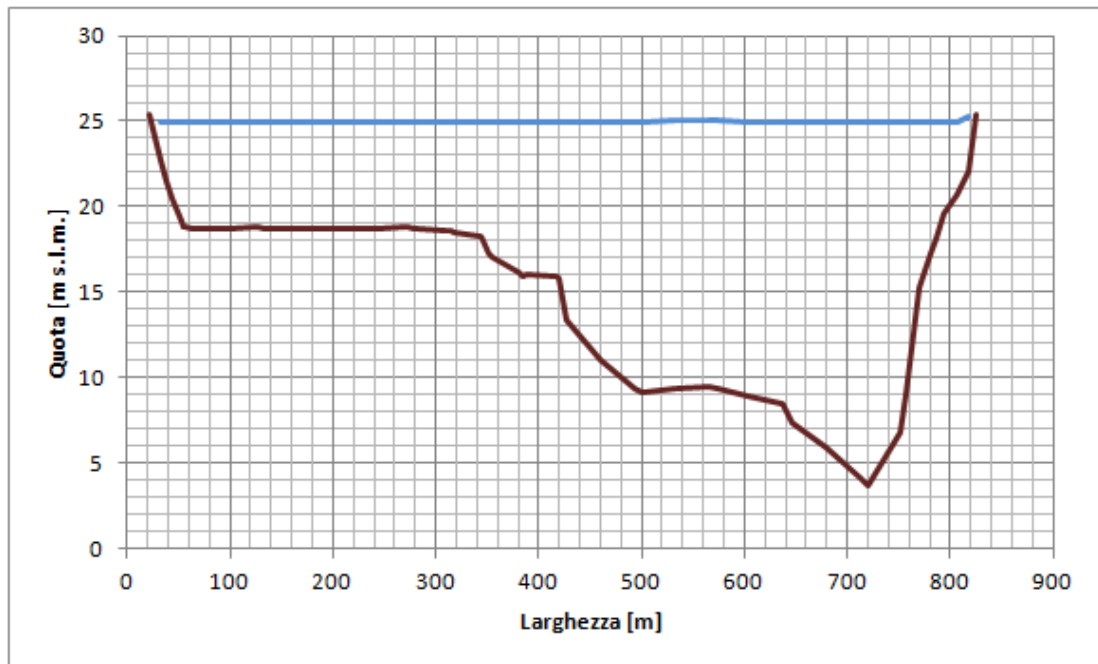


Figura 31 - Sezione trasversale del ponte dell'Autostrada del Brennero sul fiume Po (configurazione di stato di fatto)

Si riporta di seguito l'andamento planimetrico di parte del tratto simulato, dalla sezione di Borgoforte a monte, fino alla sezione del ponte di San Benedetto Po a valle.

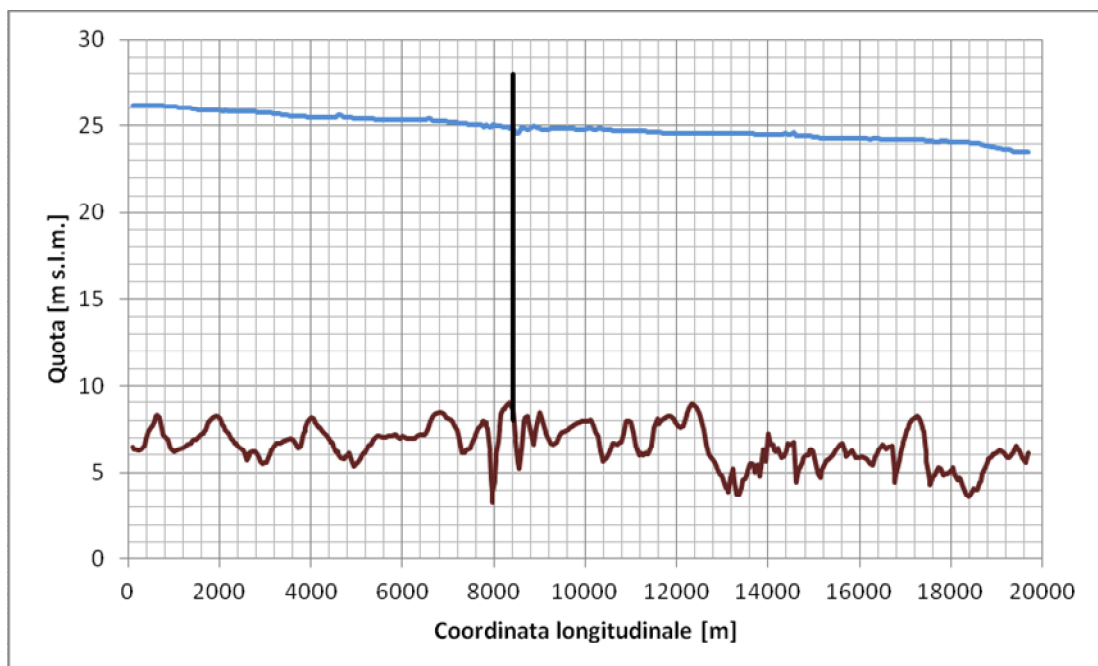


Figura 32 - Profilo longitudinale dell'intero tratto modellato - Configurazione di stato di fatto



Dai risultati della simulazione condotta si evidenzia che la quota del pelo libero in corrispondenza del picco di piena con tempo di ritorno 200 anni risulta essere pari a 24.96 m s.l.m. circa.

Ricordando che la quota dell'intradosso dell'impalcato è posta ad una quota pari a 27.28 m s.l.m., il tirante d'aria garantito in condizioni di piena risulta essere pari a 2.32 m. Si riporta in Figura 33 la distribuzione planimetrica dei tiranti idrici nel tratto di fiume analizzato.

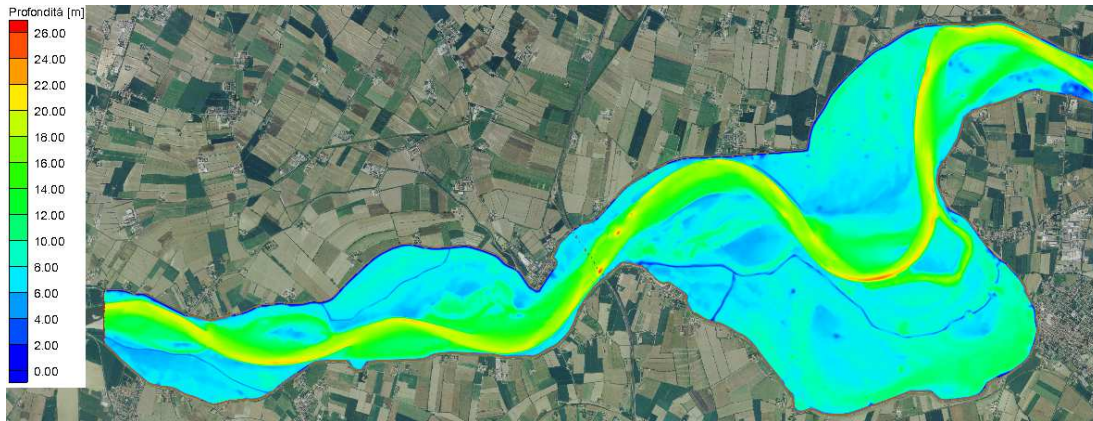


Figura 33 - Distribuzione planimetrica dei tiranti idrici in corrispondenza del picco di piena

Si riporta in Figura 34 la distribuzione planimetrica delle quote assolute nell'istante di transito di picco di piena in corrispondenza del ponte autostradale.



Figura 34 - Distribuzione planimetrica delle quote assolute nell'istante di transito del picco di piena in corrispondenza del ponte autostradale

Si riporta in Figura 35 la distribuzione planimetrica delle velocità nel tratto fluviale analizzato.



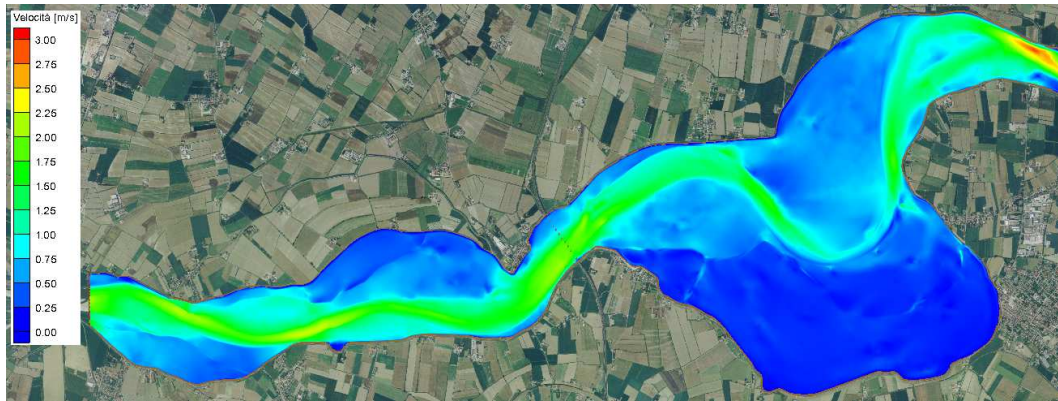


Figura 35 - Distribuzione planimetrica delle velocità in corrispondenza del picco di piena

Si riporta in Figura 36 l'andamento temporale della quota del pelo libero in corrispondenza della sezione del ponte autostradale.

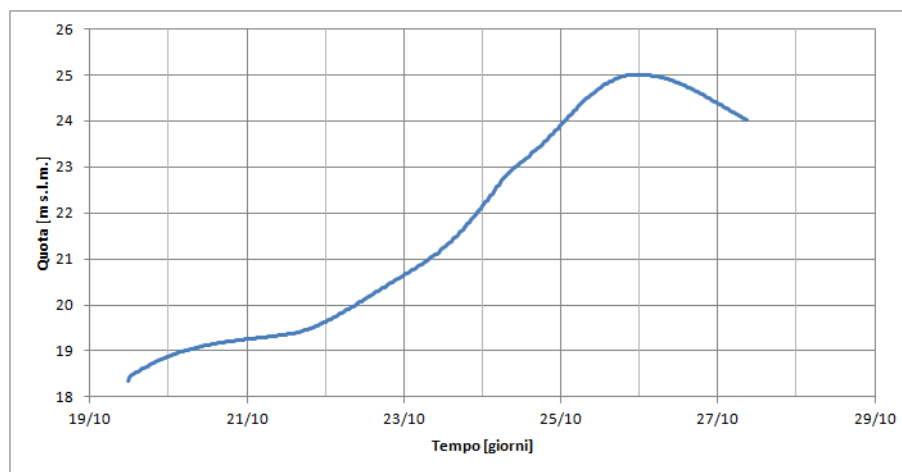


Figura 36 - Andamento temporale della quota del pelo libero in corrispondenza della sezione del ponte autostradale

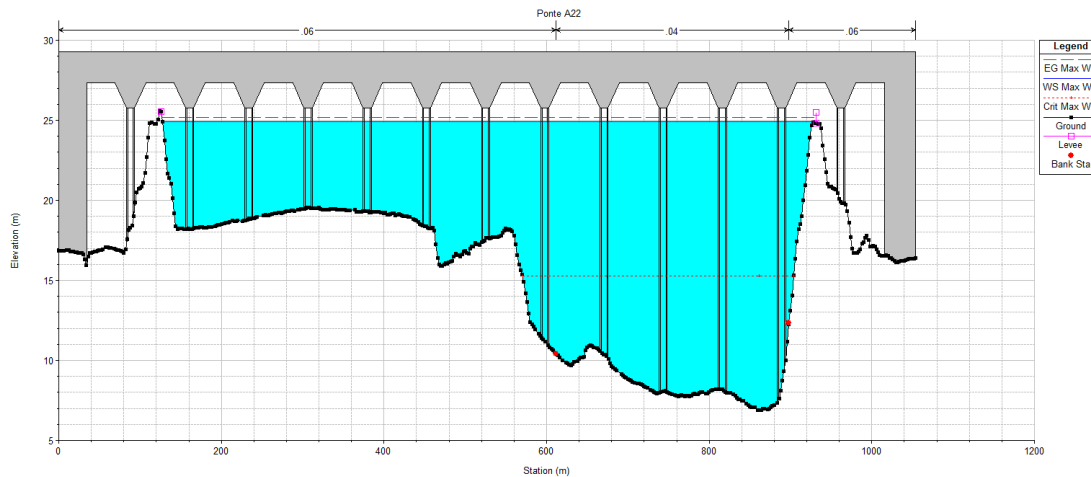
## 6.1.2 Stato di progetto

### 6.1.2.1 Modello monodimensionale

Le condizioni al contorno di monte e di valle e le condizioni iniziali utilizzate nella configurazione di stato di progetto sono le medesime dello stato di fatto, descritte nel paragrafo precedente; lo stesso vale per la geometria. Il coefficiente di scabrezza secondo Manning è stato posto pari a  $0.04 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  per l'alveo inciso e  $0.06 \text{ m}^{-1/3} \text{ s}$  per le golene a seguito della taratura preliminare del modello descritta nel paragrafo 5.6.4.

Nella situazione di stato di progetto, il ponte dell'autostrada Brennero-Modena è caratterizzato da una quota di intradosso dell'impalcato pari a 27.33 m s.l.m. ed una quota di base dei cassoni tra gli impalcati pari a 25.78 m s.l.m..

Si riporta di seguito la sezione trasversale del ponte nella configurazione di stato di progetto a seguito dei risultati ottenuti dal modello idraulico.



**Figura 37 - Sezione trasversale del ponte dell'Autostrada del Brennero sul fiume Po (configurazione di stato di progetto)**

Dai risultati della simulazione condotta si evidenzia che la quota del pelo libero in corrispondenza del picco di piena con tempo di ritorno 200 anni risulta essere pari a 24.93 m s.l.m.. Ricordando che la quota dell'intradosso dell'impalcato è posta ad una quota pari a 27.33 m s.l.m., il **tirante d'aria garantito** in condizioni di piena risulta essere pari a **2.40 m**.

L'Autorità di Bacino del fiume Po propone, all'interno del Catasto arginature maestre del fiume Po, una quota corrispondente alla portata con tempo di ritorno 200 anni di 25.22 m s.l.m.. Secondo quest'ipotesi, il **tirante d'aria garantito** in condizioni di piena risulta essere pari a **2.11 m**.

#### 6.1.2.2 Modello bidimensionale

Per la determinazione delle onde di piena con tempo di ritorno 200 anni da inserire come condizioni al contorno di monte e di valle all'interno del modello bidimensionale si sono utilizzati i valori di quote calcolati dal modello monodimensionale, a parità di condizione di tempo di ritorno. Nello specifico, la condizione di monte del modello bidimensionale corrisponde all'onda di piena transitante nella sezione 39282.5 (ponte sulla SS62) del modello bidimensionale; la condizione al contorno di valle del modello bidimensionale corrisponde all'onda di piena transitante nella sezione 19996.83 (ponte sulla SS413).

Si riporta in Figura 30 l'estratto delle condizioni al contorno di monte e di valle in moto vario corrispondenti alla portata con tempo di ritorno 200 anni utilizzate nel modello bidimensionale.

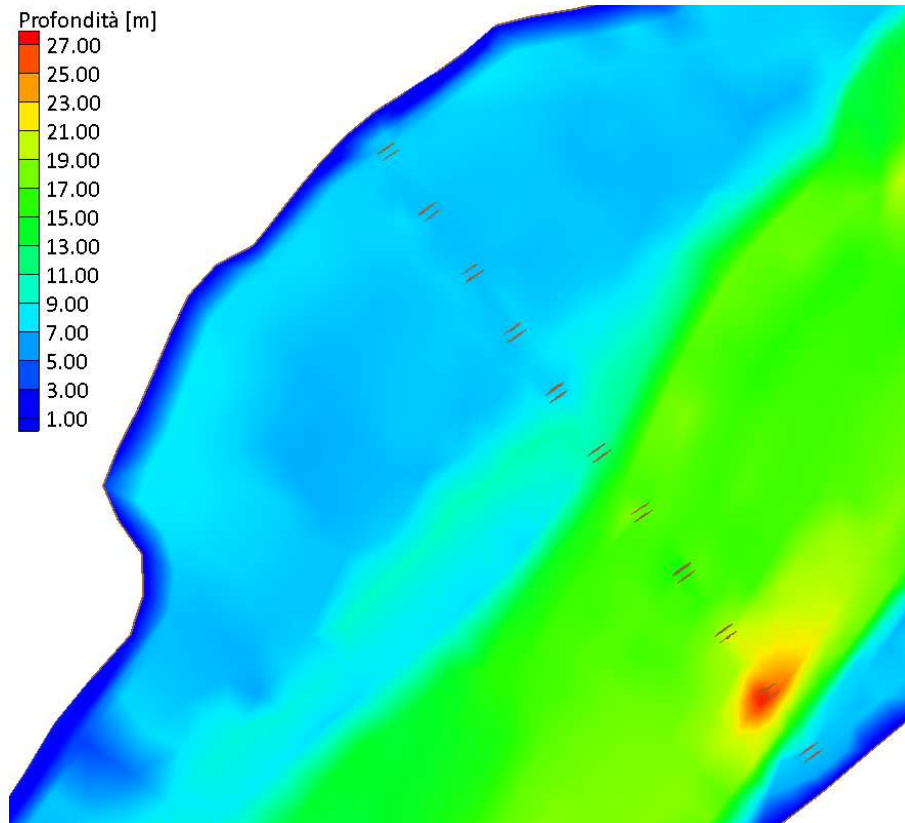
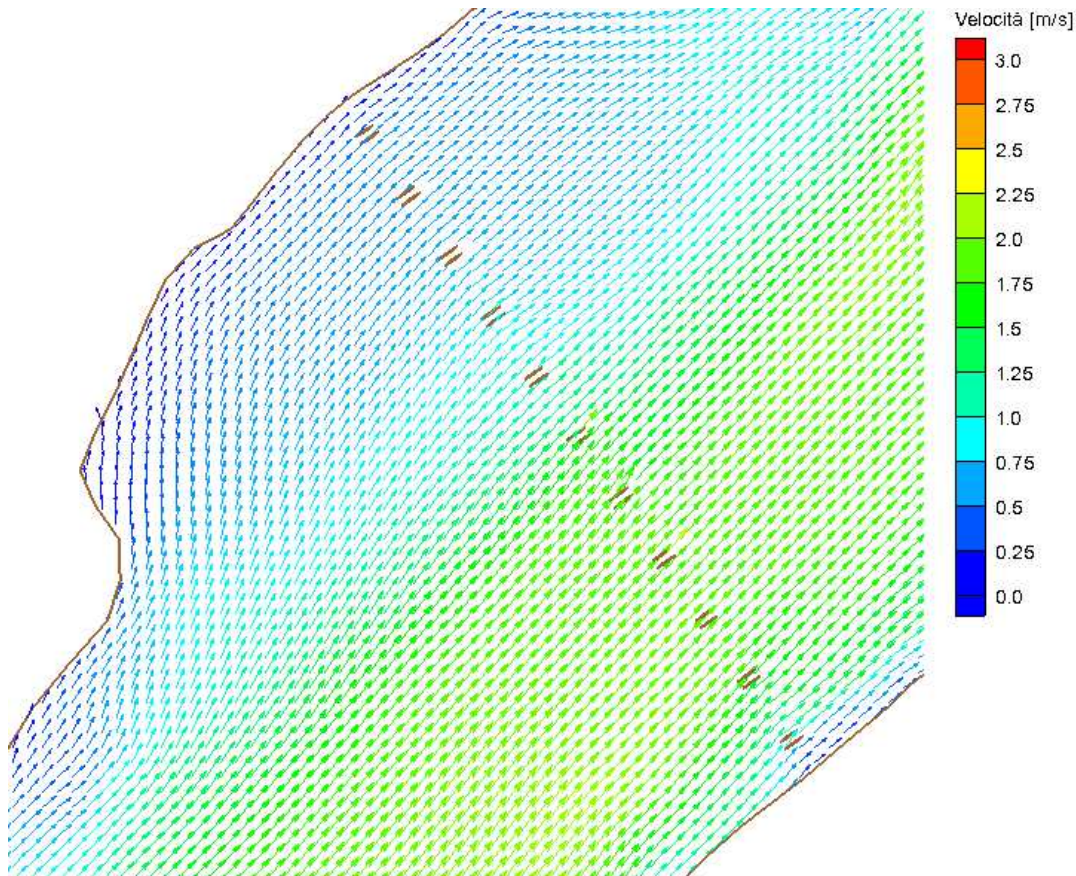


Figura 38 - Estratto dei valori di tirante in corrispondenza del ponte autostradale

Dai risultati della simulazione condottasi evidenzia che la quota media del pelo libero in corrispondenza del picco di piena con tempo di ritorno 200 anni risulta essere pari a 24.96 m s.l.m. circa. Ricordando che la quota dell'intradosso dell'impalcato è posta ad una quota pari a 27.33 m s.l.m., il **tirante d'aria garantito** in condizioni di piena risulta essere pari a **2.37 m**.

L'Autorità di Bacino del fiume Po propone, all'interno del Catasto arginature maestre del fiume Po, una quota corrispondente alla portata con tempo di ritorno 200 anni di 25.22 m s.l.m.. Secondo quest'ipotesi, il **tirante d'aria garantito** in condizioni di piena risulta essere pari a **2.11 m**.

Dall'analisi della Figura 38 si evidenzia inoltre che, in corrispondenza della pila 11, vi sia la presenza di un abbassamento del fondo dovuto all'attività di erosione della corrente, nonchè all'effetto dell'evoluzione morfologica del corso d'acqua. In tale zona, l'abbassamento è dell'ordine di circa 5 m rispetto alla quota del fondo circostante.



**Figura 39 - Distribuzione planimetrica dei vettori velocità in corrispondenza del ponte autostradale**

La valutazione puntuale dell'andamento planimetrico dei vettori velocità in corrispondenza di ponte autostradale mostra che il modulo della velocità si assesta su valori massimi di circa 2 m/s. Si può notare un lieve disassamento della direzione principale della corrente rispetto all'asse delle pile del ponte, variabile da 5° a 10° in funzione della pila considerata. Tale disassamento è stato analizzato nello specifico mediante l'infitimento della mesh di calcolo nell'intorno delle pile del ponte.

In Figura 40 si mostra la distribuzione planimetrica della velocità in corrispondenza delle pile del ponte autostradale.



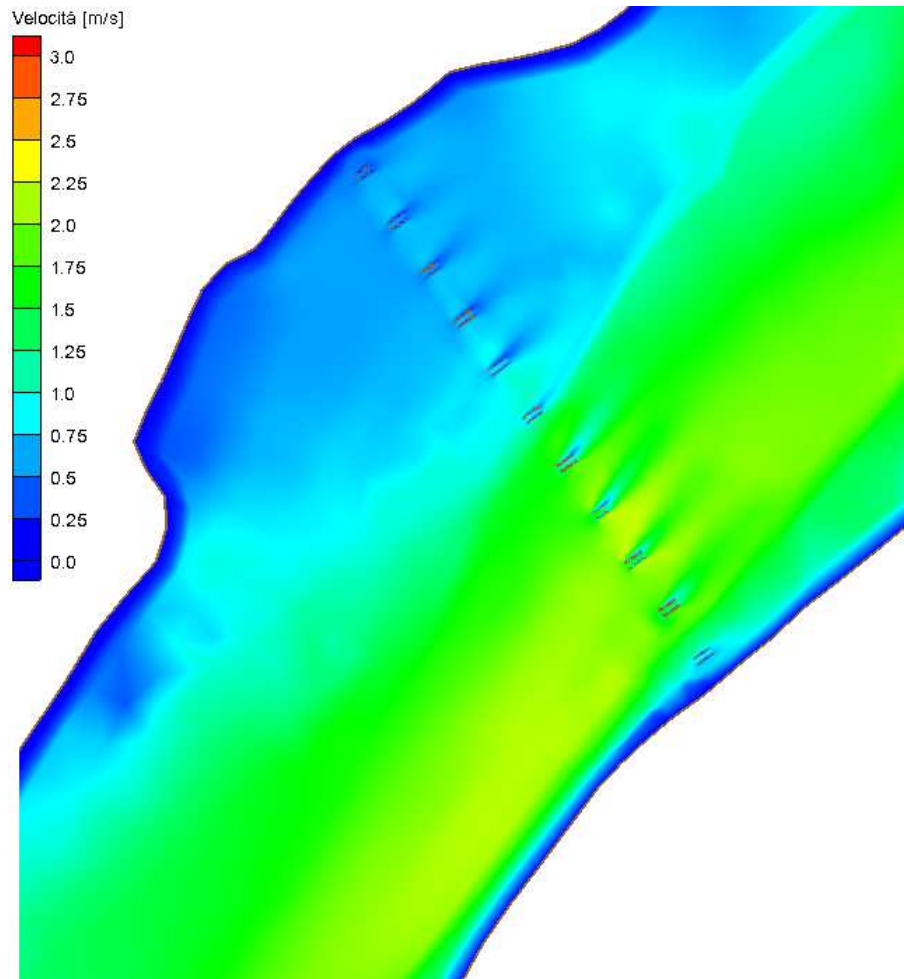


Figura 40 - Distribuzione planimetrica delle velocità in corrispondenza del ponte autostradale

Si evidenzia che il campo di moto viene influenzato dalla presenza delle pile del ponte, in particolare si nota l'effetto di restringimento di sezione che genera un aumento localizzato del modulo di velocità tra due pile adiacenti. Tale effetto, unito alla presenza di un pennello longitudinale posto in sinistra idrografica a monte del ponte autostradale e ad un pennello longitudinale posto in destra idrografica in corrispondenza del ponte (nonchè di un sostanziale abbassamento generalizzato del fondo del fiume), ha contribuito a generare una modificazione del naturale assetto di evoluzione morfologica del corso d'acqua.

Lo scavo localizzato presente in corrispondenza della pila 11 fa presumere l'innescò di vortici a forma di ferro di cavallo come conseguenza della maturazione dei vortici secondari.

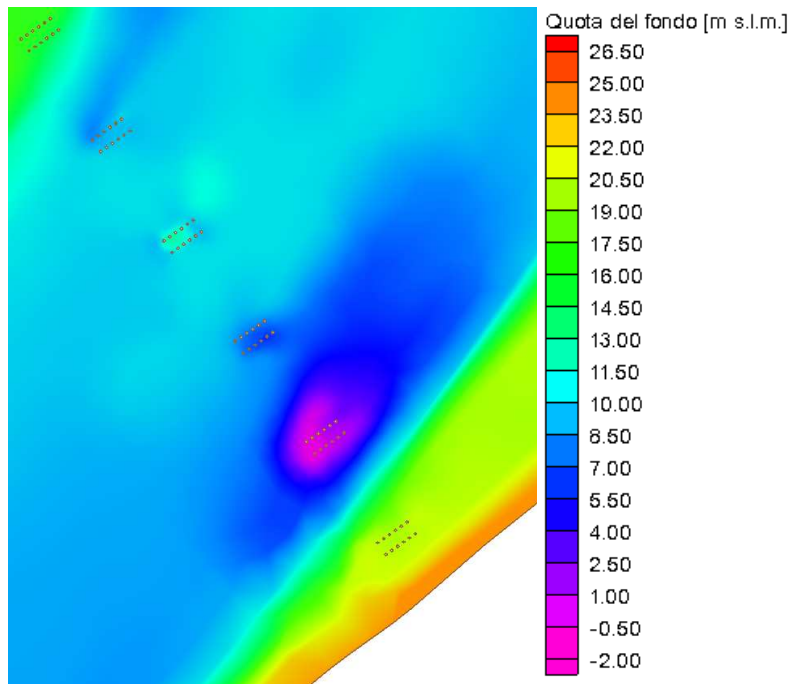


Figura 41 - Particolare del fondo alveo in corrispondenza dello scavo localizzato alla pila 11

Al fine di contenere l'effetto di scavo localizzato che può generare fenomeni di scalzamento al piede della pila 11 del ponte autostradale, si prevede un intervento di tombamento dello scavo con materiale di pezzatura adeguata atta a garantire, da un lato stabilità del fondo e della pila, dall'altro ad evitare l'innesco di ulteriori fenomeni di scavo localizzato al piede del pennello in destra e in corrispondenza della pila 10.

### 6.1.3 Stato di costruzione dell'opera

Come già descritto nel paragrafo 5.6.5, non sono state effettuate simulazioni in condizioni di costruzione dell'opera in quanto, per tutta la durata dell'intervento di adeguamento degli impalcati autostradali, non si andrà a ridurre la sezione trasversale in corrispondenza dell'attraversamento.

## 6.2 Riduzione della capacità d'invaso dell'alveo

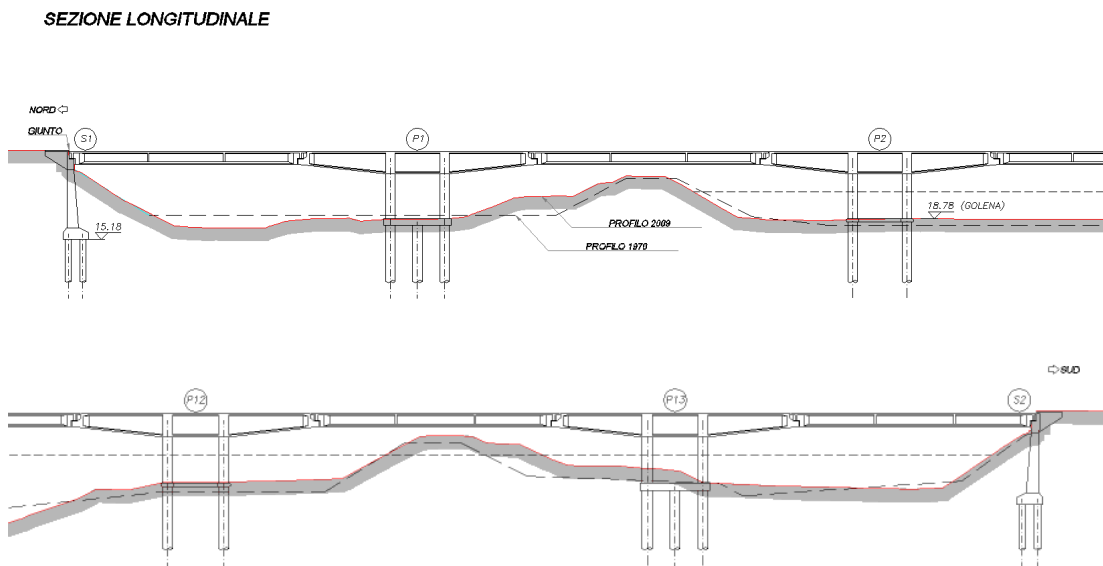
In progetto non sono previste modifiche alle pile in alveo, ma solamente la sostituzione completa dell'impalcato esistente e la posa di nuovi impalcati a piastra ortotropa, più sottili di circa 5 cm rispetto agli esistenti. Secondo le modalità costruttive descritte in fase progettuale, tra il nuovo impalcato ed il cassone esistente sono previsti nuovi appoggi che determinano l'innalzamento della quota di intradosso nelle sezioni di impalcato di 5 cm.

In considerazione delle modifiche in progetto, si conclude che non si verifica alcuna riduzione della capacità di invaso dell'alveo, ovvero si verifica un aumento della stessa in ragione dell'aumento della quota di intradosso degli impalcati del ponte.



### 6.3 Interazioni con le opere di difesa idrauliche (opere di sponda e argini) esistenti

Le spalle e le pile del ponte non vengono interessate dai lavori di manutenzione in progetto. L'attuale interazione con le arginature presenti deriva da successive modificazioni planoaltimetriche dei profili arginali eseguite a partire dal 1970. In Figura 42 si mostra la modifica della sezione trasversale dell'argine maestro (sia in sinistra che in destra idrografica) in corrispondenza del ponte autostradale.



**Figura 42 - Sezione trasversale ponte autostradale - stato di progetto**

Come si evince dall'immagine, dal 1970 al 2009 sono stati eseguiti lavori di ringrosso lato campagna sia in sponda destra che in sponda sinistra dell'argine maestro, inoltre in destra idrografica è stato eseguito un intervento di rialzo. Tali lavori hanno modificato la distanza delle pile lato campagna dal piede dell'argine, riducendola ad un valore minore rispetto i 10 m indicati in Direttiva, tuttavia le interazioni tra le opere e la corrente non danno luogo a fenomeni incompatibili con l'assetto morfologico dell'alveo o la stabilità dell'opera.

### 6.4 Opere idrauliche in progetto nell'ambito dell'intervento

L'intervento in progetto non prevede la realizzazione di nuove opere idrauliche di sistemazione dell'alveo. Le lavorazioni di manutenzione straordinaria precedentemente descritte al paragrafo 2.3, relative al tombamento della depressione in corrispondenza della pila P11 e all'installazione del sistema di monitoraggio del fondo in corrispondenza della

pila stessa, saranno eseguite prima e separatamente alle opere di adeguamento dell'impalcato facenti parte del "Progetto di intervento relativo alla realizzazione della terza corsia" dell'Autostrada del Brennero A22. Per l'intervento di ritombamento della pila 11 è stata presentata istanza per il nulla osta idraulico in data 31 maggio 2012. L'istruttoria tecnica si è conclusa con rilascio del nulla osta idraulico da parte dell'ufficio operativo AIPo sede di Mantova con nota avente protocollo n. 0021418 del 13 giugno 2012.

## 6.5 Modifiche indotte sull'assetto morfologico planoaltimetrico dell'alveo inciso e di piena

Secondo i rilievi effettuati e gli schemi progettuali di Autostrada del Brennero, le pile in alveo presenti al di sotto dell'impalcato autostradale non sono collocate longitudinalmente rispetto alla direzione principale della corrente, ma sono disassate ed in particolare la pila 11 di un angolo di 17°.

L'assetto morfologico dell'alveo nel tratto in cui è presente il ponte autostradale è sostanzialmente debolmente meandriforme, come dimostra la Figura 43 di seguito riportata.

L'interazione manufatto - corpo idrico è configurata per minimizzare gli effetti morfodinamici e garantire un corretto grado di stabilità alle pile ed alle fondazioni del manufatto.

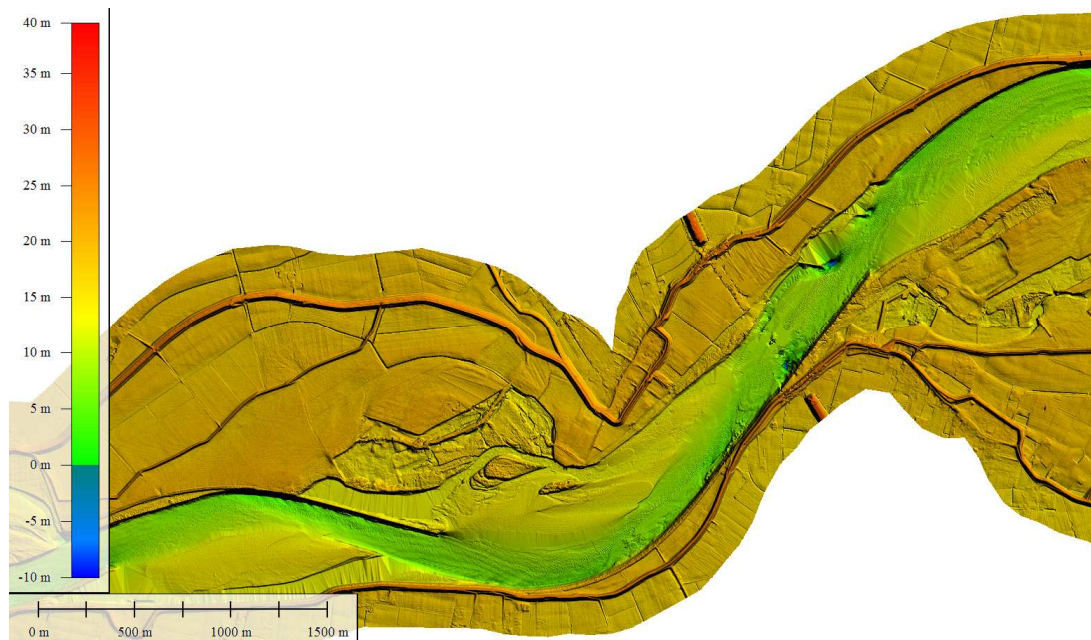


Figura 43 – DTM del tratto fluviale in prossimità dell'attraversamento autostradale

Sono inoltre presenti i due pennelli, in destra e in sinistra idrografica in corrispondenza dell'alveo inciso che permettono di garantire un minor effetto di migrazione morfologica delle sponde fluviali, determinando una sostanziale invarianza morfologica nel breve e medio periodo.

La presenza del pennello in sinistra idrografica a monte del ponte e del pennello in destra idrografica in corrispondenza del ponte può essere la concausa che, accanto alla presenza stessa delle pile in alveo e ad una sostanziale modifica altimetrica del fondo del fiume Po negli ultimi 30 anni, hanno determinato la formazione di uno scavo localizzato in corrispondenza della pila 11.

Si precisa pertanto che ulteriori approfondimenti in merito a quanto menzionato nel precedente capoverso, verranno presi in esame durante le successive fasi di progettazione dell'ampliamento della terza corsia autostradale. Resta inoltre inteso che gli approfondimenti suddetti saranno predisposti di concerto e in accordo con Autorità di Bacino del Fiume Po e con A.I.Po, anche in considerazione dell'avanzamento e lo sviluppo del progetto della navigazione a corrente libera del tratto in esame.

## 6.6 Modifiche indotte sulle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale

Per valutare in maniera completa ed esaustiva gli aspetti di dettaglio legati alle caratteristiche naturali e paesaggistiche della regione fluviale si rimanda all'allegato che racchiude le valutazioni elaborate in merito a tali aspetti.

## 6.7 Condizioni di sicurezza dell'intervento rispetto alla piena

Le condizioni idrodinamiche che si realizzano in condizioni di piena con tempo di ritorno  $T=200$  anni non generano condizioni di instabilità (scalzamento delle fondazioni delle pile, abrasioni provocate dalla corrente sulle pile).

Inoltre il tirante d'aria tra l'intradosso del ponte e la quota di massima piena risulta essere abbondantemente superiore al metro.

Le arginature in destra e sinistra idrografica, su tutto il tratto modellato, pur non garantendo 1.00 m di franco, permettono di garantire il contenimento della piena di progetto.

## 6.8 Erosioni localizzate in corrispondenza dei pali di fondazione

Per il calcolo dello scalzamento delle pile in alveo si è fatto riferimento alla trattazione proposta da Armanini [Armanini, 2005], mentre per il calcolo dello scalzamento delle pile in

golena si è fatto riferimento alla formulazione proposta dalla Colorado State University, di seguito esplicitate.

### 6.8.1 Formulazione della Colorado State University (CSU)

L'equazione del CSU (Colorado State University), che permette il calcolo della profondità massima dello scavo a valle delle pile è la seguente:

$$y_s = 2.0 K_1 K_2 K_3 K_4 a^{0.65} y_1^{0.35} Fr_1^{0.43}$$

dove:

- $y_s$  profondità dello scavo in metri;
- $K_1$  fattore di correzione per la forma del fronte della pila;
- $K_2$  fattore di correzione per l'angolo di attacco della corrente;
- $K_3$  fattore di correzione per le condizioni del fondo;
- $K_4$  fattore di correzione per il materiale del fondo;
- $a$  larghezza della pila in metri;
- $y_1$  tirante d'acqua a monte della pila;
- $Fr_1$  numero di Froude a monte della pila.

Il coefficiente  $K_1$  è tabulato per diversi tipi di forma del fronte della pila e varia da 1.1 per pile quadrate a 1.0 per pile con fronte semicircolare o per pile circolari o per pile costituite da gruppi di cilindri, fino ad un valore di 0.9 per pile con fronte ben raccordato di forma triangolare.

Il coefficiente  $K_2$  viene calcolato con la formula:

$$K_2 = \left( \cos \theta + \frac{L}{a} \sin \theta \right)^{0.65}$$

con  $L$  che rappresenta la lunghezza della pila e  $\theta$  l'angolo di attacco della corrente rispetto all'asse di simmetria della pila.

Il coefficiente  $K_3$  viene riportato in appositi tabulati e considera le condizioni morfologiche del fondo. Varia da 1.1 per fondo piano fino a 1.3 per fondo con presenza di dune di dimensioni importanti.

Il coefficiente  $K_4$  rappresenta un fattore correttivo dello scalzamento che tiene conto della protezione di fondo (armoring) costituita da granulometrie grossolane presenti in alveo o

ad una certa profondità. La stima del parametro viene fatta applicando la seguente formula:

$$K_4 = \left[ 1 - 0.89 (1 - V_R)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

dove:

$$V_R = \left[ \frac{V_1 - V_i}{V_{c90} - V_i} \right]$$

$$V_i = 0.645 \left[ \frac{D_{50}}{a} \right]^{0.053} V_{c50}$$

con:

$V_R$  carico cinetico;

$V_1$  velocità media in alveo i in golena nella sezione subito a monte del ponte;

$V_i$  velocità di incipiente movimento;

$a$  larghezza della pila;

$V_{c90}$  velocità critica per le particelle con diametro  $D_{90}$ ;

$V_{c50}$  velocità critica per le particelle con diametro  $D_{50}$ ;

Per il calcolo della velocità critica  $V_c$  si è utilizzata la seguente formulazione:

$$V_c = 10.95 y^{1/6} D_c^{1/3}$$

con:

$y$  tirante d'acqua subito a monte delle pile (in metri);

$D_c$  dimensione critica delle particelle per la velocità critica (in metri).

Il valore di  $K_4$  deve essere sempre superiore a 0.7 mentre il materiale del fondo che produce protezione dallo scalzamento non deve essere inferiore a 0.06 m.

### 6.8.2 Formulazione di Armanini

La formulazione suggerita da Armanini è stata utilizzata per le pile in alveo in quanto tiene conto di tutti gli effetti geometrici, idro- e morfo-dinamici presenti nello specifico caso del ponte dell'A22 sul fiume Po. L'utilizzo di tale trattazione è previsto dalla "Direttiva

contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce "A" e "B" al paragrafo 4.8.6 "La scelta della formula da utilizzare è demandata alle valutazioni da effettuare [...] in funzione della migliore rispondenza alle condizioni dello specifico caso e degli elementi conoscitivi migliori".

La formulazione proposta da Armanini, oltre che considerare i classici effetti di ostacolo idrodinamico delle pile, tiene conto della particolare forma delle pile, del loro disallineamento rispetto alla corrente e dell'interazioni tra esse con conseguenti fenomeni di turbolenza.

Per il calcolo dello scavo viene adottata quindi la seguente formulazione sperimentale:

$$\frac{y_{sm}}{D_p} = K_{Sf} (Sf_p) K_{\alpha} (\alpha_p) K_{Fr} (Fr_0) K_{np} (n_p)$$

con:

$y_{sm}$	[m]	massima profondità di scavo;
$D_p$	[m]	diametro (larghezza) della pila;
$K_{Sf}$	[-]	effetti dovuti alla forma della pila;
$K_{\alpha}$	[-]	effetti dovuti al disallineamento tra la pila e la corrente;
$K_{Fr}$	[-]	effetti dovuti al numero di Froude;
$K_{np}$	[-]	effetti dovuti alla presenza di più pile in alveo.

### 6.8.3 Effetti dovuti alla forma della pila

Il coefficiente di forma della pila è stato ricavato secondo quanto riportato in Tabella 4.




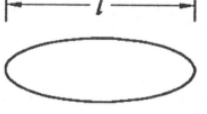
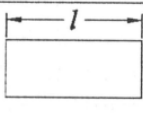
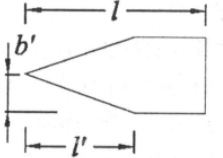
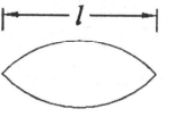
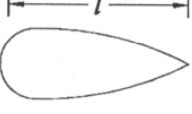
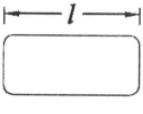
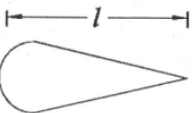
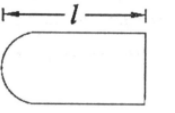
$D_p = b$	$b:l$	$K_{sf}$	$D_p = b$	$b:l$	$b':l'$	$K_{sf}$
		1.22		1:2 1:3 1:5		0.83 0.80 0.61
	1:1 1:3 1:5	1.22 1.08 0.99		1:0.3 1:0.3	1:2 1:4	0.76 0.65
	1:2 1:3	0.80 0.70		1:3.5		0.80
	1:4	0.76		1:5		0.86
	1:3	0.90				

Tabella 4 – Coefficiente di forma per diverse tipologie di pila (fonte: Armanini, 2005)

In particolare essendo i fusti costituenti la pila di forma circolare il coefficiente di forma è stato assunto pari a 1.22

#### 6.8.4 Effetti dovuti al disallineamento tra la pila e la corrente

Nel caso di pile non allineate alla corrente, l'ingombro della pila è rappresentato dalla proiezione della pila stessa in direzione normale alla corrente. Per la determinazione dell'effetto generato, si utilizza la formulazione proposta da Froehlich (Froehlich, 1988), valida per angoli  $\alpha$  inferiori a  $30^\circ$  come nel caso in esame.

$$K_\alpha = \left( \cos \alpha + \frac{L_p}{b} \sin \alpha \right)$$

in cui:

$K_\alpha$  [-] effetti dovuti al disallineamento tra la pila e la corrente;

$\alpha$  [°] angolo di disallineamento tra la pila e la corrente;

$L_p$  [m] lunghezza della pila

$b$  [m] larghezza della pila

Nel caso analizzato, in favore di sicurezza, si è scelto di utilizzare l'ingombro complessivo dovuto alla presenza di un blocco di dodici fusti circolari. I dodici fusti sono organizzati in due file parallele ciascuna composta da sei fusti.

Nel caso in esame l'angolo di disallineamento tra le pile e la corrente è stato assunto variabile tra 4° e 15°, a seconda della pila considerata, la lunghezza complessiva è stata assunta pari a 22.5 m (ingombro totale dei sei fusti costituenti una fila) e la larghezza complessiva è stata assunta pari a 9.9 m.

#### 6.8.5 Effetti dovuti al numero di Froude

Una delle formule empiriche utilizzate per determinare gli effetti dello scavo localizzato al piede delle pile dovuto al numero di Froude è stata proposta dalla Colorado State University (Johnson, 1992):

$$K_{Fr} = 2Fr^{0.43} \left( \frac{h_0}{D_p} \right)^{0.65}$$

in cui:

$K_{Fr}$	[-]	effetti dovuti al numero di Froude;
$Fr$	[-]	numero di Froude: $U (g h_0)^{-0.5}$ ;
$U$	[m s <sup>-1</sup> ]	velocità della corrente;
$g$	[m s <sup>-2</sup> ]	accelerazione di gravità;
$h_0$	[m]	tirante idrico;
$D_p$	[m]	diametro del singolo fusto;

I dati idrodinamici quali il numero di Froude, la velocità della corrente e il tirante idrico sono stati determinati grazie alle simulazioni condotte, il diametro del singolo fusto è stato assunto pari a 1.5 m.

#### 6.8.6 Effetti dovuti alla presenza di più fusti

La presenza di più fusti, secondo la trattazione di Raudkivi e Sutherland (Raudkivi e Sutherland, 1981) ha l'effetto di amplificare la massima profondità di scavo nella zona di monte della pila stessa, come esemplificato in Figura 44. Per tale ragione il valore del coefficiente che tiene conto della presenza di più pile è pari a 1.2 come inoltre evidenziato nel grafico sotto riportato.

Inoltre gli effetti prodotti della presenza di più pile in alveo e disallineate rispetto alla direzione principale della corrente sono, da una parte l'aumento del fronte di esposizione

della pila alla corrente stessa e dall'altro la presenza di vortici tridimensionali complessi tra i fusti delle pile.

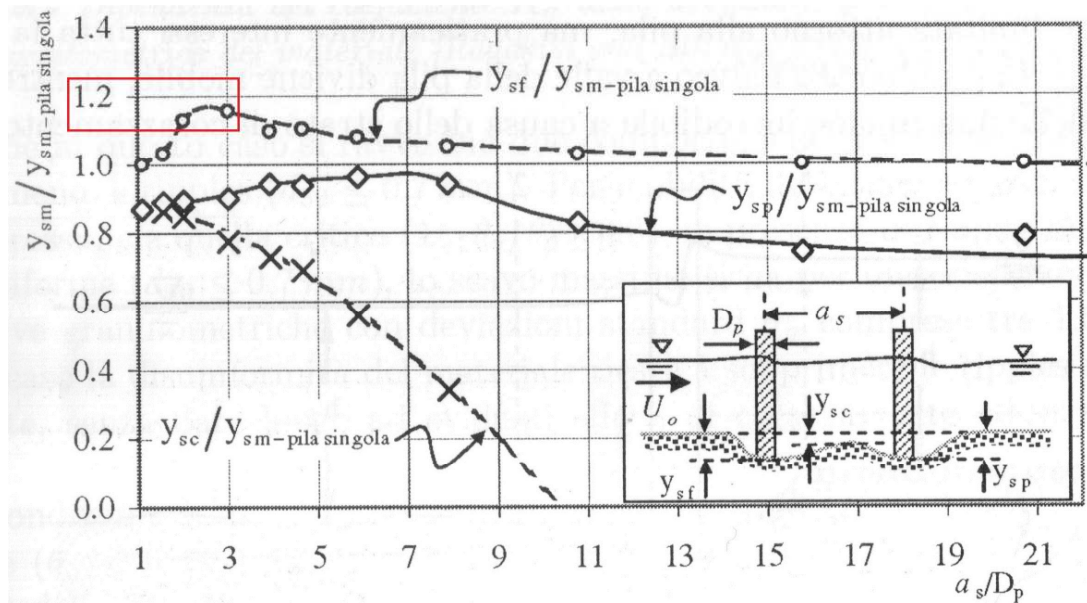


Figura 44 – Effetto di una doppia fila di pile sulla massima profondità di scavo (fonte: Armanini, 2005)

In Tabella 5 e Tabella 6 si riportano tutti i valori utilizzati per il calcolo dello scavo localizzato, distinte tra gola e alveo inciso, ed i risultati ottenuti con le trattazioni esposte nei precedenti paragrafi.

Formulazione CSU		NORD	Pila 2	Pila 3	Pila 4	Pila 5	Pila 6	Pila 7	12	SUD
Scavo	$Y_s$	0.91	0.87	0.85	1.07	1.30	1.68	1.20	[m]	
<b>Dati</b>										
Fattore di correzione per la forma del fronte della pila	$K_1$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Fattore di correzione per l'angolo di attacco della corrente	$K_2$	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.130
Fattore di correzione per le condizioni del fondo	$K_3$	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100	1.100
Fattore di correzione per il materiale del fondo	$K_4$	0.365	0.350	0.342	0.406	0.478	0.512	0.424	0.424	0.424
Larghezza della pila	$a$	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Tirante d'acqua subito a monte della pila	$Y_1$	6.00	5.80	5.75	5.65	6.20	9.16	5.95	5.95	5.95
Numero di Froude subito a monte della pila	$Fr_1$	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.08	0.06	0.06	0.06
<b>Calcolo del coefficiente K2 - Dati</b>										
Lunghezza della pila	$L$	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Angolo di attacco della corrente rispetto all'asse della pila	$\theta$	0	0	0	0	0	0	0	0	4
<b>Calcolo del coefficiente K4 - Dati</b>										
Carico cinetico	$V_R$	0.01295	0.00708	0.00394	0.03119	0.06912	0.08929	0.03997	0.03997	0.03997
Velocità media in alveo o in gola a monte del ponte	$V_1$	0.48	0.46	0.45	0.53	0.65	0.74	0.56	0.56	0.56
Velocità di incipiente movimento	$V_i$	0.44	0.44	0.44	0.44	0.44	0.47	0.44	0.44	0.44
Larghezza della pila	$a$	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Velocità critica per le particelle con diametro $D_{90}$	$V_{c90}$	1.32	1.31	1.31	1.30	1.32	1.41	1.31	1.31	1.31
Velocità critica per le particelle con diametro $D_{50}$	$V_{c50}$	1.10	1.09	1.09	1.09	1.10	1.18	1.10	1.10	1.10
Diametro $D_{50}$	$D_{50}$	0.00041	0.00041	0.00041	0.00041	0.00041	0.00041	0.00041	0.00041	0.00041
Diametro $D_{90}$	$D_{90}$	0.00071	0.00071	0.00071	0.00071	0.00071	0.00071	0.00071	0.00071	0.00071
Tirante d'acqua a monte delle pile	$Y$	6.00	5.80	5.75	5.65	6.20	9.16	5.95	5.95	5.95

Tabella 5 – Valori utilizzati per la determinazione dello scavo massimo – CSU – Pile in gola

Formulazione di Armanini		NORD	Pila 8	Pila 9	Pila 10	Pila 11	SUD
<b>Scavo</b>	$Y_{sm}$	6.01	6.37	6.13	11.55	[m]	
Diametro del fusto	$D_p$	1.5	1.5	1.5	1.5	[m]	
<b>Dati</b>							
<b>Effetti dovuti alla forma della pila (<math>K_{sf}</math>)</b>	$K_{sf}$	1.22	1.22	1.22	1.22	[-]	
<b>Effetti dovuti al dissassamento delle pile (<math>K_a</math>)</b>	$K_a$	1.09	1.16	1.12	1.31	[-]	
Angolo di dissassamento rispetto alla direzione della corrente	$\alpha$	4	7	5	15	[°]	
Larghezza della pila	$b$	9.9	9.9	9.9	9.9	[m]	
Lunghezza della pila	$L_p$	22.5	22.5	22.5	22.5	[m]	
<b>Effetti dovuti al parametro di mobilità della corrente (<math>K_a</math>)</b>	$K_a$	2.5	2.5	2.5	2.5	[-]	
<b>Effetti del numero di Froude (<math>K_{Fr}</math>)</b>	$K_{Fr}$	3.85	3.76	3.93	4.00	[-]	
Numero di Froude	$Fr$	0.11	0.12	0.12	0.10	[-]	
Tirante indisturbato	$h_0$	17.71	16.11	17.22	20.00	[m]	
Diametro del fusto	$D_p$	1.5	1.5	1.5	1.5	[m]	
<b>Effetti di pile su più file (<math>K_{np}</math>)</b>	$K_{np}$	1.2	1.2	1.2	1.2	[-]	
Interasse longitudinale tra le pile	$as$	4.2	4.2	4.2	4.2	[m]	
Diametro del fusto	$D_p$	1.5	1.5	1.5	1.5	[m]	
Rapporto $a_s/D_p$		2.8	2.8	2.8	2.8	[-]	

Tabella 6 – Valori utilizzati per la determinazione dello scavo massimo – Armanini – Pile in alveo

Sia nella formulazione CSU per il calcolo dello scavo delle pile in golena che nella formulazione di Armanini per il calcolo in alveo, si sono utilizzati i parametri di velocità e tirante risultanti dalla modellazione idraulica bidimensionale. Per quanto concerne lo scavo della pila 11 si è ripreso quanto già calcolato in sede di stesura del progetto denominato “Sistemazione idraulica della pila 11 del ponte sul fiume Po – Relazione specialistica idraulica”, già approvato dagli enti preposti.

Dalla formulazione emerge che le pile dalla 2 ÷ 7, in golena, presentano uno scavo massimo teorico variabile tra 0.85 ÷ 1.70 m.

Per quanto concerne il calcolo dello scavo massimo teorico delle pile in alveo 8 ÷ 10, queste presentano valori dell’ordine di 6.01 ÷ 6.37 m.

Appare utile evidenziare come i valori di scavo massimo teorico calcolati siano compatibili con l’assetto dinamico del fondo alveo attuale. Inoltre tali valori consentono di eseguire l’ampliamento delle corsie autostradali senza mettere in crisi la staticità del viadotto. Si rimanda per maggiori dettagli al progetto di ampliamento terza corsia di Autostrada del Brennero.

Per poter meglio comprendere l’andamento morfologico futuro del letto del fiume è auspicabile non solo effettuare il monitoraggio della pila 11, come ampiamente previsto nel progetto di sistemazione della pila 11, ma anche per quanto riguarda la pila 10. Tale monitoraggio permetterebbe di capire qual è la risposta morfodinamica del fiume a seguito dei lavori di ritombamento della pila 11, resa inerodibile, nei confronti della pila accanto (pila 10) attualmente in condizioni stabili e spesso soggetta a deposito di materiale sabbioso.

Dall’analisi del confronto tra lo scavo teorico massimo e la profondità di infissione delle pile emerge che in nessun caso lo scavo è superiore alla profondità di infissione.

## 7 Conclusioni

---

Alla luce di quanto prescritto dalla *Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce “A” e “B”* e dei criteri posti a base della verifica di compatibilità idraulica per le opere interferenti nelle fasce fluviali che considerano:

1. La portata di piena di progetto;
2. Il franco minimo da garantire;
3. Il posizionamento del ponte e delle relative opere in alveo rispetto alle condizioni di deflusso della corrente;



4. Gli effetti idraulici indotti dalla presenza del ponte sia a livello generale che a livello locale;
5. Il mantenimento delle condizioni di sicurezza idraulica del ponte, delle opere ad esso collegate e delle aree limitrofe.

L'esame critico delle simulazioni numeriche effettuate evidenzia come l'adeguamento dell'attraversamento autostradale sul fiume Po presenta un impatto idraulico del tutto trascurabile sull'ambiente fluviale verificando in prima istanza gli aspetti legati alla piena di progetto e ai franchi minimi da garantire durante le condizioni di deflusso ed in particolare non contribuendo in misura significativa all'incremento dei livelli di piena.

Gli aspetti di dettaglio legati al posizionamento delle pile del ponte e delle relative opere connesse evidenzia che gli effetti indotti in termini di erosione potenziale del fondale risultano essere del tutto limitati assicurando la totale assenza di evoluzioni morfologiche di breve, medio o lungo periodo.

Analoghe considerazioni possono essere svolte riguardo alla evoluzione tendenziale del profilo dell'alveo e gli effetti idraulici indotti dal ponte in termini di sicurezza per le opere stesse e per le aree circostanti.

Il tombamento, progettato dallo Studio EOS – Studio d'Ingegneria per conto di Autostrada del Brennero, è stato approvato tramite rilascio del nulla osta idraulico da parte dell'ufficio operativo A.I.Po sede di Mantova con nota avente protocollo n. 0021418 del 13 giugno 2012. Esso consente il ripristino delle condizioni morfologiche antecedenti la formazione dello scavo stesso, in corrispondenza della pila P11, garantendo la stabilità della pila ed evitandone lo scalzamento, così come descritto nello specifico nel progetto di sistemazione della pila stessa a cui si rimanda.

Con nota avente protocollo n. 5088/33 del 20 luglio 2012 Autorità di Bacino del Fiume Po esprime parere di compatibilità, del progetto sopracitato, con la pianificazione di bacino vigente.

In riferimento alla nota avente protocollo n. 5087/33 del 20 luglio 2012, l'analisi dell'attuale morfologia e delle possibili variazioni plano altimetriche delle difese e dei pennelli esistenti verrà approfondita nelle successive fasi progettuali in accordo con A.I.Po ed Autorità di Bacino del Fiume Po. Tali studi saranno finalizzati a verificare le configurazioni morfologiche della zona di intervento capaci di dare ulteriori benefici al viadotto autostradale, limitando gli scavi localizzati e garantendo la navigabilità del tratto e la compatibilità con la pianificazione di bacino.

Si riportano di seguito a carattere di completezza i listati di calcolo relativi sia alla condizione corrispondente allo stato di fatto che quella relativa allo stato di progetto.

## 8 Allegati

---

**Elaborato A.2.2.** – Schema di calcolo e modello idraulico bidimensionale

**Elaborato A.2.3.** – Studio delle caratteristiche degli ecosistemi fluviali

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	74086.97	Max WS	14311.71	12.38	29.64		29.74	0.000147	1.71	14596.70	2294.37	0.15
Ponte_A22	73911.0*	Max WS	14239.63	12.36	29.61		29.71	0.000147	1.74	14527.77	2279.50	0.15
Ponte_A22	73735.1*	Max WS	14239.59	12.34	29.59		29.69	0.000149	1.77	14481.35	2264.57	0.15
Ponte_A22	73559.2*	Max WS	14239.54	12.33	29.56		29.66	0.000150	1.81	14458.87	2248.61	0.15
Ponte_A22	73383.3*	Max WS	14239.45	12.31	29.53		29.64	0.000151	1.84	14468.90	2224.82	0.15
Ponte_A22	73207.38	Max WS	14239.35	12.29	29.51		29.61	0.000153	1.87	14488.52	2217.81	0.15
Ponte_A22	73009.5*	Max WS	14239.21	11.80	29.48		29.58	0.000154	1.87	14755.05	2299.74	0.15
Ponte_A22	72811.7*	Max WS	14239.02	11.32	29.45		29.55	0.000156	1.88	15009.22	2385.27	0.16
Ponte_A22	72613.8*	Max WS	14238.80	10.84	29.42		29.52	0.000157	1.88	15253.32	2470.26	0.16
Ponte_A22	72416.05	Max WS	14238.53	10.35	29.39		29.49	0.000160	1.88	15490.76	2555.24	0.16
Ponte_A22	72223.0*	Max WS	14238.24	11.22	29.37		29.45	0.000154	1.84	16132.55	2637.80	0.15
Ponte_A22	72030.1*	Max WS	14237.90	12.08	29.34		29.42	0.000148	1.79	16795.20	2718.87	0.15
Ponte_A22	71837.1*	Max WS	14237.52	12.94	29.32		29.39	0.000142	1.74	17483.78	2800.34	0.15
Ponte_A22	71644.23	Max WS	14237.10	13.81	29.30		29.36	0.000135	1.69	18196.70	2882.44	0.14
Ponte_A22	71471.7*	Max WS	14236.70	13.33	29.27		29.34	0.000133	1.71	18172.88	2865.08	0.14
Ponte_A22	71299.1*	Max WS	14236.27	12.85	29.25		29.31	0.000131	1.73	18156.76	2847.63	0.14
Ponte_A22	71126.6*	Max WS	14235.81	12.37	29.23		29.29	0.000129	1.74	18147.46	2830.12	0.14
Ponte_A22	70954.1*	Max WS	14235.32	11.88	29.20		29.27	0.000127	1.75	18144.78	2812.52	0.14
Ponte_A22	70781.6*	Max WS	14234.82	11.40	29.18		29.25	0.000126	1.77	18148.76	2794.88	0.14
Ponte_A22	70609.08	Max WS	14234.29	10.92	29.16		29.23	0.000124	1.78	18161.19	2777.19	0.14
Ponte_A22	70414.8*	Max WS	14233.67	10.60	29.14		29.20	0.000119	1.74	18105.29	2714.25	0.14
Ponte_A22	70220.7*	Max WS	14233.03	10.28	29.11		29.18	0.000114	1.70	18037.08	2651.31	0.13
Ponte_A22	70026.5*	Max WS	14232.38	9.95	29.09		29.16	0.000110	1.67	17952.60	2588.48	0.13
Ponte_A22	69832.3*	Max WS	14231.72	9.63	29.07		29.14	0.000107	1.64	17853.59	2525.36	0.13
Ponte_A22	69638.14	Max WS	14231.05	9.31	29.05		29.12	0.000104	1.61	17738.01	2462.30	0.13
Ponte_A22	69463.2*	Max WS	14230.42	9.73	29.04		29.10	0.000096	1.53	18369.18	2562.91	0.12
Ponte_A22	69288.2*	Max WS	14229.76	10.15	29.02		29.08	0.000090	1.45	19029.70	2660.41	0.12
Ponte_A22	69113.3*	Max WS	14181.06	10.58	29.01		29.06	0.000083	1.37	19722.07	2757.62	0.11
Ponte_A22	68938.4*	Max WS	14101.25	11.00	29.00		29.05	0.000077	1.29	20443.68	2854.43	0.11
Ponte_A22	68763.4*	Max WS	14100.98	11.42	28.99		29.03	0.000073	1.23	21195.83	2951.28	0.10
Ponte_A22	68588.53	Max WS	14100.69	11.84	28.98		29.02	0.000069	1.17	21977.80	3047.92	0.10
Ponte_A22	68410.5*	Max WS	14100.39	12.11	28.96		29.01	0.000073	1.21	21158.06	2937.76	0.11
Ponte_A22	68232.5*	Max WS	14100.10	12.39	28.95		28.99	0.000078	1.27	20315.76	2826.27	0.11
Ponte_A22	68054.5*	Max WS	14099.81	12.66	28.93		28.98	0.000084	1.33	19451.46	2714.47	0.11
Ponte_A22	67876.4*	Max WS	14099.52	12.93	28.91		28.97	0.000091	1.39	18561.05	2602.57	0.12
Ponte_A22	67698.4*	Max WS	14099.23	13.21	28.89		28.95	0.000099	1.47	17650.02	2490.14	0.12
Ponte_A22	67520.48	Max WS	14098.95	13.48	28.87		28.94	0.000109	1.55	16714.30	2376.08	0.13
Ponte_A22	67336.6*	Max WS	14098.65	12.77	28.85		28.91	0.000096	1.45	17761.13	2397.69	0.12
Ponte_A22	67152.8*	Max WS	14098.35	12.07	28.84		28.89	0.000085	1.36	18748.72	2418.81	0.11
Ponte_A22	66969.0*	Max WS	14098.03	11.36	28.83		28.88	0.000077	1.28	19677.36	2439.90	0.11
Ponte_A22	66785.1*	Max WS	14097.71	10.66	28.82		28.86	0.000070	1.20	20546.68	2459.99	0.10
Ponte_A22	66601.37	Max WS	14097.38	9.95	28.81		28.85	0.000065	1.12	21358.17	2479.78	0.10
Ponte_A22	66414.1*	Max WS	14097.03	10.85	28.80		28.84	0.000069	1.17	21431.83	2645.55	0.10
Ponte_A22	66226.9*	Max WS	14096.64	11.76	28.79		28.82	0.000072	1.23	21419.13	2809.14	0.10
Ponte_A22	66039.68	Max WS	14096.23	12.66	28.77		28.81	0.000075	1.30	21316.22	2965.88	0.11
Ponte_A22	65905.3*	Max WS	14095.93	11.36	28.75		28.81	0.000102	1.48	18552.88	2654.69	0.12
Ponte_A22	65771.0*	Max WS	14095.65	10.07	28.72		28.80	0.000133	1.70	16088.69	2344.47	0.14
Ponte_A22	65636.73	Max WS	14095.40	8.77	28.68		28.79	0.000166	1.95	13934.15	2035.38	0.16
Ponte_A22	65448.2*	Max WS	14095.04	8.62	28.65		28.76	0.000159	1.91	14258.59	2079.98	0.16
Ponte_A22	65259.7*	Max WS	14094.67	8.47	28.63		28.72	0.000152	1.88	14582.21	2123.16	0.15
Ponte_A22	65071.3*	Max WS	14094.27	8.32	28.60		28.70	0.000146	1.84	14907.24	2166.19	0.15
Ponte_A22	64882.8*	Max WS	14093.85	8.17	28.58		28.67	0.000140	1.80	15234.13	2208.30	0.15
Ponte_A22	64694.37	Max WS	14093.41	8.02	28.55		28.64	0.000135	1.77	15559.33	2245.25	0.14
Ponte_A22	64508.0*	Max WS	14092.92	9.04	28.54		28.61	0.000112	1.63	17637.33	2620.30	0.13
Ponte_A22	64321.72	Max WS	14092.09	10.06	28.53		28.59	0.000097	1.52	19575.49	2983.61	0.12
Ponte_A22	64142.2*	Max WS	14091.00	10.04	28.52		28.57	0.000090	1.45	20033.12	3034.52	0.12
Ponte_A22	63962.7*	Max WS	14089.88	10.02	28.50		28.55	0.000085	1.38	20536.84	3085.44	0.11
Ponte_A22	63783.2*	Max WS	14088.74	9.99	28.49		28.54	0.000079	1.32	21076.68	3136.37	0.11
Ponte_A22	63603.7*	Max WS	14087.58	9.97	28.48		28.52	0.000074	1.25	21658.08	3186.45	0.11
Ponte_A22	63424.2*	Max WS	14086.40	9.95	28.47		28.51	0.000069	1.19	22283.58	3236.48	0.10
Ponte_A22	63244.7*	Max WS	14085.20	9.92	28.46		28.49	0.000065	1.14	22946.16	3286.50	0.10
Ponte_A22	63065.2*	Max WS	14084.22	9.90	28.45		28.48	0.000060	1.08	23646.89	3331.62	0.10
Ponte_A22	62885.78	Max WS	14083.47	9.88	28.44		28.47	0.000057	1.03	24394.06	3380.45	0.09
Ponte_A22	62701.1*	Max WS	14082.70	10.26	28.43		28.46	0.000060	1.07	23554.29	3247.93	0.09
Ponte_A22	62516.5*	Max WS	14081.94	10.63	28.41		28.45	0.000063	1.12	22760.69	3115.42	0.10
Ponte_A22	62331.9*	Max WS	14081.21	11.01	28.40		28.44	0.000067	1.16	22007.65	2983.91	0.10
Ponte_A22	62147.2*	Max WS	14040.17	11.38	28.39		28.42	0.000070	1.20	21298.41	2850.34	0.10
Ponte_A22	61962.66	Max WS	14040.15	11.76	28.37		28.41	0.000074	1.25	20634.77	2717.78	0.11
Ponte_A22	61779.6*	Max WS	14040.11	11.55	28.36		28.40	0.000074	1.24	20622.25	2712.10	0.11
Ponte_A22	61596.6*	Max WS	14040.04	11.34	28.34		28.38	0.000074	1.23	20571.08	2706.66	0.11
Ponte_A22	61413.7*	Max WS	14039.96	11.13	28.33		28.37	0.000074	1.22	20481.56	2700.32	0.11
Ponte_A22	61230.7*	Max WS	14039.84	10.92	28.32		28.36	0.000075	1.22	20349.86	2693.70	0.11
Ponte_A22	61047.7*	Max WS	14039.71	10.71	28.30		28.34	0.000076	1.22	20178.63	2687.09	0.11
Ponte_A22	60864.7*	Max WS	14039.55	10.50	28.29		28.33	0.000077	1.22	19966.56	2680.47	0.11
Ponte_A22	60681.7*	Max WS	14039.37	10.29	28.27		28.32	0.000079	1.23	19712.99	2673.86	0.11
Ponte_A22	60498.75	Max WS	14039.17	10.08	28.26		28.30	0.000082	1.24	19419.10	2667.24	0.11
Ponte_A22	60320.1*	Max WS	14038.95	10.30	28.24		28.29	0.000082	1.26	19410.39	2650.28	0.11
Ponte_A22	60141.5*	Max WS	14038.70	10.51	28.23		28.27	0.000083	1.29	19381.09	2633.31	0.11
Ponte_A22	59962.9*	Max WS	14038.44	10.73	28.21		28.26	0.000085	1.32	19326.16	2616.35	0.11
Ponte_A22	59784.3*	Max WS	14038.16	10.94	28.19		28.24	0.000088	1.36	19247.71	2599.38	0.12
Ponte_A22	59605.78	Max WS	14037.85	11.16	28.18		28.22	0.000083	1.34	20306.13	2756.32	0.11
Ponte_A22	59412.7*	Max WS	14037.49	11.39	28.17		28.20	0.000072	1.24	21809.96	2926.25	0.11
Ponte_A22	59219.8*	Max WS	14037.08	11.62	28.16		28.19	0.000063	1.16	23279.52	3096.18	0.10
Ponte_A22	59026.8*	Max WS	14036.63	11.86	28.15		28.18	0.000055	1.08	25032.54	3341.08	0.09
Ponte_A22	58833.8*	Max WS	14036.14	12.09	28.14		28.16	0.000050	1.03	26333.11	3494.02	0.09
Ponte_A22	58640.84	Max WS	14035.60	12.32	28.13		28.15	0.000045	0.98	27623.02	3646.97	0.08
Ponte_A22	58441.*	Max WS	14035.00	11.75	28.12		28.14	0.000042	0.96	28696.16	3799.70	0.08
Ponte_A22	58241.1*	Max WS	14034.36	11.18	28.12		28.14	0.000040	0.94	29763.23	3952.43	0.08

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	58041.3*	Max WS	14033.67	10.61	28.11		28.13	0.000038	0.93	30822.18	4105.16	0.08
Ponte_A22	57841.4*	Max WS	14032.95	10.04	28.10		28.12	0.000037	0.92	31872.82	4257.89	0.08
Ponte_A22	57641.64	Max WS	14032.18	9.47	28.09		28.11	0.000035	0.90	32911.08	4410.62	0.07
Ponte_A22	57446.5*	Max WS	14031.42	9.90	28.09		28.10	0.000036	0.91	31515.79	4158.91	0.07
Ponte_A22	57251.5*	Max WS	14030.70	10.33	28.08		28.10	0.000037	0.92	30076.33	3907.20	0.08
Ponte_A22	57056.4*	Max WS	14030.00	10.75	28.07		28.09	0.000039	0.93	28590.72	3655.49	0.08
Ponte_A22	56861.3*	Max WS	14029.34	11.18	28.06		28.08	0.000041	0.95	27062.40	3403.79	0.08
Ponte_A22	56666.2*	Max WS	14028.71	11.61	28.04		28.07	0.000043	0.96	25487.35	3152.08	0.08
Ponte_A22	56471.22	Max WS	14028.12	12.04	28.03		28.06	0.000046	0.99	23865.60	2900.37	0.08
Ponte_A22	56274.6*	Max WS	14027.53	11.62	28.02		28.05	0.000048	1.02	23519.53	2899.51	0.09
Ponte_A22	56078.0*	Max WS	13988.76	11.19	28.01		28.04	0.000050	1.04	23183.23	2898.66	0.09
Ponte_A22	55881.5*	Max WS	13988.75	10.77	28.00		28.03	0.000053	1.07	22856.08	2897.80	0.09
Ponte_A22	55684.9*	Max WS	13988.71	10.35	27.98		28.02	0.000056	1.10	22537.85	2896.94	0.09
Ponte_A22	55488.3*	Max WS	13988.66	9.92	27.97		28.01	0.000059	1.13	22230.07	2896.09	0.10
Ponte_A22	55291.7*	Max WS	13988.58	9.50	27.96		28.00	0.000062	1.17	21931.14	2895.23	0.10
Ponte_A22	55095.2*	Max WS	13988.44	9.08	27.95		27.99	0.000065	1.20	21655.56	2894.37	0.10
Ponte_A22	54898.6*	Max WS	13988.28	8.65	27.93		27.97	0.000069	1.23	21365.28	2893.52	0.10
Ponte_A22	54702.07	Max WS	13988.13	8.23	27.91		27.95	0.000074	1.27	21093.93	2892.66	0.11
Ponte_A22	54514.6*	Max WS	13987.91	8.13	27.90		27.94	0.000068	1.23	21626.27	2934.30	0.10
Ponte_A22	54327.1*	Max WS	13987.66	8.03	27.89		27.93	0.000064	1.20	22166.36	2975.93	0.10
Ponte_A22	54139.7*	Max WS	13987.46	7.93	27.88		27.91	0.000059	1.16	22743.02	3017.57	0.10
Ponte_A22	53952.2*	Max WS	13987.25	7.83	27.87		27.90	0.000055	1.13	23348.63	3059.20	0.09
Ponte_A22	53764.8*	Max WS	13987.01	7.73	27.86		27.89	0.000051	1.09	23980.32	3100.84	0.09
Ponte_A22	53577.3*	Max WS	13986.75	7.63	27.85		27.88	0.000047	1.05	24643.10	3142.47	0.09
Ponte_A22	53389.9*	Max WS	13986.48	7.53	27.84		27.87	0.000044	1.02	25336.08	3184.11	0.08
Ponte_A22	53202.4*	Max WS	13986.19	7.44	27.84		27.86	0.000041	0.99	26053.90	3225.74	0.08
Ponte_A22	53015.0*	Max WS	13985.89	7.34	27.83		27.85	0.000038	0.95	26800.96	3267.38	0.08
Ponte_A22	52827.5*	Max WS	13985.58	7.24	27.82		27.85	0.000035	0.92	27575.20	3309.01	0.07
Ponte_A22	52640.1*	Max WS	13985.25	7.14	27.82		27.84	0.000033	0.89	28375.68	3350.65	0.07
Ponte_A22	52452.6*	Max WS	13984.91	7.04	27.81		27.83	0.000030	0.86	29205.79	3392.28	0.07
Ponte_A22	52265.21	Max WS	13984.56	6.94	27.81		27.83	0.000028	0.83	30062.18	3433.92	0.07
Ponte_A22	52079.2*	Max WS	13984.19	7.20	27.80		27.82	0.000031	0.86	29772.06	3507.02	0.07
Ponte_A22	51893.1*	Max WS	13983.81	7.45	27.80		27.81	0.000035	0.89	29492.27	3580.12	0.07
Ponte_A22	51707.16	Max WS	13983.41	7.71	27.79		27.81	0.000039	0.91	29228.60	3653.22	0.08
Ponte_A22	51521.5*	Max WS	13982.99	7.87	27.78		27.80	0.000036	0.91	29797.23	3674.26	0.07
Ponte_A22	51335.9*	Max WS	13982.56	8.02	27.77		27.79	0.000034	0.91	30323.65	3695.31	0.07
Ponte_A22	51150.3*	Max WS	13982.12	8.18	27.77		27.79	0.000032	0.90	30810.23	3716.35	0.07
Ponte_A22	50964.7*	Max WS	13981.67	8.34	27.76		27.78	0.000031	0.88	31258.21	3737.39	0.07
Ponte_A22	50779.1*	Max WS	13981.10	8.50	27.76		27.78	0.000030	0.87	31667.54	3758.44	0.07
Ponte_A22	50593.50	Max WS	13980.52	8.64	27.75		27.77	0.000030	0.85	32023.17	3779.48	0.07
Ponte_A22	50394.2*	Max WS	13979.87	8.52	27.75		27.76	0.000030	0.86	31584.49	3699.82	0.07
Ponte_A22	50194.9*	Max WS	13979.23	8.36	27.74		27.76	0.000030	0.87	31136.60	3620.17	0.07
Ponte_A22	49995.6*	Max WS	13978.57	8.22	27.73		27.75	0.000030	0.88	30701.90	3540.51	0.07
Ponte_A22	49796.3*	Max WS	13977.92	8.08	27.72		27.74	0.000030	0.88	30255.71	3460.86	0.07
Ponte_A22	49597.0*	Max WS	13977.44	7.93	27.72		27.74	0.000030	0.88	29814.84	3381.21	0.07
Ponte_A22	49397.7*	Max WS	13976.97	7.79	27.71		27.73	0.000030	0.89	29372.43	3301.55	0.07
Ponte_A22	49198.4*	Max WS	13976.51	7.65	27.70		27.72	0.000030	0.89	28932.71	3221.89	0.07
Ponte_A22	48999.1*	Max WS	13976.05	7.51	27.70		27.72	0.000030	0.89	28494.89	3142.24	0.07
Ponte_A22	48799.8*	Max WS	13975.60	7.37	27.69		27.71	0.000031	0.89	28057.24	3062.58	0.07
Ponte_A22	48600.5*	Max WS	13975.16	7.23	27.68		27.70	0.000031	0.89	27619.61	2982.93	0.07
Ponte_A22	48401.2*	Max WS	13974.73	7.05	27.67		27.70	0.000031	0.90	27182.55	2903.27	0.07
Ponte_A22	48201.9*	Max WS	13974.31	6.90	27.67		27.69	0.000032	0.90	26745.70	2823.62	0.07
Ponte_A22	48002.64	Max WS	13973.90	6.76	27.66		27.68	0.000033	0.90	26309.13	2743.96	0.07
Ponte_A22	47802.8*	Max WS	15173.49	7.17	27.64		27.67	0.000040	1.00	25895.08	2677.97	0.08
Ponte_A22	47603.0*	Max WS	15173.10	7.57	27.63		27.66	0.000041	1.03	25472.08	2611.99	0.08
Ponte_A22	47403.2*	Max WS	15172.70	7.98	27.62		27.65	0.000043	1.06	25023.82	2546.00	0.08
Ponte_A22	47203.4*	Max WS	15158.37	8.42	27.61		27.64	0.000045	1.10	24550.80	2480.02	0.09
Ponte_A22	47003.62	Max WS	15158.36	8.79	27.60		27.63	0.000048	1.14	24048.98	2414.03	0.09
Ponte_A22	46822.4*	Max WS	15158.34	8.58	27.58		27.62	0.000053	1.18	22725.05	2303.21	0.09
Ponte_A22	46641.2*	Max WS	15158.33	8.36	27.57		27.61	0.000059	1.22	21500.63	2192.38	0.10
Ponte_A22	46460.0*	Max WS	15158.31	8.15	27.55		27.60	0.000063	1.25	20377.19	2081.56	0.10
Ponte_A22	46278.8*	Max WS	15158.28	7.94	27.55		27.60	0.000068	1.29	19376.82	1970.74	0.10
Ponte_A22	46097.6*	Max WS	15158.23	7.72	27.52		27.58	0.000072	1.31	18444.04	1859.91	0.11
Ponte_A22	45916.47	Max WS	15158.21	7.51	27.50		27.56	0.000075	1.34	17627.24	1749.09	0.11
Ponte_A22	45739.4*	Max WS	15158.17	7.52	27.49		27.55	0.000079	1.36	17296.70	1720.44	0.11
Ponte_A22	45562.4*	Max WS	15158.14	7.54	27.47		27.53	0.000083	1.39	16968.57	1691.79	0.11
Ponte_A22	45385.5*	Max WS	15158.10	7.56	27.45		27.52	0.000088	1.41	16643.56	1663.14	0.12
Ponte_A22	45208.52	Max WS	15158.06	7.57	27.43		27.50	0.000093	1.44	16320.30	1634.49	0.12
Ponte_A22	45017.4*	Max WS	15158.02	8.24	27.41		27.48	0.000102	1.50	15605.60	1584.99	0.13
Ponte_A22	44826.4*	Max WS	15157.96	8.91	27.38		27.46	0.000109	1.56	15012.71	1535.49	0.13
Ponte_A22	44635.3*	Max WS	15157.91	9.57	27.35		27.44	0.000113	1.61	14542.46	1485.98	0.13
Ponte_A22	44444.32	Max WS	15157.85	10.24	27.32		27.42	0.000112	1.65	14198.29	1436.48	0.13
Ponte_A22	44271.2*	Max WS	15157.79	9.57	27.30		27.39	0.000112	1.64	13774.99	1402.90	0.13
Ponte_A22	44098.1*	Max WS	15157.73	8.91	27.27		27.37	0.000112	1.64	13399.59	1369.33	0.13
Ponte_A22	43925.*	Max WS	15157.61	8.24	27.26		27.37	0.000113	1.62	13099.74	1335.75	0.13
Ponte_A22	43751.8*	Max WS	15157.49	7.58	27.21		27.31	0.000117	1.61	12778.13	1302.18	0.13
Ponte_A22	43578.79	Max WS	15157.44	6.91	27.17		27.28	0.000122	1.60	12538.65	1268.60	0.14
Ponte_A22	43384.7*	Max WS	15157.37	7.18	27.14		27.25	0.000123	1.64	12397.36	1249.65	0.14
Ponte_A22	43190.6*	Max WS	15157.30	7.44	27.10		27.22	0.000126	1.68	12247.79	1230.70	0.14
Ponte_A22	42996.6*	Max WS	15157.13	7.71	27.11		27.23	0.000128	1.73	12145.02	1211.74	0.14
Ponte_A22	42802.5*	Max WS	15156.83	7.97	27.08		27.21	0.000132	1.79	11990.57	1192.79	0.14
Ponte_A22	42608.47	Max WS	15156.53	8.24	27.05		27.18	0.000137	1.85	11828.12	1173.84	0.15
Ponte_A22	42424.0*	Max WS	15156.35	8.49	27.00		27.13	0.000140	1.91	12197.63	1243.61	0.15
Ponte_A22	42239.6*	Max WS	15156.26	8.73	26.98		27.11	0.000142	1.94	12714.83	1313.38	0.15
Ponte_A22	42055.2*	Max WS	15156.16	8.98	26.96		27.08	0.000143	1.97	13353.27	1383.15	0.15
Ponte_A22	41870.78	Max WS	15156.05	9.22	26.95		27.05	0.000143	1.96	14112.53	1452.92	0.15
Ponte_A22	41683.2*	Max WS	15155.94	8.27	26.92		27.02	0.000136	1.90	14289.01	1467.02	0.15
Ponte_A22	41495.7*	Max WS	15155.82	7.31	26.90		26.99	0.000131	1.85	14459.34	1481.12	0.15

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	41308.2*	Max WS	15155.70	6.36	26.87		26.96	0.000126	1.80	14623.25	1495.23	0.14
Ponte_A22	41120.7*	Max WS	15155.57	5.40	26.85		26.93	0.000122	1.76	14779.51	1509.33	0.14
Ponte_A22	40933.22	Max WS	15155.32	4.45	26.84		26.93	0.000118	1.71	14957.84	1523.43	0.14
Ponte_A22	40742.3*	Max WS	15155.07	5.05	26.79		26.89	0.000127	1.80	14257.52	1449.00	0.14
Ponte_A22	40551.5*	Max WS	15154.94	5.65	26.75		26.86	0.000139	1.89	13547.96	1374.57	0.15
Ponte_A22	40360.7*	Max WS	15154.82	6.25	26.71		26.83	0.000153	2.00	12807.57	1300.14	0.16
Ponte_A22	40169.9*	Max WS	15154.71	6.85	26.66		26.82	0.000197	2.28	10570.50	1011.99	0.18
Ponte_A22	39979.0*	Max WS	15154.59	7.45	26.59		26.79	0.000227	2.45	9722.56	924.48	0.19
Ponte_A22	39788.25	Max WS	15154.49	8.05	26.51		26.75	0.000268	2.66	8846.28	838.25	0.21
Ponte_A22	39632.3*	Max WS	15148.76	8.17	26.38		26.75	0.000372	3.04	7068.63	748.09	0.24
Ponte_A22	39476.37	Max WS	15148.74	8.29	26.15		26.68	0.000497	3.38	5480.65	609.18	0.28
Ponte_A22	39282.5*	Max WS	15148.73	7.15	26.22		26.57	0.000342	2.84	6870.77	720.66	0.23
Ponte_A22	39088.67	Max WS	15148.68	6.01	26.25		26.50	0.000232	2.38	8288.37	785.69	0.19
Ponte_A22	38913.1*	Max WS	15148.62	6.44	26.27		26.44	0.000175	2.03	10171.42	1031.00	0.17
Ponte_A22	38737.6*	Max WS	15148.58	6.87	26.24		26.39	0.000156	1.87	10891.91	1121.24	0.16
Ponte_A22	38562.19	Max WS	15148.57	7.30	26.23		26.36	0.000140	1.73	11607.65	1210.59	0.15
Ponte_A22	38395.0*	Max WS	15148.53	6.91	26.22		26.37	0.000163	1.83	10448.48	1073.99	0.16
Ponte_A22	38227.8*	Max WS	15148.49	6.52	26.18		26.33	0.000170	1.84	10516.88	1117.28	0.16
Ponte_A22	38060.6*	Max WS	15148.48	6.14	26.15		26.30	0.000177	1.83	10622.46	1160.56	0.16
Ponte_A22	37893.48	Max WS	15148.47	5.75	26.13		26.27	0.000184	1.82	10746.33	1202.42	0.16
Ponte_A22	37717.4*	Max WS	15148.45	5.97	26.10		26.24	0.000151	1.79	11240.93	1207.86	0.15
Ponte_A22	37541.4*	Max WS	15148.42	6.19	26.09		26.22	0.000134	1.79	11621.37	1212.26	0.15
Ponte_A22	37365.5*	Max WS	15148.37	6.40	26.06		26.20	0.000127	1.83	11869.46	1216.47	0.14
Ponte_A22	37189.5*	Max WS	15148.34	6.62	26.03		26.17	0.000131	1.90	11976.29	1220.68	0.15
Ponte_A22	37013.51	Max WS	15148.32	6.84	26.01		26.15	0.000145	2.00	11972.60	1224.89	0.15
Ponte_A22	36832.5*	Max WS	15148.31	6.26	25.98		26.12	0.000147	2.03	12006.04	1221.07	0.16
Ponte_A22	36651.5*	Max WS	15148.29	5.68	25.95		26.09	0.000150	2.06	12006.49	1217.25	0.16
Ponte_A22	36470.5*	Max WS	15148.24	5.09	25.94		26.08	0.000155	2.10	12003.00	1213.42	0.16
Ponte_A22	36289.4*	Max WS	15148.17	4.51	25.91		26.05	0.000162	2.16	11947.48	1209.60	0.16
Ponte_A22	36108.49	Max WS	15148.12	3.93	25.84		25.98	0.000161	2.15	12869.27	1403.74	0.16
Ponte_A22	35951.5*	Max WS	15148.07	4.44	25.84		26.00	0.000184	2.31	11236.38	1140.43	0.17
Ponte_A22	35794.6*	Max WS	15148.00	4.96	25.80		25.98	0.000197	2.39	10649.94	1074.29	0.18
Ponte_A22	35637.7*	Max WS	15147.94	5.47	25.74		25.94	0.000212	2.47	10077.63	1009.26	0.19
Ponte_A22	35480.80	Max WS	15147.89	5.98	25.69		25.92	0.000226	2.55	9552.65	944.40	0.19
Ponte_A22	35291.9*	Max WS	15147.84	6.17	25.68		25.85	0.000188	2.31	10702.02	1070.11	0.18
Ponte_A22	35103.0*	Max WS	15147.79	6.36	25.67		25.82	0.000161	2.11	11817.20	1195.47	0.16
Ponte_A22	34914.1*	Max WS	15147.75	6.54	25.66		25.78	0.000149	1.99	12304.08	1238.38	0.16
Ponte_A22	34725.32	Max WS	15147.72	6.73	25.64		25.75	0.000134	1.84	13371.00	1370.04	0.15
Ponte_A22	34536.4*	Max WS	15147.71	6.68	25.62		25.73	0.000132	1.86	13495.03	1388.74	0.15
Ponte_A22	34347.5*	Max WS	15147.69	6.62	25.60		25.70	0.000131	1.88	13640.39	1407.58	0.15
Ponte_A22	34158.5*	Max WS	15147.68	6.57	25.57		25.68	0.000129	1.89	13806.27	1426.36	0.15
Ponte_A22	33969.6*	Max WS	15147.67	6.52	25.55		25.65	0.000127	1.90	13993.84	1445.07	0.14
Ponte_A22	33780.7*	Max WS	15147.64	6.46	25.53		25.63	0.000125	1.90	14203.90	1463.74	0.14
Ponte_A22	33591.86	Max WS	15147.62	6.41	25.51		25.61	0.000123	1.91	14434.14	1482.46	0.14
Ponte_A22	33428.9*	Max WS	15147.61	6.25	25.48		25.58	0.000122	1.89	14305.12	1440.49	0.14
Ponte_A22	33265.9*	Max WS	15147.61	6.09	25.46		25.56	0.000122	1.87	14165.49	1398.66	0.14
Ponte_A22	33102.9*	Max WS	15147.61	5.93	25.44		25.54	0.000122	1.85	14014.57	1356.89	0.14
Ponte_A22	32940.0*	Max WS	15147.60	5.77	25.42		25.52	0.000122	1.84	13853.77	1314.43	0.14
Ponte_A22	32777.06	Max WS	15147.60	5.61	25.40		25.50	0.000123	1.82	13681.74	1271.97	0.14
Ponte_A22	32636.2*	Max WS	15143.05	6.20	25.37		25.49	0.000140	1.94	12393.37	1113.99	0.15
Ponte_A22	32495.4*	Max WS	15142.98	6.80	25.33		25.47	0.000169	2.11	10936.02	957.48	0.16
Ponte_A22	32354.61	Max WS	15142.92	7.39	25.26		25.45	0.000220	2.36	9307.24	800.32	0.19
Ponte_A22	32196.5*	Max WS	15142.87	6.72	25.20		25.42	0.000239	2.48	8742.96	752.04	0.20
Ponte_A22	32038.5*	Max WS	15142.83	6.04	25.14		25.39	0.000260	2.59	8198.40	703.66	0.20
Ponte_A22	31880.5*	Max WS	15142.80	5.37	25.07		25.35	0.000283	2.71	7674.22	655.19	0.21
Ponte_A22	31722.46	Max WS	15087.22	4.69	24.99		25.31	0.000307	2.82	7171.03	606.63	0.22
Ponte_A22	31535.4*	Max WS	15087.20	5.79	24.97		25.25	0.000268	2.64	7787.66	705.47	0.21
Ponte_A22	31348.50	Max WS	15087.17	6.89	24.93	15.08	25.19	0.000246	2.52	8205.87	803.25	0.20
Ponte_A22	31300	Bridge										
Ponte_A22	31155.49	Max WS	15064.21	6.95	24.87		25.12	0.000232	2.43	8170.82	792.85	0.19
Ponte_A22	31006.10	Max WS	15064.19	6.67	24.85		25.08	0.000212	2.29	8365.16	788.44	0.18
Ponte_A22	30869.5*	Max WS	15064.18	6.93	24.81		25.05	0.000218	2.32	8103.95	749.20	0.19
Ponte_A22	30733.02	Max WS	15064.16	7.19	24.78		25.02	0.000222	2.33	7934.56	708.01	0.19
Ponte_A22	30560.2*	Max WS	15064.13	7.26	24.78		24.98	0.000207	2.23	9051.04	882.70	0.18
Ponte_A22	30387.48	Max WS	15064.09	7.34	24.78		24.94	0.000170	2.06	10520.63	1054.43	0.16
Ponte_A22	30194.0*	Max WS	15064.04	6.60	24.78		24.90	0.000133	1.79	12038.19	1235.98	0.15
Ponte_A22	30000.6*	Max WS	15063.98	5.85	24.77		24.87	0.000111	1.60	13424.22	1411.69	0.13
Ponte_A22	29807.16	Max WS	15063.91	5.11	24.77		24.85	0.000096	1.46	14677.96	1587.12	0.12
Ponte_A22	29636.2*	Max WS	15063.83	5.73	24.76		24.83	0.000089	1.40	15933.87	1805.25	0.12
Ponte_A22	29465.2*	Max WS	15063.74	6.36	24.75		24.82	0.000082	1.34	17239.06	2023.43	0.11
Ponte_A22	29294.34	Max WS	15063.64	6.98	24.74		24.80	0.000075	1.28	18589.01	2241.47	0.11
Ponte_A22	29117.2*	Max WS	15063.52	6.62	24.73		24.79	0.000077	1.29	18768.39	2300.12	0.11
Ponte_A22	28940.0*	Max WS	15063.38	6.26	24.72		24.77	0.000080	1.30	18951.02	2358.69	0.11
Ponte_A22	28762.9*	Max WS	15063.23	5.90	24.71		24.76	0.000082	1.31	19137.68	2417.15	0.11
Ponte_A22	28585.77	Max WS	15063.07	5.54	24.69		24.75	0.000084	1.32	19326.99	2473.14	0.11
Ponte_A22	28407.4*	Max WS	15062.89	5.12	24.68		24.73	0.000074	1.26	20527.79	2610.17	0.11
Ponte_A22	28229.0*	Max WS	15062.69	4.70	24.67		24.72	0.000065	1.21	21832.04	2746.83	0.10
Ponte_A22	28050.6*	Max WS	15062.47	4.27	24.66		24.70	0.000057	1.16	23236.44	2882.87	0.09
Ponte_A22	27872.33	Max WS	15062.24	3.85	24.66		24.69	0.000050	1.10	24744.33	3018.40	0.09
Ponte_A22	27688.1*	Max WS	15061.98	3.70	24.65		24.68	0.000046	1.08	25625.81	3114.61	0.09
Ponte_A22	27503.9*	Max WS	15061.71	3.56	24.64		24.68	0.000042	1.05	26571.58	3210.68	0.08
Ponte_A22	27319.7*	Max WS	15061.43	3.41	24.64		24.67	0.000039	1.01	27573.49	3305.85	0.08
Ponte_A22	27135.6*	Max WS	15061.13	3.28	24.63		24.66	0.000036	0.98	28633.10	3401.17	0.08
Ponte_A22	26951.4*	Max WS	15060.81	3.13	24.63		24.65	0.000033	0.95	29757.92	3496.44	0.07
Ponte_A22	26767.2*	Max WS	15060.48	2.98	24.62		24.65	0.000030	0.91	30935.06	3591.68	0.07
Ponte_A22	26583.07	Max WS	15060.14	2.82	24.62		24.64	0.000028	0.88	32171.74	3686.89	0.07
Ponte_A22	26406.9*	Max WS	15059.80	2.25	24.62		24.63	0.000028	0.89	32954.46	3764.47	0.07
Ponte_A22	26230.8*	Max WS	15040.28	1.68	24.61		24.63	0.000029	0.92	33613.07	3842.08	0.07

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	26054.8*	Max WS	15040.27	1.06	24.61		24.62	0.000030	0.95	34145.55	3919.93	0.07
Ponte_A22	25878.71	Max WS	15040.26	0.47	24.60		24.62	0.000032	0.99	34555.95	3997.67	0.07
Ponte_A22	25720.6*	Max WS	15040.25	1.14	24.60		24.61	0.000032	0.97	35024.73	4100.91	0.07
Ponte_A22	25562.6*	Max WS	15040.23	1.81	24.59		24.61	0.000031	0.95	35474.94	4203.49	0.07
Ponte_A22	25404.6*	Max WS	15040.21	2.48	24.59		24.60	0.000031	0.93	35903.20	4306.20	0.07
Ponte_A22	25246.61	Max WS	15040.19	3.15	24.58		24.60	0.000030	0.91	36317.46	4408.82	0.07
Ponte_A22	25060.7*	Max WS	15040.16	3.03	24.58		24.59	0.000029	0.89	36360.71	4380.16	0.07
Ponte_A22	24874.8*	Max WS	15040.12	2.90	24.57		24.59	0.000028	0.86	36405.40	4348.07	0.07
Ponte_A22	24689.01	Max WS	15040.07	2.78	24.57		24.58	0.000028	0.84	36449.36	4316.01	0.07
Ponte_A22	24530.7*	Max WS	15040.04	2.79	24.55		24.58	0.000041	1.03	29186.66	3567.00	0.08
Ponte_A22	24372.4*	Max WS	15039.99	2.81	24.54		24.58	0.000057	1.22	23214.02	2818.13	0.10
Ponte_A22	24214.17	Max WS	15039.96	2.80	24.51		24.57	0.000072	1.38	18545.45	2068.86	0.11
Ponte_A22	24042.3*	Max WS	15039.91	3.21	24.50		24.56	0.000077	1.41	18047.09	2005.20	0.11
Ponte_A22	23870.5*	Max WS	15039.87	3.61	24.48		24.55	0.000080	1.43	17637.33	1941.47	0.11
Ponte_A22	23698.7*	Max WS	15039.82	3.99	24.47		24.53	0.000081	1.45	17319.82	1877.90	0.11
Ponte_A22	23527.00	Max WS	15039.77	4.39	24.45		24.52	0.000081	1.46	17090.88	1814.21	0.11
Ponte_A22	23366.7*	Max WS	15039.71	3.88	24.44		24.51	0.000079	1.43	17043.32	1770.78	0.11
Ponte_A22	23206.57	Max WS	15039.65	3.38	24.43		24.49	0.000076	1.39	17099.45	1728.06	0.11
Ponte_A22	23067.7*	Max WS	15039.61	3.20	24.42		24.48	0.000082	1.44	16604.92	1660.43	0.11
Ponte_A22	22928.8*	Max WS	15039.56	3.02	24.40		24.47	0.000088	1.49	16127.72	1593.20	0.12
Ponte_A22	22790.04	Max WS	15039.51	2.84	24.39		24.46	0.000095	1.55	15668.86	1525.20	0.12
Ponte_A22	22630.7*	Max WS	15039.45	3.69	24.37		24.45	0.000093	1.57	15303.04	1487.73	0.12
Ponte_A22	22471.5*	Max WS	15039.39	4.54	24.35		24.43	0.000095	1.59	14859.21	1449.40	0.12
Ponte_A22	22312.2*	Max WS	15039.33	5.40	24.33		24.42	0.000099	1.62	14339.10	1411.06	0.13
Ponte_A22	22152.98	Max WS	15039.26	6.25	24.31		24.40	0.000106	1.65	13737.97	1371.72	0.13
Ponte_A22	21980.1*	Max WS	15039.18	5.00	24.27		24.39	0.000132	1.83	12623.94	1295.44	0.14
Ponte_A22	21807.2*	Max WS	15039.10	3.75	24.23		24.37	0.000154	1.99	11807.53	1219.15	0.16
Ponte_A22	21634.35	Max WS	15039.02	2.50	24.20		24.35	0.000168	2.12	11293.72	1142.90	0.16
Ponte_A22	21480.0*	Max WS	15038.94	2.36	24.17		24.32	0.000169	2.13	11076.46	1099.40	0.16
Ponte_A22	21325.7*	Max WS	15038.86	2.23	24.14		24.30	0.000170	2.14	10846.71	1053.61	0.17
Ponte_A22	21171.3*	Max WS	15038.79	2.09	24.11		24.27	0.000173	2.16	10602.16	1006.79	0.17
Ponte_A22	21017.07	Max WS	15038.71	1.95	24.07		24.24	0.000176	2.17	10342.51	959.96	0.17
Ponte_A22	20839.5*	Max WS	15038.61	2.97	24.00		24.22	0.000213	2.42	9108.37	862.41	0.19
Ponte_A22	20661.9*	Max WS	15038.52	4.00	23.91		24.20	0.000261	2.69	7952.73	764.80	0.21
Ponte_A22	20484.35	Max WS	15038.42	5.02	23.78		24.16	0.000323	3.00	6877.20	667.14	0.23
Ponte_A22	20312.94	Max WS	15038.33	5.40	23.72		24.10	0.000330	2.96	6633.67	612.59	0.23
Ponte_A22	20142.66	Max WS	15038.22	5.58	23.57		24.04	0.000406	3.17	5648.88	573.07	0.25
Ponte_A22	19996.83	Max WS	15038.15	4.69	23.55		23.98	0.000339	2.95	5593.88	485.59	0.23
Ponte_A22	19834.13	Max WS	15038.05	4.92	23.57		23.93	0.000295	2.79	6527.38	575.65	0.22
Ponte_A22	19644.1*	Max WS	15037.94	5.07	23.57		23.87	0.000255	2.67	7264.82	592.66	0.20
Ponte_A22	19454.25	Max WS	15037.82	5.22	23.57		23.82	0.000224	2.55	7960.69	609.04	0.19
Ponte_A22	19305.2*	Max WS	15037.73	4.94	23.54		23.79	0.000229	2.55	7945.14	605.03	0.19
Ponte_A22	19156.2*	Max WS	15037.63	4.65	23.50		23.75	0.000235	2.54	7933.87	600.86	0.20
Ponte_A22	19007.21	Max WS	14965.53	4.37	23.47		23.71	0.000240	2.51	7926.79	596.20	0.20
Ponte_A22	18857.1*	Max WS	14965.46	4.59	23.43		23.68	0.000244	2.55	7784.16	582.40	0.20
Ponte_A22	18707.0*	Max WS	14938.48	4.81	23.38		23.64	0.000249	2.59	7632.44	568.59	0.20
Ponte_A22	18556.9*	Max WS	14938.47	5.04	23.33		23.60	0.000256	2.63	7471.81	554.79	0.20
Ponte_A22	18406.91	Max WS	14938.46	5.26	23.29		23.57	0.000265	2.68	7301.78	540.99	0.21
Ponte_A22	18276.1*	Max WS	14938.44	5.11	23.31		23.52	0.000208	2.32	8392.95	659.12	0.18
Ponte_A22	18145.44	Max WS	14938.40	4.97	23.33		23.49	0.000166	2.00	10033.45	876.27	0.16
Ponte_A22	17940.25	Max WS	14938.00	1.91	23.21		23.51	0.000285	2.66	6773.24	491.71	0.21
Ponte_A22	17833.8*	Max WS	14937.67	1.95	23.21		23.46	0.000250	2.51	7691.18	606.22	0.20
Ponte_A22	17727.38	Max WS	14937.50	1.99	23.18		23.41	0.000239	2.47	8298.11	718.86	0.20
Ponte_A22	17537.6*	Max WS	14937.24	2.44	23.17		23.39	0.000230	2.44	8790.57	827.27	0.19
Ponte_A22	17348.*	Max WS	14936.76	2.90	23.14		23.33	0.000201	2.30	10131.08	1064.14	0.18
Ponte_A22	17158.31	Max WS	14936.23	3.35	23.07		23.27	0.000211	2.37	10085.46	1159.85	0.19
Ponte_A22	16976.9*	Max WS	14935.67	3.20	23.05		23.24	0.000184	2.24	10147.13	1126.51	0.17
Ponte_A22	16795.6*	Max WS	14935.36	3.05	23.03		23.21	0.000165	2.12	10195.13	1093.22	0.16
Ponte_A22	16614.2*	Max WS	14935.04	2.91	22.99		23.17	0.000151	2.03	10213.68	1059.90	0.16
Ponte_A22	16432.9*	Max WS	14934.54	2.76	22.98		23.14	0.000140	1.94	10239.71	1026.63	0.15
Ponte_A22	16251.5*	Max WS	14934.24	2.61	22.96		23.12	0.000132	1.87	10245.62	993.35	0.15
Ponte_A22	16070.2*	Max WS	14933.97	2.46	22.94		23.09	0.000127	1.81	10233.44	960.05	0.14
Ponte_A22	15888.8*	Max WS	14933.70	2.32	22.92		23.07	0.000123	1.75	10212.71	926.76	0.14
Ponte_A22	15707.5*	Max WS	14933.44	2.17	22.90		23.04	0.000121	1.71	10170.46	893.46	0.14
Ponte_A22	15526.16	Max WS	14933.20	2.02	22.89		23.02	0.000121	1.67	10121.50	859.48	0.14
Ponte_A22	15355.2*	Max WS	14932.97	1.72	22.86		23.00	0.000129	1.72	10281.52	926.87	0.14
Ponte_A22	15184.2*	Max WS	14932.63	1.42	22.84		22.98	0.000136	1.76	10472.97	993.10	0.15
Ponte_A22	15013.2*	Max WS	14932.29	1.12	22.82		22.95	0.000144	1.80	10695.87	1059.06	0.15
Ponte_A22	14842.34	Max WS	14931.96	0.82	22.79		22.93	0.000152	1.83	10950.47	1124.91	0.15
Ponte_A22	14675.8*	Max WS	14931.59	1.52	22.76		22.90	0.000145	1.87	11652.10	1253.16	0.15
Ponte_A22	14509.2*	Max WS	14931.12	2.21	22.75		22.89	0.000145	1.95	12248.54	1381.15	0.15
Ponte_A22	14342.76	Max WS	14930.54	2.91	22.72		22.86	0.000154	2.07	12696.50	1508.79	0.16
Ponte_A22	14186.9*	Max WS	14929.97	3.02	22.68		22.85	0.000164	2.13	11249.90	1294.88	0.16
Ponte_A22	14031.1*	Max WS	14929.49	3.13	22.67		22.83	0.000149	2.02	11247.58	1260.71	0.16
Ponte_A22	13875.2*	Max WS	14929.13	3.25	22.64		22.79	0.000136	1.92	11290.92	1225.96	0.15
Ponte_A22	13719.45	Max WS	14928.93	3.36	22.63		22.77	0.000123	1.82	11411.63	1187.20	0.14
Ponte_A22	13553.5*	Max WS	14928.88	3.06	22.61		22.75	0.000126	1.86	11616.44	1228.34	0.14
Ponte_A22	13387.5*	Max WS	14928.83	2.76	22.59		22.73	0.000125	1.87	12026.17	1266.68	0.14
Ponte_A22	13221.6*	Max WS	14928.79	2.45	22.58		22.71	0.000120	1.86	12638.70	1304.92	0.14
Ponte_A22	13055.73	Max WS	14928.77	2.15	22.57		22.68	0.000111	1.82	13453.58	1340.95	0.14
Ponte_A22	12873.9*	Max WS	14928.74	2.17	22.56		22.66	0.000095	1.67	14444.30	1440.64	0.13
Ponte_A22	12692.2*	Max WS	14928.72	2.19	22.56		22.64	0.000084	1.56	15346.96	1533.86	0.12
Ponte_A22	12510.4*	Max WS	14908.23	2.22	22.55		22.62	0.000074	1.44	16764.49	1721.82	0.11
Ponte_A22	12328.70	Max WS	14905.98	2.24	22.54		22.61	0.000070	1.38	17307.80	1793.78	0.11
Ponte_A22	12172.7*	Max WS	14904.18	1.27	22.52		22.60	0.000082	1.48	16657.36	1792.28	0.12
Ponte_A22	12016.8*	Max WS	14901.76	0.29	22.51		22.59	0.000097	1.60	16024.83	1790.80	0.12
Ponte_A22	11860.88	Max WS	14899.22	-0.68	22.48		22.57	0.000116	1.73	15404.57	1789.06	0.14
Ponte_A22	11682.0*	Max WS	14896.03	0.25	22.47		22.55	0.000108	1.69	15828.17	1825.62	0.13



HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	11503.1*	Max WS	14892.41	1.19	22.45		22.53	0.000100	1.66	16274.34	1861.80	0.13
Ponte_A22	11324.29	Max WS	14889.68	2.12	22.44		22.51	0.000094	1.62	16751.62	1897.96	0.12
Ponte_A22	11162.3*	Max WS	14887.02	2.58	22.43		22.49	0.000075	1.44	18358.80	2057.09	0.11
Ponte_A22	11000.3*	Max WS	14884.24	3.03	22.43		22.48	0.000066	1.30	19794.45	2215.23	0.10
Ponte_A22	10838.39	Max WS	14881.44	3.49	22.42		22.46	0.000061	1.20	21045.05	2374.46	0.10
Ponte_A22	10648.1*	Max WS	14878.08	3.18	22.41		22.45	0.000055	1.12	21458.68	2379.96	0.09
Ponte_A22	10457.99	Max WS	14875.90	2.86	22.41		22.44	0.000049	1.03	22674.20	2512.94	0.09
Ponte_A22	10283.0*	Max WS	14873.92	3.12	22.39		22.43	0.000055	1.09	20794.12	2306.60	0.09
Ponte_A22	10108.1*	Max WS	14872.11	3.39	22.38		22.42	0.000061	1.14	19046.27	2099.95	0.10
Ponte_A22	9933.151	Max WS	14870.47	3.65	22.36		22.41	0.000068	1.19	17429.19	1891.54	0.10
Ponte_A22	9776.74*	Max WS	14869.08	3.80	22.35		22.40	0.000069	1.18	17416.26	1896.95	0.10
Ponte_A22	9620.34*	Max WS	14867.69	3.96	22.34		22.39	0.000070	1.17	17363.29	1899.38	0.10
Ponte_A22	9463.94*	Max WS	14866.31	4.11	22.33		22.38	0.000072	1.16	17269.03	1901.92	0.10
Ponte_A22	9307.537	Max WS	14864.93	4.26	22.32		22.37	0.000075	1.16	17133.46	1904.33	0.10
Ponte_A22	9129.40*	Max WS	14863.35	4.00	22.31		22.36	0.000062	1.08	18268.05	1942.01	0.10
Ponte_A22	8951.27*	Max WS	14861.75	3.75	22.30		22.34	0.000051	1.01	19476.55	1979.53	0.09
Ponte_A22	8773.146	Max WS	14860.14	3.49	22.30		22.34	0.000043	0.94	20754.05	2012.33	0.08
Ponte_A22	8594.68*	Max WS	14858.52	3.32	22.29		22.33	0.000045	0.99	20516.59	2026.50	0.08
Ponte_A22	8416.22*	Max WS	14856.90	3.14	22.28		22.32	0.000049	1.07	20057.77	2040.57	0.09
Ponte_A22	8237.76*	Max WS	14855.28	2.97	22.27		22.31	0.000058	1.18	19377.42	2054.42	0.10
Ponte_A22	8059.301	Max WS	14853.66	2.80	22.25		22.31	0.000072	1.33	18472.86	2067.97	0.11
Ponte_A22	7882.76*	Max WS	14852.04	2.37	22.24		22.29	0.000071	1.34	19014.09	2144.12	0.11
Ponte_A22	7706.21*	Max WS	14850.38	1.94	22.23		22.28	0.000071	1.35	19560.13	2219.59	0.11
Ponte_A22	7529.67*	Max WS	14848.69	1.52	22.22		22.27	0.000070	1.36	20112.41	2295.20	0.11
Ponte_A22	7353.137	Max WS	14846.96	1.09	22.21		22.25	0.000071	1.38	20672.82	2370.79	0.11
Ponte_A22	7182.67*	Max WS	14845.30	1.44	22.19		22.24	0.000069	1.35	20614.79	2350.79	0.11
Ponte_A22	7012.20*	Max WS	14843.67	1.79	22.18		22.23	0.000068	1.33	20551.11	2331.21	0.10
Ponte_A22	6841.73*	Max WS	14842.09	2.15	22.17		22.22	0.000066	1.31	20481.73	2311.15	0.10
Ponte_A22	6671.27*	Max WS	14840.54	2.50	22.16		22.21	0.000065	1.29	20408.52	2290.91	0.10
Ponte_A22	6500.803	Max WS	14839.03	2.85	22.15		22.20	0.000065	1.27	20330.05	2268.62	0.10
Ponte_A22	6317.16*	Max WS	14837.47	2.99	22.14		22.18	0.000056	1.19	20935.33	2246.88	0.09
Ponte_A22	6133.52*	Max WS	14835.95	3.13	22.13		22.17	0.000050	1.12	21469.14	2225.23	0.09
Ponte_A22	5949.89*	Max WS	14833.17	3.26	22.13		22.16	0.000046	1.06	21929.41	2203.80	0.09
Ponte_A22	5766.252	Max WS	14830.44	3.40	22.12		22.15	0.000042	1.01	22308.06	2182.25	0.08
Ponte_A22	5570.94*	Max WS	14827.71	2.95	22.11		22.15	0.000039	0.96	23252.92	2301.40	0.08
Ponte_A22	5375.62*	Max WS	14824.96	2.51	22.11		22.14	0.000037	0.92	23961.31	2418.63	0.08
Ponte_A22	5180.31*	Max WS	14822.49	2.06	22.10		22.13	0.000037	0.89	24443.15	2535.88	0.08
Ponte_A22	4985.007	Max WS	14820.01	1.61	22.09		22.12	0.000039	0.88	24683.23	2652.93	0.08
Ponte_A22	4811.29*	Max WS	14817.14	1.83	22.09		22.12	0.000040	0.91	24176.08	2595.77	0.08
Ponte_A22	4637.57*	Max WS	14813.63	2.04	22.08		22.11	0.000042	0.95	23619.35	2538.72	0.08
Ponte_A22	4463.86*	Max WS	14811.05	2.25	22.07		22.10	0.000044	1.00	23010.46	2481.49	0.08
Ponte_A22	4290.14*	Max WS	14809.31	2.47	22.06		22.10	0.000048	1.06	22346.04	2424.23	0.09
Ponte_A22	4116.43*	Max WS	14808.41	2.68	22.05		22.09	0.000052	1.13	21633.19	2365.97	0.09
Ponte_A22	3942.715	Max WS	14807.62	2.90	22.04		22.08	0.000058	1.21	20869.96	2303.83	0.10
Ponte_A22	3772.70*	Max WS	14806.94	1.23	22.03		22.07	0.000051	1.17	21533.31	2327.45	0.09
Ponte_A22	3602.70*	Max WS	14806.33	-0.45	22.02		22.06	0.000046	1.14	22078.43	2346.63	0.09
Ponte_A22	3432.69*	Max WS	14805.45	-2.12	22.02		22.05	0.000041	1.08	23493.38	2500.52	0.08
Ponte_A22	3262.692	Max WS	14804.65	-3.79	22.01		22.04	0.000040	1.06	23726.34	2509.75	0.08
Ponte_A22	3065.01*	Max WS	14804.25	-3.81	22.00		22.04	0.000040	1.07	23089.49	2418.80	0.08
Ponte_A22	2867.34*	Max WS	14803.99	-3.83	21.99		22.03	0.000042	1.07	22421.17	2327.82	0.08
Ponte_A22	2669.66*	Max WS	14803.86	-3.86	21.98		22.02	0.000044	1.08	21721.82	2236.80	0.08
Ponte_A22	2471.98*	Max WS	14605.56	-3.88	21.97		22.01	0.000045	1.07	20988.67	2145.74	0.09
Ponte_A22	2274.31*	Max WS	14598.83	-3.90	21.96		22.00	0.000049	1.08	20227.03	2054.56	0.09
Ponte_A22	2076.637	Max WS	14592.29	-3.92	21.94		21.99	0.000057	1.13	18420.59	1816.56	0.09
Ponte_A22	1899.39*	Max WS	14586.87	-5.00	21.91		21.99	0.000073	1.34	15413.32	1529.97	0.11
Ponte_A22	1722.15*	Max WS	14574.64	-6.09	21.88		21.99	0.000095	1.60	12619.34	1243.60	0.12
Ponte_A22	1544.906	Max WS	14287.92	-7.17	21.81		21.97	0.000127	1.90	10016.49	950.73	0.14
Ponte_A22	1388.57*	Max WS	14277.96	-5.90	21.76		21.96	0.000142	2.07	8948.33	831.99	0.15
Ponte_A22	1232.24*	Max WS	14275.20	-4.64	21.70		21.94	0.000161	2.26	7946.46	711.48	0.16
Ponte_A22	1075.91*	Max WS	14272.72	-3.38	21.63		21.92	0.000184	2.47	7009.43	590.68	0.18
Ponte_A22	919.5895	Max WS	14270.57	-2.11	21.54		21.89	0.000214	2.71	6142.03	466.25	0.19
Ponte_A22	764.244*	Max WS	14268.68	-0.07	21.55		21.85	0.000188	2.46	6333.71	435.91	0.18
Ponte_A22	608.8987	Max WS	14266.92	1.97	21.53		21.82	0.000202	2.39	6156.66	395.42	0.18
Ponte_A22	433.1929	Max WS	14264.94	1.82	21.51		21.78	0.000204	2.35	6313.37	418.97	0.18
Ponte_A22	260.6378	Max WS	14253.92	0.16	21.52		21.77	0.000193	2.27	6551.08	447.01	0.18
Ponte_A22	143.0249	Max WS	14239.73	-1.50	21.52		21.71	0.000145	1.98	8382.90	654.42	0.15
Ponte_A22	58.35920	Max WS	14232.45	0.37	21.52	9.78	21.72	0.000150	1.99	7903.39	604.67	0.16

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W.S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	74086.97	Max WS	14311.71	12.38	29.64		29.74	0.000147	1.71	14596.70	2294.37	0.15
Ponte_A22	73911.0*	Max WS	14239.62	12.36	29.61		29.71	0.000147	1.74	14527.77	2279.50	0.15
Ponte_A22	73735.1*	Max WS	14239.59	12.34	29.59		29.69	0.000149	1.77	14481.35	2264.57	0.15
Ponte_A22	73559.2*	Max WS	14239.53	12.33	29.56		29.66	0.000150	1.81	14458.87	2248.61	0.15
Ponte_A22	73383.3*	Max WS	14239.45	12.31	29.53		29.64	0.000151	1.84	14468.90	2224.82	0.15
Ponte_A22	73207.38	Max WS	14239.35	12.29	29.51		29.61	0.000153	1.87	14488.52	2217.81	0.15
Ponte_A22	73009.5*	Max WS	14239.20	11.80	29.48		29.58	0.000154	1.87	14755.05	2299.74	0.15
Ponte_A22	72811.7*	Max WS	14239.02	11.32	29.45		29.55	0.000156	1.88	15009.22	2385.27	0.16
Ponte_A22	72613.8*	Max WS	14238.79	10.84	29.42		29.52	0.000157	1.88	15253.32	2470.26	0.16
Ponte_A22	72416.05	Max WS	14238.53	10.35	29.39		29.49	0.000160	1.88	15490.76	2555.24	0.16
Ponte_A22	72223.0*	Max WS	14238.23	11.22	29.37		29.45	0.000154	1.84	16132.55	2637.80	0.15
Ponte_A22	72030.1*	Max WS	14237.90	12.08	29.34		29.42	0.000148	1.79	16795.20	2718.87	0.15
Ponte_A22	71837.1*	Max WS	14237.52	12.94	29.32		29.39	0.000142	1.74	17483.78	2800.34	0.15
Ponte_A22	71644.23	Max WS	14237.10	13.81	29.30		29.36	0.000135	1.69	18196.70	2882.44	0.14
Ponte_A22	71471.7*	Max WS	14236.70	13.33	29.27		29.34	0.000133	1.71	18172.88	2865.08	0.14
Ponte_A22	71299.1*	Max WS	14236.27	12.85	29.25		29.31	0.000131	1.73	18156.76	2847.63	0.14
Ponte_A22	71126.6*	Max WS	14235.81	12.37	29.23		29.29	0.000129	1.74	18147.46	2830.12	0.14
Ponte_A22	70954.1*	Max WS	14235.32	11.88	29.20		29.27	0.000127	1.75	18144.78	2812.52	0.14
Ponte_A22	70781.6*	Max WS	14234.82	11.40	29.18		29.25	0.000126	1.77	18148.76	2794.88	0.14
Ponte_A22	70609.08	Max WS	14234.28	10.92	29.16		29.23	0.000124	1.78	18161.19	2777.19	0.14
Ponte_A22	70414.8*	Max WS	14233.66	10.60	29.14		29.20	0.000119	1.74	18105.29	2714.25	0.14
Ponte_A22	70220.7*	Max WS	14233.03	10.28	29.11		29.18	0.000114	1.70	18037.08	2651.31	0.13
Ponte_A22	70026.5*	Max WS	14232.38	9.95	29.09		29.16	0.000110	1.67	17952.60	2588.48	0.13
Ponte_A22	69832.3*	Max WS	14231.72	9.63	29.07		29.14	0.000107	1.64	17853.59	2525.36	0.13
Ponte_A22	69638.14	Max WS	14231.05	9.31	29.05		29.12	0.000104	1.61	17738.01	2462.30	0.13
Ponte_A22	69463.2*	Max WS	14230.42	9.73	29.04		29.10	0.000096	1.53	18369.18	2562.91	0.12
Ponte_A22	69288.2*	Max WS	14229.75	10.15	29.02		29.08	0.000090	1.45	19029.70	2660.41	0.12
Ponte_A22	69113.3*	Max WS	14181.06	10.58	29.01		29.06	0.000083	1.37	19722.07	2757.62	0.11
Ponte_A22	68938.4*	Max WS	14101.25	11.00	29.00		29.05	0.000077	1.29	20443.68	2854.43	0.11
Ponte_A22	68763.4*	Max WS	14100.98	11.42	28.99		29.03	0.000073	1.23	21195.83	2951.28	0.10
Ponte_A22	68588.53	Max WS	14100.69	11.84	28.98		29.02	0.000069	1.17	21977.80	3047.92	0.10
Ponte_A22	68410.5*	Max WS	14100.39	12.11	28.96		29.01	0.000073	1.21	21158.06	2937.76	0.11
Ponte_A22	68232.5*	Max WS	14100.10	12.39	28.95		28.99	0.000078	1.27	20315.76	2826.27	0.11
Ponte_A22	68054.5*	Max WS	14099.81	12.66	28.93		28.98	0.000084	1.33	19451.46	2714.47	0.11
Ponte_A22	67876.4*	Max WS	14099.52	12.93	28.91		28.97	0.000091	1.39	18561.05	2602.57	0.12
Ponte_A22	67698.4*	Max WS	14099.23	13.21	28.89		28.95	0.000099	1.47	17650.02	2490.14	0.12
Ponte_A22	67520.48	Max WS	14098.95	13.48	28.87		28.94	0.000109	1.55	16714.30	2376.08	0.13
Ponte_A22	67336.6*	Max WS	14098.65	12.77	28.85		28.91	0.000096	1.45	17761.13	2397.69	0.12
Ponte_A22	67152.8*	Max WS	14098.34	12.07	28.84		28.89	0.000085	1.36	18748.72	2418.81	0.11
Ponte_A22	66969.0*	Max WS	14098.03	11.36	28.83		28.88	0.000077	1.28	19677.36	2439.90	0.11
Ponte_A22	66785.1*	Max WS	14097.71	10.66	28.82		28.86	0.000070	1.20	20546.68	2459.99	0.10
Ponte_A22	66601.37	Max WS	14097.38	9.95	28.81		28.85	0.000065	1.12	21358.17	2479.78	0.10
Ponte_A22	66414.1*	Max WS	14097.03	10.85	28.80		28.84	0.000069	1.17	21431.83	2645.55	0.10
Ponte_A22	66226.9*	Max WS	14096.64	11.76	28.79		28.82	0.000072	1.23	21419.13	2809.14	0.10
Ponte_A22	66039.68	Max WS	14096.23	12.66	28.77		28.81	0.000075	1.30	21316.22	2965.88	0.11
Ponte_A22	65905.3*	Max WS	14095.92	11.36	28.75		28.81	0.000102	1.48	18552.88	2654.69	0.12
Ponte_A22	65771.0*	Max WS	14095.65	10.07	28.72		28.80	0.000133	1.70	16088.69	2344.47	0.14
Ponte_A22	65636.73	Max WS	14095.40	8.77	28.68		28.79	0.000166	1.95	13934.15	2035.38	0.16
Ponte_A22	65448.2*	Max WS	14095.04	8.62	28.65		28.76	0.000159	1.91	14258.59	2079.98	0.16
Ponte_A22	65259.7*	Max WS	14094.67	8.47	28.63		28.72	0.000152	1.88	14582.21	2123.16	0.15
Ponte_A22	65071.3*	Max WS	14094.27	8.32	28.60		28.70	0.000146	1.84	14907.24	2166.19	0.15
Ponte_A22	64882.8*	Max WS	14093.85	8.17	28.58		28.67	0.000140	1.80	15234.13	2208.30	0.15
Ponte_A22	64694.37	Max WS	14093.41	8.02	28.55		28.64	0.000135	1.77	15559.33	2245.25	0.14
Ponte_A22	64508.0*	Max WS	14092.92	9.04	28.54		28.61	0.000112	1.63	17637.33	2620.30	0.13
Ponte_A22	64321.72	Max WS	14092.09	10.06	28.53		28.59	0.000097	1.52	19575.49	2983.61	0.12
Ponte_A22	64142.2*	Max WS	14091.00	10.04	28.52		28.57	0.000090	1.45	20033.12	3034.52	0.12
Ponte_A22	63962.7*	Max WS	14089.88	10.02	28.50		28.55	0.000085	1.38	20536.84	3085.44	0.11
Ponte_A22	63783.2*	Max WS	14088.74	9.99	28.49		28.54	0.000079	1.32	21076.68	3136.37	0.11
Ponte_A22	63603.7*	Max WS	14087.57	9.97	28.48		28.52	0.000074	1.25	21658.08	3186.45	0.11
Ponte_A22	63424.2*	Max WS	14086.39	9.95	28.47		28.51	0.000069	1.19	22283.58	3236.48	0.10
Ponte_A22	63244.7*	Max WS	14085.20	9.92	28.46		28.49	0.000065	1.14	22946.16	3286.50	0.10
Ponte_A22	63065.2*	Max WS	14084.22	9.90	28.45		28.48	0.000060	1.08	23646.89	3331.62	0.10
Ponte_A22	62885.78	Max WS	14083.47	9.88	28.44		28.47	0.000057	1.03	24394.06	3380.45	0.09
Ponte_A22	62701.1*	Max WS	14082.69	10.26	28.43		28.46	0.000060	1.07	23554.29	3247.93	0.09
Ponte_A22	62516.5*	Max WS	14081.94	10.63	28.41		28.45	0.000063	1.12	22760.69	3115.42	0.10
Ponte_A22	62331.9*	Max WS	14081.21	11.01	28.40		28.44	0.000067	1.16	22007.65	2983.91	0.10
Ponte_A22	62147.2*	Max WS	14040.17	11.38	28.39		28.42	0.000070	1.20	21298.41	2850.34	0.10
Ponte_A22	61962.66	Max WS	14040.15	11.76	28.37		28.41	0.000074	1.25	20634.77	2717.78	0.11
Ponte_A22	61779.6*	Max WS	14040.11	11.55	28.36		28.40	0.000074	1.24	20622.25	2712.10	0.11
Ponte_A22	61596.6*	Max WS	14040.04	11.34	28.34		28.38	0.000074	1.23	20571.08	2706.66	0.11
Ponte_A22	61413.7*	Max WS	14039.95	11.13	28.33		28.37	0.000074	1.22	20481.56	2700.32	0.11
Ponte_A22	61230.7*	Max WS	14039.84	10.92	28.32		28.36	0.000075	1.22	20349.86	2693.70	0.11
Ponte_A22	61047.7*	Max WS	14039.71	10.71	28.30		28.34	0.000076	1.22	20178.63	2687.09	0.11
Ponte_A22	60864.7*	Max WS	14039.55	10.50	28.29		28.33	0.000077	1.22	19966.56	2680.47	0.11
Ponte_A22	60681.7*	Max WS	14039.37	10.29	28.27		28.32	0.000079	1.23	19712.99	2673.86	0.11
Ponte_A22	60498.75	Max WS	14039.17	10.08	28.26		28.30	0.000082	1.24	19419.10	2667.24	0.11
Ponte_A22	60320.1*	Max WS	14038.94	10.30	28.24		28.29	0.000082	1.26	19410.39	2650.28	0.11
Ponte_A22	60141.5*	Max WS	14038.70	10.51	28.23		28.27	0.000083	1.29	19381.09	2633.31	0.11
Ponte_A22	59962.9*	Max WS	14038.44	10.73	28.21		28.26	0.000085	1.32	19326.16	2616.35	0.11
Ponte_A22	59784.3*	Max WS	14038.15	10.94	28.19		28.24	0.000088	1.36	19247.71	2599.38	0.12
Ponte_A22	59605.78	Max WS	14037.85	11.16	28.18		28.22	0.000083	1.34	20306.13	2756.32	0.11
Ponte_A22	59412.7*	Max WS	14037.48	11.39	28.17		28.20	0.000072	1.24	21809.96	2926.25	0.11
Ponte_A22	59219.8*	Max WS	14037.08	11.62	28.16		28.19	0.000063	1.16	23279.52	3096.18	0.10
Ponte_A22	59026.8*	Max WS	14036.63	11.86	28.15		28.18	0.000055	1.08	25032.54	3341.08	0.09
Ponte_A22	58833.8*	Max WS	14036.13	12.09	28.14		28.16	0.000050	1.03	26333.11	3494.02	0.09
Ponte_A22	58640.84	Max WS	14035.60	12.32	28.13		28.15	0.000045	0.98	27623.02	3646.97	0.08
Ponte_A22	58441.1*	Max WS	14035.00	11.75	28.12		28.14	0.000042	0.96	28696.16	3799.70	0.08
Ponte_A22	58241.1*	Max WS	14034.35	11.18	28.12		28.14	0.000040	0.94	29763.23	3952.43	0.08

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	58041.3*	Max WS	14033.67	10.61	28.11		28.13	0.000038	0.93	30822.18	4105.16	0.08
Ponte_A22	57841.4*	Max WS	14032.95	10.04	28.10		28.12	0.000037	0.92	31872.82	4257.89	0.08
Ponte_A22	57641.64	Max WS	14032.18	9.47	28.09		28.11	0.000035	0.90	32911.08	4410.62	0.07
Ponte_A22	57446.5*	Max WS	14031.42	9.90	28.09		28.10	0.000036	0.91	31515.79	4158.91	0.07
Ponte_A22	57251.5*	Max WS	14030.70	10.33	28.08		28.10	0.000037	0.92	30076.33	3907.20	0.08
Ponte_A22	57056.4*	Max WS	14030.00	10.75	28.07		28.09	0.000039	0.93	28590.72	3655.49	0.08
Ponte_A22	56861.3*	Max WS	14029.34	11.18	28.06		28.08	0.000041	0.95	27062.40	3403.79	0.08
Ponte_A22	56666.2*	Max WS	14028.71	11.61	28.04		28.07	0.000043	0.96	25487.35	3152.08	0.08
Ponte_A22	56471.22	Max WS	14028.12	12.04	28.03		28.06	0.000046	0.99	23865.60	2900.37	0.08
Ponte_A22	56274.6*	Max WS	14027.53	11.62	28.02		28.05	0.000048	1.02	23519.53	2899.51	0.09
Ponte_A22	56078.0*	Max WS	13988.76	11.19	28.01		28.04	0.000050	1.04	23183.23	2898.66	0.09
Ponte_A22	55881.5*	Max WS	13988.75	10.77	28.00		28.03	0.000053	1.07	22856.08	2897.80	0.09
Ponte_A22	55684.9*	Max WS	13988.71	10.35	27.98		28.02	0.000056	1.10	22537.85	2896.94	0.09
Ponte_A22	55488.3*	Max WS	13988.65	9.92	27.97		28.01	0.000059	1.13	22230.07	2896.09	0.10
Ponte_A22	55291.7*	Max WS	13988.58	9.50	27.96		28.00	0.000062	1.17	21931.14	2895.23	0.10
Ponte_A22	55095.2*	Max WS	13988.44	9.08	27.95		27.99	0.000065	1.20	21655.56	2894.37	0.10
Ponte_A22	54898.6*	Max WS	13988.27	8.65	27.93		27.97	0.000069	1.23	21365.28	2893.52	0.10
Ponte_A22	54702.07	Max WS	13988.13	8.23	27.91		27.95	0.000074	1.27	21093.93	2892.66	0.11
Ponte_A22	54514.6*	Max WS	13987.90	8.13	27.90		27.94	0.000068	1.23	21626.27	2934.30	0.10
Ponte_A22	54327.1*	Max WS	13987.66	8.03	27.89		27.93	0.000064	1.20	22166.36	2975.93	0.10
Ponte_A22	54139.7*	Max WS	13987.46	7.93	27.88		27.91	0.000059	1.16	22743.02	3017.57	0.10
Ponte_A22	53952.2*	Max WS	13987.24	7.83	27.87		27.90	0.000055	1.13	23348.63	3059.20	0.09
Ponte_A22	53764.8*	Max WS	13987.00	7.73	27.86		27.89	0.000051	1.09	23980.32	3100.84	0.09
Ponte_A22	53577.3*	Max WS	13986.75	7.63	27.85		27.88	0.000047	1.05	24643.10	3142.47	0.09
Ponte_A22	53389.9*	Max WS	13986.48	7.53	27.84		27.87	0.000044	1.02	25336.08	3184.11	0.08
Ponte_A22	53202.4*	Max WS	13986.19	7.44	27.84		27.86	0.000041	0.99	26053.90	3225.74	0.08
Ponte_A22	53015.0*	Max WS	13985.89	7.34	27.83		27.85	0.000038	0.95	26800.96	3267.38	0.08
Ponte_A22	52827.5*	Max WS	13985.58	7.24	27.82		27.85	0.000035	0.92	27575.20	3309.01	0.07
Ponte_A22	52640.1*	Max WS	13985.25	7.14	27.82		27.84	0.000033	0.89	28375.68	3350.65	0.07
Ponte_A22	52452.6*	Max WS	13984.91	7.04	27.81		27.83	0.000030	0.86	29205.79	3392.28	0.07
Ponte_A22	52265.21	Max WS	13984.56	6.94	27.81		27.83	0.000028	0.83	30062.18	3433.92	0.07
Ponte_A22	52079.2*	Max WS	13984.19	7.20	27.80		27.82	0.000031	0.86	29772.06	3507.02	0.07
Ponte_A22	51893.1*	Max WS	13983.81	7.45	27.80		27.81	0.000035	0.89	29492.27	3580.12	0.07
Ponte_A22	51707.16	Max WS	13983.41	7.71	27.79		27.81	0.000039	0.91	29228.60	3653.22	0.08
Ponte_A22	51521.5*	Max WS	13982.99	7.87	27.78		27.80	0.000036	0.91	29797.23	3674.26	0.07
Ponte_A22	51335.9*	Max WS	13982.56	8.02	27.77		27.79	0.000034	0.91	30323.65	3695.31	0.07
Ponte_A22	51150.3*	Max WS	13982.12	8.18	27.77		27.79	0.000032	0.90	30810.23	3716.35	0.07
Ponte_A22	50964.7*	Max WS	13981.67	8.34	27.76		27.78	0.000031	0.88	31258.21	3737.39	0.07
Ponte_A22	50779.1*	Max WS	13981.10	8.50	27.76		27.78	0.000030	0.87	31667.54	3758.44	0.07
Ponte_A22	50593.50	Max WS	13980.52	8.64	27.75		27.77	0.000030	0.85	32023.17	3779.48	0.07
Ponte_A22	50394.2*	Max WS	13979.87	8.52	27.75		27.76	0.000030	0.86	31584.49	3699.82	0.07
Ponte_A22	50194.9*	Max WS	13979.23	8.36	27.74		27.76	0.000030	0.87	31136.60	3620.17	0.07
Ponte_A22	49995.6*	Max WS	13978.57	8.22	27.73		27.75	0.000030	0.88	30701.90	3540.51	0.07
Ponte_A22	49796.3*	Max WS	13977.92	8.08	27.72		27.74	0.000030	0.88	30255.71	3460.86	0.07
Ponte_A22	49597.0*	Max WS	13977.44	7.93	27.72		27.74	0.000030	0.88	29814.84	3381.21	0.07
Ponte_A22	49397.7*	Max WS	13976.97	7.79	27.71		27.73	0.000030	0.89	29372.43	3301.55	0.07
Ponte_A22	49198.4*	Max WS	13976.51	7.65	27.70		27.72	0.000030	0.89	28932.71	3221.89	0.07
Ponte_A22	48999.1*	Max WS	13976.05	7.51	27.70		27.72	0.000030	0.89	28494.89	3142.24	0.07
Ponte_A22	48799.8*	Max WS	13975.60	7.37	27.69		27.71	0.000031	0.89	28057.24	3062.58	0.07
Ponte_A22	48600.5*	Max WS	13975.16	7.23	27.68		27.70	0.000031	0.89	27619.61	2982.93	0.07
Ponte_A22	48401.2*	Max WS	13974.73	7.05	27.67		27.70	0.000031	0.90	27182.55	2903.27	0.07
Ponte_A22	48201.9*	Max WS	13974.31	6.90	27.67		27.69	0.000032	0.90	26745.70	2823.62	0.07
Ponte_A22	48002.64	Max WS	13973.90	6.76	27.66		27.68	0.000033	0.90	26309.13	2743.96	0.07
Ponte_A22	47802.8*	Max WS	15173.49	7.17	27.64		27.67	0.000040	1.00	25895.08	2677.97	0.08
Ponte_A22	47603.0*	Max WS	15173.10	7.57	27.63		27.66	0.000041	1.03	25472.08	2611.99	0.08
Ponte_A22	47403.2*	Max WS	15172.70	7.98	27.62		27.65	0.000043	1.06	25023.82	2546.00	0.08
Ponte_A22	47203.4*	Max WS	15158.37	8.42	27.61		27.64	0.000045	1.10	24550.80	2480.02	0.09
Ponte_A22	47003.62	Max WS	15158.36	8.79	27.60		27.63	0.000048	1.14	24048.98	2414.03	0.09
Ponte_A22	46822.4*	Max WS	15158.34	8.58	27.58		27.62	0.000053	1.18	22725.05	2303.21	0.09
Ponte_A22	46641.2*	Max WS	15158.33	8.36	27.57		27.61	0.000059	1.22	21500.63	2192.38	0.10
Ponte_A22	46460.0*	Max WS	15158.31	8.15	27.55		27.60	0.000063	1.25	20377.19	2081.56	0.10
Ponte_A22	46278.8*	Max WS	15158.27	7.94	27.55		27.60	0.000068	1.29	19376.82	1970.74	0.10
Ponte_A22	46097.6*	Max WS	15158.23	7.72	27.52		27.58	0.000072	1.31	18444.04	1859.91	0.11
Ponte_A22	45916.47	Max WS	15158.20	7.51	27.50		27.56	0.000075	1.34	17627.24	1749.09	0.11
Ponte_A22	45739.4*	Max WS	15158.17	7.52	27.49		27.55	0.000079	1.36	17296.70	1720.44	0.11
Ponte_A22	45562.4*	Max WS	15158.14	7.54	27.47		27.53	0.000083	1.39	16968.57	1691.79	0.11
Ponte_A22	45385.5*	Max WS	15158.10	7.56	27.45		27.52	0.000088	1.41	16643.56	1663.14	0.12
Ponte_A22	45208.52	Max WS	15158.06	7.57	27.43		27.50	0.000093	1.44	16320.30	1634.49	0.12
Ponte_A22	45017.4*	Max WS	15158.01	8.24	27.41		27.48	0.000102	1.50	15605.60	1584.99	0.13
Ponte_A22	44826.4*	Max WS	15157.96	8.91	27.38		27.46	0.000109	1.56	15012.71	1535.49	0.13
Ponte_A22	44635.3*	Max WS	15157.90	9.57	27.35		27.44	0.000113	1.61	14542.46	1485.98	0.13
Ponte_A22	44444.32	Max WS	15157.84	10.24	27.32		27.42	0.000112	1.65	14198.29	1436.48	0.13
Ponte_A22	44271.2*	Max WS	15157.79	9.57	27.30		27.39	0.000112	1.64	13774.99	1402.90	0.13
Ponte_A22	44098.1*	Max WS	15157.72	8.91	27.27		27.37	0.000112	1.64	13399.59	1369.33	0.13
Ponte_A22	43925.*	Max WS	15157.61	8.24	27.26		27.37	0.000113	1.62	13099.74	1335.75	0.13
Ponte_A22	43751.8*	Max WS	15157.49	7.58	27.21		27.31	0.000117	1.61	12778.13	1302.18	0.13
Ponte_A22	43578.79	Max WS	15157.44	6.91	27.17		27.28	0.000122	1.60	12538.65	1268.60	0.14
Ponte_A22	43384.7*	Max WS	15157.37	7.18	27.14		27.25	0.000123	1.64	12397.36	1249.65	0.14
Ponte_A22	43190.6*	Max WS	15157.30	7.44	27.10		27.22	0.000126	1.68	12247.79	1230.70	0.14
Ponte_A22	42996.6*	Max WS	15157.12	7.71	27.11		27.23	0.000128	1.73	12145.02	1211.74	0.14
Ponte_A22	42802.5*	Max WS	15156.83	7.97	27.08		27.21	0.000132	1.79	11990.57	1192.79	0.14
Ponte_A22	42608.47	Max WS	15156.53	8.24	27.05		27.18	0.000137	1.85	11828.12	1173.84	0.15
Ponte_A22	42424.0*	Max WS	15156.35	8.49	27.00		27.13	0.000140	1.91	12197.63	1243.61	0.15
Ponte_A22	42239.6*	Max WS	15156.26	8.73	26.98		27.11	0.000142	1.94	12714.83	1313.38	0.15
Ponte_A22	42055.2*	Max WS	15156.16	8.98	26.96		27.08	0.000143	1.97	13353.27	1383.15	0.15
Ponte_A22	41870.78	Max WS	15156.05	9.22	26.95		27.05	0.000143	1.96	14112.53	1452.92	0.15
Ponte_A22	41683.2*	Max WS	15155.94	8.27	26.92		27.02	0.000136	1.90	14289.01	1467.02	0.15
Ponte_A22	41495.7*	Max WS	15155.82	7.31	26.90		26.99	0.000131	1.85	14459.34	1481.12	0.15

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	41308.2*	Max WS	15155.69	6.36	26.87		26.96	0.000126	1.80	14623.25	1495.23	0.14
Ponte_A22	41120.7*	Max WS	15155.57	5.40	26.85		26.93	0.000122	1.76	14779.51	1509.33	0.14
Ponte_A22	40933.22	Max WS	15155.32	4.45	26.84		26.93	0.000118	1.71	14957.84	1523.43	0.14
Ponte_A22	40742.3*	Max WS	15155.07	5.05	26.79		26.89	0.000127	1.80	14257.52	1449.00	0.14
Ponte_A22	40551.5*	Max WS	15154.94	5.65	26.75		26.86	0.000139	1.89	13547.96	1374.57	0.15
Ponte_A22	40360.7*	Max WS	15154.82	6.25	26.71		26.83	0.000153	2.00	12807.57	1300.14	0.16
Ponte_A22	40169.9*	Max WS	15154.70	6.85	26.66		26.82	0.000197	2.28	10570.50	1011.99	0.18
Ponte_A22	39979.0*	Max WS	15154.59	7.45	26.59		26.79	0.000227	2.45	9722.56	924.48	0.19
Ponte_A22	39788.25	Max WS	15154.49	8.05	26.51		26.75	0.000268	2.66	8846.28	838.25	0.21
Ponte_A22	39632.3*	Max WS	15148.75	8.17	26.38		26.75	0.000372	3.04	7068.63	748.09	0.24
Ponte_A22	39476.37	Max WS	15148.74	8.29	26.15		26.68	0.000497	3.38	5480.65	609.18	0.28
Ponte_A22	39282.5*	Max WS	15148.73	7.15	26.22		26.57	0.000342	2.84	6870.77	720.66	0.23
Ponte_A22	39088.67	Max WS	15148.68	6.01	26.25		26.50	0.000232	2.38	8288.37	785.69	0.19
Ponte_A22	38913.1*	Max WS	15148.62	6.44	26.27		26.44	0.000175	2.03	10171.42	1031.00	0.17
Ponte_A22	38737.6*	Max WS	15148.58	6.87	26.24		26.39	0.000156	1.87	10891.91	1121.24	0.16
Ponte_A22	38562.19	Max WS	15148.57	7.30	26.23		26.36	0.000140	1.73	11607.65	1210.59	0.15
Ponte_A22	38395.0*	Max WS	15148.53	6.91	26.22		26.37	0.000163	1.83	10448.48	1073.99	0.16
Ponte_A22	38227.8*	Max WS	15148.49	6.52	26.18		26.33	0.000170	1.84	10516.88	1117.28	0.16
Ponte_A22	38060.6*	Max WS	15148.48	6.14	26.15		26.30	0.000177	1.83	10622.46	1160.56	0.16
Ponte_A22	37893.48	Max WS	15148.47	5.75	26.13		26.27	0.000184	1.82	10746.33	1202.42	0.16
Ponte_A22	37717.4*	Max WS	15148.45	5.97	26.10		26.24	0.000151	1.79	11240.93	1207.86	0.15
Ponte_A22	37541.4*	Max WS	15148.42	6.19	26.09		26.22	0.000134	1.79	11621.37	1212.26	0.15
Ponte_A22	37365.5*	Max WS	15148.37	6.40	26.06		26.20	0.000127	1.83	11869.46	1216.47	0.14
Ponte_A22	37189.5*	Max WS	15148.34	6.62	26.03		26.17	0.000131	1.90	11976.29	1220.68	0.15
Ponte_A22	37013.51	Max WS	15148.32	6.84	26.01		26.15	0.000145	2.00	11972.60	1224.89	0.15
Ponte_A22	36832.5*	Max WS	15148.30	6.26	25.98		26.12	0.000147	2.03	12006.04	1221.07	0.16
Ponte_A22	36651.5*	Max WS	15148.28	5.68	25.95		26.09	0.000150	2.06	12006.49	1217.25	0.16
Ponte_A22	36470.5*	Max WS	15148.24	5.09	25.94		26.08	0.000155	2.10	12003.00	1213.42	0.16
Ponte_A22	36289.4*	Max WS	15148.16	4.51	25.91		26.05	0.000162	2.16	11947.48	1209.60	0.16
Ponte_A22	36108.49	Max WS	15148.11	3.93	25.84		25.98	0.000161	2.15	12869.27	1403.74	0.16
Ponte_A22	35951.5*	Max WS	15148.07	4.44	25.84		26.00	0.000184	2.31	11236.38	1140.43	0.17
Ponte_A22	35794.6*	Max WS	15148.00	4.96	25.80		25.98	0.000197	2.39	10649.94	1074.29	0.18
Ponte_A22	35637.7*	Max WS	15147.94	5.47	25.74		25.94	0.000212	2.47	10077.63	1009.26	0.19
Ponte_A22	35480.80	Max WS	15147.89	5.98	25.69		25.92	0.000226	2.55	9552.65	944.40	0.19
Ponte_A22	35291.9*	Max WS	15147.84	6.17	25.68		25.85	0.000188	2.31	10702.02	1070.11	0.18
Ponte_A22	35103.0*	Max WS	15147.79	6.36	25.67		25.82	0.000161	2.11	11817.20	1195.47	0.16
Ponte_A22	34914.1*	Max WS	15147.75	6.54	25.66		25.78	0.000149	1.99	12304.08	1238.38	0.16
Ponte_A22	34725.32	Max WS	15147.72	6.73	25.64		25.75	0.000134	1.84	13371.00	1370.04	0.15
Ponte_A22	34536.4*	Max WS	15147.71	6.68	25.62		25.73	0.000132	1.86	13495.03	1388.74	0.15
Ponte_A22	34347.5*	Max WS	15147.69	6.62	25.60		25.70	0.000131	1.88	13640.39	1407.58	0.15
Ponte_A22	34158.5*	Max WS	15147.68	6.57	25.57		25.68	0.000129	1.89	13806.27	1426.36	0.15
Ponte_A22	33969.6*	Max WS	15147.66	6.52	25.55		25.65	0.000127	1.90	13994.28	1445.07	0.14
Ponte_A22	33780.7*	Max WS	15147.64	6.46	25.53		25.63	0.000125	1.90	14203.90	1463.74	0.14
Ponte_A22	33591.86	Max WS	15147.62	6.41	25.51		25.61	0.000123	1.91	14434.14	1482.46	0.14
Ponte_A22	33428.9*	Max WS	15147.62	6.25	25.48		25.58	0.000122	1.89	14305.12	1440.49	0.14
Ponte_A22	33265.9*	Max WS	15147.61	6.09	25.46		25.56	0.000122	1.87	14165.49	1398.66	0.14
Ponte_A22	33102.9*	Max WS	15147.61	5.93	25.44		25.54	0.000122	1.85	14014.57	1356.89	0.14
Ponte_A22	32940.0*	Max WS	15147.60	5.77	25.42		25.52	0.000122	1.84	13853.77	1314.43	0.14
Ponte_A22	32777.06	Max WS	15147.60	5.61	25.40		25.50	0.000123	1.82	13681.74	1271.97	0.14
Ponte_A22	32636.2*	Max WS	15143.05	6.20	25.37		25.49	0.000140	1.94	12393.37	1113.99	0.15
Ponte_A22	32495.4*	Max WS	15142.98	6.80	25.33		25.47	0.000169	2.11	10936.02	957.48	0.16
Ponte_A22	32354.61	Max WS	15142.92	7.39	25.26		25.45	0.000220	2.36	9307.24	800.32	0.19
Ponte_A22	32196.5*	Max WS	15142.87	6.72	25.20		25.42	0.000239	2.48	8742.96	752.04	0.20
Ponte_A22	32038.5*	Max WS	15142.83	6.04	25.14		25.39	0.000260	2.59	8198.40	703.66	0.20
Ponte_A22	31880.5*	Max WS	15142.80	5.37	25.07		25.35	0.000283	2.71	7674.22	655.19	0.21
Ponte_A22	31722.46	Max WS	15087.22	4.69	24.99		25.31	0.000307	2.82	7171.03	606.63	0.22
Ponte_A22	31535.4*	Max WS	15087.20	5.79	24.97		25.25	0.000268	2.64	7787.66	705.47	0.21
Ponte_A22	31348.50	Max WS	15087.17	6.89	24.93	15.08	25.19	0.000246	2.52	8205.87	803.25	0.20
Ponte_A22	31300	Bridge										
Ponte_A22	31155.49	Max WS	15064.20	6.95	24.87		25.12	0.000232	2.43	8170.82	792.85	0.19
Ponte_A22	31006.10	Max WS	15064.19	6.67	24.85		25.08	0.000212	2.29	8365.16	788.44	0.18
Ponte_A22	30869.5*	Max WS	15064.18	6.93	24.81		25.05	0.000218	2.32	8103.95	749.20	0.19
Ponte_A22	30733.02	Max WS	15064.16	7.19	24.78		25.02	0.000222	2.33	7934.56	708.01	0.19
Ponte_A22	30560.2*	Max WS	15064.13	7.26	24.78		24.98	0.000207	2.23	9051.04	882.70	0.18
Ponte_A22	30387.48	Max WS	15064.09	7.34	24.78		24.94	0.000170	2.06	10520.63	1054.43	0.16
Ponte_A22	30194.0*	Max WS	15064.04	6.60	24.78		24.90	0.000133	1.79	12038.19	1235.98	0.15
Ponte_A22	30000.6*	Max WS	15063.98	5.85	24.77		24.87	0.000111	1.60	13424.22	1411.69	0.13
Ponte_A22	29807.16	Max WS	15063.91	5.11	24.77		24.85	0.000096	1.46	14677.96	1587.12	0.12
Ponte_A22	29636.2*	Max WS	15063.83	5.73	24.76		24.83	0.000089	1.40	15933.87	1805.25	0.12
Ponte_A22	29465.2*	Max WS	15063.74	6.36	24.75		24.82	0.000082	1.34	17239.06	2023.43	0.11
Ponte_A22	29294.34	Max WS	15063.64	6.98	24.74		24.80	0.000075	1.28	18589.01	2241.47	0.11
Ponte_A22	29117.2*	Max WS	15063.51	6.62	24.73		24.79	0.000077	1.29	18768.39	2300.12	0.11
Ponte_A22	28940.0*	Max WS	15063.38	6.26	24.72		24.77	0.000080	1.30	18951.02	2358.69	0.11
Ponte_A22	28762.9*	Max WS	15063.23	5.90	24.71		24.76	0.000082	1.31	19137.68	2417.15	0.11
Ponte_A22	28585.77	Max WS	15063.06	5.54	24.69		24.75	0.000084	1.32	19326.99	2473.14	0.11
Ponte_A22	28407.4*	Max WS	15062.89	5.12	24.68		24.73	0.000074	1.26	20527.79	2610.17	0.11
Ponte_A22	28229.0*	Max WS	15062.69	4.70	24.67		24.72	0.000065	1.21	21832.04	2746.83	0.10
Ponte_A22	28050.6*	Max WS	15062.47	4.27	24.66		24.70	0.000057	1.16	23236.44	2882.87	0.09
Ponte_A22	27872.33	Max WS	15062.24	3.85	24.66		24.69	0.000050	1.10	24744.33	3018.40	0.09
Ponte_A22	27688.1*	Max WS	15061.98	3.70	24.65		24.68	0.000046	1.08	25625.81	3114.61	0.09
Ponte_A22	27503.9*	Max WS	15061.71	3.56	24.64		24.68	0.000042	1.05	26571.58	3210.68	0.08
Ponte_A22	27319.7*	Max WS	15061.43	3.41	24.64		24.67	0.000039	1.01	27573.49	3305.85	0.08
Ponte_A22	27135.6*	Max WS	15061.13	3.28	24.63		24.66	0.000036	0.98	28633.10	3401.17	0.08
Ponte_A22	26951.4*	Max WS	15060.81	3.13	24.63		24.65	0.000033	0.95	29757.92	3496.44	0.07
Ponte_A22	26767.2*	Max WS	15060.48	2.98	24.62		24.65	0.000030	0.91	30935.06	3591.68	0.07
Ponte_A22	26583.07	Max WS	15060.14	2.82	24.62		24.64	0.000028	0.88	32171.74	3686.89	0.07
Ponte_A22	26406.9*	Max WS	15059.80	2.25	24.62		24.63	0.000028	0.89	32954.46	3764.47	0.07
Ponte_A22	26230.8*	Max WS	15040.27	1.68	24.61		24.63	0.000029	0.92	33613.07	3842.08	0.07

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E.G. Elev (m)	E.G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	26054.8*	Max WS	15040.27	1.06	24.61		24.62	0.000030	0.95	34145.55	3919.93	0.07
Ponte_A22	25878.71	Max WS	15040.26	0.47	24.60		24.62	0.000032	0.99	34555.95	3997.67	0.07
Ponte_A22	25720.6*	Max WS	15040.25	1.14	24.60		24.61	0.000032	0.97	35024.73	4100.91	0.07
Ponte_A22	25562.6*	Max WS	15040.23	1.81	24.59		24.61	0.000031	0.95	35474.94	4203.49	0.07
Ponte_A22	25404.6*	Max WS	15040.21	2.48	24.59		24.60	0.000031	0.93	35903.20	4306.20	0.07
Ponte_A22	25246.61	Max WS	15040.19	3.15	24.58		24.60	0.000030	0.91	36317.46	4408.82	0.07
Ponte_A22	25060.7*	Max WS	15040.16	3.03	24.58		24.59	0.000029	0.89	36360.71	4380.16	0.07
Ponte_A22	24874.8*	Max WS	15040.12	2.90	24.57		24.59	0.000028	0.86	36405.40	4348.07	0.07
Ponte_A22	24689.01	Max WS	15040.07	2.78	24.57		24.58	0.000028	0.84	36449.36	4316.01	0.07
Ponte_A22	24530.7*	Max WS	15040.03	2.79	24.55		24.58	0.000041	1.03	29186.66	3567.00	0.08
Ponte_A22	24372.4*	Max WS	15039.99	2.81	24.54		24.58	0.000057	1.22	23214.02	2818.13	0.10
Ponte_A22	24214.17	Max WS	15039.96	2.80	24.51		24.57	0.000072	1.38	18545.45	2068.86	0.11
Ponte_A22	24042.3*	Max WS	15039.92	3.21	24.50		24.56	0.000077	1.41	18047.09	2005.20	0.11
Ponte_A22	23870.5*	Max WS	15039.87	3.61	24.48		24.55	0.000080	1.43	17637.33	1941.47	0.11
Ponte_A22	23698.7*	Max WS	15039.82	3.99	24.47		24.53	0.000081	1.45	17319.82	1877.90	0.11
Ponte_A22	23527.00	Max WS	15039.76	4.39	24.45		24.52	0.000081	1.46	17090.88	1814.21	0.11
Ponte_A22	23366.7*	Max WS	15039.71	3.88	24.44		24.51	0.000079	1.43	17043.32	1770.78	0.11
Ponte_A22	23206.57	Max WS	15039.65	3.38	24.43		24.49	0.000076	1.39	17099.45	1728.06	0.11
Ponte_A22	23067.7*	Max WS	15039.61	3.20	24.42		24.48	0.000082	1.44	16604.92	1660.43	0.11
Ponte_A22	22928.8*	Max WS	15039.56	3.02	24.40		24.47	0.000088	1.49	16127.72	1593.20	0.12
Ponte_A22	22790.04	Max WS	15039.51	2.84	24.39		24.46	0.000095	1.55	15668.86	1525.20	0.12
Ponte_A22	22630.7*	Max WS	15039.45	3.69	24.37		24.45	0.000093	1.57	15303.04	1487.73	0.12
Ponte_A22	22471.5*	Max WS	15039.39	4.54	24.35		24.43	0.000095	1.59	14859.21	1449.40	0.12
Ponte_A22	22312.2*	Max WS	15039.33	5.40	24.33		24.42	0.000099	1.62	14339.10	1411.06	0.13
Ponte_A22	22152.98	Max WS	15039.26	6.25	24.31		24.40	0.000106	1.65	13737.97	1371.72	0.13
Ponte_A22	21980.1*	Max WS	15039.18	5.00	24.27		24.39	0.000132	1.83	12623.94	1295.44	0.14
Ponte_A22	21807.2*	Max WS	15039.10	3.75	24.23		24.37	0.000154	1.99	11807.53	1219.15	0.16
Ponte_A22	21634.35	Max WS	15039.01	2.50	24.20		24.35	0.000168	2.12	11293.72	1142.90	0.16
Ponte_A22	21480.0*	Max WS	15038.94	2.36	24.17		24.32	0.000169	2.13	11076.46	1099.40	0.16
Ponte_A22	21325.7*	Max WS	15038.86	2.23	24.14		24.30	0.000170	2.14	10846.71	1053.61	0.17
Ponte_A22	21171.3*	Max WS	15038.78	2.09	24.11		24.27	0.000173	2.16	10602.16	1006.79	0.17
Ponte_A22	21017.07	Max WS	15038.70	1.95	24.07		24.24	0.000176	2.17	10342.51	959.96	0.17
Ponte_A22	20839.5*	Max WS	15038.61	2.97	24.00		24.22	0.000213	2.42	9108.37	862.41	0.19
Ponte_A22	20661.9*	Max WS	15038.52	4.00	23.91		24.20	0.000261	2.69	7952.73	764.80	0.21
Ponte_A22	20484.35	Max WS	15038.42	5.02	23.78		24.16	0.000323	3.00	6877.20	667.14	0.23
Ponte_A22	20312.94	Max WS	15038.33	5.40	23.72		24.10	0.000330	2.96	6633.67	612.59	0.23
Ponte_A22	20142.66	Max WS	15038.22	5.58	23.57		24.04	0.000406	3.17	5648.88	573.07	0.25
Ponte_A22	19996.83	Max WS	15038.14	4.69	23.55		23.98	0.000339	2.95	5593.88	485.59	0.23
Ponte_A22	19834.13	Max WS	15038.05	4.92	23.57		23.93	0.000295	2.79	6527.38	575.65	0.22
Ponte_A22	19644.1*	Max WS	15037.94	5.07	23.57		23.87	0.000255	2.67	7264.82	592.66	0.20
Ponte_A22	19454.25	Max WS	15037.82	5.22	23.57		23.82	0.000224	2.55	7960.69	609.04	0.19
Ponte_A22	19305.2*	Max WS	15037.73	4.94	23.54		23.79	0.000229	2.55	7945.14	605.03	0.19
Ponte_A22	19156.2*	Max WS	15037.63	4.65	23.50		23.75	0.000235	2.54	7933.87	600.86	0.20
Ponte_A22	19007.21	Max WS	14965.53	4.37	23.47		23.71	0.000240	2.51	7926.79	596.20	0.20
Ponte_A22	18857.1*	Max WS	14965.46	4.59	23.43		23.68	0.000244	2.55	7784.16	582.40	0.20
Ponte_A22	18707.0*	Max WS	14938.48	4.81	23.38		23.64	0.000249	2.59	7632.44	568.59	0.20
Ponte_A22	18556.9*	Max WS	14938.47	5.04	23.33		23.60	0.000256	2.63	7471.81	554.79	0.20
Ponte_A22	18406.91	Max WS	14938.46	5.26	23.29		23.57	0.000265	2.68	7301.78	540.99	0.21
Ponte_A22	18276.1*	Max WS	14938.44	5.11	23.31		23.52	0.000208	2.32	8392.95	659.12	0.18
Ponte_A22	18145.44	Max WS	14938.40	4.97	23.33		23.49	0.000166	2.00	10033.45	876.27	0.16
Ponte_A22	17940.25	Max WS	14938.00	1.91	23.21		23.51	0.000285	2.66	6773.24	491.71	0.21
Ponte_A22	17833.8*	Max WS	14937.67	1.95	23.21		23.46	0.000250	2.51	7691.18	606.22	0.20
Ponte_A22	17727.38	Max WS	14937.50	1.99	23.18		23.41	0.000239	2.47	8298.11	718.86	0.20
Ponte_A22	17537.6*	Max WS	14937.23	2.44	23.17		23.39	0.000230	2.44	8790.57	827.27	0.19
Ponte_A22	17348.*	Max WS	14936.76	2.90	23.14		23.33	0.000201	2.30	10131.08	1064.14	0.18
Ponte_A22	17158.31	Max WS	14936.22	3.35	23.07		23.27	0.000211	2.37	10085.46	1159.85	0.19
Ponte_A22	16976.9*	Max WS	14935.67	3.20	23.05		23.24	0.000184	2.24	10147.13	1126.51	0.17
Ponte_A22	16795.6*	Max WS	14935.36	3.05	23.03		23.21	0.000165	2.12	10195.13	1093.22	0.16
Ponte_A22	16614.2*	Max WS	14935.04	2.91	22.99		23.17	0.000151	2.03	10213.68	1059.90	0.16
Ponte_A22	16432.9*	Max WS	14934.54	2.76	22.98		23.14	0.000140	1.94	10239.71	1026.63	0.15
Ponte_A22	16251.5*	Max WS	14934.24	2.61	22.96		23.12	0.000132	1.87	10245.62	993.35	0.15
Ponte_A22	16070.2*	Max WS	14933.97	2.46	22.94		23.09	0.000127	1.81	10233.44	960.05	0.14
Ponte_A22	15888.8*	Max WS	14933.70	2.32	22.92		23.07	0.000123	1.75	10212.71	926.76	0.14
Ponte_A22	15707.5*	Max WS	14933.44	2.17	22.90		23.04	0.000121	1.71	10170.46	893.46	0.14
Ponte_A22	15526.16	Max WS	14933.20	2.02	22.89		23.02	0.000121	1.67	10121.50	859.48	0.14
Ponte_A22	15355.2*	Max WS	14932.97	1.72	22.86		23.00	0.000129	1.72	10281.52	926.87	0.14
Ponte_A22	15184.2*	Max WS	14932.63	1.42	22.84		22.98	0.000136	1.76	10472.97	993.10	0.15
Ponte_A22	15013.2*	Max WS	14932.29	1.12	22.82		22.95	0.000144	1.80	10695.87	1059.06	0.15
Ponte_A22	14842.34	Max WS	14931.96	0.82	22.79		22.93	0.000152	1.83	10950.47	1124.91	0.15
Ponte_A22	14675.8*	Max WS	14931.58	1.52	22.76		22.90	0.000145	1.87	11652.10	1253.16	0.15
Ponte_A22	14509.2*	Max WS	14931.12	2.21	22.75		22.89	0.000145	1.95	12248.54	1381.15	0.15
Ponte_A22	14342.76	Max WS	14930.54	2.91	22.72		22.86	0.000154	2.07	12696.50	1508.79	0.16
Ponte_A22	14186.9*	Max WS	14929.97	3.02	22.68		22.85	0.000164	2.13	11249.90	1294.88	0.16
Ponte_A22	14031.1*	Max WS	14929.49	3.13	22.67		22.83	0.000149	2.02	11247.58	1260.71	0.16
Ponte_A22	13875.2*	Max WS	14929.12	3.25	22.64		22.79	0.000136	1.92	11290.92	1225.96	0.15
Ponte_A22	13719.45	Max WS	14928.93	3.36	22.63		22.77	0.000123	1.82	11411.63	1187.20	0.14
Ponte_A22	13553.5*	Max WS	14928.87	3.06	22.61		22.75	0.000126	1.86	11616.44	1228.34	0.14
Ponte_A22	13387.5*	Max WS	14928.83	2.76	22.59		22.73	0.000125	1.87	12026.17	1266.68	0.14
Ponte_A22	13221.6*	Max WS	14928.79	2.45	22.58		22.71	0.000120	1.86	12638.70	1304.92	0.14
Ponte_A22	13055.73	Max WS	14928.76	2.15	22.57		22.68	0.000111	1.82	13453.58	1340.95	0.14
Ponte_A22	12873.9*	Max WS	14928.74	2.17	22.56		22.66	0.000095	1.67	14444.30	1440.64	0.13
Ponte_A22	12692.2*	Max WS	14928.72	2.19	22.56		22.64	0.000084	1.56	15346.96	1533.86	0.12
Ponte_A22	12510.4*	Max WS	14908.23	2.22	22.55		22.62	0.000074	1.44	16764.49	1721.82	0.11
Ponte_A22	12328.70	Max WS	14905.98	2.24	22.54		22.61	0.000070	1.38	17307.80	1793.78	0.11
Ponte_A22	12172.7*	Max WS	14904.18	1.27	22.52		22.60	0.000082	1.48	16657.36	1792.28	0.12
Ponte_A22	12016.8*	Max WS	14901.76	0.29	22.51		22.59	0.000097	1.60	16024.83	1790.80	0.12
Ponte_A22	11860.88	Max WS	14899.22	-0.68	22.48		22.57	0.000116	1.73	15404.57	1789.06	0.14
Ponte_A22	11682.0*	Max WS	14896.03	0.25	22.47		22.55	0.000108	1.69	15828.17	1825.62	0.13

HEC-RAS Plan: Plan 29 River: Po Reach: Ponte\_A22 Profile: Max WS (Continued)

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Min Ch El (m)	W. S. Elev (m)	Crit W.S. (m)	E. G. Elev (m)	E. G. Slope (m/m)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Top Width (m)	Froude # Chl
Ponte_A22	11503.1*	Max WS	14892.41	1.19	22.45		22.53	0.000100	1.66	16274.34	1861.80	0.13
Ponte_A22	11324.29	Max WS	14889.68	2.12	22.44		22.51	0.000094	1.62	16751.62	1897.96	0.12
Ponte_A22	11162.3*	Max WS	14887.02	2.58	22.43		22.49	0.000075	1.44	18358.80	2057.09	0.11
Ponte_A22	11000.3*	Max WS	14884.24	3.03	22.43		22.48	0.000066	1.30	19794.45	2215.23	0.10
Ponte_A22	10838.39	Max WS	14881.44	3.49	22.42		22.46	0.000061	1.20	21045.05	2374.46	0.10
Ponte_A22	10648.1*	Max WS	14878.08	3.18	22.41		22.45	0.000055	1.12	21458.68	2379.96	0.09
Ponte_A22	10457.99	Max WS	14875.90	2.86	22.41		22.44	0.000049	1.03	22674.20	2512.94	0.09
Ponte_A22	10283.0*	Max WS	14873.92	3.12	22.39		22.43	0.000055	1.09	20794.12	2306.60	0.09
Ponte_A22	10108.1*	Max WS	14872.10	3.39	22.38		22.42	0.000061	1.14	19046.27	2099.95	0.10
Ponte_A22	9933.151	Max WS	14870.47	3.65	22.36		22.41	0.000068	1.19	17429.19	1891.54	0.10
Ponte_A22	9776.74*	Max WS	14869.08	3.80	22.35		22.40	0.000069	1.18	17416.26	1896.95	0.10
Ponte_A22	9620.34*	Max WS	14867.69	3.96	22.34		22.39	0.000070	1.17	17363.29	1899.38	0.10
Ponte_A22	9463.94*	Max WS	14866.31	4.11	22.33		22.38	0.000072	1.16	17269.03	1901.92	0.10
Ponte_A22	9307.537	Max WS	14864.93	4.26	22.32		22.37	0.000075	1.16	17133.46	1904.33	0.10
Ponte_A22	9129.40*	Max WS	14863.35	4.00	22.31		22.36	0.000062	1.08	18268.05	1942.01	0.10
Ponte_A22	8951.27*	Max WS	14861.75	3.75	22.30		22.34	0.000051	1.01	19476.55	1979.53	0.09
Ponte_A22	8773.146	Max WS	14860.14	3.49	22.30		22.34	0.000043	0.94	20754.05	2012.33	0.08
Ponte_A22	8594.68*	Max WS	14858.51	3.32	22.29		22.33	0.000045	0.99	20516.59	2026.50	0.08
Ponte_A22	8416.22*	Max WS	14856.89	3.14	22.28		22.32	0.000049	1.07	20057.77	2040.57	0.09
Ponte_A22	8237.76*	Max WS	14855.27	2.97	22.27		22.31	0.000058	1.18	19377.42	2054.42	0.10
Ponte_A22	8059.301	Max WS	14853.66	2.80	22.25		22.31	0.000072	1.33	18472.86	2067.97	0.11
Ponte_A22	7882.76*	Max WS	14852.04	2.37	22.24		22.29	0.000071	1.34	19014.09	2144.12	0.11
Ponte_A22	7706.21*	Max WS	14850.38	1.94	22.23		22.28	0.000071	1.35	19560.13	2219.59	0.11
Ponte_A22	7529.67*	Max WS	14848.69	1.52	22.22		22.27	0.000070	1.36	20112.41	2295.20	0.11
Ponte_A22	7353.137	Max WS	14846.96	1.09	22.21		22.25	0.000071	1.38	20672.82	2370.79	0.11
Ponte_A22	7182.67*	Max WS	14845.30	1.44	22.19		22.24	0.000069	1.35	20614.79	2350.79	0.11
Ponte_A22	7012.20*	Max WS	14843.67	1.79	22.18		22.23	0.000068	1.33	20551.11	2331.21	0.10
Ponte_A22	6841.73*	Max WS	14842.08	2.15	22.17		22.22	0.000066	1.31	20481.73	2311.15	0.10
Ponte_A22	6671.27*	Max WS	14840.53	2.50	22.16		22.21	0.000065	1.29	20408.52	2290.91	0.10
Ponte_A22	6500.803	Max WS	14839.03	2.85	22.15		22.20	0.000065	1.27	20330.05	2268.62	0.10
Ponte_A22	6317.16*	Max WS	14837.46	2.99	22.14		22.18	0.000056	1.19	20935.33	2246.88	0.09
Ponte_A22	6133.52*	Max WS	14835.95	3.13	22.13		22.17	0.000050	1.12	21469.14	2225.23	0.09
Ponte_A22	5949.89*	Max WS	14833.17	3.26	22.13		22.16	0.000046	1.06	21929.41	2203.80	0.09
Ponte_A22	5766.252	Max WS	14830.44	3.40	22.12		22.15	0.000042	1.01	22308.06	2182.25	0.08
Ponte_A22	5570.94*	Max WS	14827.71	2.95	22.11		22.15	0.000039	0.96	23252.92	2301.40	0.08
Ponte_A22	5375.62*	Max WS	14824.96	2.51	22.11		22.14	0.000037	0.92	23961.31	2418.63	0.08
Ponte_A22	5180.31*	Max WS	14822.49	2.06	22.10		22.13	0.000037	0.89	24443.15	2535.88	0.08
Ponte_A22	4985.007	Max WS	14820.01	1.61	22.09		22.12	0.000039	0.88	24683.23	2652.93	0.08
Ponte_A22	4811.29*	Max WS	14817.14	1.83	22.09		22.12	0.000040	0.91	24176.08	2595.77	0.08
Ponte_A22	4637.57*	Max WS	14813.63	2.04	22.08		22.11	0.000042	0.95	23619.35	2538.72	0.08
Ponte_A22	4463.86*	Max WS	14811.05	2.25	22.07		22.10	0.000044	1.00	23010.46	2481.49	0.08
Ponte_A22	4290.14*	Max WS	14809.31	2.47	22.06		22.10	0.000048	1.06	22346.04	2424.23	0.09
Ponte_A22	4116.43*	Max WS	14808.41	2.68	22.05		22.09	0.000052	1.13	21633.19	2365.97	0.09
Ponte_A22	3942.715	Max WS	14807.62	2.90	22.04		22.08	0.000058	1.21	20869.96	2303.83	0.10
Ponte_A22	3772.70*	Max WS	14806.94	1.23	22.03		22.07	0.000051	1.17	21533.31	2327.45	0.09
Ponte_A22	3602.70*	Max WS	14806.33	-0.45	22.02		22.06	0.000046	1.14	22078.43	2346.63	0.09
Ponte_A22	3432.69*	Max WS	14805.45	-2.12	22.02		22.05	0.000041	1.08	23493.38	2500.52	0.08
Ponte_A22	3262.692	Max WS	14804.65	-3.79	22.01		22.04	0.000040	1.06	23726.34	2509.75	0.08
Ponte_A22	3065.01*	Max WS	14804.25	-3.81	22.00		22.04	0.000040	1.07	23089.49	2418.80	0.08
Ponte_A22	2867.34*	Max WS	14803.99	-3.83	21.99		22.03	0.000042	1.07	22421.17	2327.82	0.08
Ponte_A22	2669.66*	Max WS	14803.86	-3.86	21.98		22.02	0.000044	1.08	21721.82	2236.80	0.08
Ponte_A22	2471.98*	Max WS	14605.56	-3.88	21.97		22.01	0.000045	1.07	20988.67	2145.74	0.09
Ponte_A22	2274.31*	Max WS	14598.82	-3.90	21.96		22.00	0.000049	1.08	20227.03	2054.56	0.09
Ponte_A22	2076.637	Max WS	14592.29	-3.92	21.94		21.99	0.000057	1.13	18420.59	1816.56	0.09
Ponte_A22	1899.39*	Max WS	14586.87	-5.00	21.91		21.99	0.000073	1.34	15413.32	1529.97	0.11
Ponte_A22	1722.15*	Max WS	14574.64	-6.09	21.88		21.99	0.000095	1.60	12619.34	1243.60	0.12
Ponte_A22	1544.906	Max WS	14287.92	-7.17	21.81		21.97	0.000127	1.90	10016.49	950.73	0.14
Ponte_A22	1388.57*	Max WS	14277.96	-5.90	21.76		21.96	0.000142	2.07	8948.33	831.99	0.15
Ponte_A22	1232.24*	Max WS	14275.20	-4.64	21.70		21.94	0.000161	2.26	7946.46	711.48	0.16
Ponte_A22	1075.91*	Max WS	14272.72	-3.38	21.63		21.92	0.000184	2.47	7009.43	590.68	0.18
Ponte_A22	919.5895	Max WS	14270.57	-2.11	21.54		21.89	0.000214	2.71	6142.03	466.25	0.19
Ponte_A22	764.244*	Max WS	14268.67	-0.07	21.55		21.85	0.000188	2.46	6333.71	435.91	0.18
Ponte_A22	608.8987	Max WS	14266.92	1.97	21.53		21.82	0.000202	2.39	6156.66	395.42	0.18
Ponte_A22	433.1929	Max WS	14264.94	1.82	21.51		21.78	0.000204	2.35	6313.37	418.97	0.18
Ponte_A22	260.6378	Max WS	14253.92	0.16	21.52		21.77	0.000193	2.27	6551.08	447.01	0.18
Ponte_A22	143.0249	Max WS	14239.73	-1.50	21.52		21.71	0.000145	1.98	8382.90	654.42	0.15
Ponte_A22	58.35920	Max WS	14232.44	0.37	21.52	9.78	21.72	0.000150	1.99	7903.39	604.67	0.16