

Programma di interventi:  
Alluvione autunno 2000 e succ. integrazione DD 6  
del 08/01/03

Regione Piemonte

DIFESE SPONDALI E RICLIBRATURA DEL  
F.PO DAL COMUNE DI PAESANA A  
MONCALIERI - TO-E-1294



### PROGETTO ESECUTIVO - II° STRALCIO - I° LOTTO

|   |  |
|---|--|
| <p>Il Progettista - Responsabile di progetto e delle integrazioni e prestazioni specialistiche.<br/><i>Dott. Ing. Giuseppe CAMPI</i></p>  | <p>Il Geologo:<br/><i>Dott. Geol. Giovanni Carra</i></p>                                 |
| <p>Il Coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione:<br/><i>Dott. Ing. Giuseppe CAMPI</i></p>  | <p>VISTO: Il Responsabile del procedimento<br/><i>Dott. Ing. Gianluca ZANICHELLI</i></p> |

|                           |
|---------------------------|
| approvato                 |
| Dott. Ing. Ivo Fresia     |
| verificato                |
| Dott. Ing. Giuseppe Campi |
| elaborato                 |
| Dott. Ing. Giuseppe Campi |

### RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

**E1.R2**

|      |       |    |    |             |
|------|-------|----|----|-------------|
|      |       |    |    |             |
| 0    | GC    | GC | FR | Giugno 2019 |
| rev. | sigla |    |    | data        |

codice elaborato 0805-05-02-001R-00



01PQ-Mod07  
Rev. 1  
Data emissione: 02.2018



## Indice

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 1      | Premessa .....  | 1  |
| 2      | Caratteristiche geomorfologiche.....                            | 2  |
| 3      | Assetto geometrico dell'alveo .....                             | 3  |
| 4      | Analisi degli eventi alluvionali .....                          | 4  |
| 5      | Portate di piena .....  | 5  |
| 6      | Modalità di deflusso in piena .....                             | 6  |
| 6.1    | Messa a punto del modello idrodinamico.....                     | 6  |
| 6.2    | Taratura.....   | 8  |
| 6.3    | Simulazioni idrodinamiche .....                                 | 10 |
| 6.4    | Analisi dei risultati .....                                     | 11 |
| 6.4.1. | Situazione originaria: TR = 20 anni.....                        | 11 |
| 6.4.2. | Situazione originaria: TR = 100 anni.....                       | 14 |
| 6.4.3. | Situazione originaria e portata di progetto TR = 200 anni ..... | 16 |
| 6.4.4. | Situazione originaria e portata cinquecentennale .....          | 18 |
| 6.4.5. | Situazione di progetto: T = 200 anni .....                      | 20 |
| 6.4.6. | Situazione di progetto ed evento T = 500 anni .....             | 22 |

Allegato 1 - Sezioni trasversali e livelli di piena relativi alla portata  $Q = 1730 \text{ m}^3/\text{s}$   
(TR = 20 anni)

Allegato 2 - Sezioni trasversali e livelli di piena relativi alla portata  $Q = 2350 \text{ m}^3/\text{s}$   
(TR = 100 anni)

Allegato 3 - Sezioni trasversali e livelli di piena relativi alla portata  $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$   
(TR = 200 anni)

Allegato 4 - Sezioni trasversali e livelli di piena relativi alla portata  $Q = 2950 \text{ m}^3/\text{s}$   
(TR = 500 anni)

Allegato 5 - Sezioni trasversali e livelli di piena relativi alla situazione di progetto: introduzione delle nuove opere progettuali e portata  $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 200 anni)

Allegato 6 - Sezioni trasversali e livelli di piena: introduzione delle nuove opere progettuali e portata  $Q = 2950 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 500 anni)



## 1 Premessa

La presente relazione contiene la analisi idraulica finalizzata alla definizione delle opere di completamento relative agli interventi di difesa spondale e ricalibratura dell'alveo dell'asta fluviale del fiume Po compreso tra la confluenza in Po del torrente Chisola e quella del torrente Sangone nel Comune di Moncalieri.

Scopo degli interventi di cui alla presente relazione è in completamento della messa in sicurezza idraulica di una zona del centro abitato di Moncalieri (TO) che, nel corso delle piene del 1994 e del 2000, è stata interessata da eventi alluvionali che hanno coinvolto gli abitati posti soprattutto in sinistra idrografica, nei pressi del Parco Fluviale delle Vallere.

In particolare costituiscono oggetto del presente progetto gli interventi originariamente stralciati dal I stralcio degli interventi, attualmente in corso di realizzazione.

In sintesi, rimandando al seguito per la descrizione di dettaglio degli interventi in progetto, è prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- **In sponda destra** è prevista la realizzazione di:
  - o Realizzazione di un rilevato di sicurezza in terra (dimensionato per il contenimento delle piene aventi TR100 senza franco), in corrispondenza del parco di Lungo Po Abellonio, sagomato per permettere in futuro la realizzazione, da parte del Comune di Moncalieri, di alcuni interventi di ripristino degli arredi urbani e delle piazzole di gioco;
  - o Realizzazione di un intervento di protezione spondale in corrispondenza di una erosione spondale;
  - o Realizzazione di un muretto di contenimento in corrispondenza di un'area destinata a parcheggio immediatamente a valle del cimitero di Moncalieri.

Lo studio idraulico, finalizzato alla individuazione dei livelli idrometrici su cui attestare le opere in progetto, è stato effettuato mediante l'applicazione di modellistica idraulica monodimensionale basata sul codice di calcolo MIKE 11 del DHI - Danish Hydraulic Institute, Water & Environment.

Lo studio peraltro ricalca quanto già sviluppato, per coerenza, nell'ambito della progettazione del I stralcio di interventi.

In particolare l'analisi idraulica ha fatto riferimento, durante la fase di calibrazione del modello, all'evento alluvionale dell'ottobre 2000; di questo evento si hanno a disposizione dati relativi sia alle aree allagate lungo l'asta fluviale, sia i livelli idrici raggiunti in alcuni punti dell'area in esame. Successivamente sono state verificate nella configurazione antecedente alla realizzazione del nuovo rilevato duecentennale (in corso di realizzazione nell'ambito dei lavori di I stralcio) le condizioni di moto nel tratto attraverso la simulazione, in moto permanente, degli eventi con tempo di ritorno T20, T100, T200 e T500.

## 2 Caratteristiche geomorfologiche

Nel tratto, il fiume Po presenta caratteristica monocursale stabile con andamento sinuoso.

In destra il margine collinare definisce in modo netto la sponda del fiume che risulta mediamente alta, acclive e sporadicamente difesa. Solo localmente, in corrispondenza delle infrastrutture principali, sono presenti sistemi di difesa idraulica.

In sinistra idrografica, in corrispondenza della marcata curva verso sinistra del fiume Po, si apre un'ampia area golenale detta delle "Vallere". Questa zona si sviluppa su di un terrazzo fluviale sub-pianeggiante chiuso a nord dalla foce del torrente Sangone e ad ovest dal rilevato di Corso Trieste. Lungo la fascia golenale che segue il rilevato stradale di Corso Trieste sorgono numerose abitazioni. La restante area, adibita a Parco, presenta in prossimità dell'alveo incise discese scoscese e una fitta vegetazione tale da non consentire, in alcuni tratti, l'accesso diretto alle sponde.

Dall'analisi degli eventi alluvionali registrati nel tratto in studio si può affermare che l'area golenale in sinistra idrografica manifesta una particolare conflittualità tra uso del suolo e dinamica fluviale. Gli interventi definiti dal progetto tendono a mitigare tale conflittualità attuando una azione di prevenzione delle piene alluvionali e di sicurezza delle infrastrutture e degli abitati presenti.

### 3 Assetto geometrico dell'alveo

Per la descrizione delle caratteristiche geometriche dell'alveo si è proceduto ad una raccolta dei dati disponibili e ad una integrazione degli stessi. Le fonti utilizzate sono:

- rilievi topografici realizzati nel 2003 per conto del Comune di Moncalieri nell'ambito della variante al P.R.G. di adeguamento al piano stralcio per l'assetto idrogeologico dell'Autorità di Bacino (PAI) del Comune di Moncalieri (dalla sez. 50 alla sez. 10, vedi Fig. 2);
- rilievi topografici realizzati per conto di AIPO nell'ottobre del 2003 (dalla sez. 7 alla sez. 6HB);
- DTM a maglia 2x2 m del tratto golenale del fiume Po in analisi realizzato con rilievo "Laser-scanner" nel febbraio del 2003 dall'Autorità di bacino del fiume Po.

Al fine di garantire una adeguata copertura dell'area in studio compresa tra ponte Corso Trieste e confluenza Sangone, sono state inserite ulteriori due sezioni: la sezione 6IC\_01 e la 6IC\_02. Queste sono state ottenute dall'elaborazione di più informazioni: il profilo quotato del piano campagna è stato estratto dal DTM, mentre, per la parte batimetrica, il profilo altimetrico è stato integrato estrapolando le informazioni desunte dalle sezioni topografiche disponibili di monte e valle.



## 4 Analisi degli eventi alluvionali

La zona golenale oggetto di studio, detta delle "Vallere", è frequentemente soggetta a fenomeni di inondazione da parte del fiume Po e del torrente Sangone, come risulta evidente da quanto emerge dalla mappa della pericolosità geomorfologia consultabile sul sito dell'Arpa Piemonte.

Durante l'evento del 6 novembre 1994 l'area in esame è stata inondata quasi ovunque a causa del duplice contributo del Po e del torrente Sangone (quest'ultimo ha eroso per un tratto di alcune decine di metri parte del rilevato arginale in sponda destra, nei pressi della confluenza nel Po). Il valore di portata media giornaliera calcolato dai dati dell'idrometro di Moncalieri (SIMN, Servizio Idrografico Mareografico Nazionale) si attesta indicativamente, per tale evento, attorno ai 1500 m<sup>3</sup>/s.

L'alluvione del 13 – 16 ottobre 2000 ha provocato in tutto il territorio del comune di Torino e dei comuni confinanti ingenti danni a causa delle piene dei corsi d'acqua principali. Tra i comuni maggiormente colpiti risulta sicuramente quello di Moncalieri in cui ampi settori sono stati allagati dalle acque esondate del Po e del Sangone. Particolarmente colpita è stata la zona delle "Vallere" a causa della vicinanza alla confluenza dei due fiumi. L'allagamento dovuto alle acque del Po si è esteso in sinistra idrografica sino a ridosso di Corso Trieste, raggiungendo battenti idrici anche superiori al metro e depositando ingenti quantità di materiale limoso-sabbioso. Le acque del Sangone sono fuoriuscite invece in destra idrografica già a valle dei ponti di via Sestriere e della ferrovia. Durante l'evento si stima una portata al colmo di piena transitante nel Po ai Murazzi di circa 2350 m<sup>3</sup>/s (tempo di ritorno novantennale).

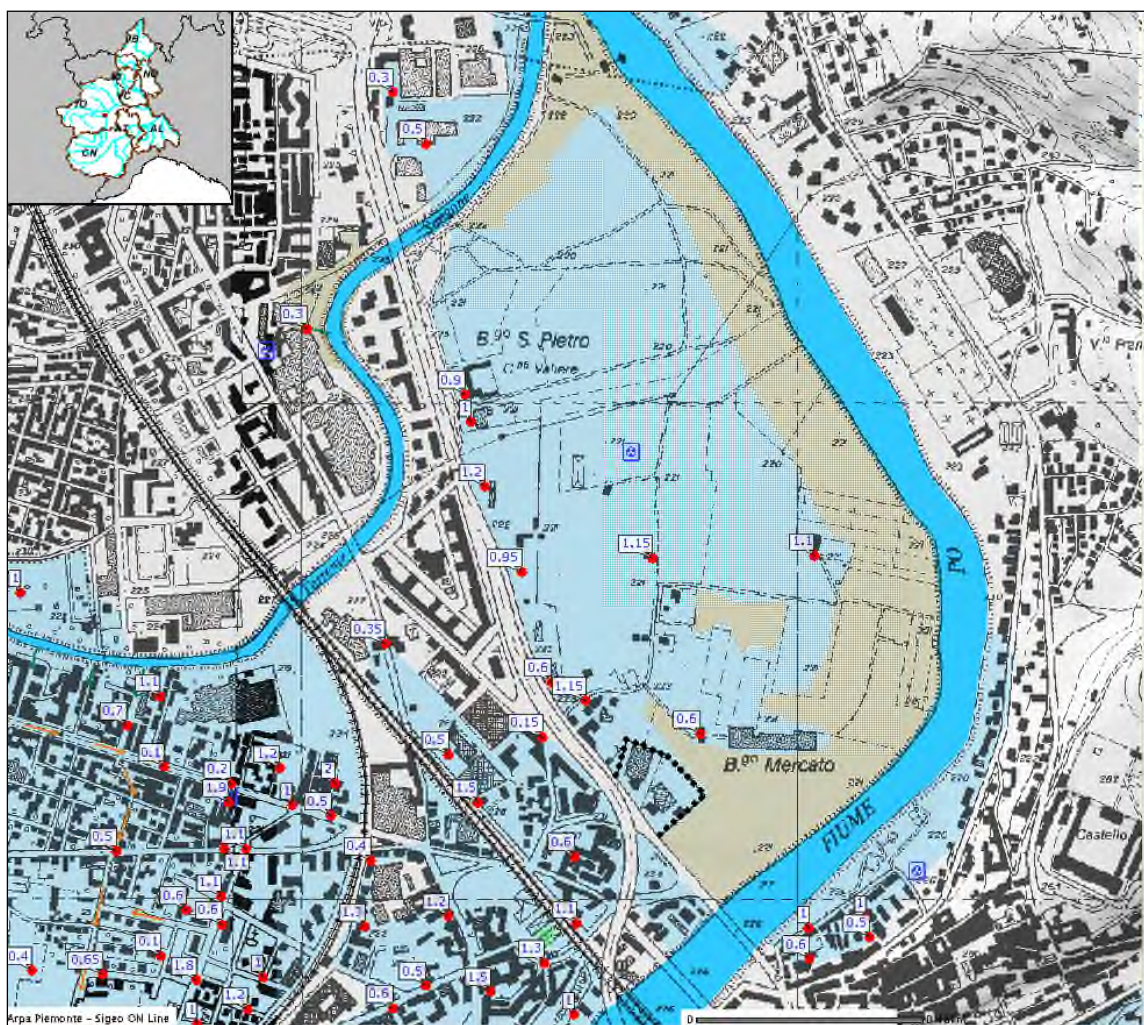


Fig. 1 Aree esondate nel corso dell'evento alluvionale dell'ottobre 2000. Dal sito della A.R.P.A. Piemonte



## 5 Portate di piena

Le portate di piena utilizzate fanno riferimento ai valori al colmo contenuti nella “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica” dell’Autorità di Bacino del fiume Po (Po a Moncalieri - Tab. 1) contenuta all’interno del PAI e approvata nel DPCM del 24/05/2001.

**Tab. 1 Portate di piena per il fiume Po alla stazione di Moncalieri (a valle della confluenza con il torrente Chisola)**

| Tempo di ritorno (anni) | Portata (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------------|-----------------------------|
| 20                      | 1730                        |
| 100                     | 2350                        |
| 200                     | 2600                        |
| 500                     | 2950                        |

Alle suddette portate è inoltre necessario aggiungere la portata defluita dal torrente Sangone; la vicina confluenza del torrente è stata simulata inserendo nel modello una condizione al contorno di portata in ingresso nell’asta principale. I valori di portata di piena utilizzati sono descritti nella Tab. 2.

**Tab. 2 Portate di piena per il torrente Sangone alla confluenza in Po**

| Tempo di ritorno (anni) | Portata (m <sup>3</sup> /s) |
|-------------------------|-----------------------------|
| 20                      | 135                         |
| 100                     | 180                         |
| 200                     | 200                         |
| 500                     | 225                         |

Come indicato dalla Direttiva PAI, si è scelto di utilizzare come portata di progetto quella con tempo di ritorno duecentennale, pari a 2600 m<sup>3</sup>/s defluiti in Po. Al fine di verificare gli interventi idraulici di progetto anche per eventi eccezionali, si è proceduto inoltre alla implementazione del modello anche per l’evento cinquecentennale corrispondente ad una portata di 2950 m<sup>3</sup>/s.

## 6 Modalità di deflusso in piena

### 6.1 Messa a punto del modello idrodinamico

Il tratto di corso d'acqua oggetto della simulazione idraulica monodimensionale è esteso per una lunghezza di circa 1,0 km a monte dell'attraversamento del raccordo autostradale sul Po della A6 Torino - Savona e circa 1,2 km a valle della confluenza col torrente Sangone, per una lunghezza complessiva pari a circa 5 km. La distanza delle condizioni al contorno rispetto all'area di interesse rende del tutto trascurabili eventuali approssimazioni nella determinazione delle condizioni al contorno stesse.

La geometria dello stato attuale dell'alveo nel tratto in esame è stata descritta sulla base sia delle sezioni topografiche disponibili, sia estraendo sezioni trasversali dal rilievo effettuato con tecnica "Laser-scanner" nel febbraio del 2003 dall'Autorità di bacino del fiume Po, per un totale di 13 sezioni.

La Tab. 3 presenta l'attribuzione della progressiva di calcolo del modello per ciascuna delle tredici sezioni considerate.

**Tab. 3** Sezioni trasversali e progressive di riferimento

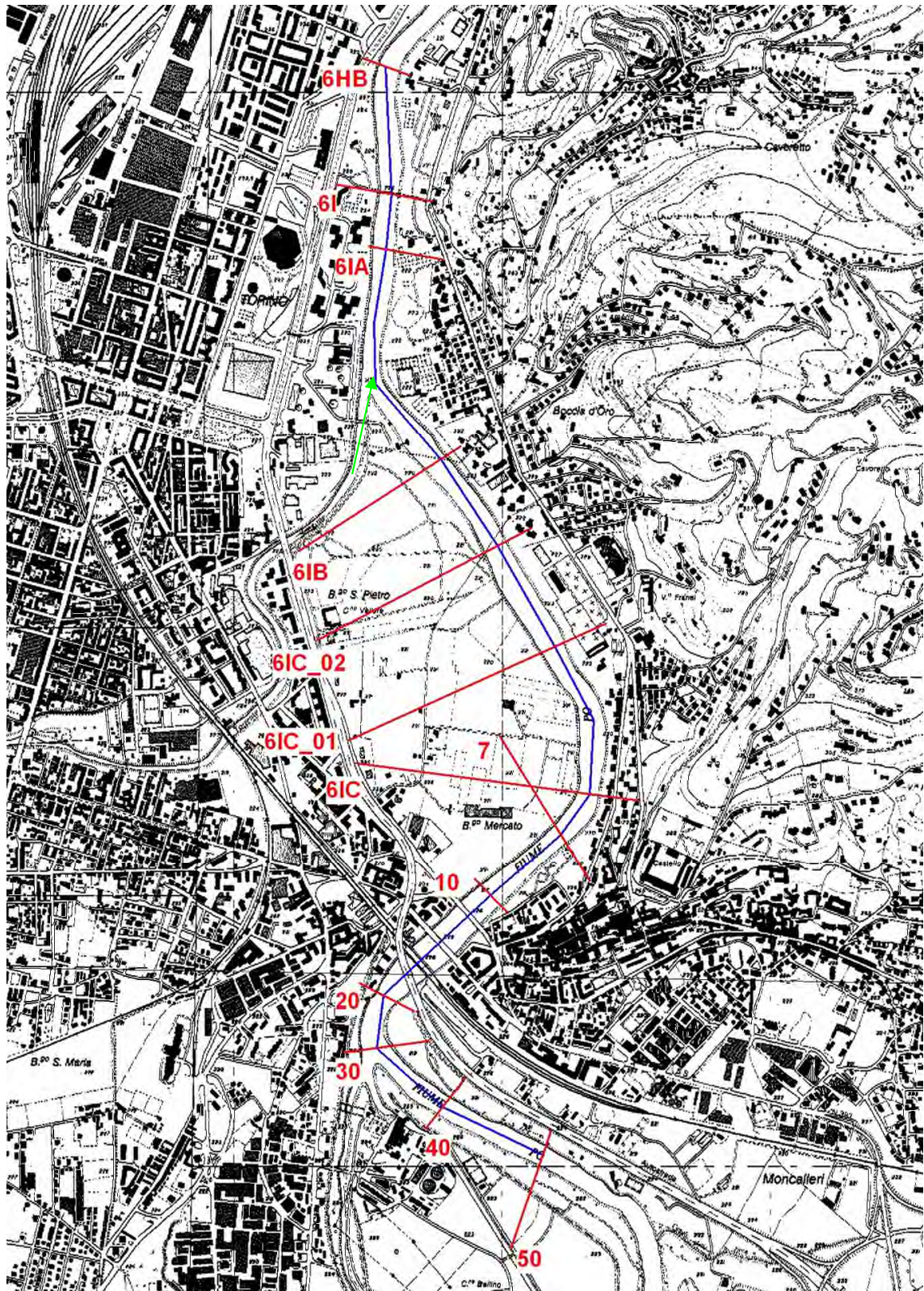
| ID Sez. | Progressiva (m) |
|---------|-----------------|
| 50      | 0,0             |
| 40      | 415,05          |
| 30      | 745,26          |
| 20      | 945,61          |
| 10      | 1496,40         |
| 7       | 1841,10         |
| 6IC     | 2023,42         |
| 6IC_01  | 2601,33         |
| 6IC_02  | 3032,14         |
| 6IB     | 3418,74         |
| 6IA     | 4297,75         |
| 6I      | 4503,23         |
| 6HB     | 4977,72         |

La fase di verifica idraulica nella situazione di progetto prevede una variazione del profilo altimetrico delle sezioni trasversali che ricadono nella zone di intervento. Le sezioni dalla 6IC alla 6IB sono state pertanto modificate, come da progetto, inserendo le caratteristiche geometriche della nuova arginatura in corso di realizzazione nell'ambito dei lavori di I stralcio.

In Fig. 2 si riporta lo schema planimetrico complessivo del modello nel quale si riconoscono le seguenti componenti:

- alveo principale del Po (asta blu);
- confluenza del torrente Sangone (freccia verde);





**Fig. 2** Planimetria del tratto di interesse con indicazione dell'ubicazione delle sezioni trasversali

Nella stessa figura è inoltre evidenziata in rosso l'ubicazione delle sezioni trasversali inserite nel modello monodimensionale per le quali successivamente saranno forniti i risultati dei principali parametri idraulici.

In particolare le due sezioni estratte dal rilievo celerimetrico, sez. 6IC\_01 e sez. 6IC\_02, sono state adeguatamente estese lateralmente a coprire la golena sinistra del fiume sino al rilevato stradale che funge da argine. L'ubicazione di queste due sezioni inoltre garantisce, in fase di taratura del modello



sull'evento dell'ottobre 2000, il confronto tra le misure di livello idrico massime osservate e quelle calcolate.

Le condizioni al contorno necessarie per l'applicazione del modello monodimensionale sono state scelte estendendo a priori l'analisi su un tratto sufficientemente lungo del fiume comprendente l'area di intervento.

Le condizioni al contorno assegnate al modello monodimensionale per l'esecuzione delle simulazioni idrodinamiche sono le seguenti:

- condizione al contorno di monte del fiume Po (sezione 50): portata in ingresso costante e pari al valore della piena di assegnato tempo di ritorno (Tab. 1);
- condizione al contorno di valle del fiume Po (sezione 6HB): scala di deflusso in moto uniforme.

Alle due condizioni al contorno principali ne è stata aggiunta una terza alla progressiva 3794 m che costituisce una condizione interna e descrive l'apporto del torrente Sangone; anche questa condizione è di portata in ingresso costante di assegnato tempo di ritorno (Tab. 2).

## 6.2 Taratura

I valori di scabrezza di primo tentativo introdotti nel modello sono stati definiti secondo i dati di letteratura. Per l'intero tratto oggetto di studio è stato assunto cautelativamente un valore per il coefficiente di Strickler pari a  $30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  per l'alveo inciso (corrispondente a  $0,033 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning), mentre per le sponde e le aree golenali, considerato il grado di mantenimento delle stesse, si è adottato un valore di Strickler pari a  $15 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (corrispondente a  $0,067 \text{ s}/\text{m}^{1/3}$  di Manning). Successivamente i valori di scabrezza assegnati sono stati affinati in modo da migliorare la taratura del modello ai fini della riproduzione delle tracce di piena misurate e delle aree di esondazione dell'evento di piena dell'ottobre 2000.

La simulazione idrodinamica in moto permanente dell'evento di piena dell'ottobre 2000 è stata effettuata considerando i valori di portata al colmo descritti nella Tab. 4.

**Tab. 4** Evento ottobre 2000: valori di portata utilizzati in fase di taratura

| Asta fluviale | Portata (m <sup>3</sup> /s) |
|---------------|-----------------------------|
| Po            | 2200                        |
| Sangone       | 150                         |



**Fig. 3** Planimetria del tratto di interesse con indicazione dell'area allagata durante l'evento 2000, l'ubicazione dei punti di misura dei livelli idrici e i valori registrati

Tali valori di portata hanno permesso di effettuare una taratura del modello attraverso il confronto tra i livelli di piena calcolati ed i livelli idrici osservati (rilievi di tracce di piena, mappe delle aree esondate, fotografie aeree immediatamente successive agli eventi, ecc.).

Dopo alcune simulazioni di tentativo si è infine giunti a definire i seguenti coefficienti di scabrezza di Strickler:

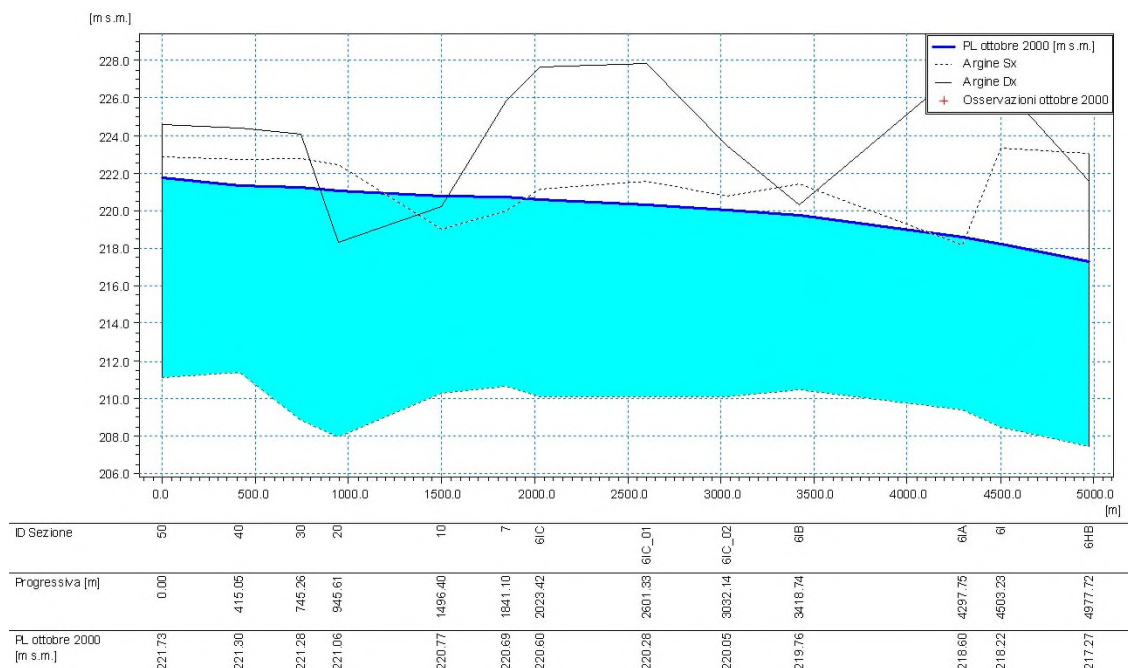
- 26,5  $m^{1/3}/s$  per l'alveo inciso del Po (corrispondente a 0,038  $s/m^{1/3}$  di Manning);
- 13,3  $m^{1/3}/s$  per le sponde e le aree golenali (corrispondente a 0,075  $s/m^{1/3}$  di Manning).



**Tab. 5 Evento ottobre 2000: confronto con le tracce di piena rilevate nel tratto in studio**

| Sezione     | Livello osservato (m s.m.) | Livello simulato (m s.m.) |
|-------------|----------------------------|---------------------------|
| Sez. 6Cl_01 | 220,20 - 220,40            | 220,32                    |
| Sez. 6Cl_02 | 220,00 - 220,20            | 220,08                    |

Nella Tab. 5 e nella Fig. 4 viene riportato il confronto tra i dati misurati in seguito all'evento ottobre 2000 nell'area golenale in esame del Po (dati ARPA Piemonte) e i dati calcolati dal modello: il confronto è stato effettuato in termini di livelli idrici misurati in base a tracce di piena e in funzione delle aree allagate osservate.



**Fig. 4 Evento ottobre 2000: confronto tra i livelli calcolati dal modello e le tracce di piena osservate**

La mancanza di precisi dati geometrici relativi ai manufatti presenti nel tratto soggetto ad analisi idraulica ha comportato la necessaria esclusione dei ponti stessi dalla struttura geometrica del modello. Come appare evidente dal profilo delle sezioni trasversali 20 e 10 anche l'assetto spondale sia destro che sinistro nel tratto non è ben definito. E' necessario sottolineare comunque che la presenza degli attraversamenti comporta effetti idraulici sul profilo del tratto a monte degli stessi, ma non nel ramo di interesse dello studio; è pertanto accettabile che non siano stati considerati nel modello idraulico per la mancanza dei dati geometrici ad essi relativi.

### 6.3 Simulazioni idrodinamiche

Successivamente all'evento alluvionale di calibrazione del modello, sono state condotte quattro simulazioni in moto permanente per determinare i profili longitudinali dei livelli raggiunti lungo il tratto del fiume Po nella configurazione antecedente alla realizzazione del rilevato arginale di I stralcio in sponda sinistra con tempo di ritorno 20, 100, 200 e 500 anni, che costituisce lo stato di fatto di riferimento.

La configurazione di progetto simulata è quella relativa alla realizzazione degli interventi di I stralcio riferiti all'argine duecentennale in corso di realizzazione in sponda sinistra.

## 6.4 Analisi dei risultati

Nel seguito i risultati delle simulazioni condotte sono presentati sotto forma di tabelle e profili longitudinali schematici. Nelle tabelle, in corrispondenza delle sezioni trasversali d'alveo inserite nel modello, sono elencati i seguenti parametri caratterizzanti i profili di corrente:

- ID Sez. = identificativo sezione di rilievo;
- Progr. = progressiva metrica lungo l'asta (m);
- Fondo = quota di fondo (m s.m.);
- P.L. = quota di pelo libero (m s.m.);
- h = altezza d'acqua sul fondo (m);
- A = area della sezione liquida (m<sup>2</sup>);
- b. = larghezza del pelo libero (m);
- R = raggio idraulico (m);
- V = velocità media della corrente (m/s);
- Fr = numero di Froude della corrente;
- H = carico idraulico totale (m s.l.m.).

### 6.4.1. Situazione originaria: TR = 20 anni

Nella Tab. 6 sono riassunti i risultati della simulazione dell'evento di piena ventennale nelle condizioni originarie dell'alveo e delle aree golenali. Nella Fig. 5 è riportata la rappresentazione grafica del profilo longitudinale di corrente ottenuto, corrispondente alla stessa simulazione.

**Tab. 6 Risultati della simulazione nella situazione attuale e portata con tempo di ritorno ventennale Q = 1730 m<sup>3</sup>/s**

| ID Sez. | Progr.<br>(m) | Fondo<br>(m s.m.) | P.L.<br>(m s.m.) | h<br>(m) | A<br>(m <sup>2</sup> ) | b<br>(m) | R<br>(m) | v<br>(m/s) | Fr<br>(-) | H<br>(m s.m.) |
|---------|---------------|-------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------|
| 50      | 0,00          | 211,11            | 221,25           | 10,14    | 927,11                 | 215,60   | 6,30     | 1,86       | 0,29      | 221,43        |
| 40      | 415,05        | 211,34            | 220,86           | 9,52     | 752,03                 | 175,66   | 6,03     | 2,29       | 0,35      | 221,12        |
| 30      | 745,26        | 208,82            | 220,80           | 11,98    | 1291,17                | 305,39   | 5,13     | 1,33       | 0,21      | 220,89        |
| 20      | 945,61        | 207,90            | 220,61           | 12,71    | 898,89                 | 201,48   | 6,13     | 1,91       | 0,29      | 220,79        |
| 10      | 1496,40       | 210,27            | 220,34           | 10,07    | 1010,52                | 172,26   | 7,16     | 1,70       | 0,22      | 220,49        |
| 7       | 1841,10       | 210,62            | 220,21           | 9,59     | 1132,06                | 567,84   | 5,03     | 1,51       | 0,34      | 220,32        |
| 6IC     | 2023,42       | 210,07            | 220,10           | 10,03    | 1131,57                | 768,39   | 4,36     | 1,50       | 0,40      | 220,21        |
| 6IC_01  | 2601,33       | 210,10            | 219,74           | 9,64     | 1171,27                | 798,24   | 4,83     | 1,46       | 0,39      | 219,84        |
| 6IC_02  | 3032,14       | 210,13            | 219,48           | 9,35     | 1299,99                | 692,09   | 3,54     | 1,34       | 0,31      | 219,57        |
| 6IB     | 3418,74       | 210,44            | 219,13           | 8,69     | 1005,79                | 603,73   | 4,69     | 1,76       | 0,44      | 219,29        |
| 6IA     | 4297,75       | 209,35            | 217,93           | 8,58     | 651,84                 | 118,78   | 6,13     | 2,86       | 0,39      | 218,34        |
| 6I      | 4503,23       | 208,49            | 217,58           | 9,09     | 614,93                 | 91,06    | 6,84     | 3,03       | 0,37      | 218,04        |
| 6HB     | 4977,72       | 207,43            | 216,65           | 9,22     | 539,86                 | 88,08    | 6,05     | 3,45       | 0,45      | 217,26        |

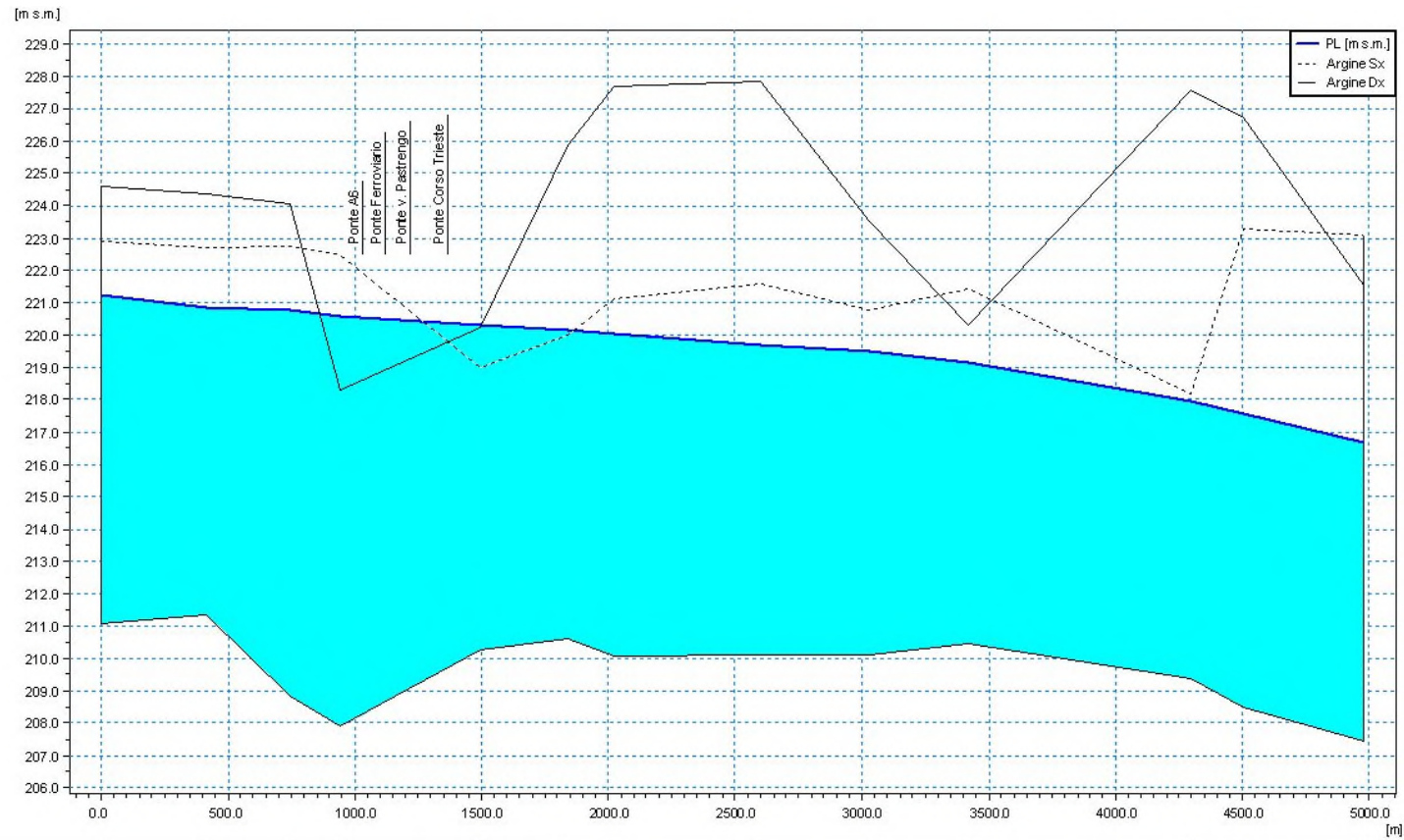
Nell'allegato 1 si riportano invece le sezioni trasversali d'alveo con il livello delle corrente in corrispondenza della portata ventennale considerata.

Come anticipato dai precedenti capitoli, si osserva l'allagamento dell'area in sinistra delle "Vallere" già per l'evento simulato ventennale, con battenti massimi in prossimità dei punti più depressi (nella parte centrale dell'area) che raggiungono circa i 50 cm di altezza. L'area inondata dalle acque del F. Po si estende



coprendo quasi interamente l'intera area golenale e raggiungendo in alcuni punti anche il rilevato di Corso Trieste.

Tra la sezione 6IC e la 6IB la velocità massima raggiunta dalla corrente nell'alveo inciso risulta mediamente pari a 1,8 m/s, mentre in golena la velocità si abbassa al di sotto di 1,0 m/s.



|                 |        |        |        |        |         |         |         |  |         |         |         |  |         |         |         |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|--|---------|---------|---------|--|---------|---------|---------|
| ID Sezione      | 50     | 40     | 30     | 20     | 10      | 7       | 6C      |  | 6IC_01  | 6IC_02  | 8B      |  | 8A      | 6I      | 6HB     |
| Progressiva [m] | 0.00   | 415.05 | 745.26 | 945.61 | 1496.40 | 1841.10 | 2023.42 |  | 2601.33 | 3032.14 | 3418.74 |  | 4287.75 | 4503.23 | 4977.72 |
| PL T20 [m s.m.] | 221.23 | 220.84 | 220.77 | 220.58 | 220.31  | 220.17  | 220.06  |  | 219.71  | 219.47  | 219.13  |  | 217.93  | 217.58  | 216.85  |

**Fig. 5** Profilo longitudinale di corrente nelle condizioni attuali per la portata  $Q = 1730 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 20 anni)

#### 6.4.2. Situazione originaria: TR = 100 anni

Nella Tab. 7 sono riassunti i risultati della simulazione dell'evento di piena centennale nelle condizioni originarie dell'alveo e delle aree golenali. Nella Fig. 6 è riportata la rappresentazione grafica del profilo longitudinale di corrente ottenuto, corrispondente alla stessa simulazione.

**Tab. 7 Risultati della simulazione nella situazione attuale e portata con tempo di ritorno centennale Q = 2350 m<sup>3</sup>/s**

| ID Sez. | Progr.<br>(m) | Fondo<br>(m s.m.) | P.L.<br>(m s.m.) | h<br>(m) | A<br>(m <sup>2</sup> ) | b<br>(m) | R<br>(m) | v<br>(m/s) | Fr<br>(-) | H<br>(m s.m.) |
|---------|---------------|-------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------|
| 50      | 0,00          | 211,11            | 221,897          | 10,79    | 1072,87                | 224,25   | 6,34     | 2,19       | 0,32      | 222,14        |
| 40      | 415,05        | 211,34            | 221,459          | 10,12    | 870,89                 | 204,97   | 6,15     | 2,70       | 0,42      | 221,83        |
| 30      | 745,26        | 208,82            | 221,441          | 12,62    | 1495,32                | 307,60   | 5,31     | 1,57       | 0,23      | 221,57        |
| 20      | 945,61        | 207,90            | 221,209          | 13,31    | 1025,28                | 202,55   | 6,20     | 2,29       | 0,33      | 221,48        |
| 10      | 1496,40       | 210,27            | 220,914          | 10,64    | 1114,16                | 172,26   | 7,76     | 2,11       | 0,27      | 221,14        |
| 7       | 1841,10       | 210,62            | 220,847          | 10,23    | 1527,14                | 602,79   | 4,32     | 1,54       | 0,31      | 220,97        |
| 6IC     | 2023,42       | 210,07            | 220,769          | 10,70    | 1721,05                | 922,13   | 3,35     | 1,37       | 0,32      | 220,86        |
| 6IC_01  | 2601,33       | 210,10            | 220,45           | 10,35    | 1797,04                | 884,88   | 3,41     | 1,31       | 0,29      | 220,54        |
| 6IC_02  | 3032,14       | 210,13            | 220,22           | 10,09    | 1867,11                | 806,62   | 3,08     | 1,26       | 0,26      | 220,30        |
| 6IB     | 3418,74       | 210,44            | 219,941          | 9,50     | 1525,32                | 666,92   | 3,76     | 1,58       | 0,33      | 220,07        |
| 6IA     | 4297,75       | 209,35            | 218,801          | 9,45     | 771,49                 | 153,61   | 6,56     | 3,28       | 0,47      | 219,35        |
| 6I      | 4503,23       | 208,49            | 218,417          | 9,93     | 702,15                 | 116,07   | 7,34     | 3,60       | 0,47      | 219,08        |
| 6HB     | 4977,72       | 207,43            | 217,461          | 10,03    | 613,26                 | 92,73    | 6,52     | 4,13       | 0,51      | 218,33        |

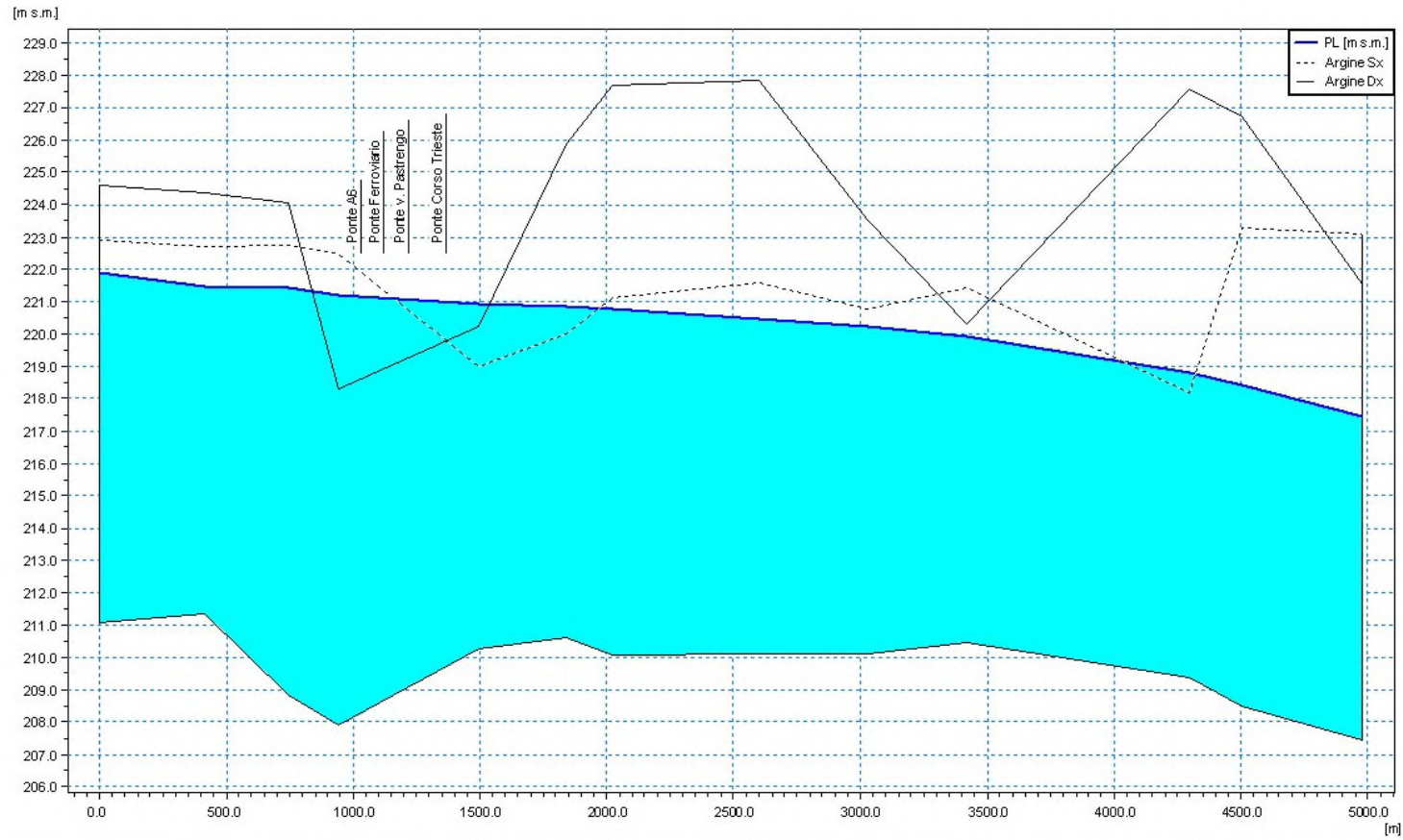
Nell'allegato 2 si riportano invece le sezioni trasversali d'alveo con il livello delle corrente in corrispondenza della portata centennale considerata.

Confrontando l'evento ventennale con il centennale si osserva che all'aumentare della portata al colmo defluita, da 1730 m<sup>3</sup>/s a 2350 m<sup>3</sup>/s, il tirante idrico *h* subisce un incremento medio lungo l'intera asta di circa 70 cm. L'area inondata dall'alluvione centennale simulata si estende coprendo interamente l'intera area golenale, con battenti medi che raggiungono circa il metro di altezza. La sponda destra garantisce il contenimento dei livelli al colmo, mentre in sinistra l'allagamento è contenuto lungo il rilevato di Corso Trieste.

Nel tratto golenale delle "Vallere" si osservano velocità massime raggiunte dalla corrente inferiori a 1,0 m/s, mentre nell'alveo inciso la velocità massima raggiunta è circa pari a 2,1 m/s.

Come per l'evento ventennale, anche la simulazione dell'evento centennale esprime un numero di Froude basso ed inferiore all'unità, questo a descrivere una chiara situazione di corrente lenta lungo l'intero tratto simulato.

In termini di area allagata, l'evento di piena centennale presenta caratteristiche molto simili all'alluvione dell'ottobre 2000.



|                  |        |        |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ID Sezione       | 50     | 40     | 30     | 20     | 10      | 7       | 6C      | 6C_01   | 6C_02   | 6B      | 6A      | 6I      | 6HB     |
| Progressiva [m]  | 0.00   | 415.05 | 745.26 | 945.61 | 1496.40 | 1841.10 | 2023.42 | 2601.33 | 3032.14 | 3418.74 | 4297.75 | 4503.23 | 4977.72 |
| PL T100 [m s.m.] | 221.90 | 221.46 | 221.44 | 221.21 | 220.91  | 220.85  | 220.77  | 220.45  | 220.22  | 219.94  | 218.60  | 218.42  | 217.46  |

**Fig. 6** Profilo longitudinale di corrente nelle condizioni attuali per la portata  $Q = 2350 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 100 anni)

### 6.4.3. Situazione originaria e portata di progetto TR = 200 anni

Nella Tab. 8 sono riassunti i risultati della simulazione dell'evento di piena di progetto duecentennale nelle condizioni originarie dell'alveo e delle aree golenali. Nella Fig. 7 è riportata la rappresentazione grafica del profilo longitudinale di corrente ottenuto, corrispondente alla stessa simulazione.

**Tab. 8 Risultati della simulazione nella situazione attuale e portata di progetto con tempo di ritorno duecentennale  $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$**

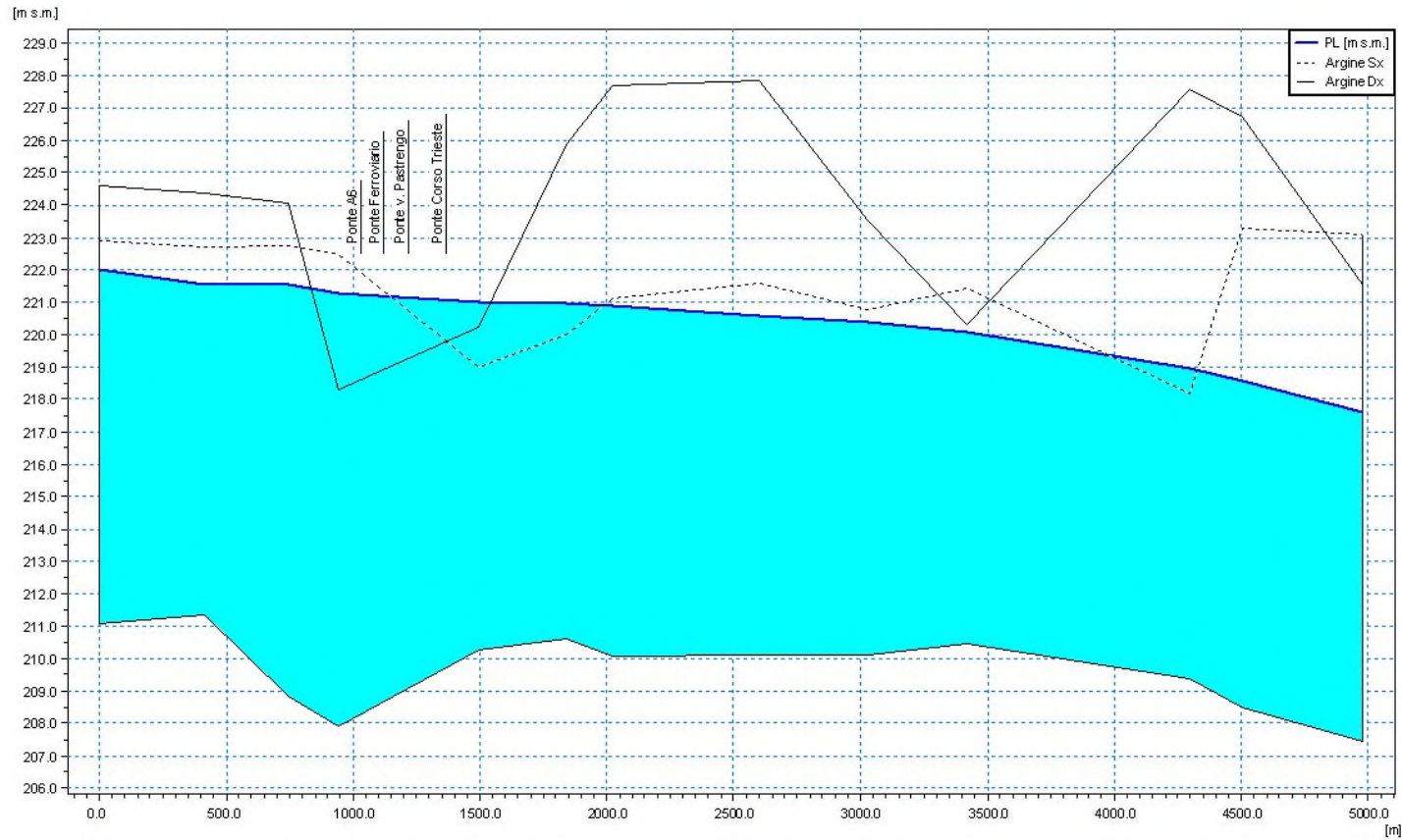
| ID Sez. | Progr.<br>(m) | Fondo<br>(m s.m.) | P.L.<br>(m s.m.) | h<br>(m) | A<br>(m <sup>2</sup> ) | b<br>(m) | R<br>(m) | v<br>(m/s) | Fr<br>(-) | H<br>(m s.m.) |
|---------|---------------|-------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------|
| 50      | 0,00          | 211,11            | 222,00           | 10,89    | 1096,81                | 225,63   | 6,35     | 2,37       | 0,34      | 222,29        |
| 40      | 415,05        | 211,34            | 221,55           | 10,21    | 887,79                 | 209,16   | 6,17     | 2,93       | 0,45      | 221,98        |
| 30      | 745,26        | 208,82            | 221,56           | 12,74    | 1530,56                | 307,97   | 5,34     | 1,70       | 0,24      | 221,70        |
| 20      | 945,61        | 207,90            | 221,30           | 13,40    | 1044,31                | 202,71   | 6,22     | 2,49       | 0,35      | 221,62        |
| 10      | 1496,40       | 210,27            | 221,01           | 10,74    | 1130,04                | 172,26   | 7,85     | 2,30       | 0,29      | 221,28        |
| 7       | 1841,10       | 210,62            | 220,96           | 10,34    | 1597,25                | 603,43   | 4,21     | 1,63       | 0,32      | 221,10        |
| 6IC     | 2023,42       | 210,07            | 220,89           | 10,82    | 1836,08                | 923,97   | 3,23     | 1,42       | 0,32      | 221,00        |
| 6IC_01  | 2601,33       | 210,10            | 220,59           | 10,49    | 1920,26                | 888,34   | 3,36     | 1,35       | 0,29      | 220,68        |
| 6IC_02  | 3032,14       | 210,13            | 220,37           | 10,24    | 1990,82                | 813,61   | 3,04     | 1,31       | 0,27      | 220,46        |
| 6IB     | 3418,74       | 210,44            | 220,10           | 9,66     | 1633,02                | 675,48   | 3,66     | 1,63       | 0,34      | 220,24        |
| 6IA     | 4297,75       | 209,35            | 218,96           | 9,61     | 793,68                 | 159,49   | 6,64     | 3,53       | 0,51      | 219,59        |
| 6I      | 4503,23       | 208,49            | 218,57           | 10,08    | 721,07                 | 125,01   | 7,39     | 3,88       | 0,52      | 219,33        |
| 6HB     | 4977,72       | 207,43            | 217,60           | 10,17    | 625,82                 | 93,49    | 6,60     | 4,47       | 0,55      | 218,62        |

Nell'allegato 3 si riportano invece le sezioni trasversali d'alveo con il livello delle corrente in corrispondenza della portata duecentennale considerata.

All'occorrere dell'evento duecentennale il limite delle aree interessate dalla corrente non subisce sostanziali variazioni rispetto a quanto indicato per il tempo di ritorno centennale, anche in presenza dell'incremento dei livelli che si realizzano. L'intera area delle "Vallere" viene allagata con battenti idrici che superano il metro e mezzo di altezza, aggravando decisamente la posizione degli insediamenti abitativi presenti.

In destra idrografica si registrano sormonti localizzati dell'attuale sponda nella bassura di lungo Po Abellonio. È necessario sottolineare che tale sponda, non adeguatamente difesa, è soggetta direttamente al deflusso principale della corrente del F. Po, con velocità che superano i 2,3 m/s. In sinistra l'acqua defluisce in golenale con velocità inferiori a 1,0 m/s costeggiando il rilevato stradale di Corso Trieste fino alla confluenza col T. Sangone.

Come per gli eventi precedentemente simulati, la corrente rimane lenta lungo l'intero tratto del F. Po anche per portata duecentennale.



|                  |        |        |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ID Sezione       | 50     | 40     | 30     | 20     | 10      | 7       | 6C      | 6C_01   | 6C_02   | 6B      | 6A      | 6I      | 6HB     |
| Progressiva [m]  | 0.00   | 415.05 | 745.26 | 945.61 | 1496.40 | 1841.10 | 2023.42 | 2601.33 | 3032.14 | 3418.74 | 4237.75 | 4503.23 | 4977.72 |
| PL T200 [m s.m.] | 222.00 | 221.54 | 221.56 | 221.30 | 221.01  | 220.96  | 220.89  | 220.59  | 220.37  | 220.10  | 218.96  | 218.56  | 217.60  |

**Fig. 7 Profilo longitudinale di corrente nelle condizioni attuali per la portata di progetto  $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 200 anni)**



#### 6.4.4. Situazione originaria e portata cinquecentennale

Nella Tab. 9 sono riassunti i risultati della simulazione dell'evento di piena con tempo di ritorno cinquecentennale nelle condizioni originarie dell'alveo e delle aree golenali. Nella Fig. 8 è riportata la rappresentazione grafica del profilo longitudinale di corrente ottenuto, corrispondente alla stessa simulazione.

**Tab. 9 Risultati della simulazione nella situazione attuale e portata catastrofica con tempo di ritorno cinquecentennale  $Q = 2950 \text{ m}^3/\text{s}$**

| ID Sez. | Progr.<br>(m) | Fondo<br>(m s.m.) | P.L.<br>(m s.m.) | H<br>(m) | A<br>(m <sup>2</sup> ) | b<br>(m) | R<br>(m) | v<br>(m/s) | Fr<br>(-) | H<br>(m s.m.) |
|---------|---------------|-------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------|
| 50      | 0,00          | 211,11            | 222,49           | 11,38    | 1207,92                | 231,95   | 6,42     | 2,44       | 0,34      | 222,80        |
| 40      | 415,05        | 211,34            | 222,03           | 10,69    | 995,64                 | 226,00   | 6,21     | 2,96       | 0,45      | 222,48        |
| 30      | 745,26        | 208,82            | 222,04           | 13,22    | 1679,66                | 309,55   | 5,50     | 1,76       | 0,24      | 222,20        |
| 20      | 945,61        | 207,90            | 221,77           | 13,87    | 1139,14                | 203,85   | 6,32     | 2,59       | 0,35      | 222,11        |
| 10      | 1496,40       | 210,27            | 221,45           | 11,18    | 1206,02                | 172,26   | 8,30     | 2,45       | 0,30      | 221,75        |
| 7       | 1841,10       | 210,62            | 221,45           | 10,83    | 1890,77                | 608,88   | 4,02     | 1,56       | 0,28      | 221,57        |
| 6IC     | 2023,42       | 210,07            | 221,39           | 11,32    | 2292,01                | 929,66   | 2,93     | 1,29       | 0,26      | 221,47        |
| 6IC_01  | 2601,33       | 210,10            | 221,10           | 11,00    | 2380,85                | 901,25   | 3,15     | 1,24       | 0,24      | 221,18        |
| 6IC_02  | 3032,14       | 210,13            | 220,91           | 10,78    | 2432,41                | 829,55   | 2,99     | 1,21       | 0,23      | 220,98        |
| 6IB     | 3418,74       | 210,44            | 220,67           | 10,23    | 2025,45                | 698,00   | 3,47     | 1,49       | 0,28      | 220,79        |
| 6IA     | 4297,75       | 209,35            | 219,60           | 10,25    | 896,43                 | 161,19   | 6,90     | 3,54       | 0,48      | 220,24        |
| 6I      | 4503,23       | 208,49            | 219,21           | 10,72    | 808,77                 | 157,21   | 7,55     | 3,93       | 0,55      | 219,99        |
| 6HB     | 4977,72       | 207,43            | 218,21           | 10,78    | 683,95                 | 97,06    | 6,94     | 4,64       | 0,56      | 219,31        |

Nell'allegato 4 si riportano invece le sezioni trasversali d'alveo con il livello delle corrente in corrispondenza della portata cinquecentennale considerata.

Questa simulazione è stata condotta al fine di determinare le condizioni di deflusso nell'ipotesi di evento "catastrofico", situazione in cui l'intero sistema fluviale viene gravemente sollecitato.

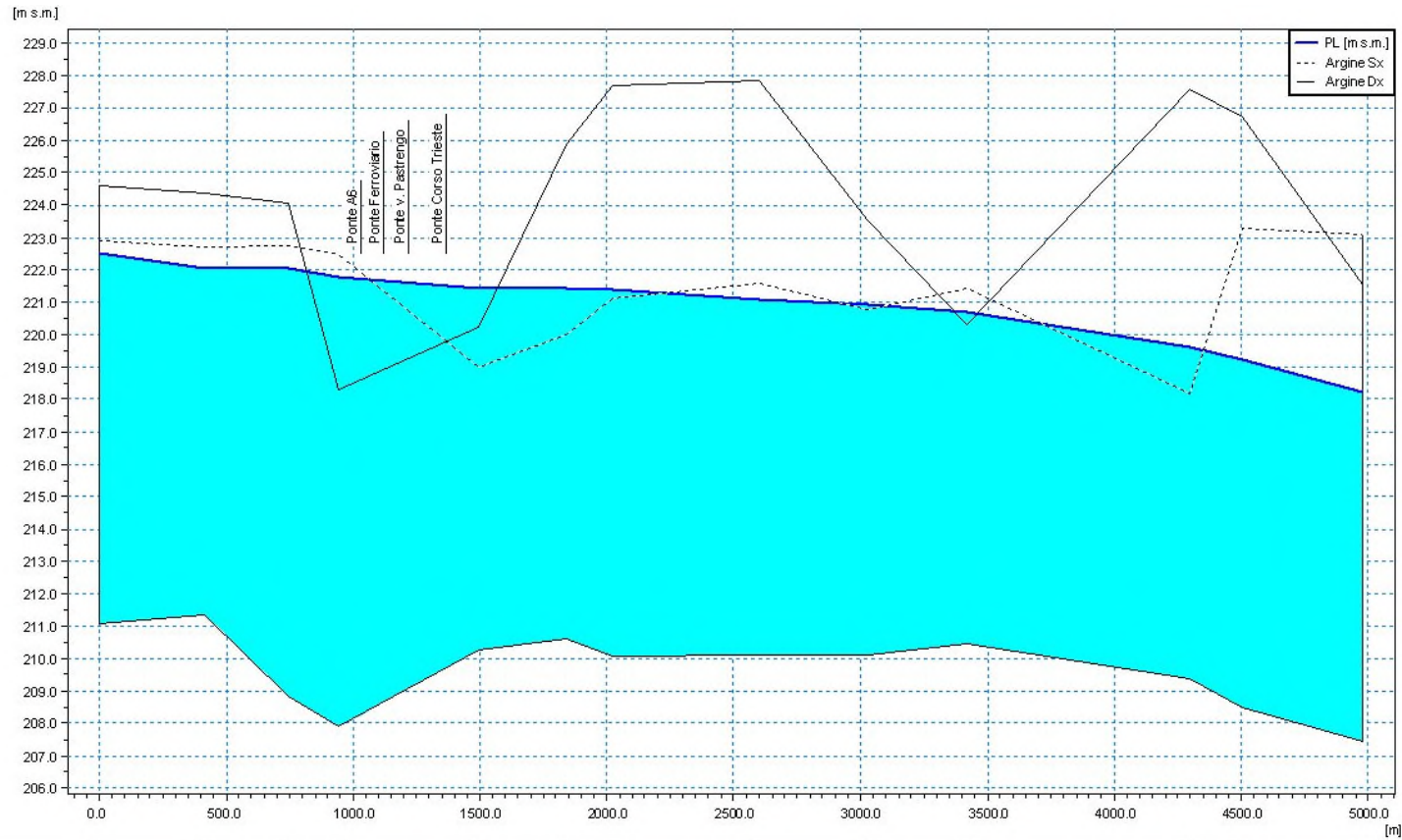
All'occorrere dell'evento cinquecentennale il limite delle aree interessate dalla corrente non subisce sostanziali variazioni rispetto all'evento duecentennale, in quanto già durante la simulazione di quest'ultimo evento si erano raggiunti i limiti spondali sia in destra che in sinistra idrografica. Come conseguenza dell'incremento di portata defluita si ha sostanzialmente solo un aumento dei livelli. L'area delle "Vallere" viene allagata con battenti idrici che raggiungono i due metri di altezza, definendo una situazione di estremo pericolo per la stabilità strutturale di tutti gli edifici presenti in golenale.

In sponda destra, oltre all'aggravamento della situazione idraulica in corrispondenza della bassura di lungo Po Abellonio, si registra una situazione di crisi localizzata da sormonto anche alla confluenza col T. Sangone (sezione 6IB), con quote idriche superiori di circa 20 cm al limite spondale. Il deflusso principale di corrente che scorre nell'alveo inciso raggiunge velocità massime di circa 2,5 m/s, investendo la sponda destra nel tratto in cui il fiume curva verso sinistra. Come già evidenziato tale sponda non presenta continue difese longitudinali e può quindi esser soggetta, in fase di piena, a localizzate erosioni e conseguenti dissesti.

In sinistra invece si registrano sormonti della sponda lungo l'intero tratto oggetto di studio, sino alla confluenza col T. Sangone. Le velocità in corrispondenza del rilevato di Corso Trieste rimangono modeste ed inferiori a 1,0 m/s.

Come per gli eventi precedentemente simulati, anche quello cinquecentennale presenta corrente lenta lungo l'intero tratto del F. Po esaminato.





|                  |        |        |        |        |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| ID Sezione       | 50     | 40     | 30     | 20     | 10      | 7       | 6C      | 6C_01   | 6C_02   | 6B      | 6A      | 6I      | 6HB     |
| Progressiva [m]  | 0.00   | 415.05 | 745.26 | 945.61 | 1496.40 | 1841.10 | 2023.42 | 2601.33 | 3032.14 | 3418.74 | 4297.75 | 4503.23 | 4977.72 |
| PL T500 [m s.m.] | 222.49 | 222.03 | 222.04 | 221.77 | 221.45  | 221.44  | 221.39  | 221.10  | 220.91  | 220.67  | 219.60  | 219.21  | 218.21  |

**Fig. 8 Profilo longitudinale di corrente nelle condizioni attuali per la portata cinquecentennale  $Q = 2950 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 500 anni)**

#### 6.4.5. Situazione di progetto: $T = 200$ anni

Nella Tab. 10 sono riassunti i risultati della simulazione nelle condizioni di progetto: inserimento degli interventi in corsi di realizzazione (I stralcio degli interventi) e piena duecentennale. In particolare è il posizionamento del nuovo argine in sinistra idrografica nell'area delle "Vallere" che provoca nella simulazione degli evidenti effetti idraulici. L'argine di sicurezza previsto sia in sponda sinistra (II stralcio - II lotto) che in sponda destra (II stralcio - I lotto) viene invece ovviamente sormontato.

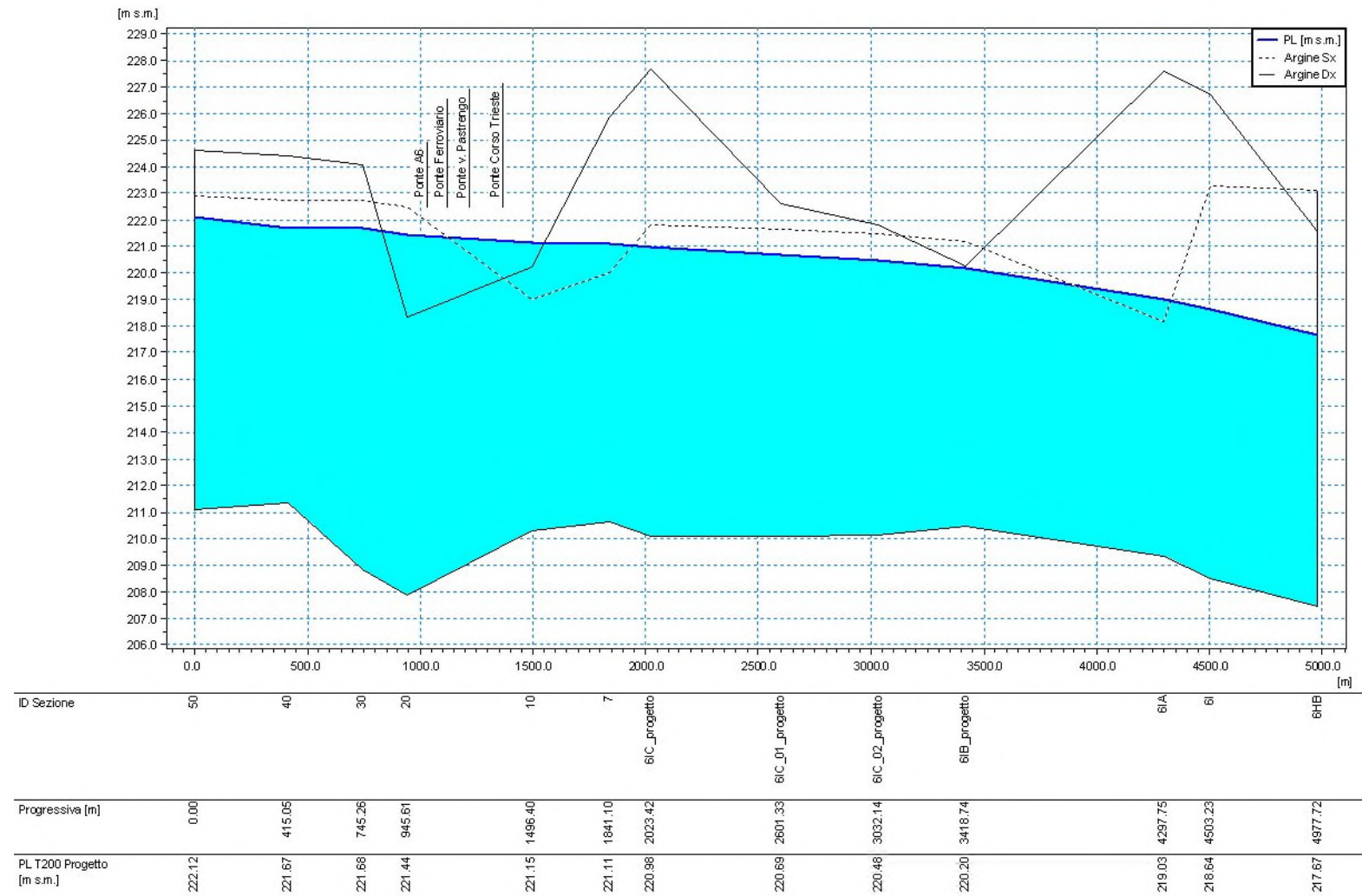
Nella Fig. 9 è riportata la rappresentazione grafica del profilo longitudinale di corrente ottenuto, corrispondente alla stessa simulazione.

**Tab. 10 Risultati della simulazione nella situazione di progetto: ricalibratura dell'alveo e portata duecentennale  $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$**

| ID Sez, | Progr.<br>(m) | Fondo<br>(m s.m.) | P.L.<br>(m s.m.) | h<br>(m) | A<br>(m <sup>2</sup> ) | b<br>(m) | R<br>(m) | v<br>(m/s) | Fr<br>(-) | H<br>(m s.m.) |
|---------|---------------|-------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------|
| 50      | 0,00          | 211,11            | 222,12           | 11,01    | 1122,44                | 227,10   | 6,37     | 2,32       | 0,33      | 222,39        |
| 40      | 415,05        | 211,34            | 221,67           | 10,33    | 914,21                 | 214,92   | 6,18     | 2,84       | 0,44      | 222,09        |
| 30      | 745,26        | 208,82            | 221,68           | 12,86    | 1568,60                | 308,38   | 5,37     | 1,66       | 0,24      | 221,82        |
| 20      | 945,61        | 207,90            | 221,44           | 13,54    | 1071,27                | 202,94   | 6,25     | 2,43       | 0,34      | 221,74        |
| 10      | 1496,40       | 210,27            | 221,15           | 10,88    | 1154,03                | 172,26   | 7,99     | 2,25       | 0,28      | 221,40        |
| 7       | 1841,10       | 210,62            | 221,11           | 10,49    | 1687,75                | 604,72   | 4,11     | 1,54       | 0,29      | 221,23        |
| 6IC     | 2023,42       | 210,07            | 220,98           | 10,91    | 1529,61                | 634,19   | 2,39     | 1,70       | 0,35      | 221,13        |
| 6IC_01  | 2601,33       | 210,10            | 220,69           | 10,59    | 1933,54                | 803,82   | 2,39     | 1,35       | 0,28      | 220,79        |
| 6IC_02  | 3032,14       | 210,13            | 220,48           | 10,35    | 1977,65                | 690,31   | 2,84     | 1,32       | 0,25      | 220,57        |
| 6IB     | 3418,74       | 210,44            | 220,20           | 9,76     | 1628,15                | 601,46   | 2,69     | 1,63       | 0,32      | 220,34        |
| 6IA     | 4297,75       | 209,35            | 219,03           | 9,68     | 805,35                 | 159,68   | 6,67     | 3,48       | 0,49      | 219,65        |
| 6I      | 4503,23       | 208,49            | 218,64           | 10,15    | 730,51                 | 129,47   | 7,41     | 3,83       | 0,52      | 219,39        |
| 6HB     | 4977,72       | 207,43            | 217,67           | 10,24    | 632,58                 | 93,90    | 6,64     | 4,43       | 0,54      | 218,67        |

Nell'allegato 5 si riportano invece le sezioni trasversali d'alveo con il livello delle corrente in corrispondenza della portata duecentennale considerata e situazione di progetto.

Come descritto sia nel profilo longitudinale che nelle sezioni trasversali, il nuovo limite di calcolo della sezione idraulica corrisponde, in sponda sinistra, all'argine in corso di realizzazione nell'ambito del I stralcio; le caratteristiche geometriche del rilevato arginale sono state inserite dalla sezione 6IC alla sezione 6IB secondo le indicazioni progettuali.



**Fig. 9 Profilo longitudinale di corrente nelle condizioni di progetto per la portata  $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 200 anni)**

Mentre la presenza degli altri interventi sul sistema fluviale non determina di fatto un significativo effetto idraulico, l'inserimento dell'argine di I stralcio invece riduce parte della superficie di vaso nell'area golenale sinistra, provocando un innalzamento del profilo idrico di circa 6 cm nel ramo di monte rispetto allo stato attuale inalterato. Nonostante l'incremento del livello idrico, l'argine garantisce lungo l'intero sviluppo il franco idraulico di sicurezza di un metro risultando quindi adeguato al deflusso della portata di progetto. L'area territoriale compresa tra il rilevato stradale e Corso Trieste appare pertanto ben difesa da un evento alluvionale duecentennale.

Le velocità medie che insistono sul nuovo rilevato arginale rimangono inferiori a 1 m/s mentre l'altezza cinetica della corrente in prossimità del rilevato assume valori comunque inferiori al metro.

Si sottolinea come l'incremento di livello misurato sia molto modesto, al limite della precisione del calcolo effettuato, ed è pertanto non significativo. La sottrazione di area golenale invasabile ha infatti effetti trascurabili: la realizzazione del nuovo argine prevede per altro che il rilevato segua la linea della fascia B di progetto indicata dal PAI. Il volume idrico complessivamente sottratto all'vaso, riferito alla piena con tempo di ritorno di 200 anni, è infatti pari a circa 200000 m<sup>3</sup> d'acqua che costituiscono una percentuale trascurabile dei volumi defluiti durante l'evento.

#### 6.4.6. Situazione di progetto ed evento $T = 500$ anni

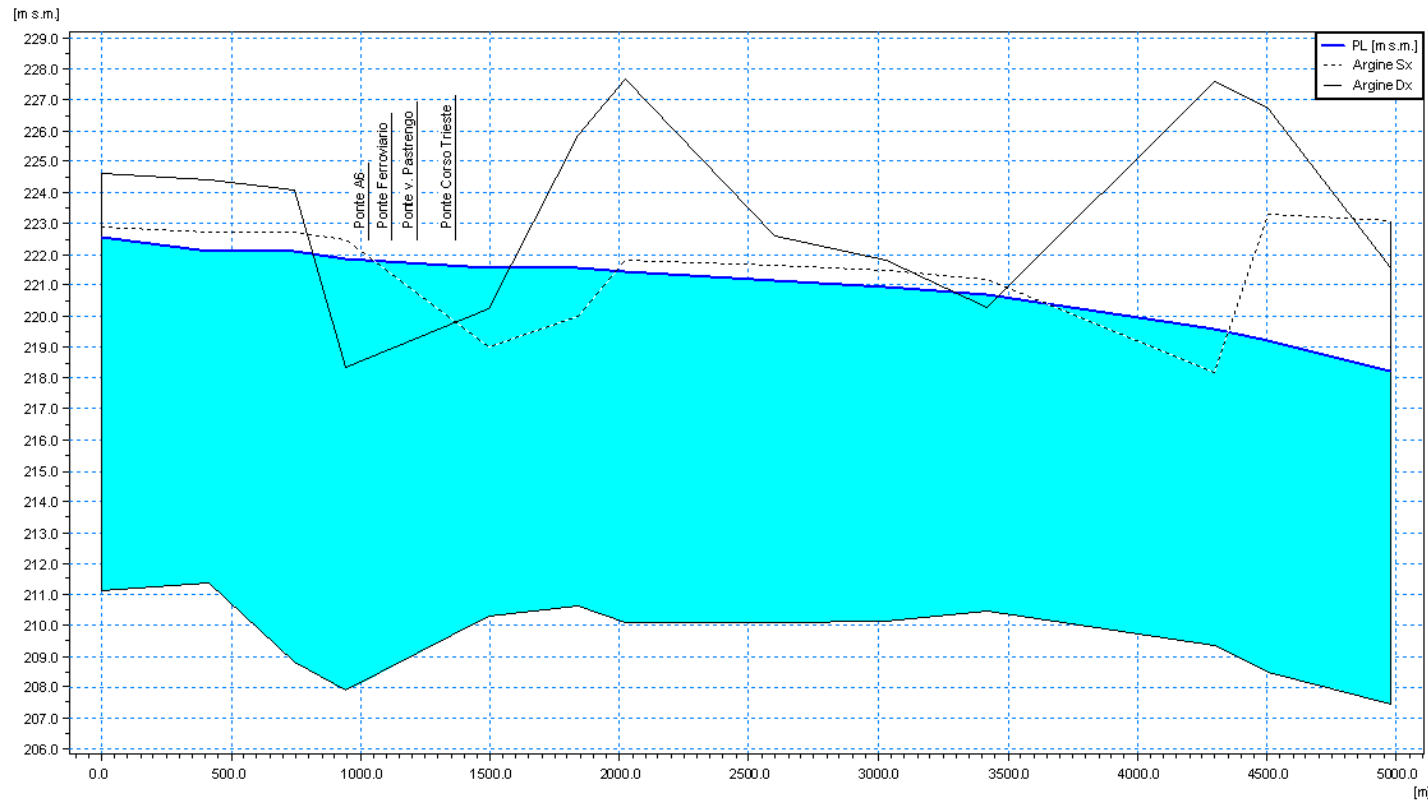
Nella Tab. 11 sono riassunti i risultati della simulazione nelle condizioni di inserimento dei nuovi interventi progettuali durante un evento alluvionale "catastrofico" cinquecentennale. Nella Fig. 10 è riportata la rappresentazione grafica del profilo longitudinale di corrente ottenuto, corrispondente alla stessa simulazione.

**Tab. 11 Risultati della simulazione nella situazione di progetto: ricalibratura dell'alveo e portata duecentennale  $Q = 2950$  m<sup>3</sup>/s**

| ID Sez. | Progr.<br>(m) | Fondo<br>(m s.m.) | P.L.<br>(m s.m.) | h<br>(m) | A<br>(m <sup>2</sup> ) | b<br>(m) | R<br>(m) | v<br>(m/s) | Fr<br>(-) | H<br>(m s.m.) |
|---------|---------------|-------------------|------------------|----------|------------------------|----------|----------|------------|-----------|---------------|
| 50      | 0,00          | 211,11            | 222,55           | 11,44    | 1222,32                | 232,64   | 6,43     | 2,41       | 0,34      | 222,85        |
| 40      | 415,05        | 211,34            | 222,11           | 10,77    | 1013,17                | 228,38   | 6,21     | 2,91       | 0,44      | 222,54        |
| 30      | 745,26        | 208,82            | 222,12           | 13,30    | 1703,61                | 309,81   | 5,53     | 1,73       | 0,24      | 222,27        |
| 20      | 945,61        | 207,90            | 221,86           | 13,96    | 1156,56                | 204,43   | 6,35     | 2,55       | 0,34      | 222,19        |
| 10      | 1496,40       | 210,27            | 221,54           | 11,27    | 1222,76                | 172,26   | 8,39     | 2,41       | 0,29      | 221,84        |
| 7       | 1841,10       | 210,62            | 221,55           | 10,93    | 1955,23                | 610,21   | 4,00     | 1,51       | 0,27      | 221,67        |
| 6IC     | 2023,42       | 210,07            | 221,43           | 11,36    | 1811,85                | 637,03   | 2,81     | 1,63       | 0,31      | 221,56        |
| 6IC_01  | 2601,33       | 210,10            | 221,15           | 11,05    | 2302,64                | 806,33   | 2,84     | 1,28       | 0,24      | 221,24        |
| 6IC_02  | 3032,14       | 210,13            | 220,95           | 10,82    | 2307,84                | 691,72   | 3,31     | 1,28       | 0,22      | 221,04        |
| 6IB     | 3418,74       | 210,44            | 220,71           | 10,27    | 1934,28                | 610,03   | 3,15     | 1,56       | 0,28      | 220,83        |
| 6IA     | 4297,75       | 209,35            | 219,60           | 10,25    | 896,43                 | 161,19   | 6,90     | 3,54       | 0,48      | 220,24        |
| 6I      | 4503,23       | 208,49            | 219,21           | 10,72    | 808,77                 | 157,21   | 7,55     | 3,93       | 0,55      | 219,99        |
| 6HB     | 4977,72       | 207,43            | 218,21           | 10,78    | 683,95                 | 97,06    | 6,94     | 4,64       | 0,56      | 219,31        |

Nell'allegato 6 si riportano invece le sezioni trasversali d'alveo con il livello delle correnti in corrispondenza della portata cinquecentennale considerata e situazione di progetto.

Rispetto all'analogia simulazione effettuata nello stato di fatto, l'inserimento del nuovo rilevato garantisce il contenimento dei livelli idrici lungo l'intero sviluppo arginale con un franco idraulico superiore ai 50 cm.



|                                |        |        |        |        |         |         |              |                 |                 |              |         |         |         |
|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------------|-----------------|-----------------|--------------|---------|---------|---------|
| ID Sezione                     | 50     | 40     | 30     | 20     | 10      | 7       | 6IC_progetto | 6IC_01_progetto | 6IC_02_progetto | 6IB_progetto | 6IA     | 6I      | 6HB     |
| Progressiva [m]                | 0.00   | 415.05 | 745.26 | 945.61 | 1496.40 | 1841.10 | 2023.42      | 2601.33         | 3032.14         | 3418.74      | 4287.75 | 4503.23 | 4977.72 |
| PL di progetto e T500 [m s.m.] | 222.55 | 222.11 | 222.12 | 221.86 | 221.54  | 221.55  | 221.43       | 221.15          | 220.95          | 220.70       | 219.60  | 219.21  | 218.21  |

**Fig. 10** Profilo longitudinale di corrente nelle condizioni di progetto per la portata  $Q = 2950 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 500 anni)

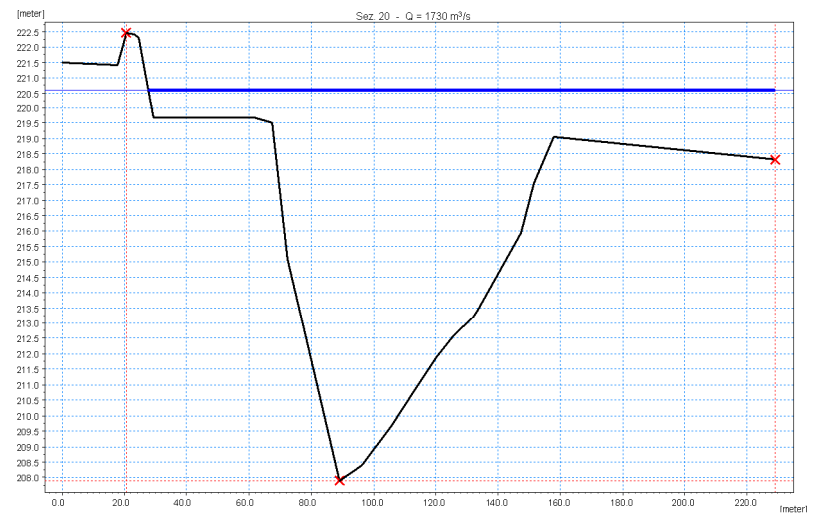
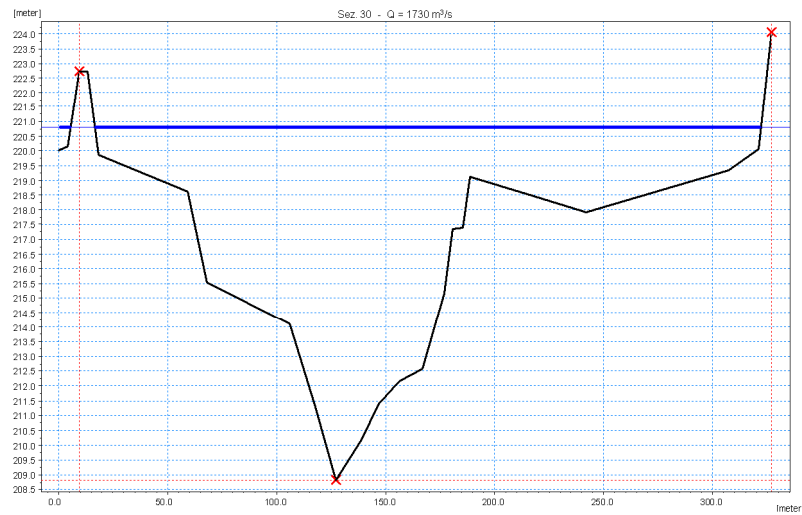
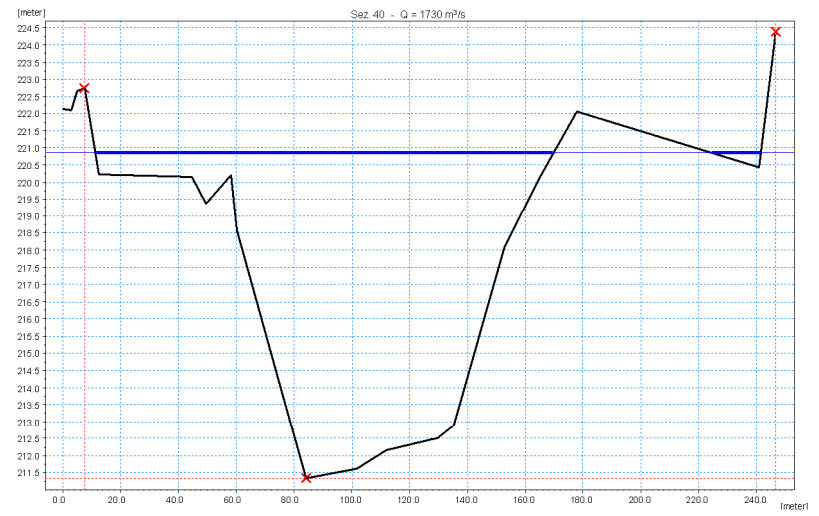
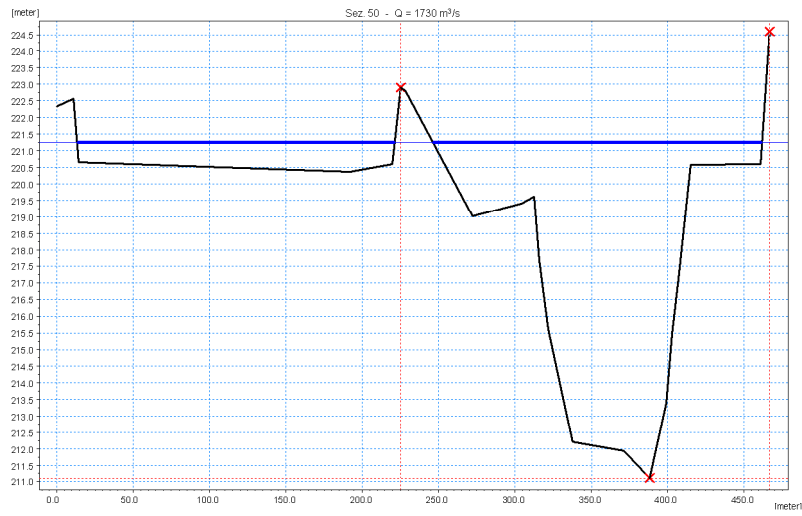


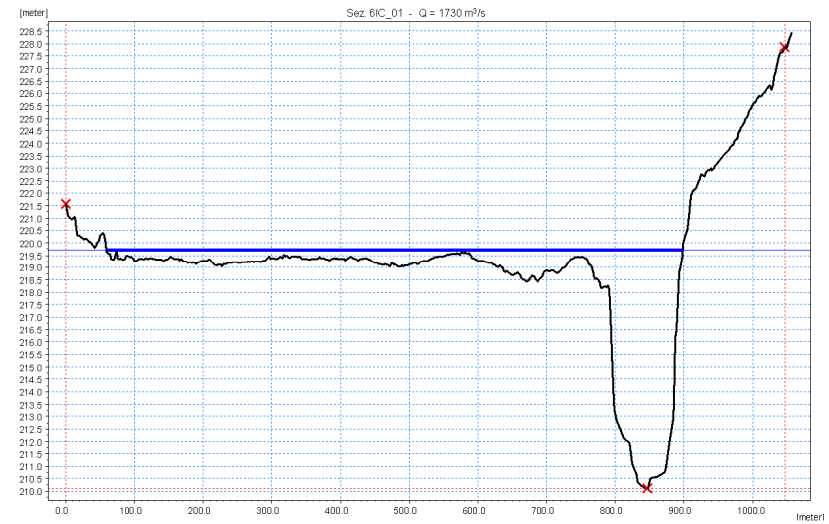
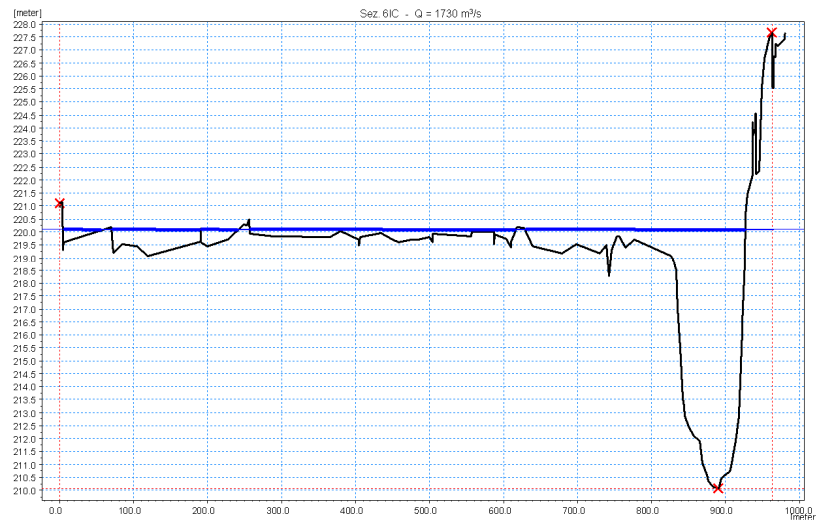
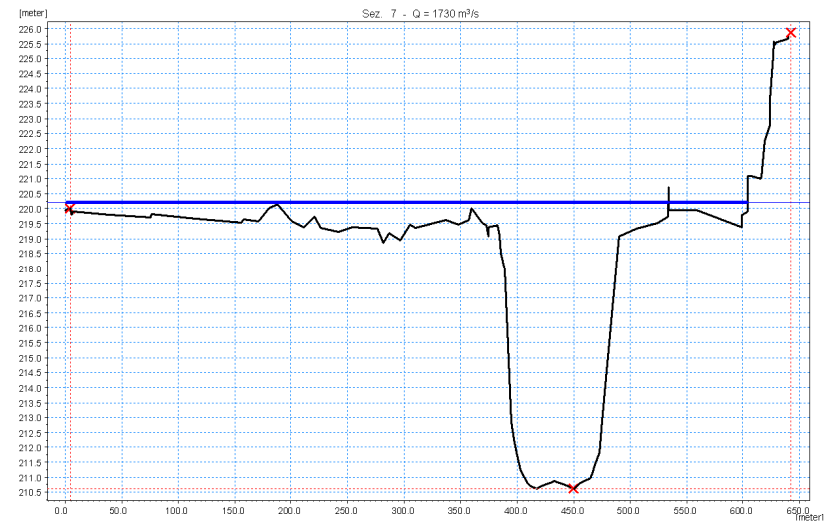
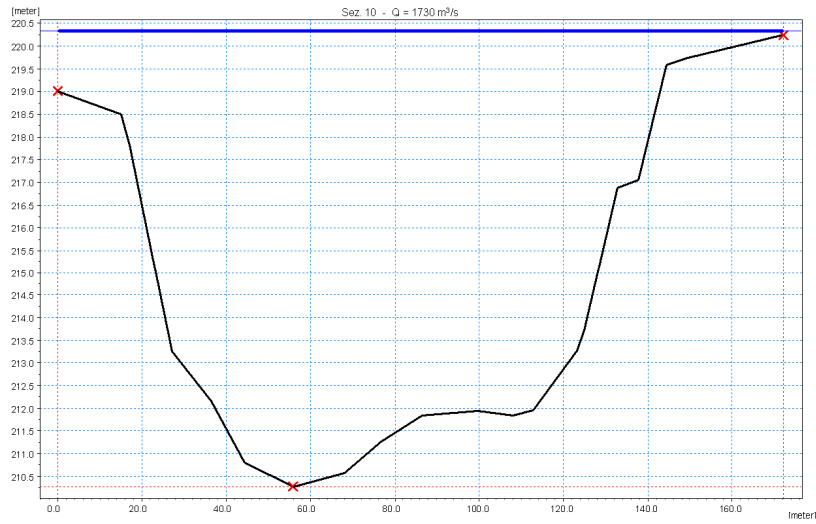


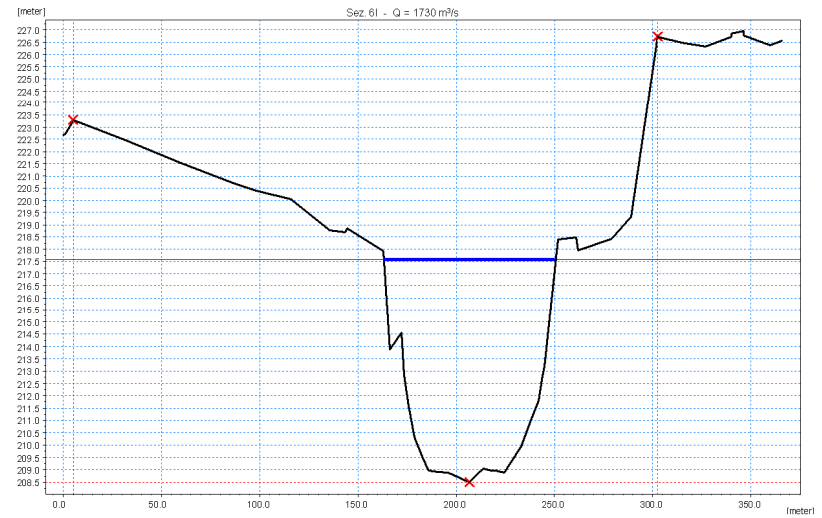
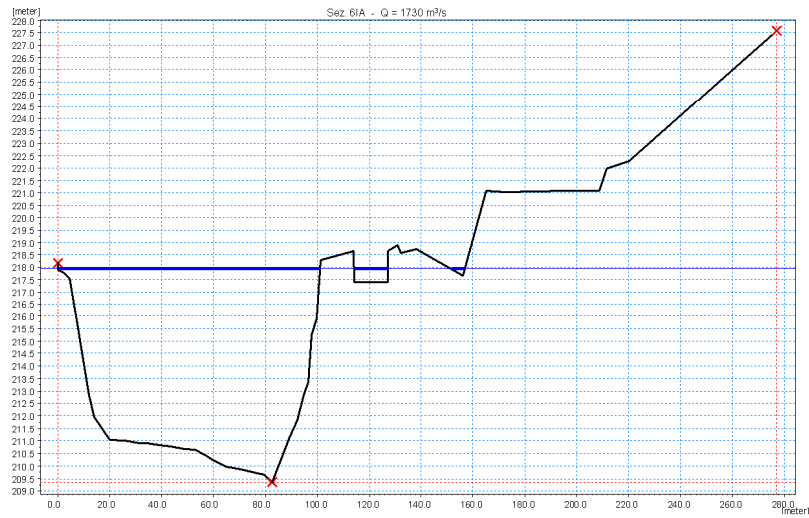
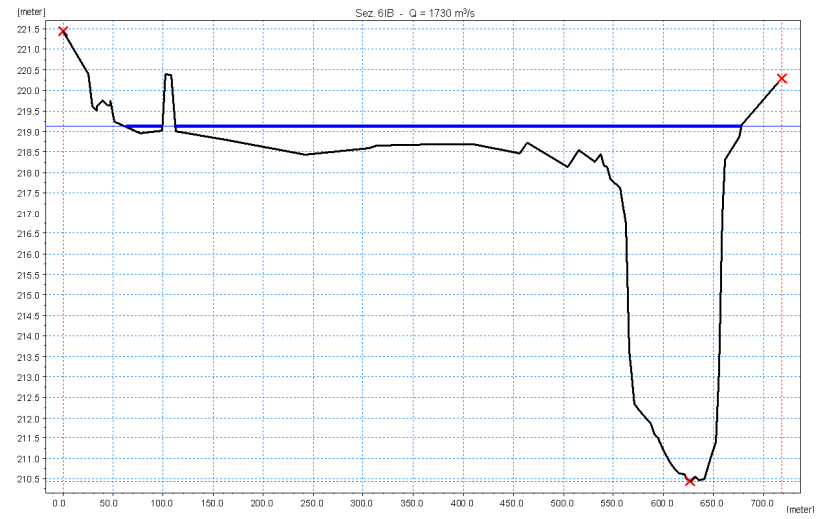
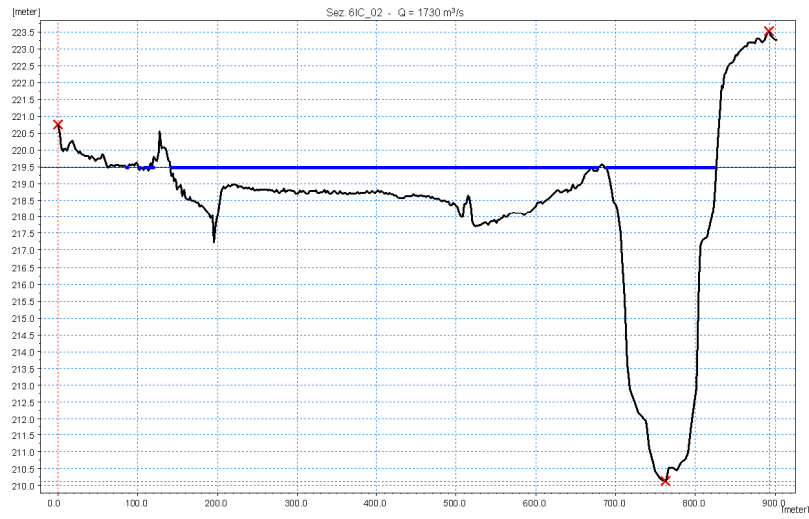


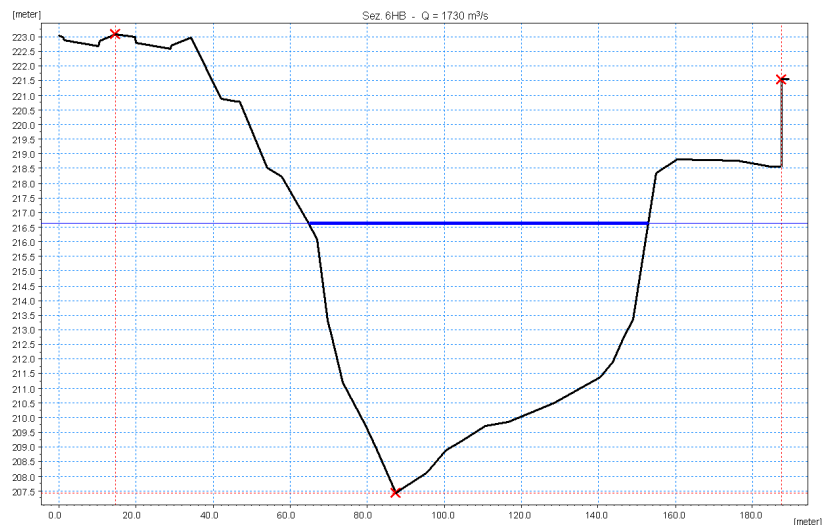
## Allegato 1

**Sezioni trasversali e livelli di piena relativi  
alla configurazione originaria:  
portata  $Q = 1730 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 20 anni)**





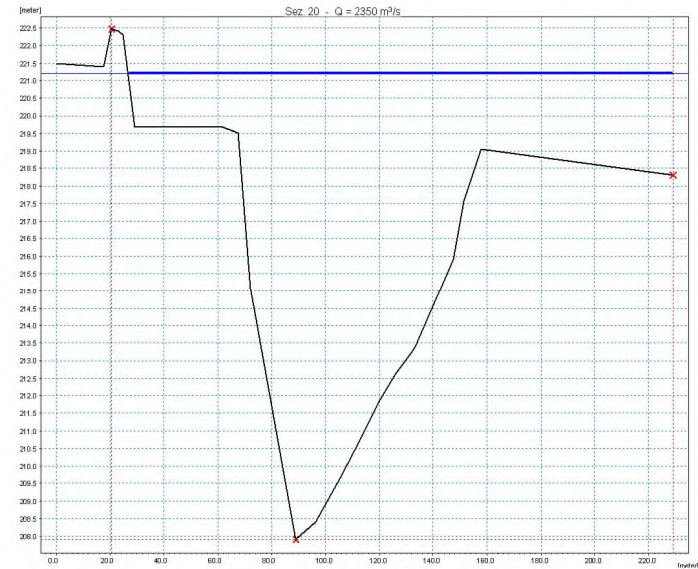
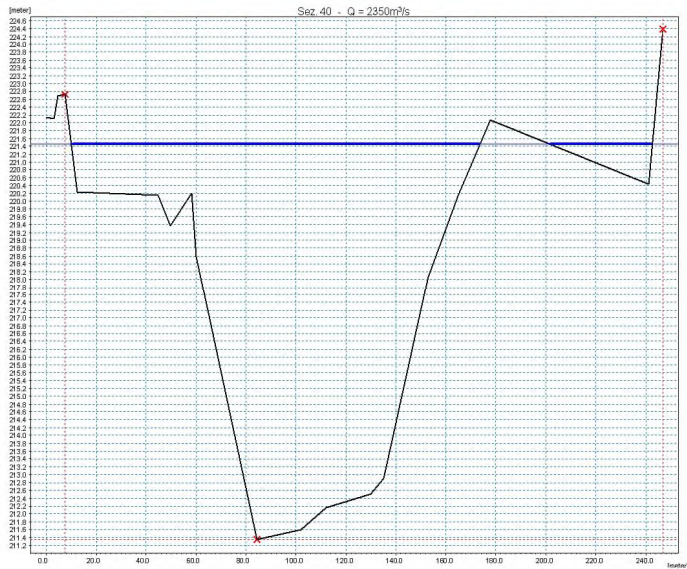
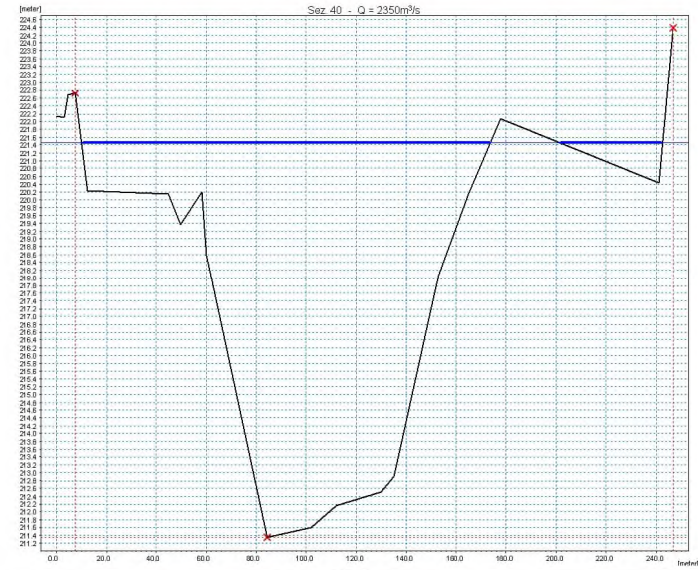
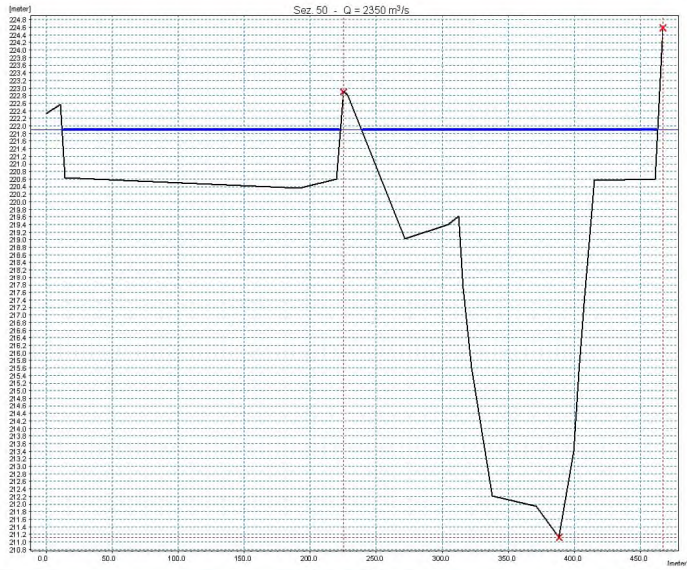




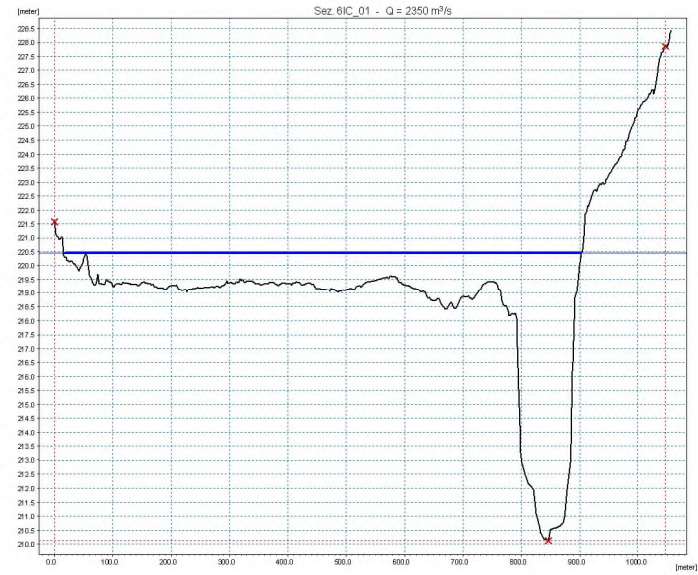
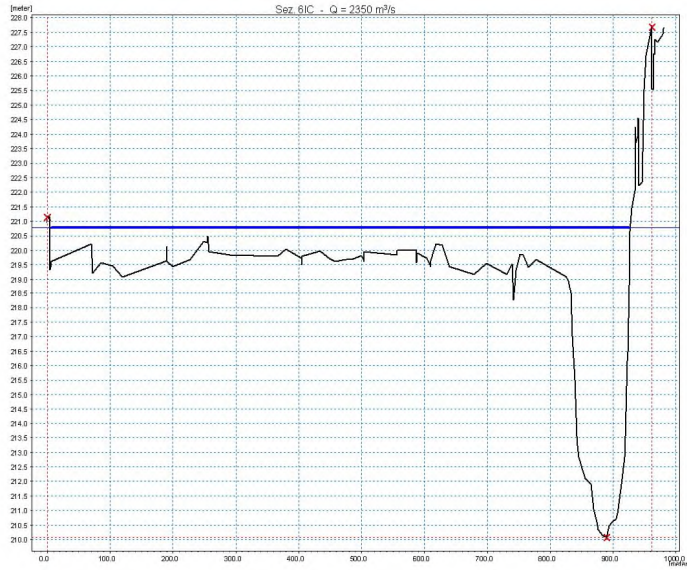
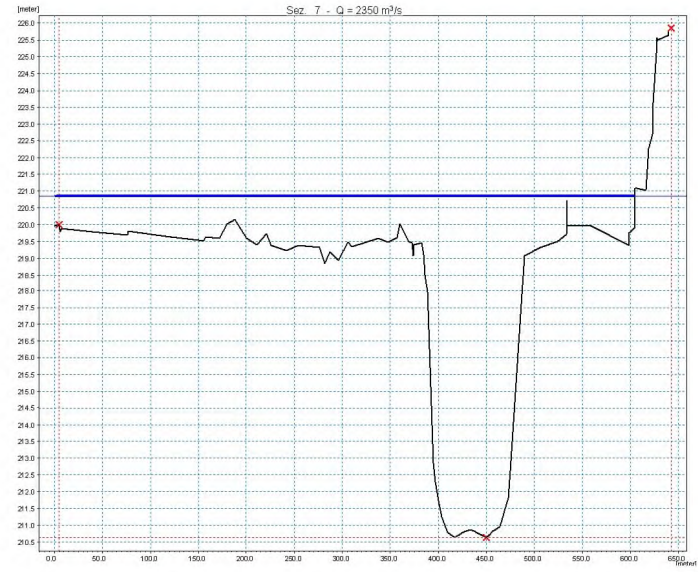
## Allegato 2

**Sezioni trasversali e livelli di piena relativi  
alla configurazione originaria:  
portata  $Q = 2350 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 100 anni)**

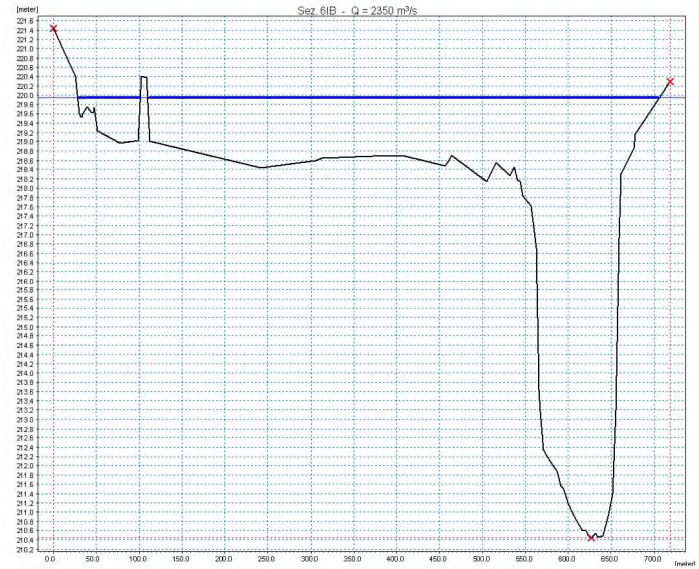


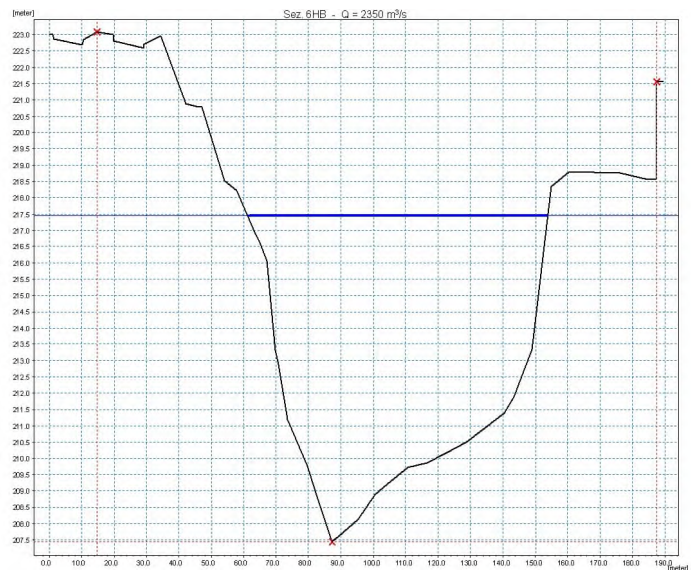








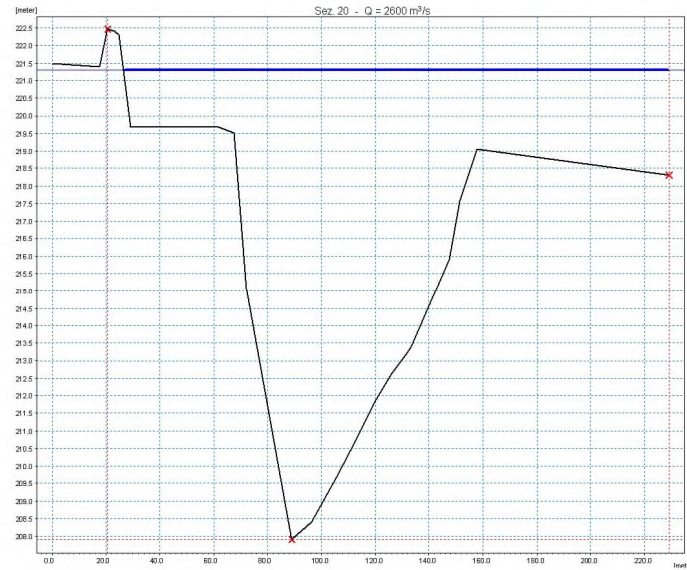
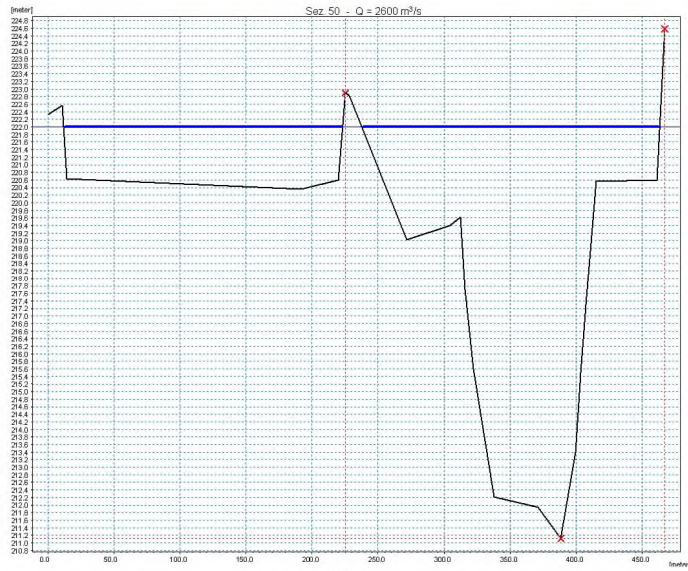




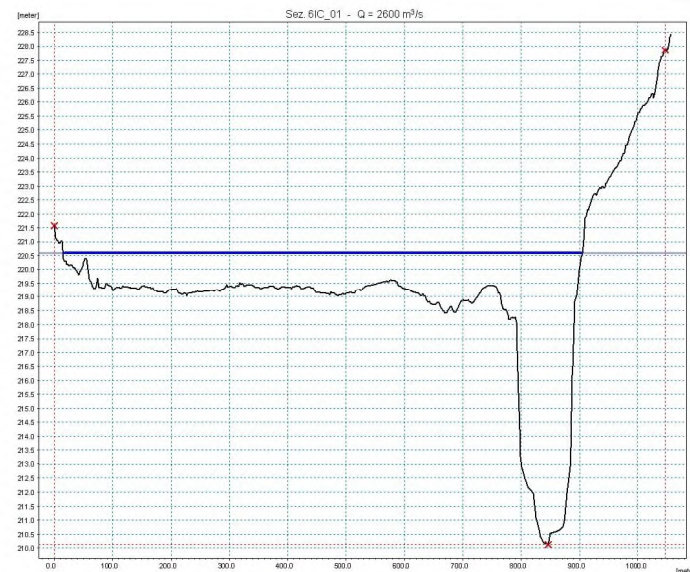
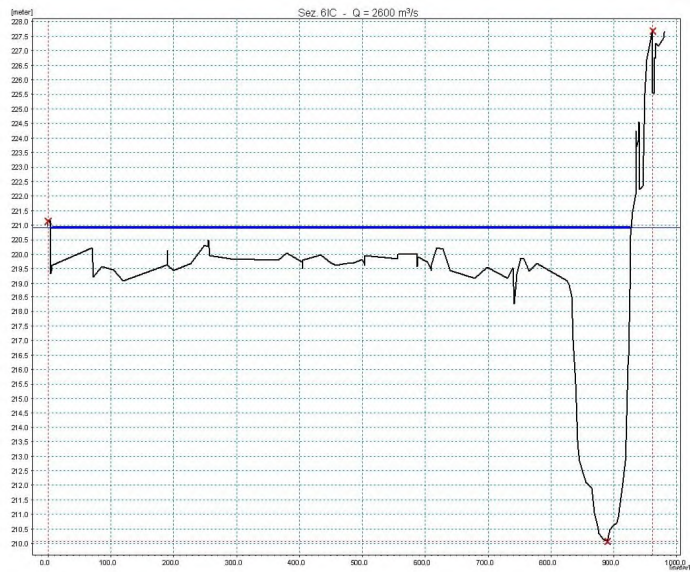
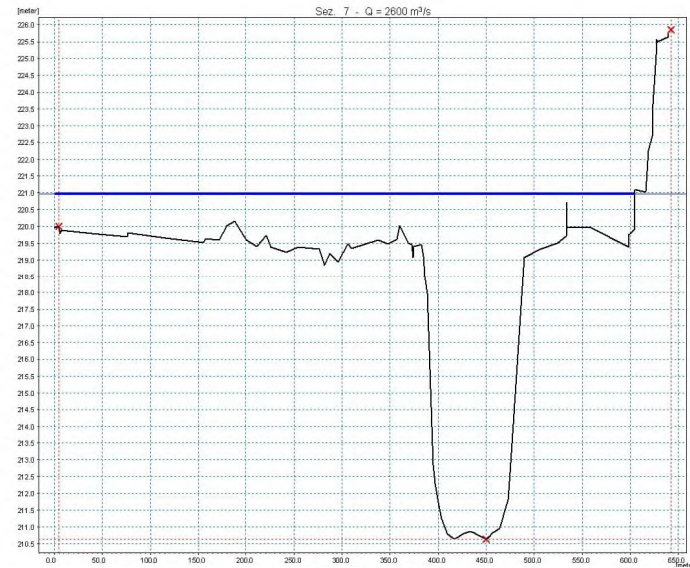
## Allegato 3

**Sezioni trasversali e livelli di piena relativi  
alla configurazione originaria:  
portata  $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 200 anni)**

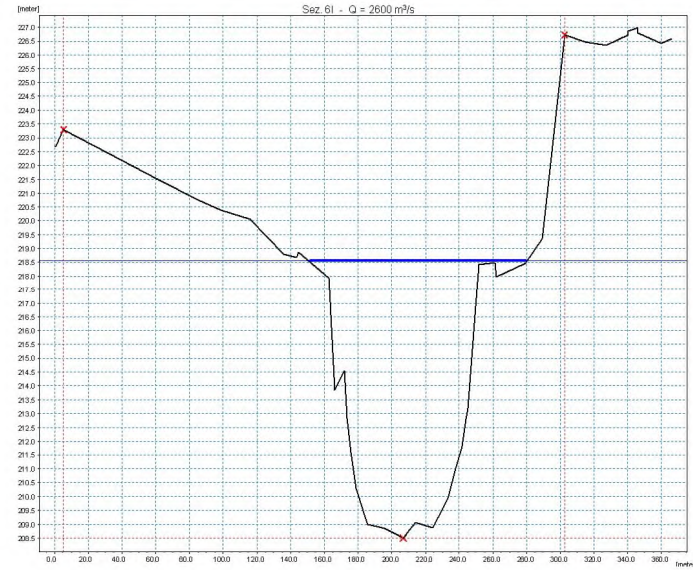
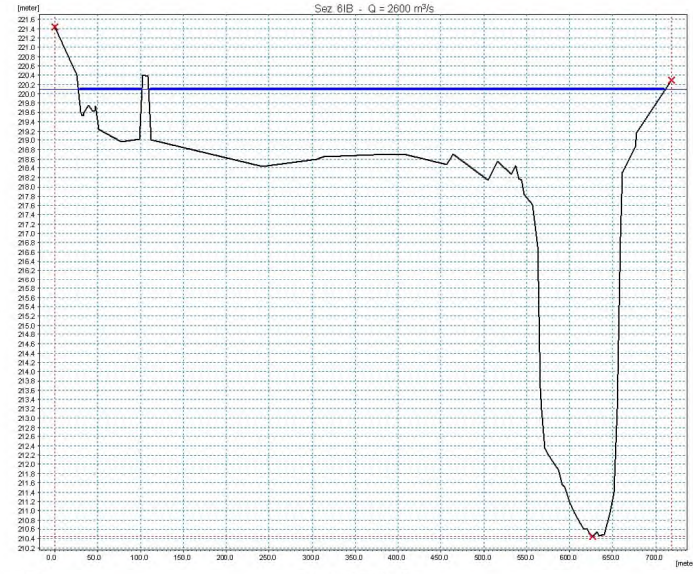


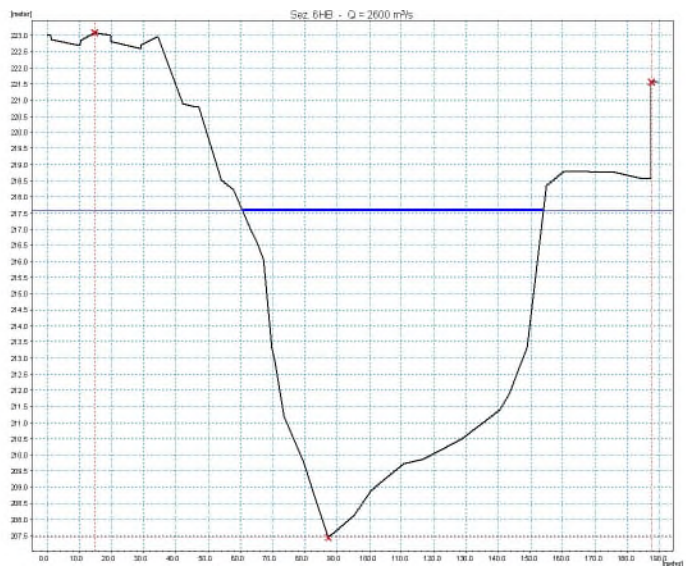








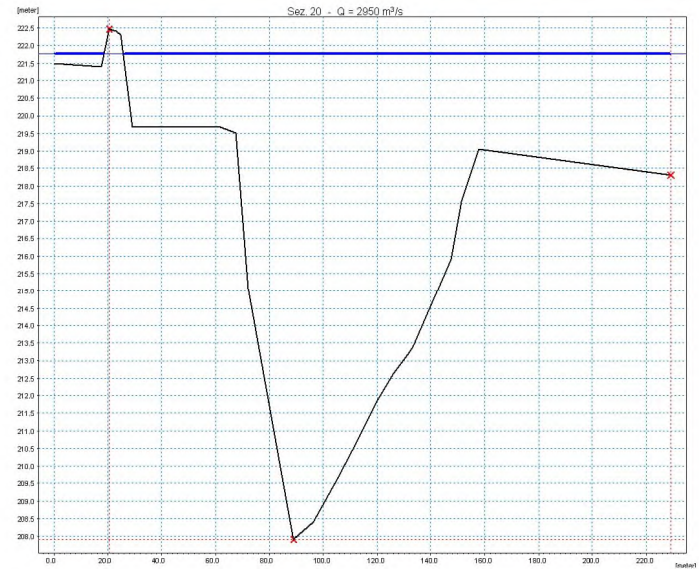
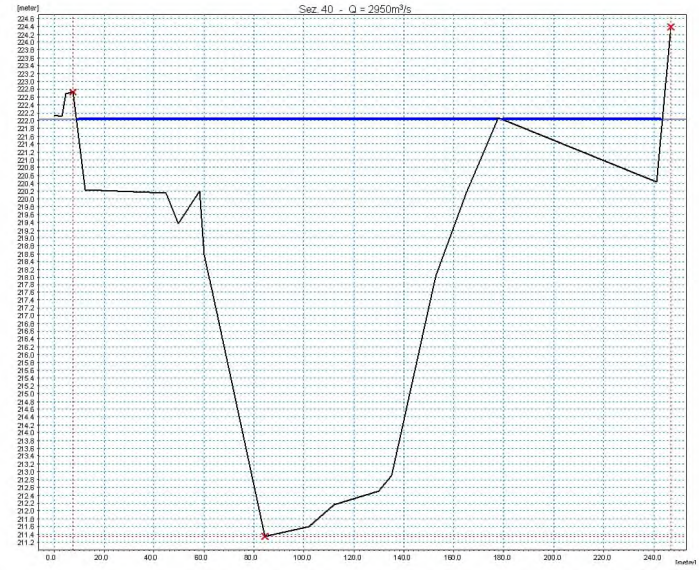
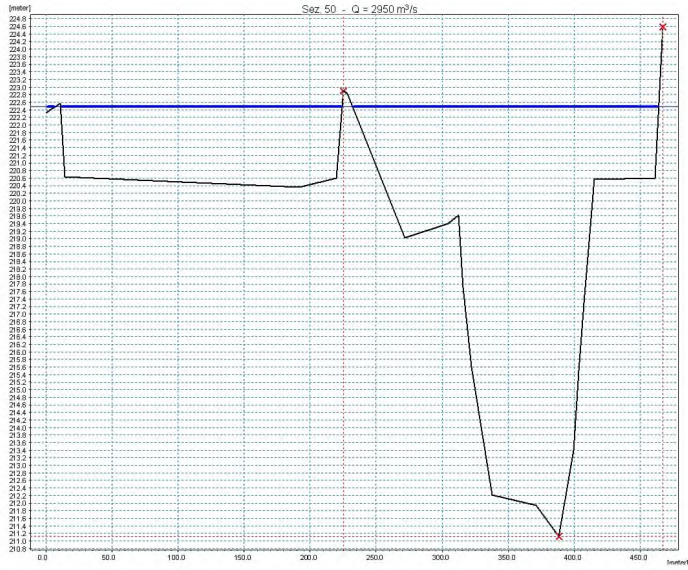




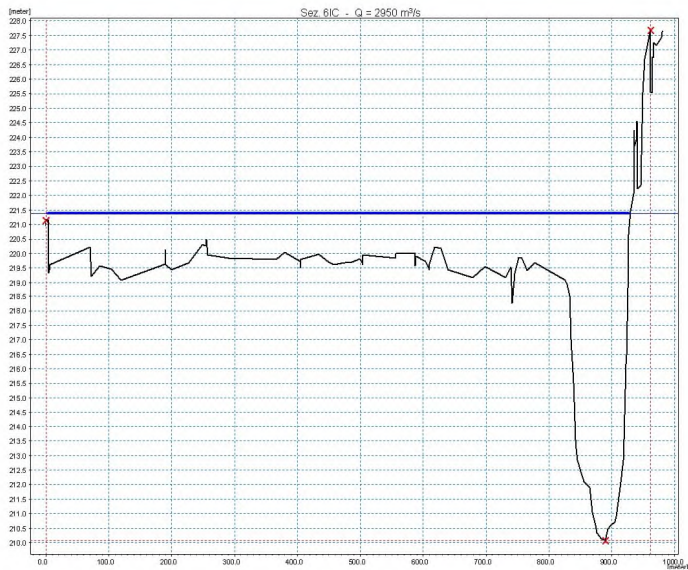
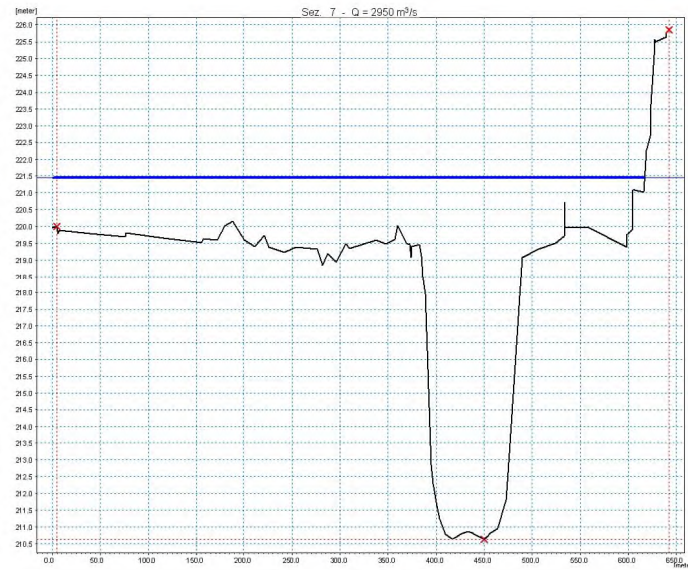
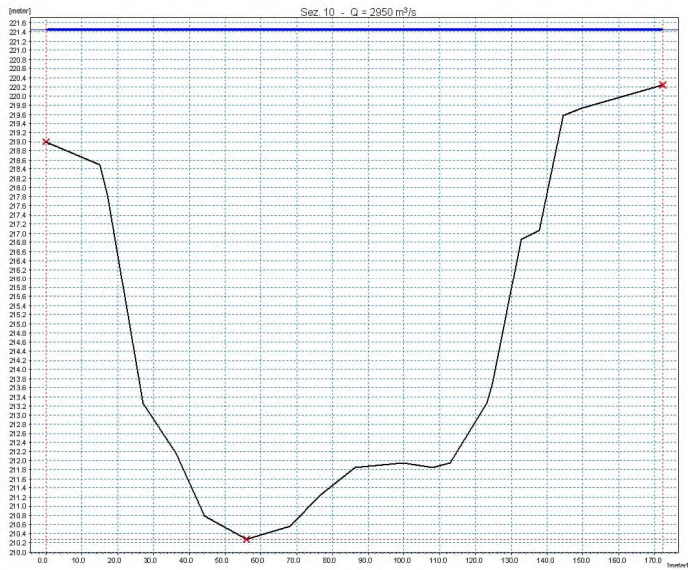
## Allegato 4

**Sezioni trasversali e livelli di piena relativi  
alla configurazione originaria:  
portata  $Q = 2950 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 500 anni)**

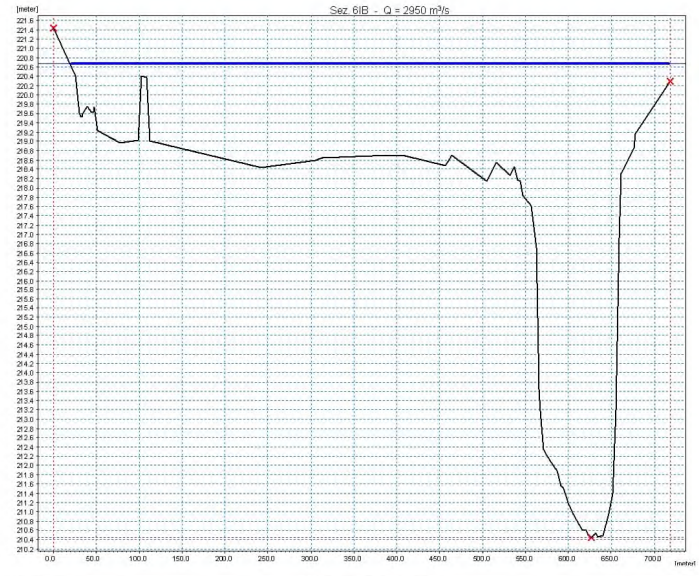


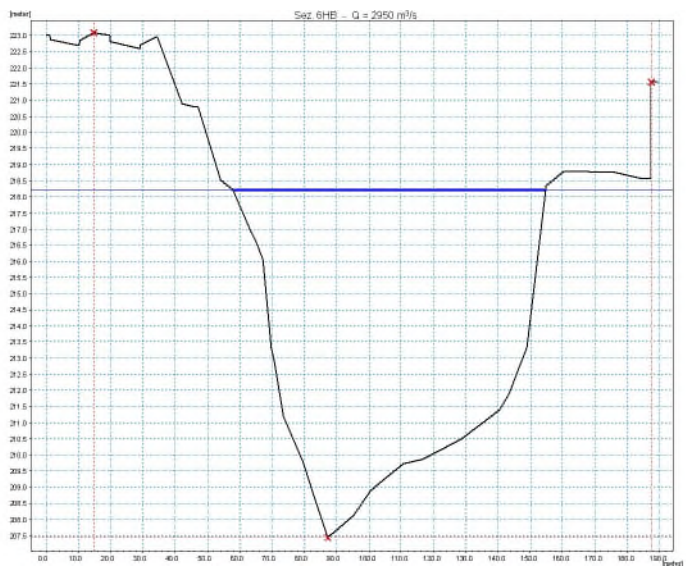






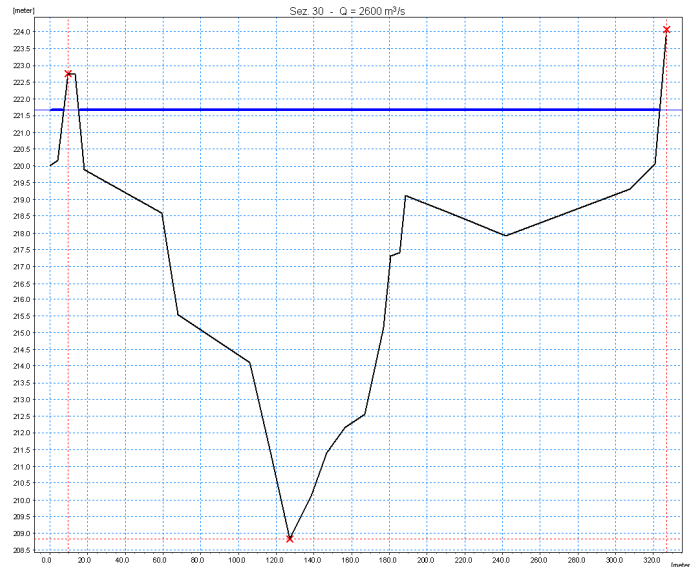
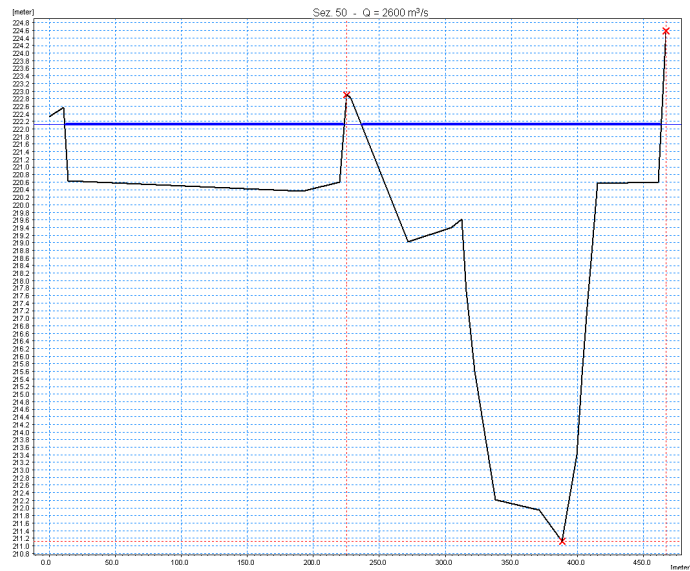




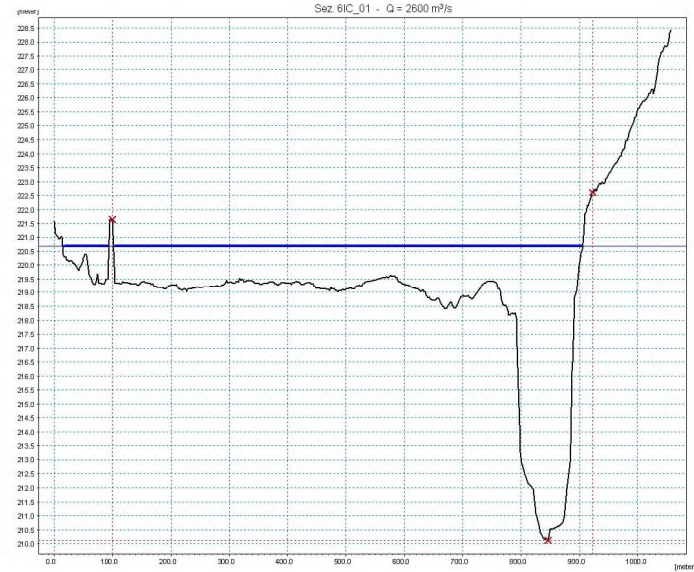
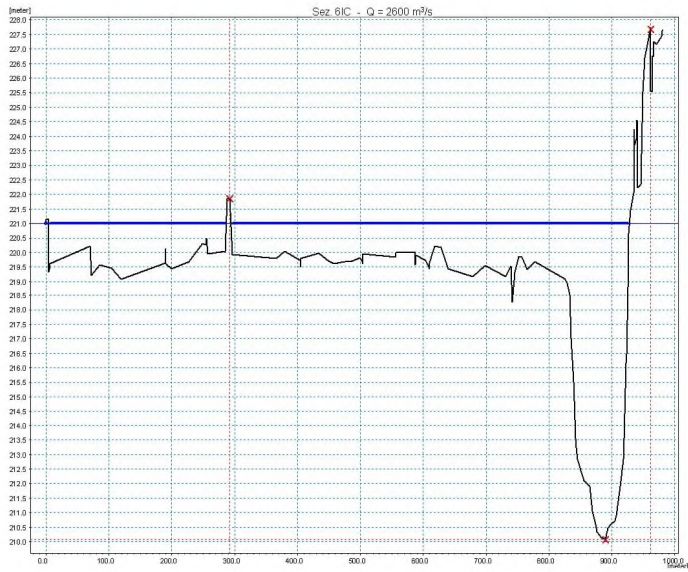
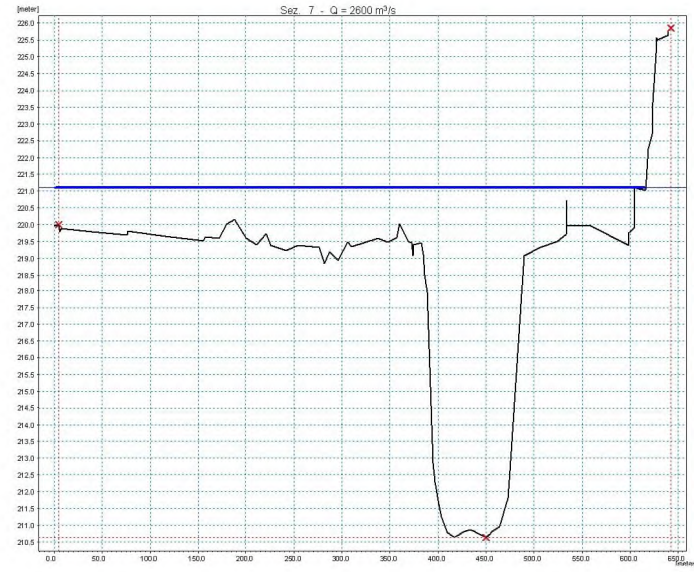


## Allegato 5

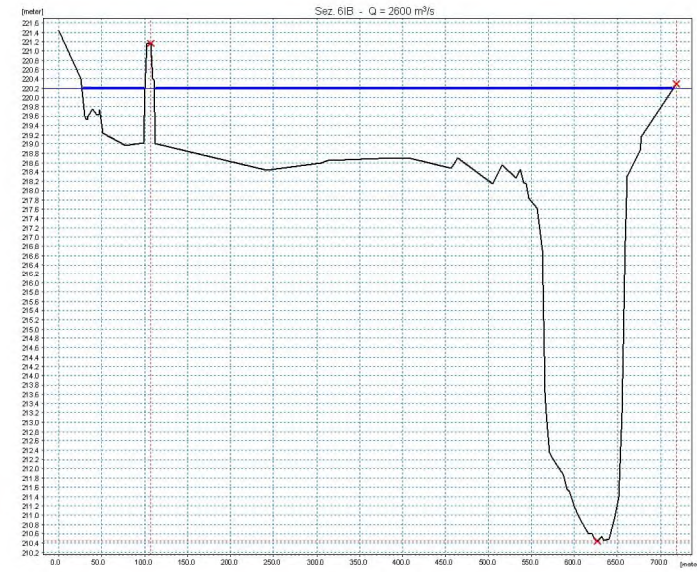
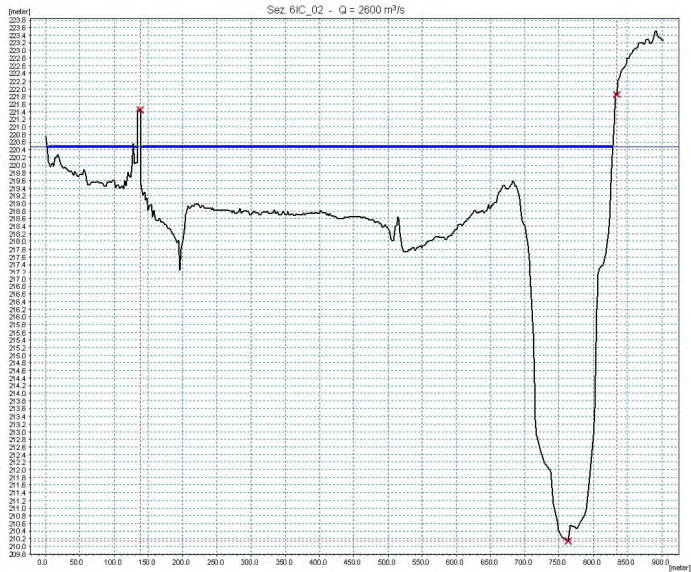
**Sezioni trasversali e livelli di piena relativi  
alla situazione di progetto: introduzione  
delle nuove opere progettuali e portata  
 $Q = 2600 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 200 anni)**

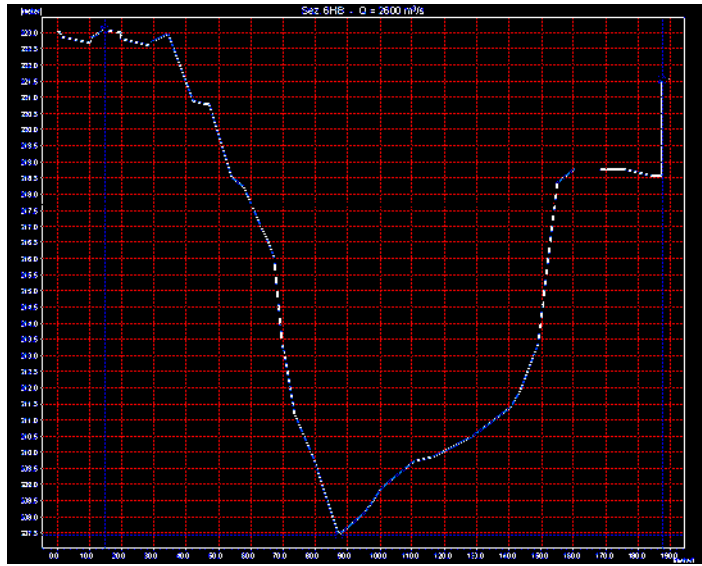












## Allegato 7

**Sezioni trasversali e livelli di piena in  
configurazione di progetto: introduzione  
delle nuove opere progettuali e portata  
 $Q = 2950 \text{ m}^3/\text{s}$  (TR = 500 anni)**



