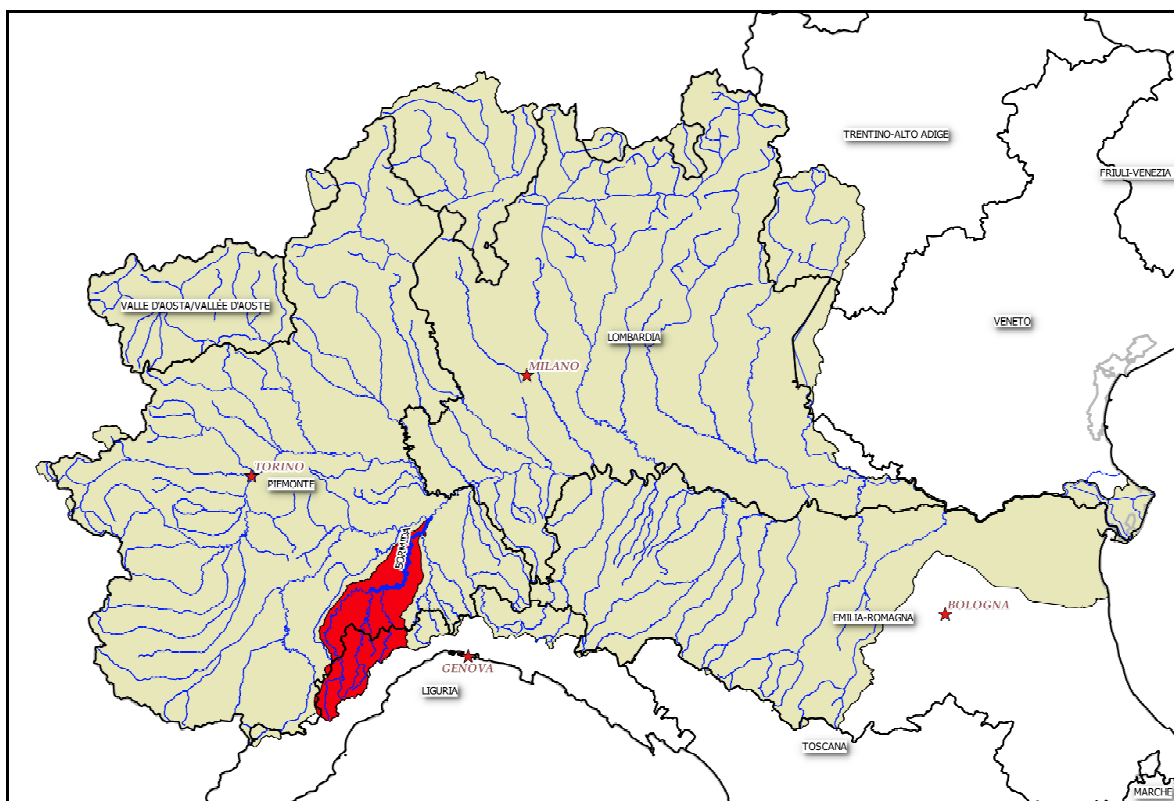




FIUME BORMIDA - PROGETTO DI VARIANTE AL PAI da Acqui Terme ad Alessandria



Relazione Metodologica

Revisione	Data	Oggetto revisione
V03	15/10/2019	Tutto il documento



Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po





SOMMARIO

1	PREMESSA.....	4
2	CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE	6
2.1	ALVEO TIPO	6
2.2	EVOLUZIONE STORICA	7
2.3	PRINCIPALI EVENTI ALLUVIONALI	7
3	CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE	13
3.1	PORTATE MASSIME AL COLMO PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO	13
3.2	IDROGRAMMI DI PIENA PER ASSEGNATI TEMPI DI RITORNO	15
3.3	ANALISI IDRAULICA MONODIMENSIONALE.....	15
3.3.1	<i>Analisi in moto permanente.....</i>	<i>16</i>
3.3.2	<i>Analisi in moto vario.....</i>	<i>34</i>
3.4	ANALISI IDRAULICA BIDIMENSIONALE.....	47
3.5	VERIFICA DELL'ASSETTO DI PROGETTO PROPOSTO	47
3.6	PORTATE E LIVELLI DI RIFERIMENTO	47
4	BILANCIO DEL TRASPORTO SOLIDO	53
5	CRITICITÀ.....	54
6	PROPOSTA DI REVISIONE DELLE FASCE FLUVIALI.....	55
6.1	CRITERI GENERALI SEGUITI NELLA REVISIONE DELLE FASCE FLUVIALI.....	55
6.2	ASSUNZIONI GENERALI PER LA DELIMITAZIONE DELLA FASCIA A.....	55
6.3	ASSUNZIONI GENERALI PER LA DELIMITAZIONE DELLA FASCIA B	55
6.4	ASSUNZIONI GENERALI PER LA DELIMITAZIONE DELLA FASCIA B DI PROGETTO	56
6.5	ASSUNZIONI GENERALI PER LA DELIMITAZIONE DELLE AREE INONDABILI A TERGO DEL LIMITE B DI PROGETTO	57
6.6	ASSUNZIONI GENERALI PER LA DELIMITAZIONE DELLA FASCIA C	57
7	COERENZA FASCE FLUVIALI E AREE INONDABILI DEL PGRA.....	58
7.1	COERENZA TRA LA FASCIA A E L'AREA P3 (H) DEL PGRA	59
7.2	COERENZA TRA FASCIA B E L'AREA P2 (M) DEL PGRA.....	59
7.3	COERENZA TRA LA FASCIA C E L'AREA P1 (L) DEL PGRA.....	59
8	DATASET GEOGRAFICI	60



1 PREMESSA

Il presente Progetto di Variante al PAI riguarda il tratto del fiume Bormida da Acqui Terme al ponte della SP10, nel comune di Alessandria ed aggiorna i contenuti della pianificazione di bacino vigente sia in termini di dati idrologici ed idraulici di riferimento (portate e livelli di piena) sia in relazione all'assetto di progetto del corso d'acqua ed alla delimitazione delle Fasce Fluviali, recependo in particolare i nuovi quadri conoscitivi utilizzati per la predisposizione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvione (PGRA) ai sensi della Direttiva 2007/60/CE.

La presente relazione ha lo scopo di descrivere il percorso conoscitivo che ha portato alla proposta di revisione dei limiti delle Fasce Fluviali del fiume Bormida, così come graficamente riportata nell'atlante cartografico.

La base conoscitiva di riferimento per il Progetto di Variante è riconducibile essenzialmente allo Studio di fattibilità per la definizione dell'assetto di progetto – interventi di gestione sedimenti, recupero morfologico e sistemazione idraulica – del fiume Bormida e del torrente Orba - E-SPEC-858, 2011- Agenzia Interregionale per il Fiume Po¹.

I limiti delle Fasce Fluviali proposti dallo studio sono stati ulteriormente analizzati e modificati, in particolare per quanto riguarda i limiti B di progetto.

In sintesi, lo Studio di Fattibilità ha riguardato i tratti con Fasce Fluviali del fiume Bormida e del torrente Orba; per il fiume Bormida è stato analizzato il tratto compreso tra Acqui Terme e Alessandria (ponte SP10), mentre il torrente Orba è stato analizzato tra Silvano d'Orba e la confluenza nel fiume Bormida, in quanto il tratto a monte è già stato oggetto di una Variante al PAI (Delibera 8/2008 dell'Autorità di Bacino del fiume Po "Adozione di Progetto di Variante al PAI") che ha esteso il tratto con Fasce Fluviali fino al territorio comunale di Molare.

Dal punto di vista amministrativo le aree si collocano entro i confini della Provincia di Alessandria.

La definizione dell'assetto di progetto per i due corsi d'acqua è il risultato di analisi finalizzate a:

- o aggiornare il quadro conoscitivo (idrologia di piena, geometria dell'alveo, geomorfologia attuale e tendenze evolutive, idraulica di piena, ecologia della regione fluviale, dinamiche di trasporto solido);
- o individuare le criticità idrauliche, morfologiche ed ecologiche degli alvei;
- o definire lo stato attuale degli alvei.

In relazione ai punti precedenti, nello Studio di fattibilità sono state condotte le seguenti azioni:

- o definire l'assetto di progetto dei corsi d'acqua;
- o individuare e definire gli interventi (sia strutturali sia non strutturali) necessari per il suo raggiungimento.

Infine, lo Studio di fattibilità definisce le linee di intervento che concorrono al conseguimento dell'assetto di progetto raggruppandole in due grandi categorie:

¹ Lo studio è scaricabile al seguente indirizzo web: [Sistema Piemonte - Vas - Archivio Procedure Concluse](#) - cliccando sul link: Studio di fattibilità per la definizione dell'assetto di progetto - interventi di gestione sedimenti, recupero morfologico e sistemazione idraulica - del fiume Bormida e del torrente Orba.



- o Interventi prioritariamente connessi alla gestione della pericolosità e del rischio idraulico;
- o Interventi direttamente connessi al Programma di gestione dei sedimenti, prioritariamente orientati al miglioramento delle condizioni morfologiche, ecologiche ed ambientali dei corsi d'acqua, compatibilmente con le esigenze di sicurezza idraulica del territorio.

Negli interventi prioritariamente connessi alla gestione della pericolosità e del rischio idraulico ricadono:

- o la revisione dei limiti delle fasce fluviali A, B, B di progetto e C;
- o tra le opere di difesa laterale esistenti, la definizione di quelle funzionali alla difesa di abitati, insediamenti produttivi e infrastrutture (opere di difesa strategiche) e la valutazione delle necessità finalizzate all'ottimizzazione/completamento del sistema difensivo strategico;
- o la definizione dei sistemi arginali funzionali all'assetto di progetto (argini strategici) e delle necessità finalizzate al loro adeguamento, completamento e rinforzo;
- o l'aggiornamento del quadro del fabbisogno generale per interventi strutturali sul sistema difensivo;
- o l'individuazione degli insediamenti a rischio all'interno dei limiti della Fascia B che necessitano di interventi locali di mitigazione.

Nei paragrafi seguenti si riporta una breve sintesi dei dati conoscitivi di base derivanti dallo Studio di Fattibilità. Per approfondimenti specifici si rimanda allo studio medesimo.



2 CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE

Lo Studio di Fattibilità fornisce analisi e descrizione delle caratteristiche geomorfologiche dei tratti fluviali, delle pressioni antropiche recenti e storiche in grado di determinare un impatto sull'equilibrio morfologico del corso d'acqua.

Tali caratteristiche, valutate anche in relazione alle modificazioni storiche intervenute, sono state poi utilizzate per l'analisi delle tendenze evolutive, finalizzata da un lato alla definizione dello stato di qualità morfologica del fiume Bormida e dall'altro a conseguire elementi utili alla definizione dell'assetto di progetto del corpo idrico e all'individuazione degli interventi.

Sono state seguite le metodologie descritte e codificate da ISPRA ne: "IDRAIM – Sistema di valutazione IDRomorfologica, Analisi e Monitoraggio dei corsi d'acqua. Manuale tecnico – operativo per la valutazione ed il monitoraggio dello stato morfologico dei corsi d'acqua" - Versione 0 - 2010 a cura di Rinaldi M., Surian N., Comiti F. e Bussetini M.

Quale testo di riferimento, sia per i sopralluoghi sia per le valutazioni morfologiche è stato inoltre adottato il manuale "Linee guida per l'analisi geomorfologica degli alvei fluviali e delle loro tendenze evolutive" (Surian N., Rinaldi M. e Pellegrini L. - 2009).

Le indagini si sono sviluppate in tre fasi distinte, sulla base delle metodologie prescritte da capitolato e descritte nei manuali sopra citati, ovvero i rilievi in campo, la realizzazione della cartografia tematica e la compilazione e analisi delle schede IDRAIM.

I risultati delle indagini e delle analisi svolte sono riassunte nei seguenti elaborati dello Studio di Fattibilità:

- 03-02-01C - Carta dell'assetto morfologico attuale dei corsi d'acqua;
- 03-02-02C - Carta degli effetti degli eventi alluvionali recenti (1977; 1994);
- 03-02-03C - Carta dell'evoluzione morfologica dei corsi d'acqua;
- 03-03-01H - Indice di qualità morfologica – schede [schede metodo IDRAIM];
- 03-04-01H - Assetto geomorfologico – schede.

Nel seguito vengono sinteticamente descritte le principali caratteristiche del corso d'acqua. per approfondimenti si rimanda allo studio.

2.1 Alveo tipo

Partendo da Acqui Terme, il tracciato ha caratteri da meandriforme a sinuoso stabile, con sezione notevolmente incassata, sponde ripide su un fondo con frequenti affioramenti del substrato (tra Acqui Terme e la traversa di Visone); modeste o assenti sono le erosioni di sponda anche in ragione delle opere di protezione mediamente diffuse.

Poco a monte della traversa di Cassine, l'attuale morfologia a meandri è stata condizionata dalla realizzazione della traversa stessa. Sono presenti cave estrattive a fossa prossime all'alveo inciso, potenzialmente interferenti con l'assetto morfologico.

Il profilo di fondo ha una profondità media di circa 5-6 m rispetto al piano alluvionale, oggi è stabile dopo un periodo con approfondimenti consistenti.

Da Cassine fino alla confluenza dell'Orba, si passa da una debole sinuosità, subito a valle della traversa, a una conformazione a meandri alternata ad una sinuosità accentuata; ovunque prevalgono la stabilità planimetrica e delle quote di fondo (anche in



questo caso seguenti ai significativi abbassamenti storici recenti). Il tratto terminale, a valle della confluenza del torrente Orba, assume invece una conformazione da debolmente sinuosa a rettilinea, dovuta a interventi di regimazione risalenti alla prima metà del '900, con sezione notevolmente incisa e sponde molto acclivi; mantiene i caratteri di stabilità planimetrica, con locale tendenza all'erosione di sponda, per ora per lo più contenuta dalle opere di difesa. In generale la regione fluviale esterna all'alveo è interessata da coltivazioni agricole fino in prossimità della sponda.

2.2 Evoluzione storica

Complessivamente il corso d'acqua mostra una variazione planimetrica modesta rispetto alle condizioni di fine '800 e praticamente insignificante nell'ultimo cinquantennio.

Vanno ricordate la trasformazione a meandri del tratto a monte della traversa di Cassine, rispetto ad un tracciato precedente di tipo sinuoso, a seguito della realizzazione della traversa e il taglio del meandro di Sezzadio (1901). In alcuni punti, si osserva attualmente una parziale ripresa dei processi di erosione di sponda, che non sembrano comunque in grado di portare a modificazioni significative a breve termine; i processi evolutivi potrebbero accelerare notevolmente per la presenza di numerosi siti estrattivi, sia attivi sia abbandonati, alcuni dei quali prossimi alla sponda attiva dell'alveo.

2.3 Principali eventi alluvionali

A integrazione delle informazioni morfologiche dello Studio di Fattibilità, la tabella riporta l'elenco dei principali eventi di piena del fiume Bormida.

Per il periodo antecedente il 1994 le informazioni sono derivate soprattutto dall'analisi di documentazione di varia natura (documenti d'archivio, pubblicazioni, relazioni di sopralluogo, articoli di giornale, ecc.) e si tratta essenzialmente di informazioni su eventi che hanno coinvolto aree urbanizzate, pertanto parziali e non esaustive nell'analisi complessiva dell'evento (ma che forniscono sicuramente dati importanti relativi al coinvolgimento di aree edificate e infrastrutture in genere). Le informazioni sono ricavate dalla Banca Dati Geologica di Arpa Piemonte, fino al 2000; per gli eventi successivi le informazioni derivano da rapporti d'evento.

Alessandria rappresenta un nodo critico anche per piene con portate ben al di sotto di quelle della piena duecentennale di riferimento per la classificazione delle Fasce Fluviali.

Relativamente ai danni causati dalla piena del novembre 2016 e per confronti con gli eventi alluvionali del 1994 e del 1977 per i quali sono disponibili cartografie d'evento, si rimanda alla relazione: *Effetti dell'evento alluvionale 24-25/11/2016 e confronto con eventi precedenti facente parte della documentazione della presente Variante*.

Per una esauriente cronologia degli eventi alluvionali nel Bacino del fiume Bormida si rimanda a:

Tropeano D. - 1989: Eventi alluvionali e frane nel bacino della Bormida - studio retrospettivo. - Torino - Associazione Mineraria Subalpina, - 155 pp.

Per un approfondimento sulla Piana Alessandrina si rimanda a:

Coppo C., Oberti R., Piccini C., Trucco F., Ziliani A. 1999, Raccolta e analisi dati storici per la prevenzione del rischio geologico nella Piana Alessandrina. Quaderno n 15. Serie Quaderni Geologici Arpa Piemonte, 58 pp.

Per l'evento del 1994:

AA.VV. - 1999, Eventi alluvionali in Piemonte, 2-6 novembre 1994, 8 luglio 1996, 7-10 ottobre 1996, Regione Piemonte - L'Artistica di Savigliano, 1999, 415 pp, 9 tav.



Aliatta P., Giampani C., Ramasco M, Susella G. - 1995, Campo di inondazione ed effetti indotti dalla piena del 5- 6/11/1994 - Fiume Bormida - tratto I (Sezzadio Gorzegno) - Scala 1:10.000. Regione Piemonte, Settore Prevenzione del Rischio Geologico, Meteorologico e Sismico, 1995.

Per l'evento del 2016:

AAVV- 2017 Evento alluvionale del 21-25 novembre 2016 - Arpa Piemonte -
<http://www.arpa.piemonte.it/pubblicazioni-2/gli-eventi-alluvionali-in-piemonte>

La tabella riporta un riassunto delle schede relative agli effetti ed ai danni causati dal Bormida, fino al 2014 (per il 2016 cfr la documentazione citata).

Anno	Mese	Comune	Località - breve descrizione	Vittime
1254		Alessandria	Concentrico	-
1317	9	Alessandria	Alessandria	Sì
1330		Alessandria	Alessandria	-
1482	10	Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (<i>Inondati edifici e coltivi</i>)	-
1486	10	Alessandria	Alessandria, territorio comunale (<i>Allagato l'abitato, asportati 13 mulini, molte vittime</i>)	Sì
1541	9	Casal Cermelli	Casal Cermelli (<i>Inondati edifici e coltivi</i>)	-
		Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (<i>Inondati edifici e coltivi</i>)	-
1554	7	Acqui Terme	San Martino (Non Ubic.)	-
1612	9	Casal Cermelli	Casal Cermelli (<i>Danni alle case, alle persone e alle colture</i>)	-
		Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (<i>Danni alle case, alle persone e alle colture</i>)	-
1620	10	Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (<i>molte case danneggiate</i>)	-
1646	11	Alessandria	Castelceriolo (<i>Inondato l'abitato e le campagne circostanti</i>)	-
			Marengo (<i>inondato l'abitato e le campagne circostanti</i>)	-
1647	11	Alessandria	Castelceriolo (<i>Inondato l'abitato</i>)	-
			Lobbi (<i>Inondato l'abitato e le campagne circostanti</i>)	-
			Marengo (<i>inondato l'abitato e le campagne circostanti</i>)	-
1750	8	Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (<i>Molte case danneggiate</i>)	-
1800		Alessandria	Alessandria	-
1810	6	Alessandria	Alessandria (<i>Inondati l'abitato e i sobborghi da piene di Tanaro e Bormida</i>)	-
1819	11	Alessandria	Alessandria (<i>inondazioni che coinvolgono l'abitato</i>)	-
1822	9	Alessandria	Alessandria (<i>piena improvvisa</i>)	-
1825	12	Alessandria	Alessandria (<i>inondato il territorio compreso tra Piazza d'armi di Alessandria e la località Marengo</i>)	-
		Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (<i>minacciato l'abitato</i>)	-
		Castelnuovo Bormida	Sant'angelo (Non Ubic.)	-
1829	10	Alessandria	Alessandria	-
1841	3	Alessandria	Piazza D'Armi (<i>Inondato il concentrico di Alessandria presso la Piazza d'Armi</i>)	-
1844		Alessandria	Alessandria	-
1846	10	Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (<i>Inondati edifici, molte vittime</i>)	Sì



Anno	Mese	Comune	Località - breve descrizione	Vittime
1851	10	Alessandria	Territorio Comunale (Allagate le cantine di case e sotterranei del Penitenziario, interrotta l'attuale SP494 "Vigevanese", inondati campi coltivati)	-
1857	10	Alessandria	Orti (Inondato l'abitato)	-
		Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (Minacciato l'abitato)	-
		Castelnuovo Bormida	Castelnuovo Bormida (Inondata la maggior parte dell'abitato, una casa crollata)	-
1868	7	Acqui Terme	Acqui Terme (inondazioni dell'abitato e 2 vittime)	si
1872	12	Alessandria	Concentrico (Inondate le cucine dell'Ospedale Civile e i sotterranei del penitenziario)	-
			Territorio Comunale (Minacciati il ponte in legno sulla Bormida - attuale ponte della strada statale n° 10 "Padana Inferiore" - e quello ferroviario, sempre sulla Bormida, della linea Alessandria - Genova. Molte case crollate)	-
			Spinetta Marengo (Allagate le cantine)	-
		Alessandria	Cantalupo (Bormida?)	-
1878	10	Alessandria	Cristo (Inondati edifici presso il sobborgo del Cristo e la campagna limitrofa; allagate le strade e il Forte della ferrovia, rotti l'argine consortile e quello della ferrovia.)	-
			Spinetta Marengo (A causa della rottura dell'argine consortile inondato il centro abitato)	-
		Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (Inondati coltivi, cascine, case sparse e minacciato l'abitato)	-
1879	4	Alessandria	Alessandria (Allagamenti ad Alessandria)	-
1900	9	Alessandria	Granera (Per la rottura dell'argine della ferrovia Acqui - Ovada, inondata la Cna Granera e una vasta area coltivata a mais)	-
1914	2	Alessandria	Cristo (Inondato il sobborgo)	-
			MARENGO (inondato l'abitato di Marengo e le campagne limitrofe)	-
	10	Alessandria	Cristo (inondate parecchie cascine nei dintorni del Borgo, interrotta la linea ferroviaria AL - Ovada)	-
			MARENGO (inondate cascine dei dintorni di Marengo, interrotta la linea ferroviaria per Spinetta e Sale, la linea ferroviaria AL Ovada e danni alle arginature)	-
		Castellazzo Bormida	Castellazzo Bormida (inondato l'abitato)	-
1917	5	Alessandria	Aulara (inondati edifici, interrotte le linee ferroviarie AL - Acqui, AL - Ovada e AL - Nizza M.to)	-
			Cristo (PRESSO C.NA MOISA) (inondata la frazione Cristo presso la Cna Moisa, interrotto le linee ferroviarie Alessandria Piacenza e Alessandria Genova)	-
1926	5	Acqui Terme	Bagni (Gravi danni agli edifici lungo la strada per Visone)	-
		Sezzadio	Territorio Comunale (molte case allagate)	-
		Vesime	Vesime, Reg. Rasero Reg. Valanche (Erosioni di sponda)	-
1932	12	Alessandria	Aulara (Allagate "le basse")	-
1935	8	Acqui Terme	Acqui Terme (Inondata la città)	-
		Strevi	Strevi (Inondati gli edifici della parte bassa dell'abitato)	-
1937	11	Alessandria	Alessandria (Inondati edifici presso lo Stadio Marengo, alle porte della città, inondata la SP10 tra il Forte Bormida e Cna Peterbona)	-



Anno	Mese	Comune	Località - breve descrizione	Vittime
			Cristo (<i>inondato il borgo Cristo a causa della tracimazione e della seguente rottura dell'argine dell'Aulara</i>)	-
		Castelnuovo Bormida	Castelnuovo Bormida (<i>inondata la parte bassa dell'abitato</i>)	-
		Strevi	Strevi (<i>Numerosi edifici invasi dalle acque della Bormida</i>)	-
1951	2	Alessandria	Orti (<i>Inondazioni fin quasi alla frazione, allagate le cantine</i>)	-
	11	Alessandria	Alessandria (<i>Inondata la casa di riposo, il brefotrofio, il sanatorio G.Borsalino, le scuole di Via Guasco e le catacombe del cimitero; allagate le cascine Zuretti, Chiozzo e Bausone -est-sudest del concentrico</i>).	-
			Castelceriolo (<i>Inondate cascine presso Castel Ceriolo</i>)	-
			Rivalta Bormida (<i>inondata la periferia</i>)	-
		Rivalta Bormida <i>Portata a Cassine Q 1320 m³/s (Arpa Piemonte, 2011)²</i>		
1953	3	Strevi <i>Portata a Cassine Q 540 m³/s (Arpa Piemonte, 2011)</i>	Strevi	-
1966	10	Acqui Terme	Acqui Terme (<i>Danni gravi causati dalle piene del fiume Bormida e del torrente Medrio: inondati circa 120 ettari e 600 fabbricati</i>)	-
		Borgoratto Alessandrino	Territorio Comunale (<i>Minacciate alcune cascine</i>)	-
1968	11	Castelnuovo Bormida <i>Portata a Cassine Q 1320 m³/s (Arpa Piemonte, 2011)</i>	Castelnuovo Bormida (<i>Inondate alcune vie</i>)	-
		Pietra Marazzi	Territorio Comunale (<i>Inondati edifici dalla piena congiunta di Tanaro e Bormida</i>)	-
1976	10	Acqui Terme	Acqui Terme	-
1977	10	Acqui Terme	Acqui Terme (<i>Inondata la periferia</i>)	-
		Alessandria	Territorio comunale (<i>Inondati cascinali nel territorio comunale di Alessandria; coinvolte 50 persone</i>)	-
		Strevi	Strevi (<i>Inondata tutta la parte bassa dell'abitato di Strevi</i>)	-
1987	8	Acqui Terme	Acqui Terme (<i>inondata parte della città. Acqua anche alta un metro</i>)	-
	10	Alessandria	Spinetta Marengo (<i>inondazioni del centro abitato</i>)	-
1994	11	Alessandria <i>Portata Q 1900 m³/s (Arpa Piemonte, 2011)</i>	A Valle Del Ponte Ferrovia Alessandria - Genova (<i>inondazione a tergo della Tangenziale per passaggio dei deflussi attraverso i fornic</i>).	-

² Arpa Piemonte (2011) Catalogo delle portate massime annuali al colmo dal bacino occidentale del Po - ISBN 978-88-7479-112-5



Anno	Mese	Comune	Località - breve descrizione	Vittime
			C. Cavassanta - C. Giarone (Il ponte della SP n° 10 ha provocato un restringimento della sezione di piena, il quale si è esplicato in un locale incremento della velocità di deflusso, con fenomeni di erosione spondale in destra e l'allagamento dell'ampia ansa del paleoalveo delle località C. Cavassanta e C. Giarone. Le due cascine non vengono direttamente interessate dall'esondazione grazie alla presenza di arginature e rilevati circoscritti alla difesa degli edifici)	-
			Concentrico (piene concomitanti Tanaro - Bormida: devastati negozi in Piazzetta Della Lega, Corso Roma, Via S. Lorenzo, Via Milano, Via Vochieri, Via Guasco Via Mazzini; invasi anche gli scantinati dove si trovavano le merci di scorta: esplose tubature, provocando allagamenti in Via Dante, fino alla Libreria Fissore danni incalcolabili in tutto il centro storico).	-
			Frazione Cantalupo (inondato un edificio presso il fornice del fosso Betale)	-
			Regione Gamondio (Inondate la Cascina Clara, la linea ferroviaria Alessandria - Acqui Terme per un tratto lungo 800 metri, in sinistra e destra del fiume Bormida).	-
			Regione Grilla (Inondate le cascine, rotte arginali in destra Bormida a monte della A21)	-
			Regione Mezzano (L'argine in destra Tanaro a monte del viadotto della A1 Torino-Piacenza cede in più punti e la Regione Mezzano, in confluenza tra Tanaro e Bormida, è violentemente attraversata in direzione sud dall'onda di piena; questa colpisce in battuta gli argini di località Boccanegra e Camparo e rimbalza nuovamente verso nord. la C.na Mezzano è in questa fase risparmiata grazie alla stretta arginatura ad anello che la difende. l'argine di località Camparo, realizzato per difendere la regione Mezzano dalle acque del fiume Bormida, superata senza danni - giorno 5-11 a piena di quest'ultimo, viene gravemente danneggiato alle spalle dalla piena del Tanaro, il 6-11).	-
			Regione Sardegna (Inondate alcune cascine)	-
		Castellazzo Bormida	Cna Altatore (Inondata la Cascina Altatore. tracimata la linea ferroviaria Alessandria - Acqui Terme per un tratto lungo 800 metri, in sinistra e destra del fiume Bormida.	-
1998	5	Acqui Terme	Territorio comunale (inondazioni in aree agricole/naturali)	
		Rivalta Bormida	Territorio comunale sponda destra Bormida(inondazioni in aree agricole/naturali)	
		Sezzadio	Territorio comunale (inondati pioppeti a monte del ponte)	
		Alessandria	A valle ponte SP 10 (inondazioni circoscritte erosione in sponda destra, in corrispondenza della soglia)	
2000	10	Alessandria <u>Portata 1150 m³/s (Arpa</u>	Confluenza Bormida-Orba (Inondazioni aree agricole)	-



Anno	Mese	Comune	Località - breve descrizione	Vittime
		<u>Piemonte, 2011)</u>	Confluenza Bormida-Tanaro (<i>Inondazioni aree agricole</i>)	-
		Borgoratto Alessandrino	Isola Grande (<i>Inondazioni aree agricole</i>)	-
		Castellazzo Bormida	Cna Barossi (<i>Inondazioni aree agricole</i>)	-
		Castelspina	Bormida Morta (<i>Inondazioni aree agricole</i>)	-
		Gamalero	Ponte S.P.186 (<i>Inondazioni aree agricole</i>)	-
		Sezzadio	Bormida Morta (<i>Inondazioni aree agricole</i>)	-
2002	05	Alessandria	Territorio comunale (<i>Le acque di piena del F. Bormida, incrementate da quelle del T. Orba, hanno interessato prevalentemente la zona golenale prossima alla sponda destra allagando zone agricole con battenti dell'ordine di 50/80 cm. Chiusa precauzionalmente la strada comunale della Grilla.</i>)	
2009	4	Cassine <u>Portata 1760 m³/s (Arpa Piemonte, 2011)</u>	-	
		Alessandria <u>Portata 1760 m³/s (Arpa Piemonte, 2011)</u>	-	
2011	11	Alessandria <u>Portata 2500 m³/s (Arpa Rapporto d'evento)</u>	Alessandria, territorio comunale (<i>Inondazioni in sinistra, con di superamento della SP30 attraverso fornici e coinvolgimento delle aree urbanizzate a tergo del rilevato; allagamento e conseguente interruzione del sottopassaggio della tangenziale, nei pressi del centro commerciale "Panorama", con ripercussioni per l'uscita dalla città dei mezzi di soccorso dal Comando Prov.le dei Vigili del Fuoco nelle immediate vicinanze</i>)	
2014	10	Alessandria	Alessandria, territorio comunale (<i>In corso d'evento evacuate a titolo cautelativo alcune cascine ed edifici in zona di confluenza tra Torrente Orba e Fiume Bormida, dove sono stati allagati terreni agricoli fino all'altezza del centro commerciale Panorama ma non si sono registrati danni di rilievo. Il ponte sul Fiume Bormida è stato chiuso dalle 17 circa del 13 ottobre ed ha riaperto solo alle 21,30, quando il livello dell'acqua ha iniziato a scendere</i>)	



3 CARATTERISTICHE IDROLOGICHE ED IDRAULICHE

L'analisi idrologica e idraulica ha avuto lo scopo di definire:

- o le portate al colmo e i livelli nelle sezioni di calcolo per i tempi di ritorno 20, 100, 200 e 500 anni, in sezioni idrologiche significative lungo il fiume Bormida,
- o gli idrogrammi in portata relativi a eventi di gravosità paragonabile che permettano di valutare i fenomeni di deflusso di carattere non stazionario che si manifestano nel corso di una piena.

3.1 Portate massime al colmo per assegnati tempi di ritorno

Particolare attenzione merita la portata che corrisponde al tempo di ritorno di 200 anni, che il PAI assume come valore di progetto per la delimitazione delle Fasce Fluviali A e B e delle opere di difesa idraulica dalle piene.

Elementi di partenza sono state le determinazioni idrologiche disponibili o direttamente desumibili da:

- o Direttiva "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica" del PAI;
- o i risultati del "Modello matematico della risposta idrologica del fiume Tanaro (chiuso ad Alessandria)", messo a punto dall'Università degli Studi di Padova per conto di AIPO, opportunamente estesi ai bacini idrografici del Bormida e dell'Orba;
- o il metodo VAPI della Regione Piemonte che permette facilmente di stimare le portate al colmo nelle sezioni del reticolo idrografico per assegnati tempi di ritorno.

Il confronto tra i risultati derivanti dalle tre fonti sopra richiamate ha permesso in prima istanza di osservare come i valori delle portate idrologiche derivanti dal metodo VAPI risultino decisamente superiori a quelli degli altri due (Direttiva Piene di Progetto e Modello UNIPD). A tale proposito, la stessa documentazione VAPI indica di fare riferimento alle stime di portate di piena della Direttiva dell'Autorità di Bacino per i corsi d'acqua con tratti interessati da Fasce Fluviale.

Nel confronto tra le portate statistiche massime al colmo della Direttiva PAI e quelle UNIPD (ricavate dalla serie storica dei massimi istantanei annuali ricostruita dal modello numerico), una prima valutazione riguarda il fatto che anche il metodo UNIPD fornisce un modello di correlazione tra la portata Q e il tempo di ritorno o la superficie del bacino idrografico sotteso che è molto simile a quella del PAI. Per approfondimenti sui due modelli si rimanda alla sezione dedicata all'idrologia dello Studio di Fattibilità.

Va tenuto conto che il modello UNIPD applicato all'intero bacino del Tanaro ha subito un processo di taratura su eventi di piena (2000 e 2002) in numerose sezioni che dovrebbero aver consentito di rappresentare nel complesso le caratteristiche di formazione delle piene, comprensive dei processi di laminazione in alveo.

Per il tempo di ritorno di 200 anni, le differenze quantitative risultanti tra i valori PAI e UNIPD sono ovunque inferiori o circa uguali al 20%, con le portate PAI che sono generalmente più elevate; fa eccezione la sezione di Alessandria (confluenza in Tanaro) in cui lo scostamento è rovesciato ed è pari al 10%.

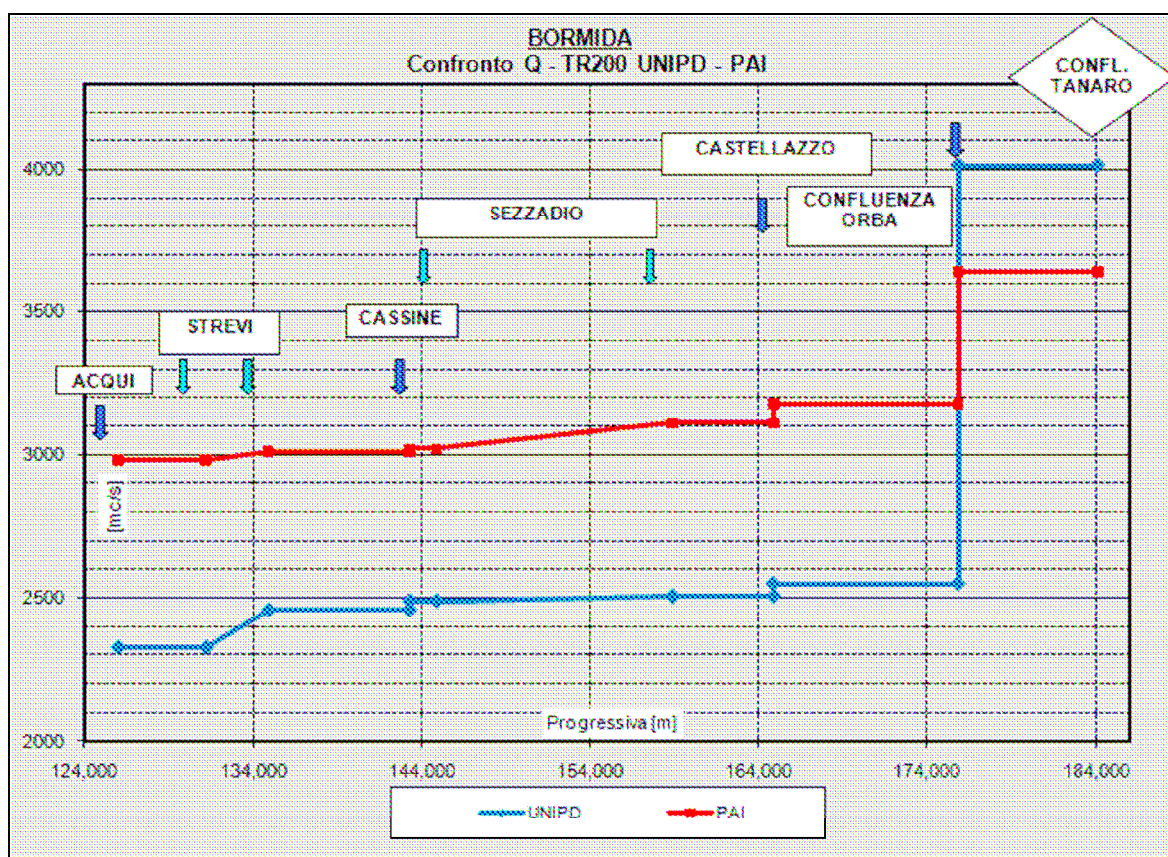


Figura 1. Fiume Bormida, andamento delle portate al colmo con tempo di ritorno di 200 anni PAI e UNIPD.

Lo scostamento dell'ordine del 20% rientra nelle tolleranze comunemente accettate nell'ambito delle stime idrologiche prodotte seguendo metodi diversi. Con questo criterio i valori dei due metodi possono essere considerati entrambi validi e si confermano a vicenda.

Per il tratto a monte della confluenza con il torrente Orba come valori di riferimento, a favore di sicurezza, sono stati assunti i dati PAI, che comportano differenze di livello comprese tra 50 e 90 cm, secondo le simulazioni effettuate in condizioni di moto stazionario riferite all'assetto del corso d'acqua relativo al periodo degli studi (2008 - 2010).

Sul tratto terminale del fiume Bormida, a valle della confluenza del torrente Orba, le portate Q200 derivate dallo studio di UNIPD sono maggiori rispetto a quelle PAI di circa il 10%; ciò comporta, sulla base delle stesse simulazioni idrauliche sopra richiamate, una differenza di livelli di poco inferiore ai 30 cm. Anche in questo caso, a favore di sicurezza, è stato adottato il valore più alto tra i due. Le portate di riferimento per i due corsi d'acqua per i diversi tempi di ritorno sono pertanto quelle riportate nella tabella seguente

La tabella seguente riporta le portate di riferimento³ per differenti tempi di ritorno .

³ Le analisi relative alla determinazione delle portate di piena al colmo, delle onde e dei volumi di piena delle portate di riferimento sono consultabili nella sezioni dedicate a idrologia e idraulica dello Studio

http://www.regione.piemonte.it/ambiente/valutazioni_ambientali/dwd/Orba/04_Analisidrologica.zip

http://www.regione.piemonte.it/ambiente/valutazioni_ambientali/dwd/Orba/05_Assettoidraulico.zip

Tab. 1 Portate al colmo di riferimento nelle sezioni idrologiche del fiume Bormida e del torrente Orba per assegnati tempi di ritorno

Corso d'acqua	Sezione	Superficie	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
		km ²	(m ³ /s)							
Bormida	Acqui Terme	1355	490	1060	1440	1740 ¹	2270	2720	2980	3360
Bormida	Strevi	1457	730 ²	1250	1600	1900	2360	2740	3010	3390
Bormida	Cassine	1513	910	1390	1720	2010	2420	2750	3020	3400
Bormida	Sezzadio	1607	1010	1490	1810	2110	2520	2840	3110	3500
Bormida	Castellazzo B.	1693	1100	1580	1900	2200	2600	2900	3180	3580
Bormida	Alessandria	2566	1240 ³	1790	2160	2520 ⁴	3113	3605	4015	4413
Orba	Albereto	143	510	730	870					
Orba	Belletto	176	540	770	930	–	–	–	–	–
Orba	Confl. Stura di O. (V)	323	650	930	1110	–	–	–	–	–
Orba	Silvano d'Orba	434	700	1010	1210	1410	1670	1860	2050	2300
Orba	Predosa	543	750	1080	1300	1510	1780	1990	2190	2460
Orba	Fresonara	723	810	1170	1410	1640	1940	2170	2380	2680
Orba	Confl. Bormida	798	830	1210	1450	1690	2000	2230	2450	2760

¹ In grassetto dati da Direttiva PAI

² In azzurro dati interpolati in sezioni di infittimento a partire da dati Direttiva PAI

³ In blu dati estrapolati da serie Direttiva PAI in una specifica sezione

⁴ In rosso dati UNIPD

32 Idrogrammi di piena per assegnati tempi di ritorno

Ai fini di orientare la scelta degli idrogrammi di piena sono state compiute alcune simulazioni idrodinamiche, in condizioni di moto non stazionario riferite all'assetto attuale dei due corsi d'acqua, per un certo numero di eventi di piena che hanno caratteristiche di portate al colmo prossime a Q200 in qualche sezione idrologica lungo il corso d'acqua.

Le simulazioni hanno considerato gli eventi di piena ricostruiti con il metodo UNIPD, in un caso adattando il colmo in ogni sezione idrologica al valore Q200 PAI e nell'altro caso non apportando variazioni agli idrogrammi UNIPD e scegliendo quelli più prossimi rispettivamente alla Q200 PAI o alla Q200 UNIPD.

Per approfondimenti si rimanda allo Studio di Fattibilità.

33 Analisi idraulica monodimensionale

Le verifiche idrauliche finalizzate ad indagare il comportamento dell'onda di piena in corso di evento sono state eseguite utilizzando il codice di calcolo MIKE11–HD(c) (modulo idrodinamico), che simula il flusso monodimensionale stazionario e non di fluidi verticalmente omogenei in qualsiasi sistema di canali o aste fluviali.

L'analisi idraulica consiste nella verifica delle condizioni di moto nell'attuale condizione di assetto dell'asta fluviale relative a portate di piena con tempo di ritorno crescente: 20, 100, 200 e 500 anni.

Il tratto analizzato è compreso tra il ponte di Acqui Terme e la confluenza nel fiume Tanaro.



Vengono di seguito riportati in forma tabellare i risultati delle modellazioni e i profili corrispondenti

Per i criteri e i parametri di verifica e di calibrazione dei modelli idrodinamici si rimanda alle sezioni descrittive relative alle analisi idrauliche dello Studio di Fattibilità.

3.3.1 Analisi in moto permanente

L'analisi idraulica condotta ha permesso di definire le caratteristiche di deflusso per le piene con diversi tempi di ritorno (20, 100, 200 e 500 anni).

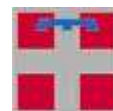
Nel seguito i risultati delle simulazioni condotte sono presentati in forma tabellare; si riportano le principali caratteristiche idrauliche individuate per ogni sezione:

- ID Sez. = identificativo sezione di rilievo;
- Progr. = progressiva lungo l'asta (m);
- Fondo = quota di fondo minimo (m s.m.);
- P.L. = quota della superficie idrica (m s.m.);
- h = altezza idrica (m);
- A = area della sezione liquida (m²);
- B = larghezza della superficie libera (m);
- R = raggio idraulico (m);
- v = velocità media della corrente (m/s);
- Fr = numero di Froude della corrente (-);
- H = carico idraulico totale (m s.m.);
- Q = portata (m³/s)

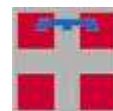
3.3.1.1 *F. Bormida - moto permanente - portata TR20 anni*

I risultati della simulazione per il tempo di ritorno 20 anni sul torrente Bormida sono riassunti nella seguente tabella, cui segue la rappresentazione schematica del profilo longitudinale.

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	40a	125969	140.02	146.25	6.23	749	289	3.81	2.3	0.46	146.52	1740
Bormida	40M	126234	136.82	145.80	8.98	746	170	4.59	2.3	0.36	146.08	1740
Bormida	40_ponteM	126241	136.81	145.82	9.01	806	168	4.83	2.2	0.32	146.06	1740
Bormida	40_ponteV	126251	136.81	145.73	8.91	789	168	4.77	2.2	0.33	145.97	1740
Bormida	39a	126398	138.10	145.54	7.44	901	176	2.83	1.9	0.27	145.73	1740
Bormida	39	127211	135.46	144.30	8.84	876	191	5.21	2.0	0.30	144.50	1740
Bormida	38a	127691	135.75	143.38	7.63	668	230	3.61	2.6	0.49	143.72	1740
Bormida	38	127987	135.93	142.90	6.97	831	259	4.27	2.1	0.37	143.12	1740
Bormida	38_ponteM	128014	135.91	142.86	6.95	817	161	5.28	2.1	0.30	143.09	1740
Bormida	38_ponteV	128020	135.91	142.82	6.91	810	161	5.25	2.1	0.31	143.06	1740
Bormida	37a	128215	134.95	142.70	7.75	1031	341	3.73	1.7	0.31	142.84	1740
Bormida	37	129216	130.65	141.65	11.00	917	351	4.44	1.9	0.38	141.83	1740
Bormida	35d	129682	130.55	141.17	10.62	975	547	3.77	1.8	0.43	141.33	1740
Bormida	35c	130495	130.38	140.22	9.84	942	364	3.79	1.8	0.37	140.39	1740
Bormida	35b	131210	130.23	138.95	8.72	780	307	3.12	2.3	0.45	139.21	1759
Bormida	35a_BRIGLIA_M	132087	132.40	137.14	4.74	862	264	3.41	2.1	0.37	137.36	1778
Bormida	35a	132093	129.22	136.44	7.22	966	252	4.25	1.8	0.30	136.61	1785
Bormida	35	132418	128.79	135.72	6.93	679	313	3.65	2.7	0.58	136.08	1807
Bormida	34a	133095	125.57	134.36	8.79	904	463	3.42	2.0	0.46	134.57	1837



Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	34	133829	121.98	132.53	10.55	532	121	5.04	3.5	0.54	133.16	1877
Bormida	33	134918	120.56	130.49	9.93	860	157	5.95	2.2	0.30	130.74	1900
Bormida	32	135957	118.98	129.69	10.71	1402	321	3.05	1.4	0.21	129.78	1900
Bormida	31	136297	118.99	129.38	10.39	1187	531	4.34	1.6	0.34	129.51	1900
Bormida	30a	136870	118.31	129.02	10.71	1900	991	2.11	1.0	0.23	129.07	1900
Bormida	30M	137375	117.72	128.35	10.63	708	138	7.33	2.7	0.37	128.70	1880
Bormida	30_ponteM	137383	117.71	128.33	10.62	693	115	6.17	2.7	0.35	128.70	1884
Bormida	30_ponteV	137392	117.71	128.24	10.53	684	114	6.11	2.8	0.36	128.63	1888
Bormida	29a	137725	116.97	128.05	11.08	1566	625	2.13	1.2	0.25	128.13	1901
Bormida	29	138082	116.21	127.69	11.48	1612	588	2.37	1.2	0.23	127.76	1900
Bormida	27NBIS	139926	116.64	126.11	9.47	2450	1081	1.39	0.8	0.17	126.14	1900
Bormida	27N	143280	113.20	123.42	10.22	2257	1702	1.28	0.9	0.25	123.46	2010
Bormida	27	144880	110.65	121.56	10.91	3239	1742	1.05	0.6	0.15	121.58	2014
Bormida	26N	146001	111.03	120.75	9.72	3389	1808	1.13	0.6	0.14	120.77	2022
Bormida	26	146994	109.85	120.16	10.31	2731	1379	1.80	0.7	0.17	120.19	2030
Bormida	25	148403	107.74	119.23	11.49	1516	557	3.16	1.3	0.26	119.32	2036
Bormida	24a_BRIGLIA_M	148658	112.45	119.02	6.57	1570	637	2.84	1.3	0.26	119.11	2037
Bormida	24a_BRIGLIA_V	148664	109.95	118.54	8.59	1490	637	3.63	1.4	0.29	118.63	2037
Bormida	24_ponteM	148682	107.11	118.42	11.31	1002	136	7.19	2.0	0.24	118.63	2037
Bormida	24_ponteV	148692	107.11	118.41	11.30	1033	149	6.72	2.0	0.24	118.61	2037
Bormida	24	148704	107.11	118.46	11.35	1271	355	5.15	1.6	0.27	118.59	2040
Bormida	23	149338	107.09	118.00	10.91	1906	1271	1.81	1.1	0.28	118.06	2046
Bormida	22a	150639	105.68	116.60	10.92	1876	1344	1.89	1.1	0.30	116.66	2055
Bormida	22	151785	104.43	115.75	11.32	3945	1615	1.44	0.5	0.11	115.76	2065
Bormida	21	153368	102.90	114.88	11.98	1697	687	2.52	1.2	0.25	114.95	2075
Bormida	20	154649	102.34	113.78	11.44	2064	871	1.99	1.0	0.21	113.83	2086
Bormida	19	156277	102.56	112.17	9.61	1069	252	3.98	2.0	0.30	112.37	2092
Bormida	19_ponte_M	156330	102.11	112.02	9.91	862	134	6.22	2.4	0.31	112.32	2092
Bormida	19_ponteV	156340	102.11	111.94	9.83	852	134	6.16	2.5	0.31	112.25	2101
Bormida	18	158894	98.61	109.35	10.74	2585	1607	1.21	0.8	0.21	109.38	2110
Bormida	17	160402	96.02	107.72	11.70	2034	739	1.95	1.0	0.20	107.77	2110
Bormida	16	162595	95.61	105.71	10.10	1897	1010	2.27	1.1	0.26	105.77	2110
Bormida	15	164869	90.22	103.98	13.76	2668	1162	2.22	0.8	0.17	104.01	2200
Bormida	14	167674	91.38	102.47	11.09	2447	1352	2.00	0.9	0.21	102.52	2200
Bormida	13	168649	90.95	101.80	10.85	1405	846	5.22	1.6	0.39	101.92	2200
Bormida	13_ponteM	168664	89.11	101.63	12.52	895	121	6.73	2.5	0.29	101.94	2200
Bormida	13_ponteV	168674	89.11	101.56	12.45	886	121	6.69	2.5	0.29	101.87	2200
Bormida	12	169318	88.79	100.96	12.17	1294	774	3.13	1.7	0.42	101.10	2200
Bormida	11b	170147	87.87	100.12	12.25	2111	1144	2.02	1.0	0.25	100.17	2200
Bormida	11a_ponteM	170623	87.33	99.28	11.95	1131	921	2.36	1.9	0.56	99.47	2200
Bormida	11a_ponteV	170651	87.33	99.18	11.85	1036	900	2.52	2.1	0.63	99.41	2200
Bormida	10a	170922	85.79	98.90	13.11	3067	1291	3.70	0.7	0.15	98.92	2200
Bormida	10	172423	84.69	98.33	13.64	3285	1469	1.43	0.7	0.14	98.36	2200
Bormida	10M	173071	86.65	97.67	11.02	1307	631	2.94	1.7	0.37	97.81	2201
Bormida	10M_ponteM	173088	86.65	97.48	10.83	846	191	5.48	2.6	0.40	97.82	2202
Bormida	10M_ponteV	173096	86.65	97.42	10.77	835	191	5.46	2.6	0.40	97.77	2203
Bormida	09a	173413	86.84	96.94	10.10	788	175	6.58	2.8	0.42	97.34	2200
Bormida	09a_ponteM	173434	86.84	96.92	10.08	802	150	6.71	2.7	0.38	97.31	2200
Bormida	09a_ponteV	173444	86.84	96.75	9.91	776	149	6.62	2.8	0.40	97.16	2200
Bormida	09M	173455	86.84	96.73	9.89	770	218	6.29	2.9	0.49	97.15	2200
Bormida	8	175849	82.55	94.79	12.24	2223	849	3.62	1.1	0.22	94.86	2520
Bormida	07a	177251	84.32	93.31	8.99	1009	218	4.91	2.5	0.37	93.63	2520
Bormida	07_ponteM	177334	84.32	93.30	8.98	1209	196	6.49	2.1	0.27	93.52	2520
Bormida	07_ponteV	177352	84.32	93.24	8.92	1197	194	6.45	2.1	0.27	93.46	2520
Bormida	6	178399	80.69	92.76	12.07	2432	1240	3.47	1.0	0.24	92.81	2520
Bormida	05b	179218	79.76	92.14	12.38	1607	668	3.52	1.6	0.32	92.27	2520
Bormida	05a	179857	79.76	91.75	11.99	1956	445	5.09	1.3	0.20	91.83	2520
Bormida	05a_ponteM	179960	79.84	91.60	11.76	1313	183	6.26	1.9	0.23	91.79	2520



Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	05a_ponteV	179976	79.84	91.52	11.68	1298	183	6.22	1.9	0.23	91.71	2520
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_M	180048	82.64	91.44	8.80	1195	214	7.06	2.1	0.29	91.67	2520
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_V	180054	82.64	91.41	8.77	1189	213	7.05	2.1	0.29	91.64	2520
Bormida	05MBIS	180057	79.63	91.48	11.85	1465	216	9.06	1.7	0.21	91.63	2520
Bormida	4	180762	78.01	90.94	12.93	1334	710	4.04	1.9	0.44	91.12	2520
Bormida	03a	181415	77.94	90.43	12.49	2042	1184	3.08	1.2	0.30	90.50	2520
Bormida	3	182077	77.86	89.77	11.91	1411	644	3.92	1.8	0.39	89.93	2520
Bormida	02_ponteM	183231	77.55	88.79	11.24	1828	976	3.63	1.4	0.32	88.89	2520
Bormida	02_ponteV	183256	77.55	88.62	11.07	1663	948	3.75	1.5	0.37	88.74	2520
Bormida	1	184139	77.17	88.18	11.01	2816	1124	3.36	0.9	0.18	88.22	2520

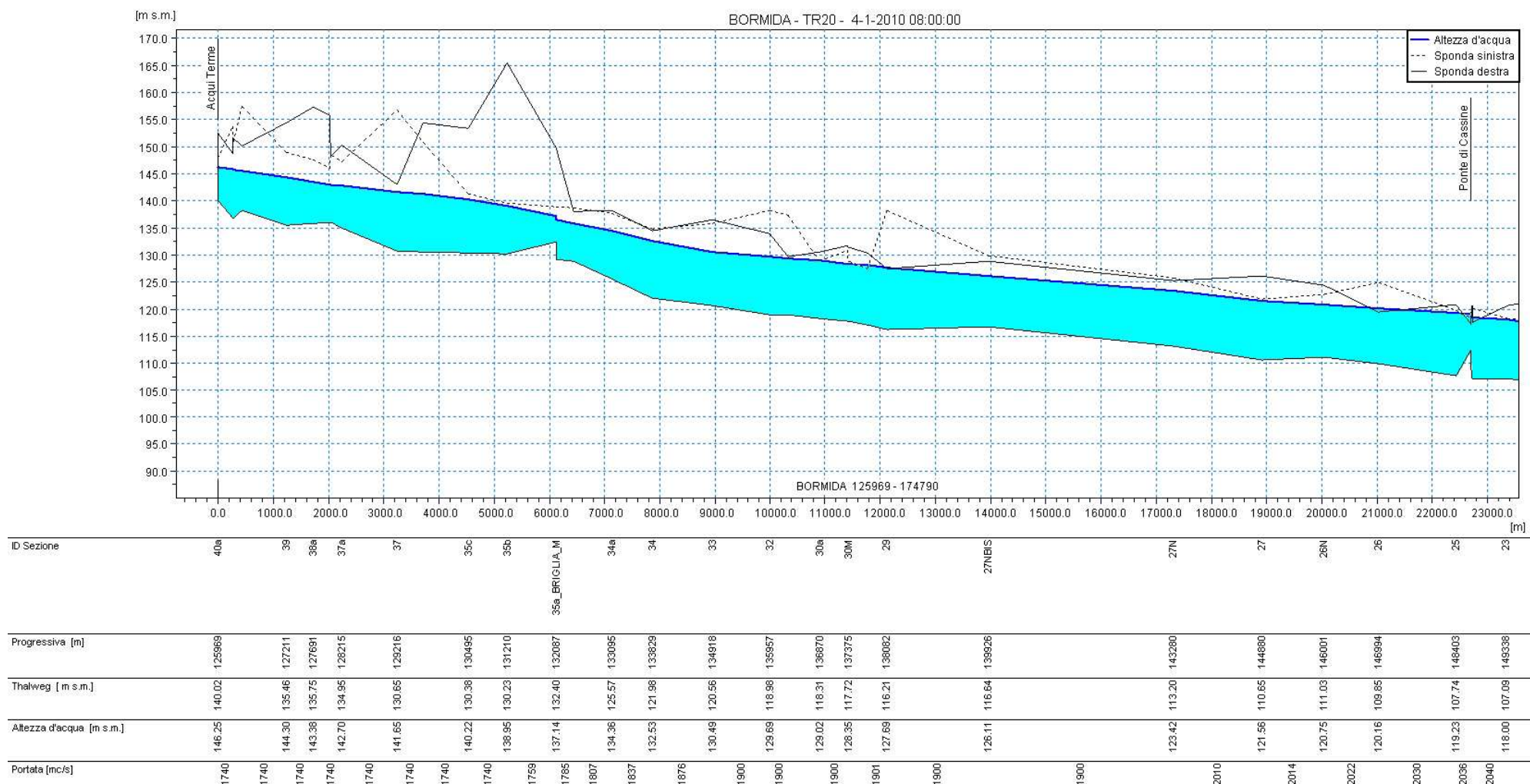


Figura 2. F. Bormida – moto permanente – TR20: profilo longitudinale - tratto di monte

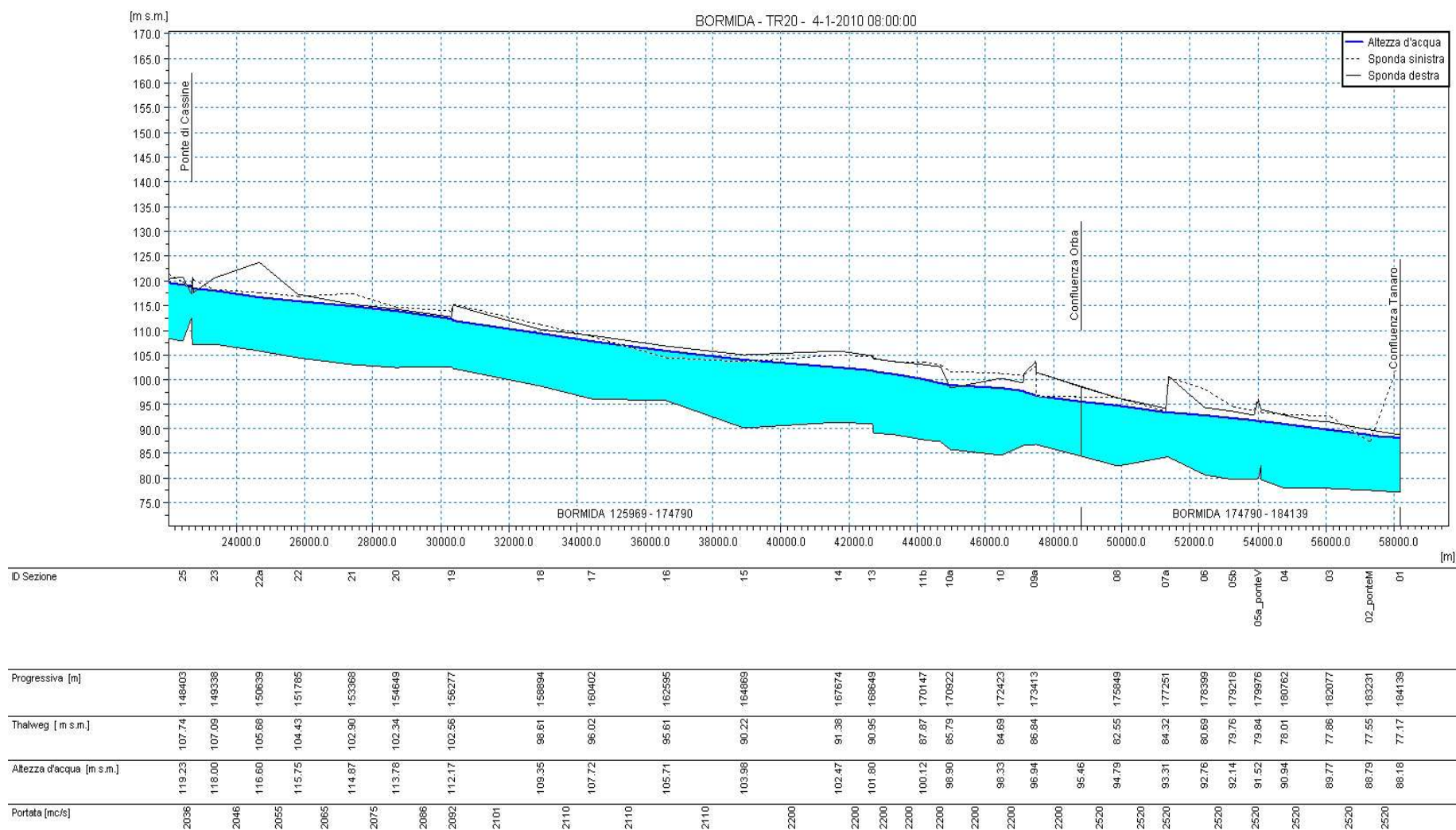


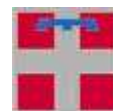
Figura 3. F. Bormida – moto permanente – TR20: profilo longitudinale - tratto di monte



F. Bormida - moto permanente - portata TR100 anni

I risultati della simulazione per il tempo di ritorno 100 anni sul fiume Bormida sono riassunti nella seguente tabella, cui segue la rappresentazione schematica del profilo longitudinale.

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	40a	125969	140.02	148.00	7.98	1573	540	3.27	1.7	0.32	148.16	2720
Bormida	40M	126234	136.82	147.46	10.64	1037	186	5.16	2.6	0.35	147.81	2720
Bormida	40_ponteM	126241	136.81	147.48	10.67	1084	170	5.97	2.5	0.32	147.80	2720
Bormida	40_ponteV	126251	136.81	147.35	10.54	1063	170	5.88	2.6	0.33	147.69	2720
Bormida	39a	126398	138.10	147.17	9.07	1192	181	3.44	2.3	0.28	147.43	2720
Bormida	39	127211	135.46	145.88	10.42	1299	293	5.10	2.1	0.32	146.10	2720
Bormida	38a	127691	135.75	144.96	9.21	1046	247	3.69	2.6	0.40	145.30	2720
Bormida	38	127987	135.93	144.51	8.57	1330	389	4.19	2.0	0.35	144.72	2720
Bormida	38_ponteM	128014	135.91	144.38	8.47	1091	188	6.31	2.5	0.33	144.70	2720
Bormida	38_ponteV	128020	135.91	144.26	8.35	1067	187	6.22	2.5	0.34	144.59	2720
Bormida	37a	128215	134.95	144.21	9.26	1713	543	3.40	1.6	0.29	144.34	2720
Bormida	37	129216	130.65	143.11	12.46	1665	625	3.15	1.6	0.32	143.25	2720
Bormida	35d	129682	130.55	142.62	12.07	2097	895	2.36	1.3	0.27	142.70	2720
Bormida	35c	130495	130.38	141.57	11.19	1552	501	3.18	1.8	0.32	141.73	2720
Bormida	35b	131210	130.23	140.16	9.93	1175	333	3.00	2.3	0.39	140.44	2722
Bormida	35a_BRIGLIA_M	132087	132.40	137.98	5.58	1097	313	3.90	2.5	0.42	138.29	2725
Bormida	35a	132093	129.22	137.68	8.46	1292	281	5.05	2.1	0.31	137.91	2726
Bormida	35	132418	128.79	137.08	8.29	1198	474	3.02	2.3	0.46	137.35	2728
Bormida	34a	133095	125.57	135.87	10.30	1864	847	2.48	1.5	0.32	135.98	2732
Bormida	34	133829	121.98	134.34	12.36	990	378	3.59	2.8	0.55	134.73	2737
Bormida	33	134918	120.56	131.79	11.23	1149	306	6.28	2.4	0.39	132.08	2740
Bormida	32	135957	118.98	130.85	11.87	1930	562	2.71	1.4	0.25	130.95	2740
Bormida	31	136297	118.99	130.50	11.51	1795	546	3.74	1.5	0.27	130.62	2740
Bormida	30a	136870	118.31	130.12	11.81	2987	1015	1.87	0.9	0.17	130.16	2740
Bormida	30M	137375	117.72	129.30	11.58	843	143	7.75	3.3	0.43	129.84	2740
Bormida	30_ponteM	137383	117.71	129.25	11.54	811	152	6.82	3.4	0.47	129.84	2740
Bormida	30_ponteV	137392	117.71	129.17	11.46	798	146	6.78	3.4	0.47	129.77	2740
Bormida	29a	137725	116.97	128.99	12.02	2157	627	2.23	1.3	0.22	129.08	2740
Bormida	29	138082	116.21	128.61	12.40	2151	589	2.47	1.3	0.21	128.69	2740
Bormida	27NBIS	139926	116.64	126.87	10.23	3313	1191	1.45	0.8	0.16	126.90	2740
Bormida	27N	143280	113.20	123.98	10.78	3239	1785	1.21	0.8	0.20	124.02	2750
Bormida	27	144880	110.65	122.14	11.49	4271	1813	1.14	0.6	0.13	122.16	2754
Bormida	26N	146001	111.03	121.37	10.34	4513	1816	1.24	0.6	0.12	121.39	2760
Bormida	26	146994	109.85	120.79	10.94	3630	1487	1.74	0.8	0.16	120.82	2768
Bormida	25	148403	107.74	119.67	11.93	1766	564	3.11	1.6	0.28	119.80	2773
Bormida	24a_BRIGLIA_M	148658	112.45	119.41	6.96	1816	637	3.23	1.5	0.29	119.53	2774
Bormida	24a_BRIGLIA_V	148664	109.95	119.29	9.34	1968	637	4.38	1.4	0.26	119.39	2774
Bormida	24_ponteM	148682	107.11	119.08	11.97	1092	136	7.85	2.5	0.29	119.41	2774
Bormida	24_ponteV	148692	107.11	119.07	11.96	1131	149	7.38	2.5	0.29	119.37	2775
Bormida	24	148704	107.11	119.18	12.07	1531	371	5.16	1.8	0.29	119.35	2777
Bormida	23	149338	107.09	118.72	11.63	2871	1381	1.61	1.0	0.22	118.76	2783
Bormida	22a	150639	105.68	117.40	11.72	2958	1365	1.65	0.9	0.21	117.44	2791
Bormida	22	151785	104.43	116.64	12.21	5400	1655	1.59	0.5	0.09	116.65	2799
Bormida	21	153368	102.90	115.78	12.88	2367	823	2.39	1.2	0.22	115.85	2809
Bormida	20	154649	102.34	114.72	12.38	2906	915	2.03	1.0	0.17	114.76	2818
Bormida	19	156277	102.56	113.13	10.57	1311	254	4.13	2.2	0.30	113.36	2820
Bormida	19_ponte_M	156330	102.11	112.89	10.78	982	137	6.90	2.8	0.34	113.31	2796
Bormida	19_ponteV	156340	102.11	112.80	10.69	968	137	6.82	2.9	0.35	113.22	2799
Bormida	18	158894	98.61	110.00	11.39	3665	1663	1.24	0.8	0.17	110.04	2840



Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	17	160402	96.02	108.57	12.55	2722	934	1.91	1.0	0.20	108.63	2840
Bormida	16	162595	95.61	106.49	10.88	2692	1024	2.13	1.1	0.21	106.55	2840
Bormida	15	164869	90.22	104.74	14.52	3568	1186	2.17	0.8	0.15	104.77	2900
Bormida	14	167674	91.38	103.30	11.92	3622	1535	1.84	0.8	0.17	103.33	2903
Bormida	13	168649	90.95	102.66	11.71	2237	1044	3.69	1.3	0.28	102.75	2914
Bormida	13_ponteM	168664	89.11	102.38	13.27	987	124	7.21	3.0	0.33	102.83	2914
Bormida	13_ponteV	168674	89.11	102.31	13.20	979	124	7.16	3.0	0.34	102.77	2913
Bormida	12	169318	88.79	101.72	12.93	1927	922	2.58	1.5	0.33	101.84	2904
Bormida	11b	170147	87.87	100.86	12.99	3014	1296	1.88	1.0	0.20	100.91	2902
Bormida	11a_ponteM	170623	87.33	100.18	12.85	2066	1132	1.70	1.4	0.33	100.28	2901
Bormida	11a_ponteV	170651	87.33	100.12	12.79	1995	1122	1.72	1.5	0.35	100.23	2901
Bormida	10a	170922	85.79	99.86	14.07	4361	1347	3.31	0.7	0.12	99.89	2901
Bormida	10	172423	84.69	99.45	14.76	5059	1612	1.56	0.6	0.10	99.47	2900
Bormida	10M	173071	86.65	98.95	12.30	2127	643	2.66	1.4	0.24	99.05	2902
Bormida	10M_ponteM	173088	86.65	98.73	12.08	1085	192	6.09	2.7	0.36	99.08	2891
Bormida	10M_ponteV	173096	86.65	98.64	11.99	1069	192	6.04	2.7	0.37	99.01	2886
Bormida	09a	173413	86.84	98.21	11.37	1072	260	6.11	2.7	0.43	98.59	2899
Bormida	09a_ponteM	173434	86.84	98.12	11.28	984	154	7.42	2.9	0.37	98.57	2899
Bormida	09a_ponteV	173444	86.84	97.93	11.09	953	153	7.29	3.0	0.39	98.40	2899
Bormida	09M	173455	86.84	98.07	11.23	1220	364	5.00	2.4	0.42	98.36	2899
Bormida	8	175849	82.55	96.08	13.53	3611	1676	2.91	1.0	0.22	96.13	3605
Bormida	07a	177251	84.32	94.64	10.32	1381	294	5.32	2.6	0.38	94.98	3605
Bormida	07_ponteM	177334	84.32	94.57	10.25	1472	207	7.53	2.5	0.29	94.88	3605
Bormida	07_ponteV	177352	84.32	94.52	10.20	1460	207	7.48	2.5	0.30	94.83	3605
Bormida	6	178399	80.69	94.05	13.36	4066	1301	2.89	0.9	0.16	94.09	3606
Bormida	05b	179218	79.76	93.47	13.71	2499	676	3.20	1.4	0.24	93.57	3606
Bormida	05a	179857	79.76	93.02	13.26	2530	453	5.15	1.4	0.19	93.13	3606
Bormida	05a_ponteM	179960	79.84	92.80	12.96	1534	185	6.89	2.4	0.26	93.08	3606
Bormida	05a_ponteV	179976	79.84	92.66	12.82	1509	185	6.82	2.4	0.27	92.95	3606
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_M	180048	82.64	92.59	9.95	1478	270	7.21	2.4	0.33	92.89	3606
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_V	180054	82.64	92.55	9.91	1468	269	7.20	2.5	0.34	92.86	3606
Bormida	05MBIS	180057	79.63	92.63	13.00	1751	271	9.13	2.1	0.26	92.85	3606
Bormida	4	180762	78.01	92.13	14.12	2220	751	3.17	1.6	0.30	92.27	3606
Bormida	03a	181415	77.94	91.60	13.66	3443	1204	2.53	1.0	0.20	91.65	3606
Bormida	3	182077	77.86	90.95	13.09	2191	666	3.34	1.6	0.29	91.09	3606
Bormida	02_ponteM	183231	77.55	90.04	12.49	3058	993	3.64	1.2	0.22	90.11	3606
Bormida	02_ponteV	183256	77.55	89.97	12.42	2985	993	3.62	1.2	0.22	90.04	3606
Bormida	1	184139	77.17	89.64	12.47	4502	1168	3.20	0.8	0.13	89.67	3606

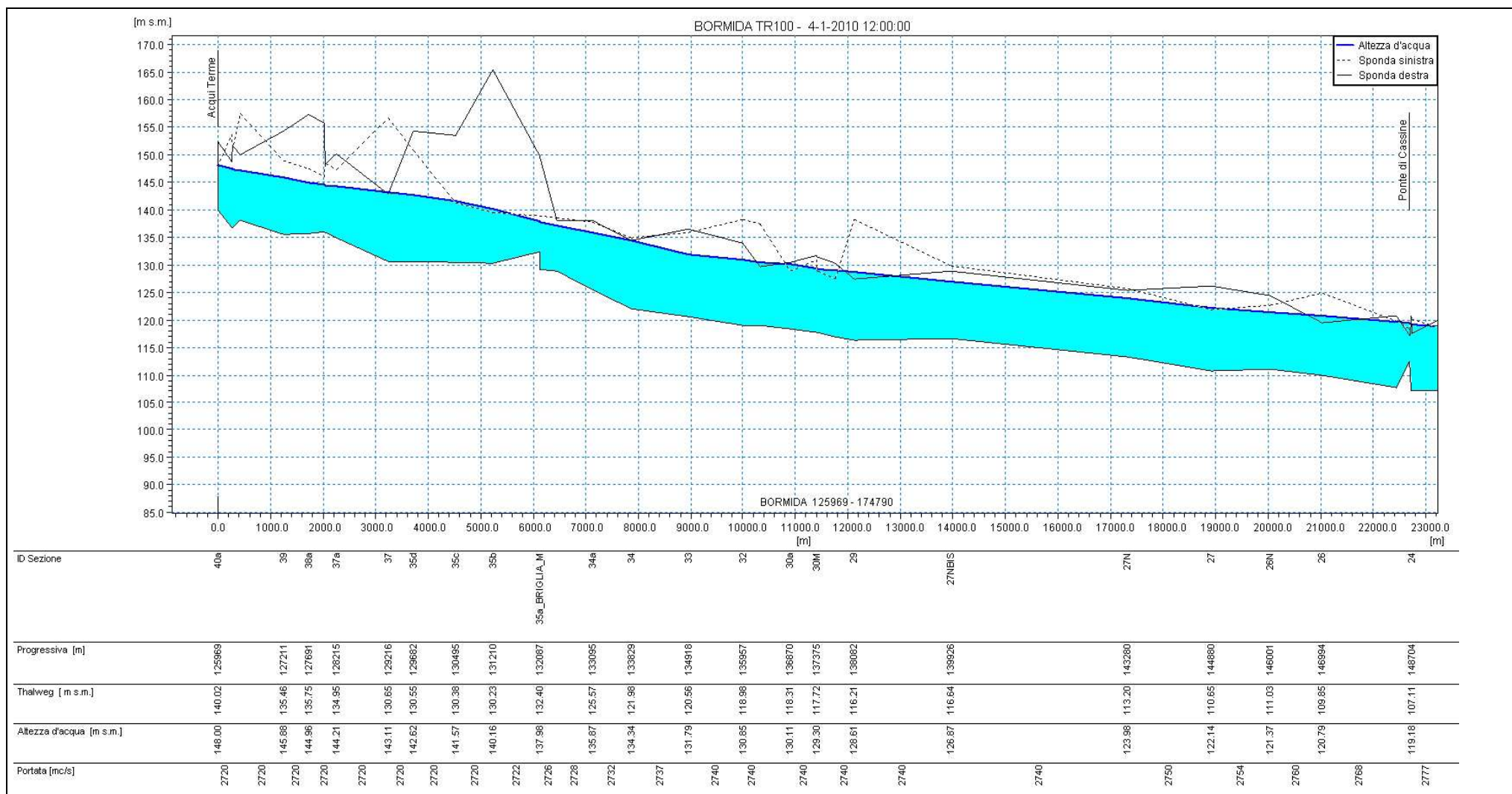


Figura 4. F. Bormida – moto permanente – TR100: profilo longitudinale - tratto di monte

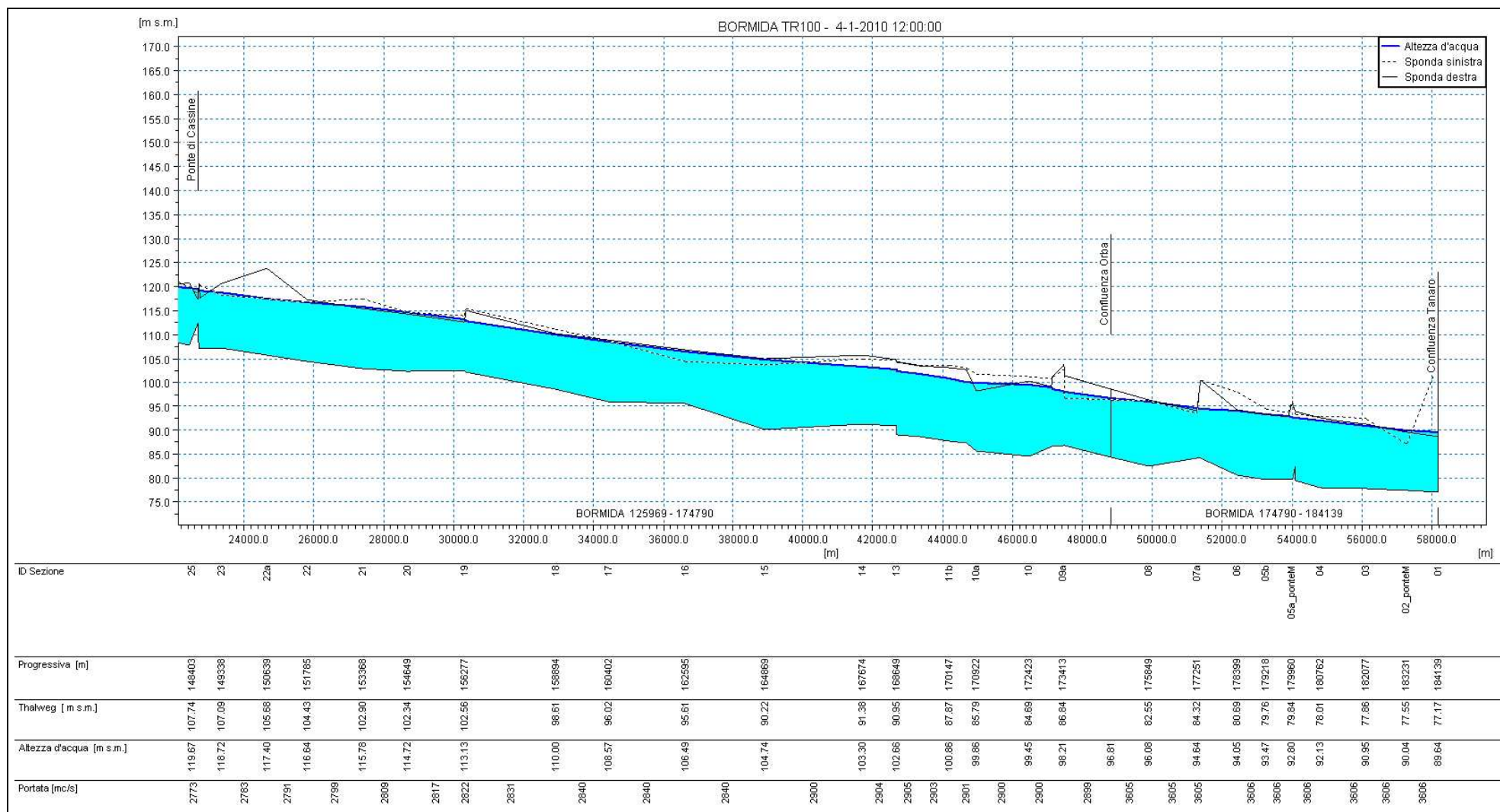


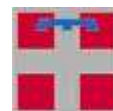
Figura 5. F. Bormida – moto permanente – TR100: profilo longitudinale - tratto di valle



3.3.1.2 F. Bormida - moto permanente - portata TR200 anni

I risultati della simulazione per il tempo di ritorno 200 anni sul fiume Bormida sono riassunti nella seguente tabella, cui segue la rappresentazione schematica del profilo longitudinale.

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	40a	125969	140.02	148.38	8.36	1784	575	3.25	1.7	0.30	148.52	2980
Bormida	40M	126234	136.82	147.82	11.00	1105	190	5.28	2.7	0.36	148.19	2980
Bormida	40_ponteM	126241	136.81	147.83	11.02	1145	170	6.23	2.6	0.32	148.18	2980
Bormida	40_ponteV	126251	136.81	147.70	10.89	1122	170	6.13	2.7	0.33	148.06	2980
Bormida	39a	126398	138.10	147.51	9.41	1255	182	3.57	2.4	0.29	147.80	2980
Bormida	39	127211	135.46	146.19	10.73	1391	294	5.14	2.1	0.31	146.43	2980
Bormida	38a	127691	135.75	145.23	9.48	1114	249	3.74	2.7	0.40	145.60	2980
Bormida	38	127987	135.93	144.77	8.84	1435	404	4.17	2.1	0.35	144.99	2982
Bormida	38_ponteM	128014	135.91	144.62	8.71	1136	197	6.47	2.6	0.35	144.97	2975
Bormida	38_ponteV	128020	135.91	144.54	8.63	1122	193	6.42	2.7	0.35	144.91	2973
Bormida	37a	128215	134.95	144.52	9.57	1882	570	3.37	1.6	0.28	144.65	2980
Bormida	37	129216	130.65	143.40	12.75	1850	638	3.04	1.6	0.30	143.53	2980
Bormida	35d	129682	130.55	142.91	12.36	2361	918	2.28	1.3	0.25	142.99	2980
Bormida	35c	130495	130.38	141.86	11.48	1697	505	3.17	1.8	0.31	142.02	2980
Bormida	35b	131210	130.23	140.43	10.20	1264	333	3.05	2.4	0.39	140.72	2984
Bormida	35a_BRIGLIA_M	132087	132.40	138.19	5.79	1161	344	3.99	2.6	0.45	138.53	2987
Bormida	35a	132093	129.22	137.97	8.75	1379	317	5.17	2.2	0.33	138.21	2988
Bormida	35	132418	128.79	137.40	8.61	1356	535	2.89	2.2	0.44	137.64	2993
Bormida	34a	133095	125.57	136.19	10.62	2155	923	2.37	1.4	0.29	136.29	2998
Bormida	34	133829	121.98	134.73	12.75	1139	389	3.41	2.6	0.49	135.08	3006
Bormida	33	134918	120.56	132.12	11.56	1262	353	6.16	2.4	0.40	132.41	3010
Bormida	32	135957	118.98	131.17	12.19	2118	596	2.70	1.4	0.24	131.27	3010
Bormida	31	136297	118.99	130.82	11.83	1966	547	3.69	1.5	0.26	130.94	3010
Bormida	30a	136870	118.31	130.42	12.11	3304	1030	1.86	0.9	0.16	130.47	3010
Bormida	30M	137375	117.72	129.58	11.86	882	145	7.88	3.4	0.44	130.17	3010
Bormida	30_ponteM	137383	117.71	129.53	11.82	855	171	6.94	3.5	0.50	130.16	3010
Bormida	30_ponteV	137392	117.71	129.43	11.72	838	164	6.91	3.6	0.51	130.09	3010
Bormida	29a	137725	116.97	129.26	12.29	2322	629	2.28	1.3	0.22	129.34	3010
Bormida	29	138082	116.21	128.87	12.66	2301	589	2.52	1.3	0.21	128.95	3010
Bormida	27NBIS	139926	116.64	127.09	10.45	3577	1222	1.47	0.8	0.16	127.12	3010
Bormida	27N	143280	113.20	124.16	10.96	3564	1800	1.21	0.8	0.19	124.20	3020
Bormida	27	144880	110.65	122.34	11.69	4639	1863	1.16	0.7	0.13	122.36	3024
Bormida	26N	146001	111.03	121.59	10.56	4904	1819	1.29	0.6	0.12	121.61	3030
Bormida	26	146994	109.85	121.01	11.16	3968	1527	1.74	0.8	0.15	121.04	3038
Bormida	25	148403	107.74	119.86	12.12	1873	565	3.10	1.6	0.29	120.00	3043
Bormida	24a_BRIGLIA_M	148658	112.45	119.59	7.14	1931	637	3.41	1.6	0.29	119.72	3044
Bormida	24a_BRIGLIA_V	148664	109.95	119.52	9.57	2116	637	4.61	1.4	0.25	119.63	3044
Bormida	24_ponteM	148682	107.11	119.28	12.17	1120	136	8.05	2.7	0.30	119.66	3044
Bormida	24_ponteV	148692	107.11	119.26	12.15	1161	149	7.58	2.6	0.30	119.61	3045
Bormida	24	148704	107.11	119.40	12.29	1614	373	5.19	1.9	0.29	119.58	3047
Bormida	23	149338	107.09	118.93	11.84	3172	1384	1.60	1.0	0.20	118.98	3053
Bormida	22a	150639	105.68	117.63	11.95	3284	1370	1.66	0.9	0.19	117.68	3061
Bormida	22	151785	104.43	116.90	12.47	5834	1663	1.65	0.5	0.09	116.91	3069
Bormida	21	153368	102.90	116.02	13.12	2573	867	2.38	1.2	0.22	116.10	3079
Bormida	20	154649	102.34	115.01	12.67	3177	915	2.33	1.0	0.17	115.06	3088
Bormida	19	156277	102.56	113.44	10.88	1390	254	4.20	2.2	0.30	113.69	3070
Bormida	19_ponte_M	156330	102.11	113.20	11.09	1022	138	7.12	3.0	0.35	113.65	3056
Bormida	19_ponteV	156340	102.11	113.09	10.98	1008	138	7.04	3.0	0.36	113.56	3062
Bormida	18	158894	98.61	110.21	11.60	4008	1669	1.27	0.8	0.16	110.24	3111



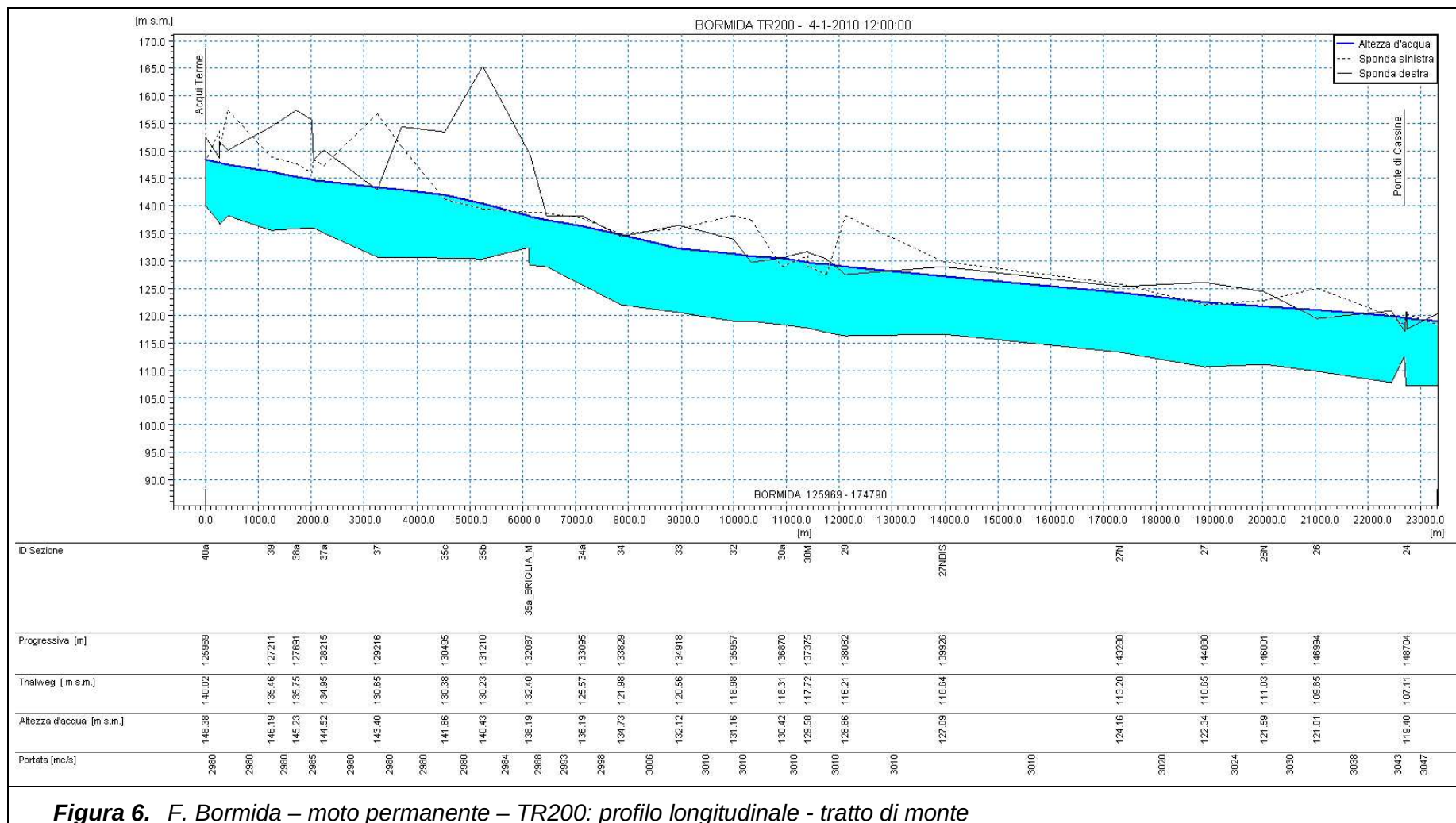
Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	17	160402	96.02	108.82	12.80	2953	942	1.93	1.1	0.19	108.88	3110
Bormida	16	162595	95.61	106.74	11.13	2943	1026	2.14	1.1	0.20	106.79	3110
Bormida	15	164869	90.22	104.99	14.77	3866	1187	2.24	0.8	0.15	105.02	3180
Bormida	14	167674	91.38	103.58	12.20	4065	1604	1.82	0.8	0.16	103.61	3180
Bormida	13	168649	90.95	102.96	12.01	2547	1061	3.47	1.2	0.26	103.04	3178
Bormida	13_ponteM	168664	89.11	102.65	13.54	1021	125	7.38	3.1	0.35	103.14	3176
Bormida	13_ponteV	168674	89.11	102.57	13.46	1011	125	7.33	3.1	0.35	103.07	3175
Bormida	12	169318	88.79	101.98	13.19	2188	1066	2.45	1.5	0.32	102.08	3180
Bormida	11b	170147	87.87	101.12	13.25	3352	1410	1.87	0.9	0.20	101.17	3180
Bormida	11a_ponteM	170623	87.33	100.49	13.16	2413	1145	1.67	1.3	0.29	100.58	3180
Bormida	11a_ponteV	170651	87.33	100.43	13.10	2349	1144	1.67	1.4	0.30	100.52	3180
Bormida	10a	170922	85.79	100.20	14.41	4808	1347	3.28	0.7	0.11	100.22	3180
Bormida	10	172423	84.69	99.81	15.12	5636	1615	1.64	0.6	0.10	99.82	3180
Bormida	10M	173071	86.65	99.33	12.68	2373	645	2.68	1.3	0.22	99.43	3177
Bormida	10M_ponteM	173088	86.65	99.09	12.44	1155	192	6.30	2.7	0.36	99.47	3172
Bormida	10M_ponteV	173096	86.65	99.02	12.37	1142	192	6.26	2.8	0.36	99.42	3170
Bormida	09a	173413	86.84	98.60	11.76	1173	264	6.02	2.7	0.41	98.97	3180
Bormida	09a_ponteM	173434	86.84	98.48	11.64	1038	155	7.65	3.1	0.38	98.96	3180
Bormida	09a_ponteV	173444	86.84	98.26	11.42	1005	154	7.51	3.2	0.40	98.77	3180
Bormida	09M	173455	86.84	98.44	11.60	1357	370	4.85	2.3	0.39	98.72	3180
Bormida	8	175849	82.55	96.45	13.90	4288	1895	2.95	0.9	0.20	96.50	4015
Bormida	07a	177251	84.32	95.11	10.79	1521	294	5.80	2.6	0.37	95.46	4015
Bormida	07_ponteM	177334	84.32	95.03	10.71	1567	207	7.92	2.6	0.30	95.37	4015
Bormida	07_ponteV	177352	84.32	94.93	10.61	1545	207	7.83	2.6	0.30	95.27	4015
Bormida	6	178399	80.69	94.46	13.77	4603	1304	2.88	0.9	0.15	94.50	4015
Bormida	05b	179218	79.76	93.88	14.12	2781	678	3.22	1.4	0.23	93.99	4015
Bormida	05a	179857	79.76	93.43	13.67	2713	456	5.22	1.5	0.19	93.54	4014
Bormida	05a_ponteM	179960	79.84	93.18	13.34	1603	185	7.09	2.5	0.27	93.49	4015
Bormida	05a_ponteV	179976	79.84	93.00	13.16	1571	185	7.00	2.6	0.28	93.33	4016
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_M	180048	82.64	92.93	10.29	1571	275	7.26	2.6	0.34	93.26	4009
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_V	180054	82.64	92.89	10.25	1560	275	7.25	2.6	0.34	93.23	4007
Bormida	05MBIS	180057	79.63	92.97	13.34	1844	276	9.15	2.2	0.27	93.21	4007
Bormida	4	180762	78.01	92.47	14.46	2472	754	3.11	1.6	0.29	92.60	4015
Bormida	03a	181415	77.94	91.92	13.98	3833	1206	2.52	1.0	0.19	91.98	4015
Bormida	3	182077	77.86	91.25	13.39	2391	668	3.32	1.7	0.28	91.39	4015
Bormida	02_ponteM	183231	77.55	90.30	12.75	3313	993	3.73	1.2	0.21	90.37	4015
Bormida	02_ponteV	183256	77.55	90.23	12.68	3246	993	3.71	1.2	0.22	90.31	4015
Bormida	1	184139	77.17	89.89	12.72	4794	1168	3.23	0.8	0.13	89.93	4015

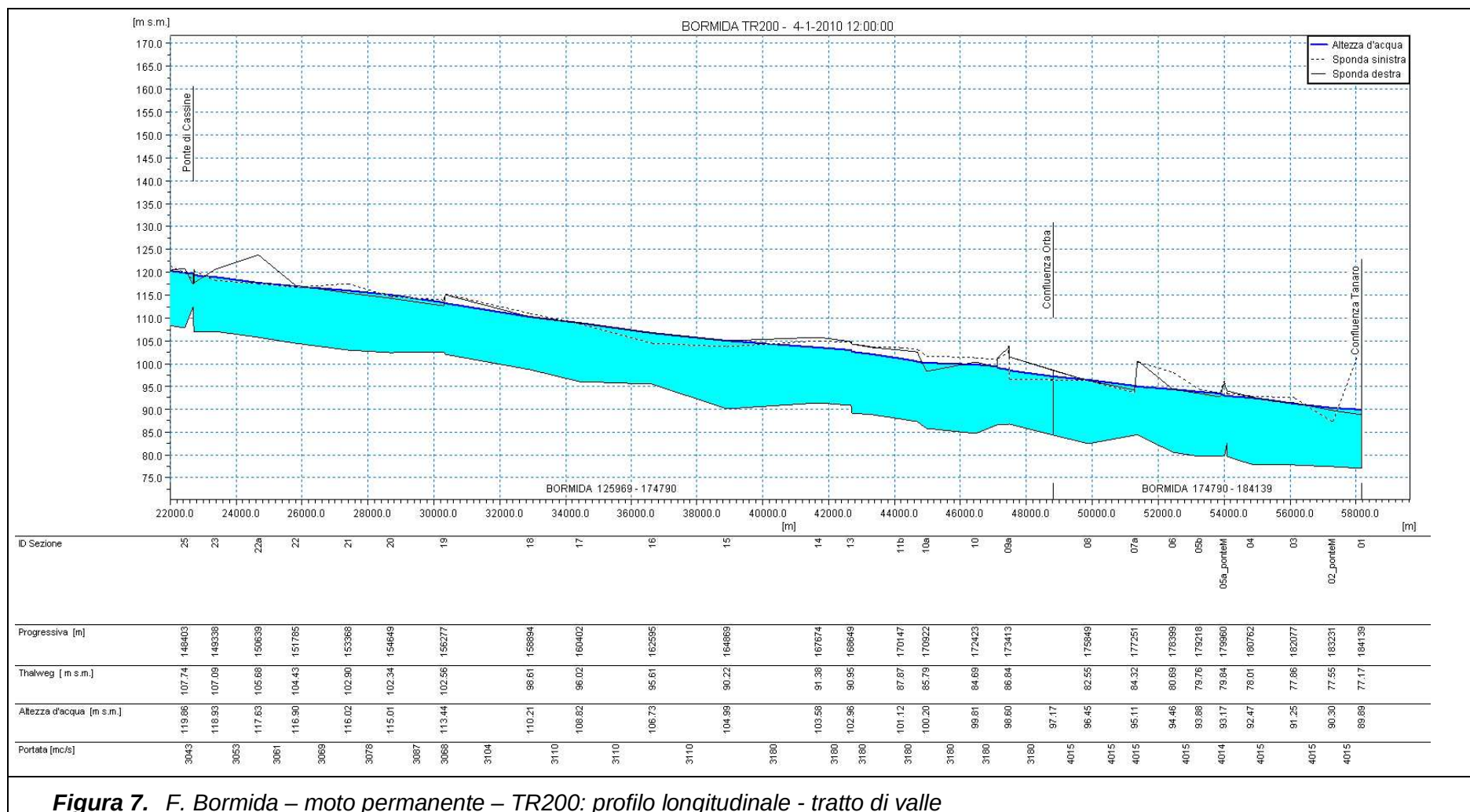


Autorità di Bacino
Distrettuale del Fiume Po



P A G I N A --- V U O T A



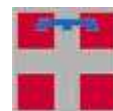




3.3.1.3 F. Bormida - moto permanente - portata TR500 anni

I risultati della simulazione per il tempo di ritorno 500 anni sul fiume Bormida sono riassunti nella seguente tabella, cui segue la rappresentazione schematica del profilo longitudinale.

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	40a	125969	140.02	148.92	8.90	2103	599	3.28	1.6	0.27	149.1	3360
Bormida	40M	126234	136.82	148.35	11.53	1207	196	5.45	2.8	0.36	148.7	3360
Bormida	40_ponteM	126241	136.81	148.35	11.54	1233	170	6.61	2.7	0.32	148.7	3360
Bormida	40_ponteV	126251	136.81	148.21	11.40	1209	170	6.51	2.8	0.33	148.6	3360
Bormida	39a	126398	138.10	148.01	9.91	1347	183	3.76	2.5	0.29	148.3	3360
Bormida	39	127211	135.46	146.68	11.22	1535	295	5.23	2.2	0.31	146.9	3360
Bormida	38a	127691	135.75	145.71	9.96	1234	255	3.83	2.7	0.40	146.1	3360
Bormida	38	127987	135.93	145.26	9.33	1640	423	4.16	2.0	0.33	145.5	3360
Bormida	38_ponteM	128014	135.91	145.09	9.18	1230	202	6.77	2.7	0.35	145.5	3360
Bormida	38_ponteV	128020	135.91	144.92	9.01	1198	202	6.66	2.8	0.37	145.3	3360
Bormida	37a	128215	134.95	144.92	9.97	2113	585	3.36	1.6	0.27	145.0	3360
Bormida	37	129216	130.65	143.80	13.15	2103	638	3.00	1.6	0.28	143.9	3360
Bormida	35d	129682	130.55	143.31	12.76	2739	958	2.22	1.2	0.23	143.4	3360
Bormida	35c	130495	130.38	142.26	11.88	1901	510	3.16	1.8	0.29	142.4	3360
Bormida	35b	131210	130.23	140.80	10.57	1386	333	3.11	2.4	0.38	141.1	3364
Bormida	35a_BRIGLIA_M	132087	132.40	138.49	6.09	1265	350	4.12	2.7	0.45	138.9	3367
Bormida	35a	132093	129.22	138.31	9.09	1487	348	5.30	2.3	0.35	138.6	3368
Bormida	35	132418	128.79	137.74	8.95	1552	591	2.77	2.2	0.43	138.0	3373
Bormida	34a	133095	125.57	136.48	10.91	2430	936	2.34	1.4	0.28	136.6	3378
Bormida	34	133829	121.98	135.02	13.04	1251	390	3.57	2.7	0.48	135.4	3386
Bormida	33	134918	120.56	132.54	11.98	1419	404	5.98	2.4	0.41	132.8	3390
Bormida	32	135957	118.98	131.54	12.56	2346	632	2.70	1.4	0.24	131.6	3390
Bormida	31	136297	118.99	131.17	12.18	2160	548	3.68	1.6	0.25	131.3	3390
Bormida	30a	136870	118.31	130.81	12.50	3700	1032	2.18	0.9	0.16	130.9	3390
Bormida	30M	137375	117.72	129.93	12.21	934	147	8.04	3.6	0.46	130.6	3390
Bormida	30_ponteM	137383	117.71	129.91	12.20	923	196	7.03	3.7	0.54	130.6	3390
Bormida	30_ponteV	137392	117.71	129.78	12.07	900	188	7.00	3.8	0.55	130.5	3390
Bormida	29a	137725	116.97	129.60	12.63	2539	632	2.35	1.3	0.21	129.7	3390
Bormida	29	138082	116.21	129.20	12.99	2497	589	2.60	1.4	0.21	129.3	3390
Bormida	27NBIS	139926	116.64	127.36	10.72	3922	1244	1.52	0.9	0.16	127.4	3390
Bormida	27N	143280	113.20	124.41	11.21	4009	1815	1.24	0.8	0.18	124.4	3400
Bormida	27	144880	110.65	122.63	11.98	5189	1984	1.20	0.7	0.13	122.6	3404
Bormida	26N	146001	111.03	121.90	10.87	5479	1822	1.36	0.6	0.12	121.9	3412
Bormida	26	146994	109.85	121.36	11.51	4499	1535	1.78	0.8	0.14	121.4	3420
Bormida	25	148403	107.74	120.21	12.47	2068	567	3.12	1.7	0.28	120.3	3426
Bormida	24a_BRIGLIA_M	148658	112.45	119.95	7.50	2159	637	3.77	1.6	0.28	120.1	3427
Bormida	24a_BRIGLIA_V	148664	109.95	119.83	9.88	2313	637	4.92	1.5	0.25	119.9	3427
Bormida	24_ponteM	148682	107.11	119.55	12.44	1156	136	8.32	3.0	0.33	120.0	3427
Bormida	24_ponteV	148692	107.11	119.53	12.42	1200	149	7.84	2.9	0.32	119.9	3427
Bormida	24	148704	107.11	119.70	12.59	1725	376	5.24	2.0	0.30	119.9	3430
Bormida	23	149338	107.09	119.22	12.13	3574	1387	1.62	1.0	0.19	119.3	3436
Bormida	22a	150639	105.68	117.95	12.27	3725	1373	1.69	0.9	0.18	118.0	3445
Bormida	22	151785	104.43	117.26	12.83	6441	1663	1.81	0.5	0.09	117.3	3455
Bormida	21	153368	102.90	116.39	13.49	2891	876	2.38	1.2	0.21	116.5	3465
Bormida	20	154649	102.34	115.45	13.11	3581	915	2.77	1.0	0.16	115.5	3476
Bormida	19	156277	102.56	113.89	11.33	1504	256	4.32	2.3	0.31	114.2	3482
Bormida	19_ponte_M	156330	102.11	113.59	11.48	1077	140	7.42	3.2	0.37	114.1	3482
Bormida	19_ponteV	156340	102.11	113.48	11.37	1061	139	7.34	3.3	0.38	114.0	3491
Bormida	18	158894	98.61	110.43	11.82	4373	1672	1.31	0.8	0.16	110.5	3500
Bormida	17	160402	96.02	109.00	12.98	3126	942	2.12	1.1	0.20	109.1	3500
Bormida	16	162595	95.61	106.92	11.31	3133	1026	2.32	1.1	0.20	107.0	3500



Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
Bormida	15	164869	90.22	105.27	15.05	4201	1187	2.52	0.9	0.15	105.3	3580
Bormida	14	167674	91.38	103.96	12.58	4680	1606	1.86	0.8	0.14	104.0	3580
Bormida	13	168649	90.95	103.37	12.42	2983	1066	3.28	1.2	0.23	103.4	3580
Bormida	13_ponteM	168664	89.11	103.02	13.91	1068	127	7.61	3.4	0.37	103.6	3580
Bormida	13_ponteV	168674	89.11	102.92	13.81	1055	126	7.55	3.4	0.38	103.5	3580
Bormida	12	169318	88.79	102.32	13.53	2561	1133	2.32	1.4	0.30	102.4	3580
Bormida	11b	170147	87.87	101.47	13.60	3882	1560	1.85	0.9	0.19	101.5	3580
Bormida	11a_ponteM	170623	87.33	100.89	13.56	2880	1147	1.67	1.2	0.25	101.0	3580
Bormida	11a_ponteV	170651	87.33	100.84	13.51	2824	1147	1.67	1.3	0.26	100.9	3580
Bormida	10a	170922	85.79	100.64	14.85	5403	1348	3.29	0.7	0.11	100.7	3580
Bormida	10	172423	84.69	100.27	15.58	6389	1619	1.75	0.6	0.09	100.3	3580
Bormida	10M	173071	86.65	99.82	13.17	2686	646	2.74	1.3	0.21	99.9	3584
Bormida	10M_ponteM	173088	86.65	99.55	12.90	1242	193	6.58	2.9	0.36	100.0	3602
Bormida	10M_ponteV	173096	86.65	99.46	12.81	1227	192	6.53	2.9	0.37	99.9	3609
Bormida	09a	173413	86.84	99.03	12.19	1289	269	5.96	2.8	0.41	99.4	3580
Bormida	09a_ponteM	173434	86.84	98.88	12.04	1100	156	7.91	3.3	0.39	99.4	3580
Bormida	09a_ponteV	173444	86.84	98.62	11.78	1060	155	7.74	3.4	0.41	99.2	3580
Bormida	09M	173455	86.84	98.84	12.00	1507	374	4.77	2.4	0.38	99.1	3580
Bormida	8	175849	82.55	96.80	14.25	4941	1895	3.29	0.9	0.18	96.8	4413
Bormida	07a	177251	84.32	95.53	11.21	1645	294	6.22	2.7	0.36	95.9	4413
Bormida	07_ponteM	177334	84.32	95.45	11.13	1653	207	8.27	2.7	0.30	95.8	4413
Bormida	07_ponteV	177352	84.32	95.32	11.00	1626	207	8.16	2.7	0.31	95.7	4413
Bormida	6	178399	80.69	94.86	14.17	5120	1305	2.90	0.9	0.14	94.9	4413
Bormida	05b	179218	79.76	94.29	14.53	3057	680	3.26	1.4	0.22	94.4	4413
Bormida	05a	179857	79.76	93.83	14.07	2898	466	5.34	1.5	0.20	93.9	4413
Bormida	05a_ponteM	179960	79.84	93.55	13.71	1673	185	7.30	2.6	0.28	93.9	4413
Bormida	05a_ponteV	179976	79.84	93.33	13.49	1632	185	7.18	2.7	0.29	93.7	4413
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_M	180048	82.64	93.27	10.63	1665	282	7.31	2.7	0.35	93.6	4413
Bormida	05MBIS_BRIGLIA_V	180054	82.64	93.22	10.58	1652	280	7.30	2.7	0.35	93.6	4413
Bormida	05MBIS	180057	79.63	93.31	13.68	1937	281	9.18	2.3	0.28	93.6	4413
Bormida	4	180762	78.01	92.80	14.79	2726	756	3.09	1.6	0.27	92.9	4413
Bormida	03a	181415	77.94	92.26	14.32	4243	1208	2.53	1.0	0.18	92.3	4413
Bormida	3	182077	77.86	91.59	13.73	2618	669	3.31	1.7	0.27	91.7	4413
Bormida	02_ponteM	183231	77.55	90.65	13.10	3662	993	3.88	1.2	0.20	90.7	4413
Bormida	02_ponteV	183256	77.55	90.59	13.04	3606	993	3.85	1.2	0.21	90.7	4413
Bormida	1	184139	77.17	90.27	13.10	5238	1169	3.29	0.8	0.13	90.3	4413

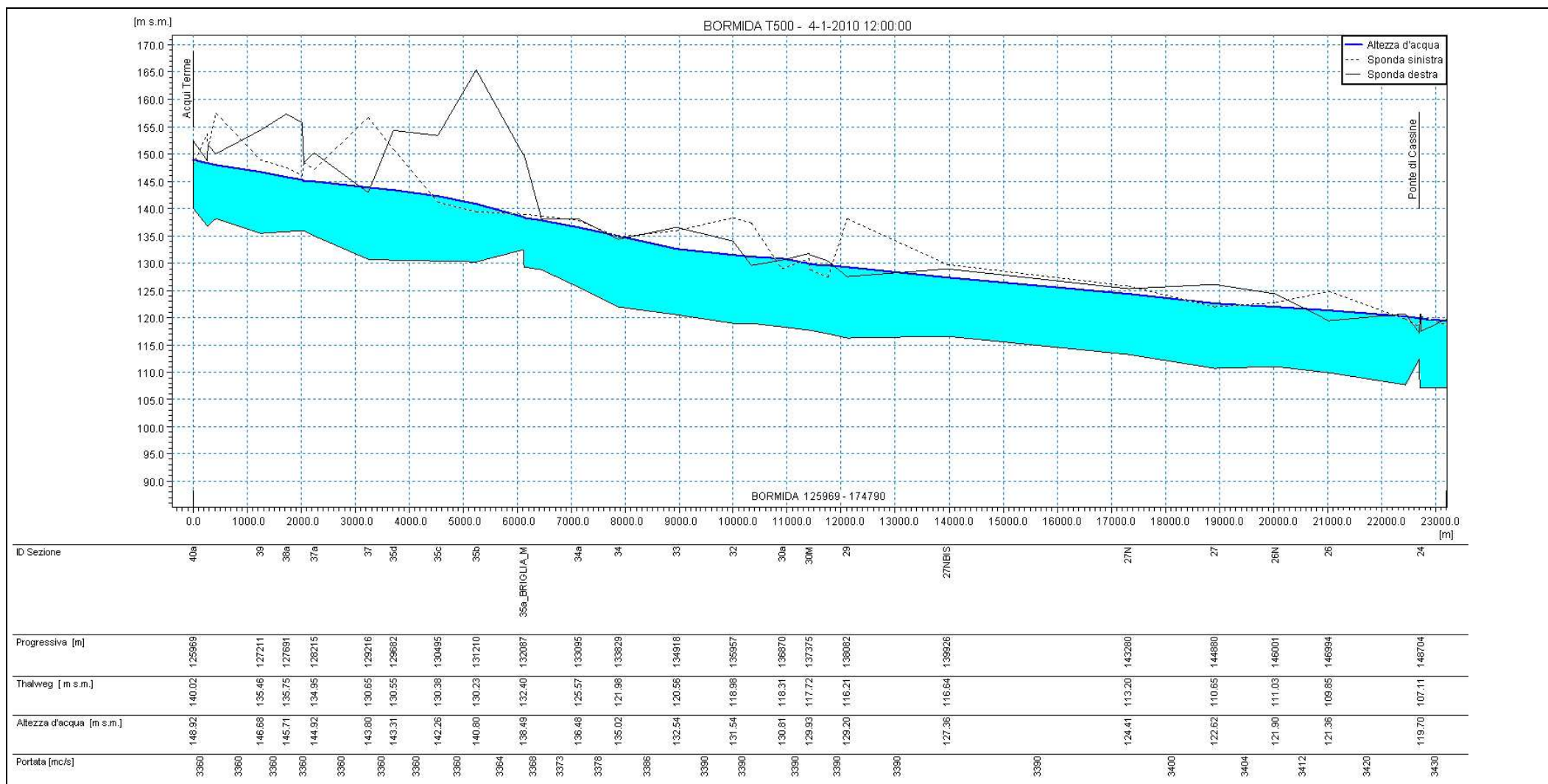


Figura 8. F. Bormida – moto permanente – TR500: profilo longitudinale - tratto di monte

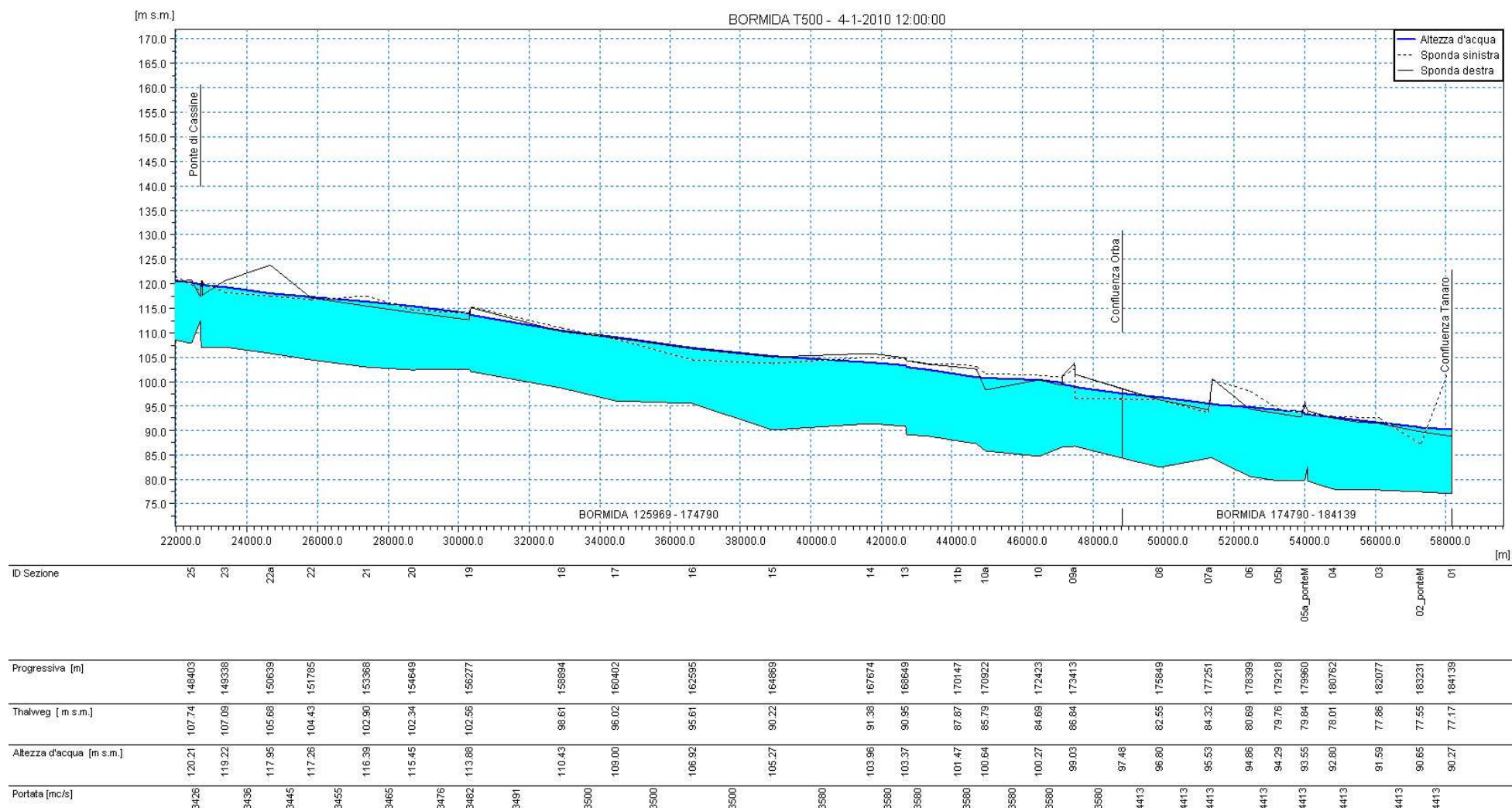


Figura 9. F. Bormida – moto permanente – TR500: profilo longitudinale - tratto di valle



3.3.2 Analisi in moto vario

L'analisi idraulica in condizioni di moto monodimensionale non stazionario ha permesso di definire le caratteristiche di deflusso per la piena di riferimento (tempo di ritorno 200 anni) utilizzata per la delimitazione delle Fascia B e per la definizione degli interventi idraulici di difesa.

Sono presentati in forma tabellare e grafica i risultati delle simulazioni in moto vario per le portate Q200 (evento di idrogrammi di piena 12030) e Q 500 (evento 3113).

F. Bormida - moto vario – TR200 anni, evento 12030

F. Bormida - moto vario – TR200 anni, evento 12030

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m2)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m3/s)
Bormida	40a	125969	140.02	148.52	8.50	1864	582	3.82	2.4	1.16	148.65	2980
Bormida	40M	126234	136.82	147.99	11.17	1138	192	5.33	2.6	0.40	148.34	2977
Bormida	40_ponteM	126241	136.81	148.00	11.19	1174	170	6.36	2.5	0.34	148.33	2977
Bormida	40_ponteV	126251	136.81	147.70	10.89	1122	170	6.13	2.7	0.36	148.06	2977
Bormida	39a	126398	138.10	147.51	9.41	1255	182	3.57	2.4	0.42	147.80	2977
Bormida	39	127211	135.46	146.20	10.74	1392	294	5.22	2.1	0.35	146.43	2973
Bormida	38a	127691	135.75	145.25	9.50	1118	250	4.02	3.0	0.58	145.61	2970
Bormida	38	127987	135.93	144.80	8.87	1450	406	4.31	2.2	0.67	145.02	2967
Bormida	38_ponteM	128014	135.91	144.66	8.75	1144	198	6.50	2.6	0.49	145.00	2967
Bormida	38_ponteV	128020	135.91	144.52	8.61	1117	191	6.41	2.7	0.89	144.88	2967
Bormida	37a	128215	134.95	144.49	9.54	1868	569	3.81	1.9	1.64	144.62	2965
Bormida	37	129216	130.65	143.38	12.73	1835	638	5.33	2.1	0.40	143.51	2956
Bormida	35d	129682	130.55	142.88	12.33	2339	916	5.78	2.2	0.45	142.97	2957
Bormida	35c	130495	130.38	141.84	11.46	1685	505	4.44	1.9	0.38	142.00	2958
Bormida	35b	131210	130.23	140.41	10.18	1257	333	3.64	2.4	0.49	140.69	2962
Bormida	35a_briglia_m	132087	132.40	138.17	5.77	1156	341	3.98	2.6	0.45	138.51	2966
Bormida	35a	132093	129.22	137.94	8.72	1370	313	5.16	2.2	0.38	138.18	2967
Bormida	35	132418	128.79	137.36	8.57	1335	529	4.33	3.2	0.70	137.61	2970
Bormida	34a	133095	125.57	136.14	10.57	2109	911	3.88	2.3	0.60	136.24	2969
Bormida	34	133829	121.98	134.67	12.69	1116	389	5.08	3.6	0.63	135.03	2968
Bormida	33	134918	120.56	132.06	11.50	1237	344	6.34	2.5	0.41	132.35	2968
Bormida	32	135957	118.98	131.09	12.11	2074	588	3.67	2.0	0.45	131.19	2968
Bormida	31	136297	118.99	130.74	11.75	1923	547	5.89	1.8	0.36	130.86	2967
Bormida	30a	136870	118.31	130.34	12.03	3216	1026	4.88	1.7	0.38	130.38	2963
Bormida	30M	137375	117.72	129.49	11.77	869	144	7.83	3.4	0.44	130.08	2960
Bormida	30_ponteM	137383	117.71	129.44	11.73	838	164	6.91	3.5	0.50	130.07	2960
Bormida	30_ponteV	137392	117.71	129.34	11.63	824	158	6.86	3.6	0.50	130.00	2960
Bormida	29a	137725	116.97	129.16	12.19	2263	628	4.32	2.0	0.45	129.25	2958
Bormida	29	138082	116.21	128.77	12.56	2245	589	5.26	1.6	0.35	128.86	2955
Bormida	27NBIS	139926	116.64	126.96	10.32	3426	1205	4.43	1.9	0.42	127.00	2919
Bormida	27N	143280	113.20	124.03	10.83	3330	1790	4.13	1.9	0.51	124.07	2865
Bormida	27	144880	110.65	122.18	11.53	4340	1822	4.08	1.7	0.39	122.20	2833
Bormida	26N	146001	111.03	121.41	10.38	4575	1817	4.74	2.1	0.59	121.43	2820
Bormida	26	146994	109.85	120.82	10.97	3679	1493	4.70	1.3	0.34	120.85	2815
Bormida	25	148403	107.74	119.69	11.95	1777	564	5.27	1.6	0.40	119.82	2820
Bormida	24a_briglia_m	148658	112.45	119.42	6.97	1825	637	3.27	2.2	0.56	119.54	2820
Bormida	24a_briglia_v	148664	109.95	119.28	9.33	1962	637	5.12	2.2	0.46	119.38	2820
Bormida	24_ponteM	148682	107.11	119.07	11.96	1091	136	7.84	2.6	0.31	119.41	2820
Bormida	24_ponteV	148692	107.11	119.05	11.94	1129	149	7.37	2.5	0.32	119.37	2820



F. Bormida - moto vario – TR200 anni, evento 12030

Fiume	ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m2)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m3/s)
Bormida	24	148704	107.11	119.17	12.06	1528	371	5.27	1.9	0.32	119.34	2822
Bormida	23	149338	107.09	118.69	11.60	2838	1380	6.23	2.5	0.61	118.74	2817
Bormida	22a	150639	105.68	117.34	11.66	2881	1364	4.92	2.3	0.64	117.39	2788
Bormida	22	151785	104.43	116.55	12.12	5258	1652	5.00	1.9	0.50	116.56	2753
Bormida	21	153368	102.90	115.69	12.79	2297	800	3.95	1.6	0.33	115.76	2739
Bormida	20	154649	102.34	114.62	12.28	2819	912	3.44	1.4	0.32	114.67	2737
Bormida	19	156277	102.56	113.03	10.47	1286	253	4.11	2.1	0.42	113.26	2742
Bormida	19_ponte_M	156330	102.11	112.81	10.70	969	137	6.83	2.8	0.34	113.22	2743
Bormida	19_ponteV	156340	102.11	112.71	10.60	956	136	6.75	2.9	0.35	113.13	2747
Bormida	18	158894	98.61	109.86	11.25	3428	1654	4.58	2.3	0.54	109.89	2715
Bormida	17	160402	96.02	108.37	12.35	2537	864	3.30	1.6	0.34	108.42	2693
Bormida	16	162595	95.61	106.28	10.67	2478	1019	5.91	2.2	0.50	106.34	2671
Bormida	15	164869	90.22	104.48	14.26	3261	1185	6.70	1.7	0.41	104.52	2691
Bormida	14	167674	91.38	103.01	11.63	3193	1444	4.91	2.0	0.41	103.05	2646
Bormida	13	168649	90.95	102.36	11.41	1927	1013	8.47	2.0	0.92	102.46	2660
Bormida	13_ponteM	168664	89.11	102.12	13.01	955	123	7.04	2.8	0.32	102.51	2660
Bormida	13_ponteV	168674	89.11	102.03	12.92	944	123	6.98	2.8	0.32	102.43	2660
Bormida	12	169318	88.79	101.43	12.64	1678	848	6.94	2.9	0.68	101.56	2643
Bormida	11b	170147	87.87	100.57	12.70	2647	1217	6.10	2.3	0.57	100.62	2636
Bormida	11a_ponteM	170623	87.33	99.80	12.47	1646	1067	4.85	3.3	0.77	99.93	2630
Bormida	11a_ponteV	170651	87.33	99.72	12.39	1566	1042	4.82	3.4	0.79	99.87	2629
Bormida	10a	170922	85.79	99.44	13.65	3794	1342	4.96	0.8	0.16	99.47	2627
Bormida	10	172423	84.69	98.96	14.27	4272	1608	4.80	2.0	0.53	98.98	2616
Bormida	10M	173071	86.65	98.38	11.73	1762	638	5.58	2.9	0.64	98.49	2608
Bormida	10M_ponteM	173088	86.65	98.19	11.54	979	192	5.79	2.7	0.45	98.52	2609
Bormida	10M_ponteV	173096	86.65	98.09	11.44	964	192	5.75	2.7	0.46	98.47	2609
Bormida	09a	173413	86.84	97.60	10.76	918	230	6.62	2.9	0.46	98.02	2624
Bormida	09a_ponteM	173434	86.84	97.56	10.72	897	152	7.07	2.9	0.39	97.99	2624
Bormida	09a_ponteV	173444	86.84	97.35	10.51	866	151	6.95	3.0	0.41	97.82	2624
Bormida	09M	173455	86.84	97.43	10.59	991	351	6.39	2.9	0.55	97.79	2624
Bormida	8	175849	82.55	95.45	12.90	2822	932	4.71	1.3	0.25	95.51	2997
Bormida	07a	177251	84.32	93.96	9.64	1182	291	4.91	2.7	0.50	94.28	2992
Bormida	07_ponteM	177334	84.32	93.92	9.60	1336	207	6.98	2.2	0.32	94.17	2991
Bormida	07_ponteV	177352	84.32	93.85	9.53	1322	207	6.93	2.3	0.40	94.11	2991
Bormida	6	178399	80.69	93.39	12.70	3219	1260	6.68	1.6	0.38	93.43	2987
Bormida	05b	179218	79.76	92.80	13.04	2052	672	6.46	2.5	0.53	92.91	2992
Bormida	05a	179857	79.76	92.40	12.64	2247	450	6.01	1.4	0.25	92.49	2995
Bormida	05a_ponteM	179960	79.84	92.22	12.38	1427	185	6.58	2.1	0.24	92.44	2997
Bormida	05a_ponteV	179976	79.84	92.13	12.29	1410	185	6.54	2.1	0.25	92.36	2998
Bormida	05mbis_brigliam	180048	82.64	92.05	9.41	1338	257	7.15	2.3	0.32	92.30	3003
Bormida	05mbis_brigliav	180054	82.64	91.99	9.35	1320	254	7.14	4.4	3.31	92.25	3003
Bormida	05MBIS	180057	79.63	92.06	12.43	1600	258	9.11	1.9	0.24	92.24	3003
Bormida	4	180762	78.01	91.58	13.57	1805	748	6.60	2.7	0.57	91.72	2998
Bormida	03a	181415	77.94	91.11	13.17	2853	1197	7.15	2.3	0.49	91.16	3004
Bormida	3	182077	77.86	90.61	12.75	1963	664	6.15	2.8	0.55	90.70	3012
Bormida	02_ponteM	183231	77.55	90.06	12.51	3079	993	5.79	3.3	0.60	90.10	3038
Bormida	02_ponteV	183256	77.55	90.03	12.48	3044	993	5.79	3.3	0.66	90.06	3039
Bormida	1	184139	77.17	89.89	12.72	4794	1168	4.60	1.9	0.31	89.90	3090

Il confronto nelle diverse sezioni tra l'idrogramma idrologico e quello risultante dalla simulazione idraulica mette in evidenza un effetto di laminazione in alveo apprezzabile a partire dalla sezione di Cassine che si incrementa progressivamente verso valle.

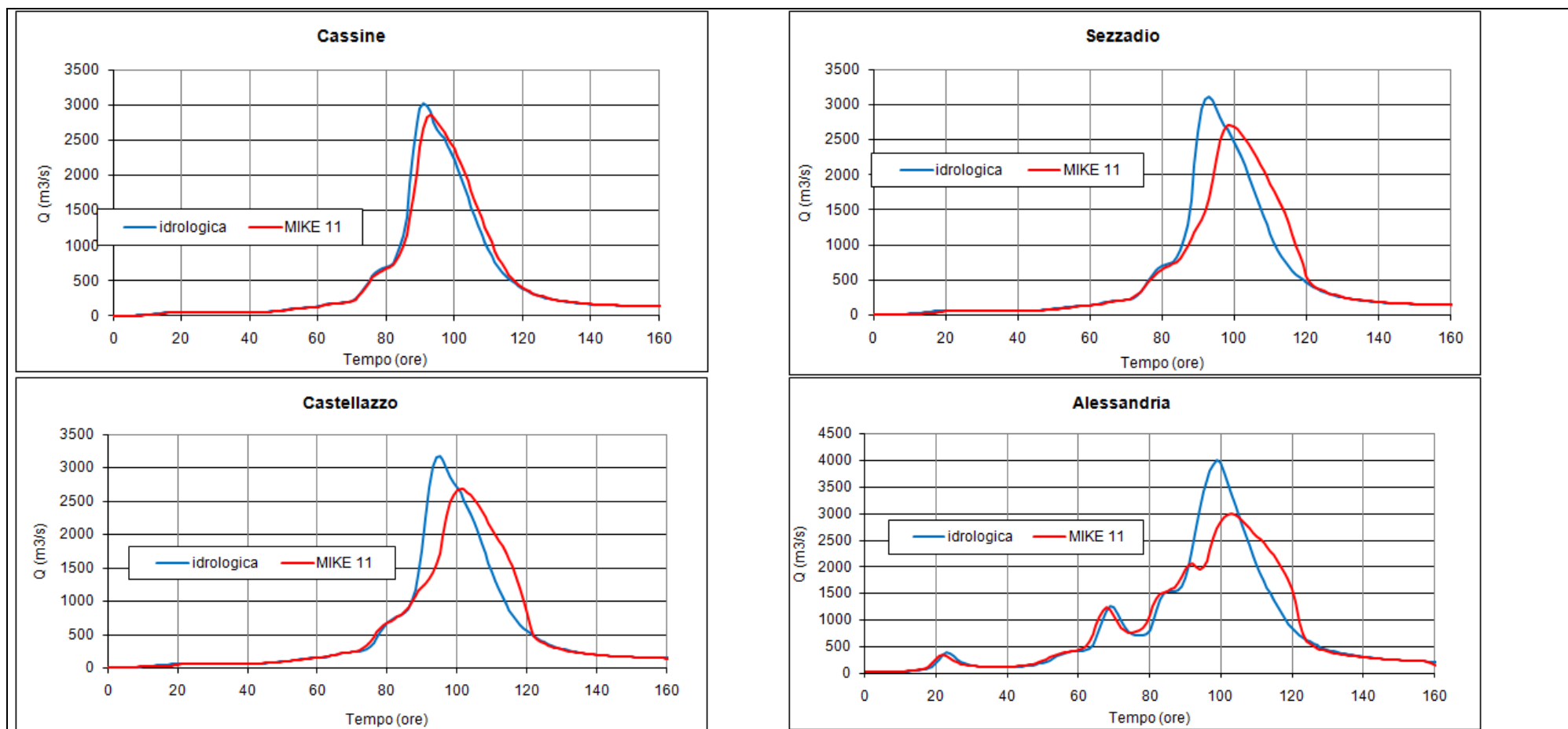
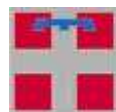
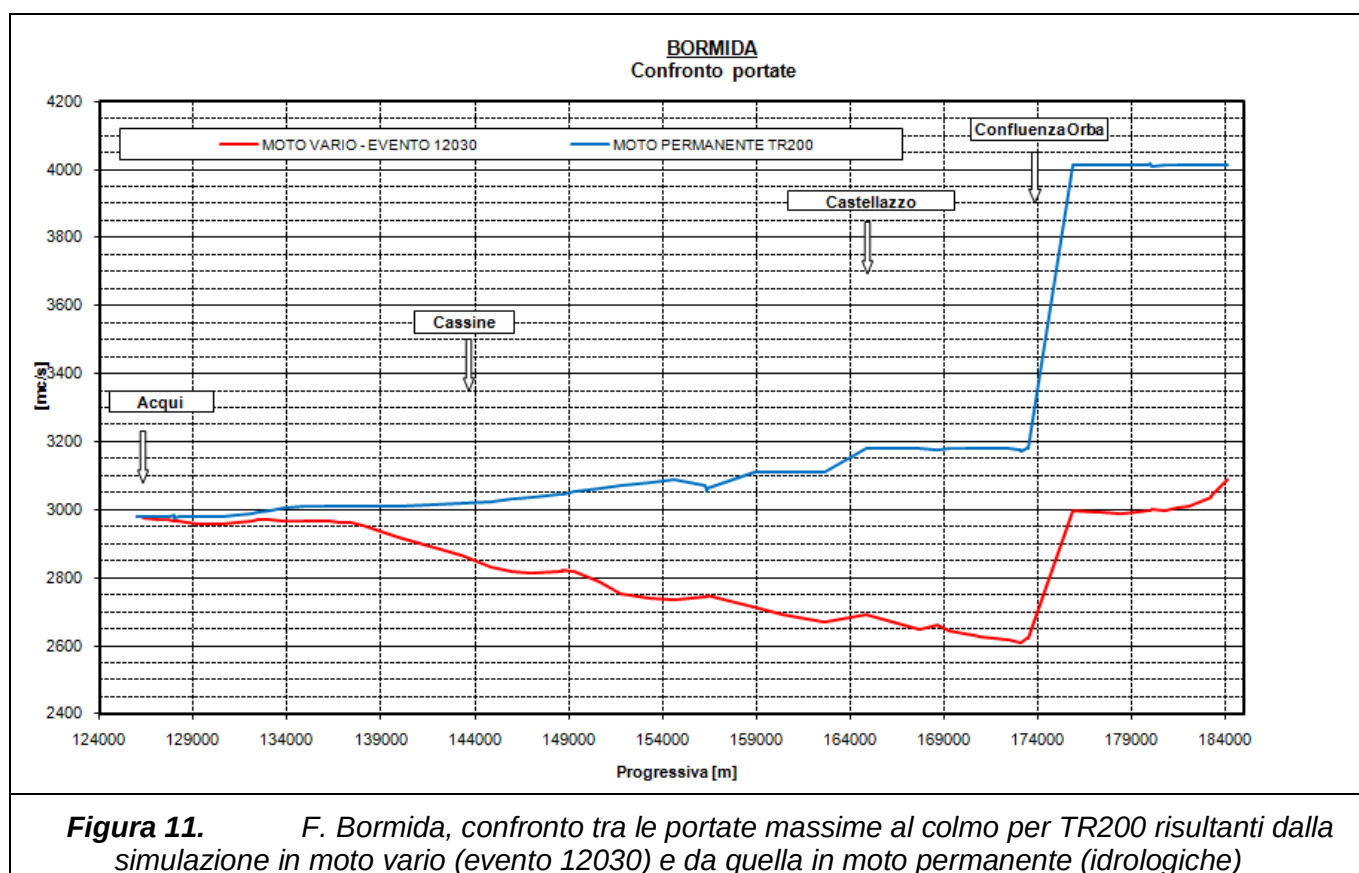


Figura 10. Piena TR 200 200: confronto tra portate idrologiche e risultanti dalla simulazione idraulica in corrispondenza di sezioni significative



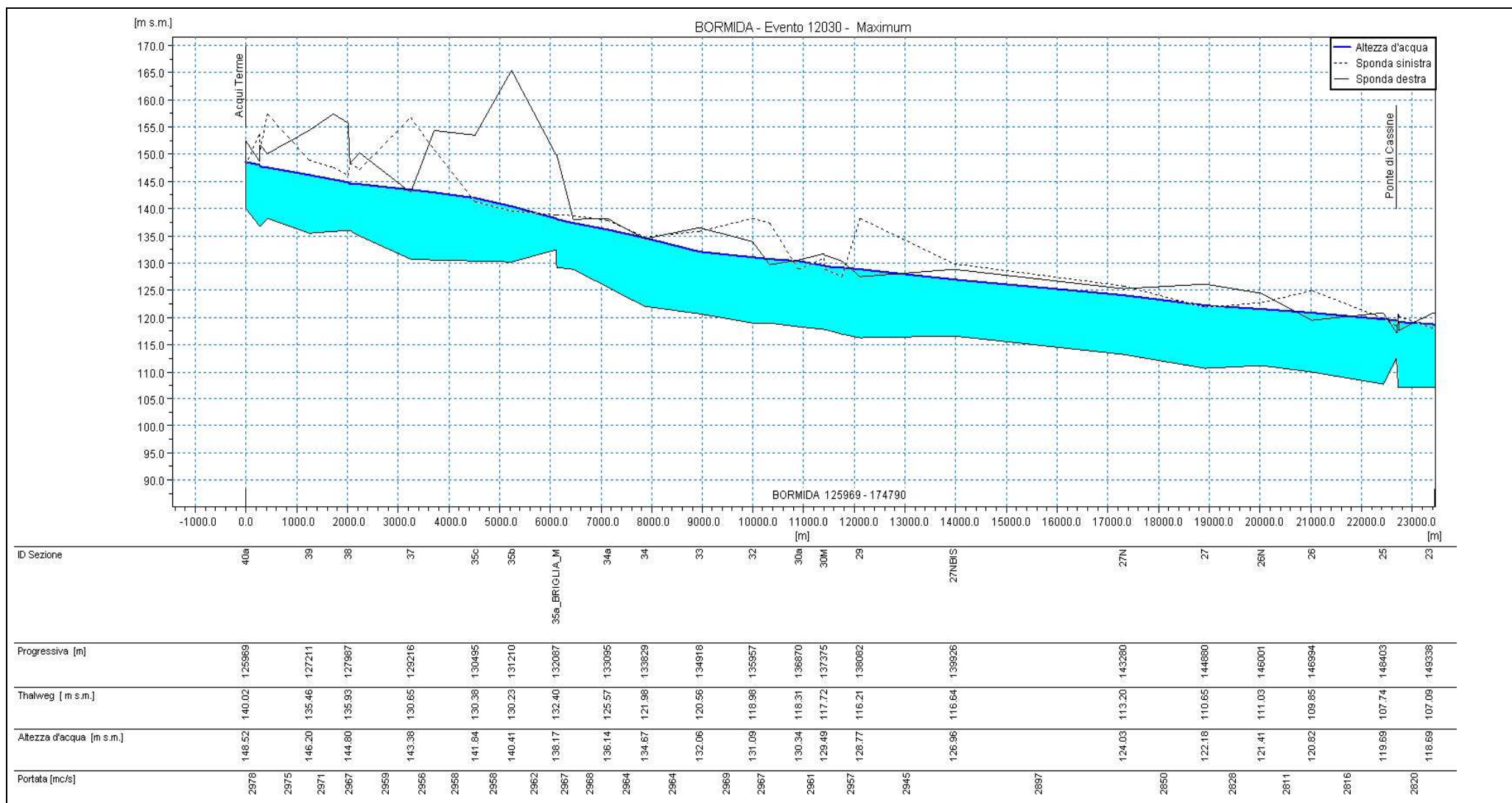
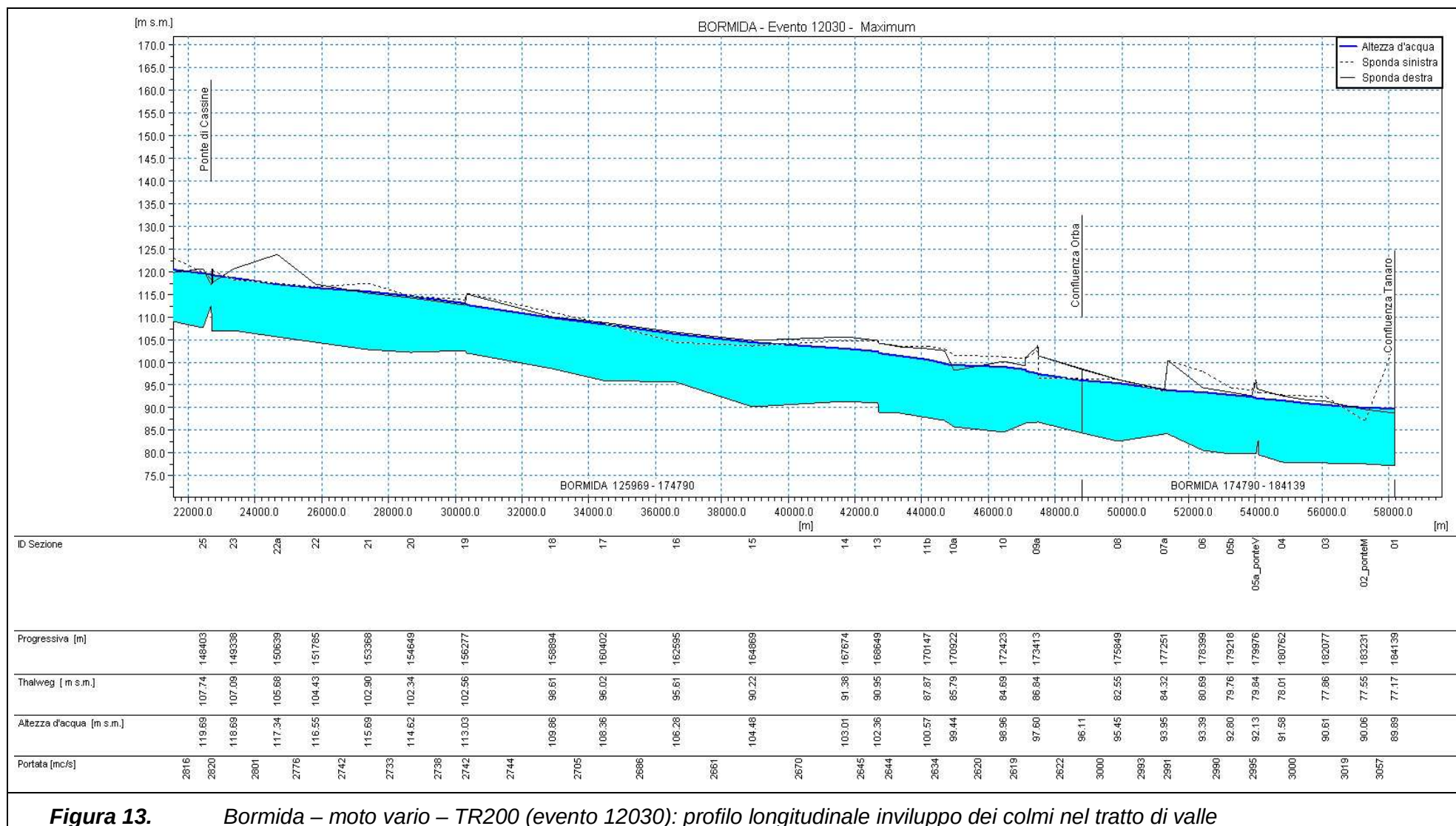


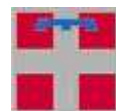
Figura 12. Bormida – moto vario – TR200 (evento 12030): profilo longitudinale inviluppo dei colmi nel tratto di monte





3.3.2.1 F. Bormida - moto vario – TR500 anni, evento 3113

ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
40a	125969	140.02	149.04	9.02	2175	600	3.82	2.4	0.94	149.16	3355
40M	126234	136.82	148.5	11.68	1236	197	5.5	2.7	0.41	148.88	3353
40_ponteM	126241	136.81	148.5	11.69	1259	170	6.73	2.7	0.34	148.86	3353
40_ponteV	126251	136.81	148.17	11.36	1202	170	6.48	2.8	0.37	148.57	3352
39a	126398	138.1	147.98	9.88	1340	183	3.75	2.5	0.42	148.29	3347
39	127211	135.46	146.63	11.17	1521	295	5.22	2.2	0.36	146.88	3336
38a	127691	135.75	145.67	9.92	1224	255	4.04	3	0.6	146.05	3330
38	127987	135.93	145.22	9.29	1621	422	4.3	2.3	0.67	145.44	3326
38_ponteM	128014	135.91	145.05	9.14	1222	202	6.74	2.7	0.48	145.42	3326
38_ponteV	128020	135.91	144.89	8.98	1190	202	6.64	2.8	0.92	145.28	3325
37a	128215	134.95	144.88	9.93	2090	584	3.81	1.8	1.2	145.01	3323
37	129216	130.65	143.76	13.11	2077	638	5.34	2.1	0.4	143.89	3323
35d	129682	130.55	143.27	12.72	2700	954	5.82	2.2	0.46	143.35	3322
35c	130495	130.38	142.22	11.84	1879	510	4.45	1.9	0.38	142.38	3321
35b	131210	130.23	140.76	10.53	1372	333	3.67	2.4	0.49	141.05	3321
35a_BRIGLIA_M	132087	132.4	138.45	6.05	1253	350	4.1	2.7	0.45	138.81	3322
35a	132093	129.22	138.26	9.04	1470	347	5.29	2.3	0.38	138.52	3322
35	132418	128.79	137.69	8.9	1521	584	4.33	3.2	0.69	137.93	3320
34a	133095	125.57	136.43	10.86	2383	934	3.87	2.3	0.55	136.53	3314
34	133829	121.98	134.96	12.98	1228	390	5.09	3.6	0.63	135.33	3311
33	134918	120.56	132.43	11.87	1373	394	6.34	2.5	0.42	132.72	3293
32	135957	118.98	131.42	12.44	2275	622	3.66	2	0.45	131.53	3296
31	136297	118.99	131.06	12.07	2099	548	5.89	1.9	0.38	131.18	3296
30a	136870	118.31	130.68	12.37	3564	1032	4.88	1.8	0.38	130.72	3294
30M	137375	117.72	129.79	12.07	913	146	7.97	3.6	0.46	130.46	3294
30_ponteM	137383	117.71	129.75	12.04	895	186	7	3.7	0.54	130.45	3294
30_ponteV	137392	117.71	129.64	11.93	874	178	6.97	3.8	0.54	130.36	3293
29a	137725	116.97	129.45	12.48	2441	630	4.32	2	0.45	129.54	3290
29	138082	116.21	129.03	12.82	2396	589	5.29	1.6	0.36	129.12	3275
27NBIS	139926	116.64	127.16	10.52	3671	1228	4.43	1.9	0.42	127.2	3181
27N	143280	113.2	124.17	10.97	3580	1800	4.13	1.9	0.51	124.21	3091
27	144880	110.65	122.32	11.67	4595	1857	4.08	1.7	0.39	122.34	3028
26N	146001	111.03	121.54	10.51	4819	1818	4.74	2.2	0.58	121.56	3015
26	146994	109.85	120.94	11.09	3863	1514	4.69	1.3	0.33	120.97	3001
25	148403	107.74	119.77	12.03	1819	565	5.27	1.6	0.39	119.91	2998
24a_BRIGLIA_M	148658	112.45	119.47	7.02	1858	637	3.3	2.2	0.56	119.61	2998
24a_BRIGLIA_V	148664	109.95	119.41	9.46	2047	637	5.1	5.2	1.08	119.52	2998
24_ponteM	148682	107.11	119.18	12.07	1106	136	7.95	2.7	0.31	119.55	2998
24_ponteV	148692	107.11	119.16	12.05	1145	149	7.48	2.6	0.32	119.51	2998
24	148704	107.11	119.29	12.18	1574	372	5.27	1.9	0.32	119.48	2994
23	149338	107.09	118.79	11.7	2978	1383	6.24	2.5	0.59	118.84	2971



ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
22a	150639	105.68	117.43	11.75	3008	1366	4.92	2.3	0.62	117.48	2916
22	151785	104.43	116.65	12.22	5427	1656	5.01	1.9	0.51	116.67	2843
21	153368	102.9	115.79	12.89	2376	825	3.94	1.6	0.34	115.86	2827
20	154649	102.34	114.72	12.38	2909	915	3.44	1.4	0.31	114.77	2822
19	156277	102.56	113.13	10.57	1313	254	4.13	2.1	0.42	113.37	2806
19_ponte_M	156330	102.11	112.91	10.8	982	137	6.9	2.9	0.34	113.32	2797
19_ponteV	156340	102.11	112.8	10.69	969	137	6.83	2.9	0.35	113.23	2819
18	158894	98.61	109.89	11.28	3473	1656	4.6	2.4	0.55	109.92	2754
17	160402	96.02	108.39	12.37	2557	877	3.3	1.6	0.34	108.45	2723
16	162595	95.61	106.29	10.68	2484	1019	5.92	2.2	0.51	106.35	2682
15	164869	90.22	104.47	14.25	3249	1185	6.84	1.7	0.42	104.51	2675
14	167674	91.38	103	11.62	3170	1439	4.92	2	0.41	103.03	2636
13	168649	90.95	102.34	11.39	1906	1011	8.47	1.9	0.92	102.44	2633
13_ponteM	168664	89.11	102.1	12.99	952	123	7.03	2.8	0.32	102.49	2634
13_ponteV	168674	89.11	102.01	12.9	942	122	6.97	2.8	0.32	102.41	2635
12	169318	88.79	101.4	12.61	1655	842	6.94	3	0.69	101.53	2630
11b	170147	87.87	100.53	12.66	2602	1211	6.12	2.3	0.57	100.58	2620
11a_ponteM	170623	87.33	99.75	12.42	1589	1049	4.84	3.2	0.77	99.88	2614
11a_ponteV	170651	87.33	99.66	12.33	1506	1023	4.83	3.4	0.8	99.82	2610
10a	170922	85.79	99.38	13.59	3714	1341	4.96	0.8	0.16	99.41	2598
10	172423	84.69	98.89	14.2	4152	1607	4.81	2.2	0.54	98.91	2580
10M	173071	86.65	98.29	11.64	1704	636	5.58	2.7	0.64	98.41	2578
10M_ponteM	173088	86.65	98.07	11.42	959	192	5.74	2.7	0.44	98.44	2578
10M_ponteV	173096	86.65	98.01	11.36	949	192	5.71	2.7	0.45	98.39	2578
09a	173413	86.84	97.51	10.67	894	223	6.62	2.9	0.46	97.93	2577
09a_ponteM	173434	86.84	97.47	10.63	883	151	7.02	2.9	0.39	97.9	2577
09a_ponteV	173444	86.84	97.26	10.42	853	151	6.9	3	0.41	97.73	2577
09M	173455	86.84	97.33	10.49	957	345	6.4	2.9	0.54	97.7	2577
8	175849	82.55	95.3	12.75	2679	930	4.71	1.3	0.25	95.36	2889
07a	177251	84.32	93.79	9.47	1135	288	4.91	2.6	0.49	94.12	2883
07_ponteM	177334	84.32	93.76	9.44	1304	207	6.86	2.2	0.31	94.01	2881
07_ponteV	177352	84.32	93.7	9.38	1290	207	6.8	2.2	0.39	93.95	2881
6	178399	80.69	93.23	12.54	3015	1253	6.68	1.7	0.37	93.27	2881
05b	179218	79.76	92.62	12.86	1931	671	6.46	2.6	0.53	92.74	2879
05a	179857	79.76	92.21	12.45	2163	448	6.04	1.4	0.25	92.3	2881
05a_ponteM	179960	79.84	92.04	12.2	1393	184	6.49	2.1	0.24	92.26	2881
05a_ponteV	179976	79.84	91.95	12.11	1377	184	6.44	2.1	0.25	92.17	2880
05MBIS_BRIGLI A_M	180048	82.64	91.87	9.23	1291	247	7.13	2.2	0.31	92.13	2880
05MBIS_BRIGLI A_V	180054	82.64	91.81	9.17	1276	240	7.12	4.4	3.31	92.06	2895
05MBIS	180057	79.63	91.88	12.25	1556	242	9.11	1.9	0.23	92.06	2893
4	180762	78.01	91.36	13.35	1640	747	6.62	2.6	0.58	91.51	2882
03a	181415	77.94	90.99	13.05	2715	1194	7.12	2.3	0.48	91.02	2885
3	182077	77.86	90.69	12.83	2021	665	6.14	2.5	0.54	90.75	2892
02_ponteM	183231	77.55	90.37	12.82	3387	993	5.79	3.4	0.67	90.39	2901
02_ponteV	183256	77.55	90.36	12.81	3371	993	5.79	3.3	0.65	90.38	2923



ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
1	184139	77.17	90.27	13.1	5238	1169	4.61	1.6	0.31	90.28	2944

Figura 14. Piena con tempo di ritorno di 500 anni sul F Bormida in sezioni significative : portate idrologiche e risultanti dalla simulazione idraulica

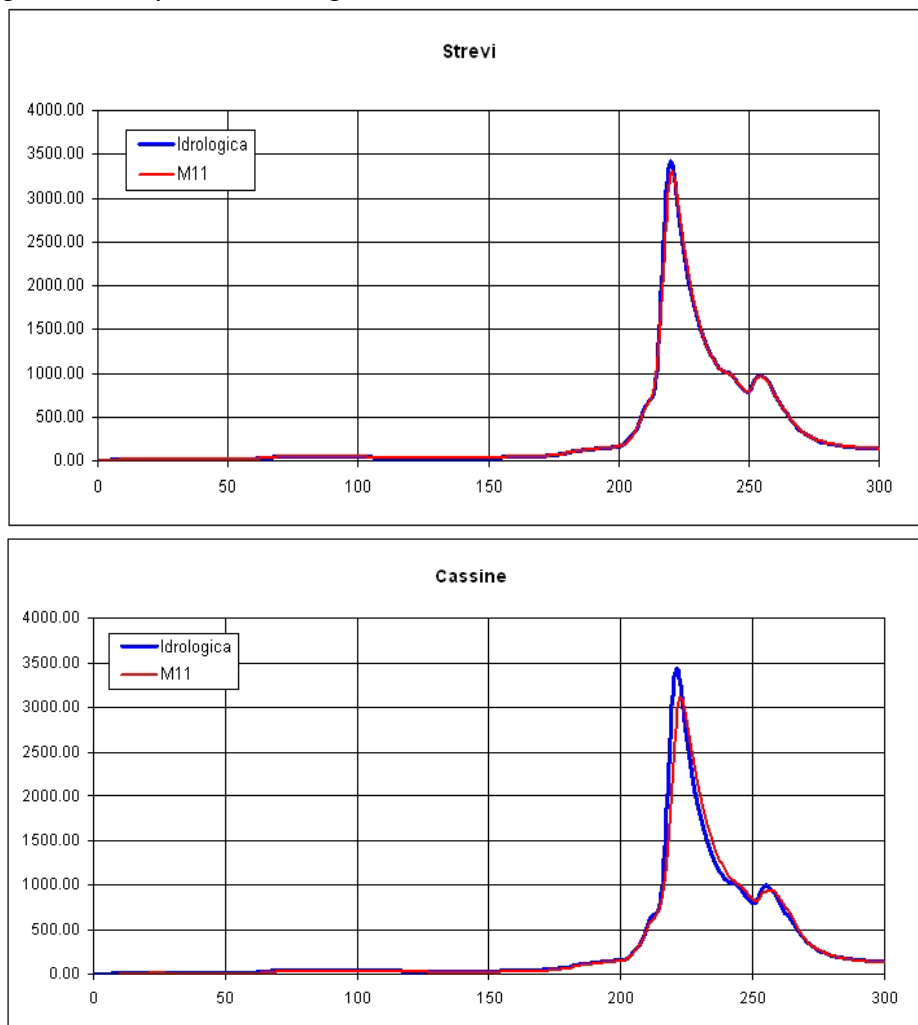
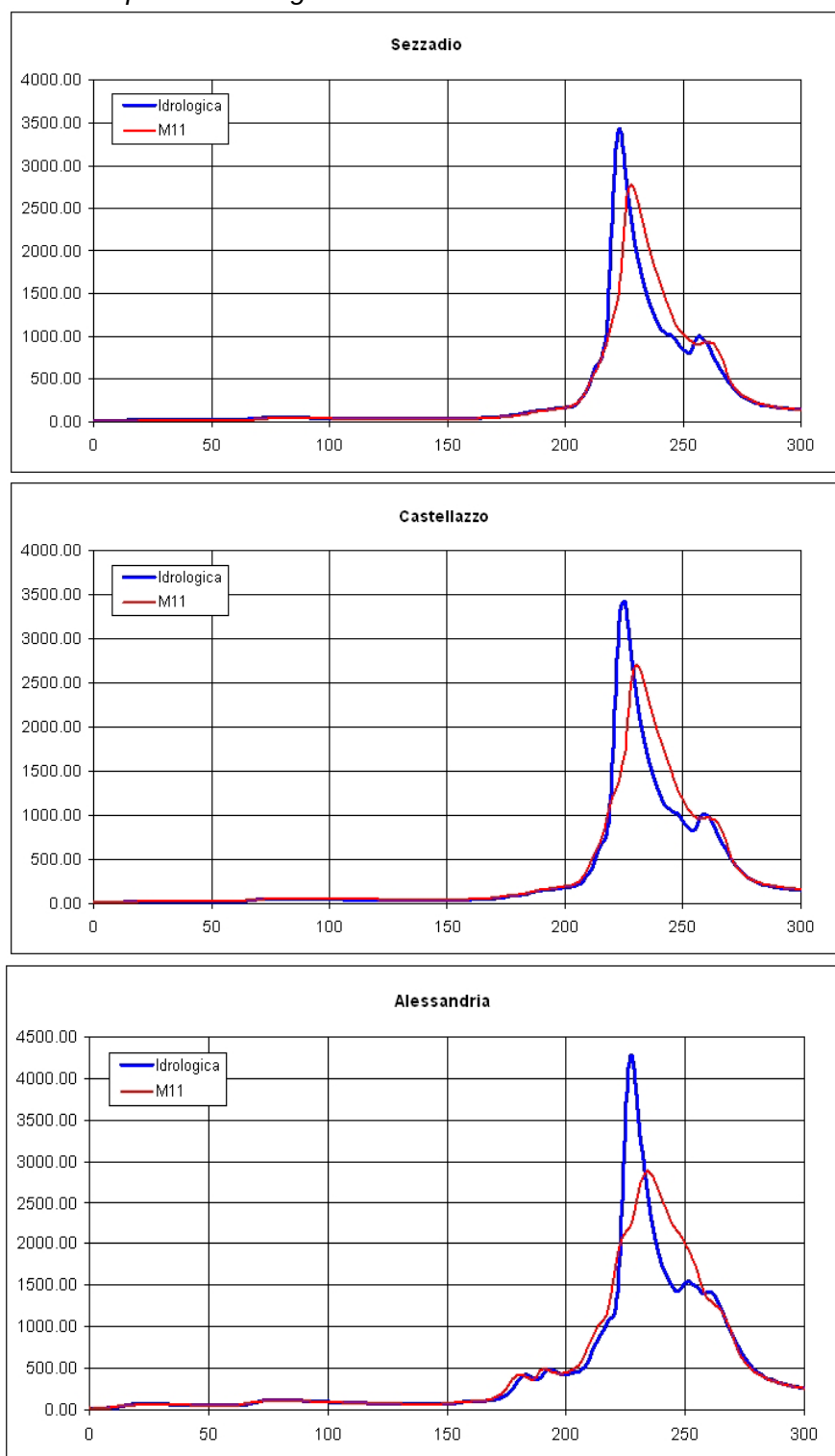


Figura 14. Piena con tempo di ritorno di 500 anni sul F Bormida in sezioni significative : portate idrologiche e risultanti dalla simulazione idraulica



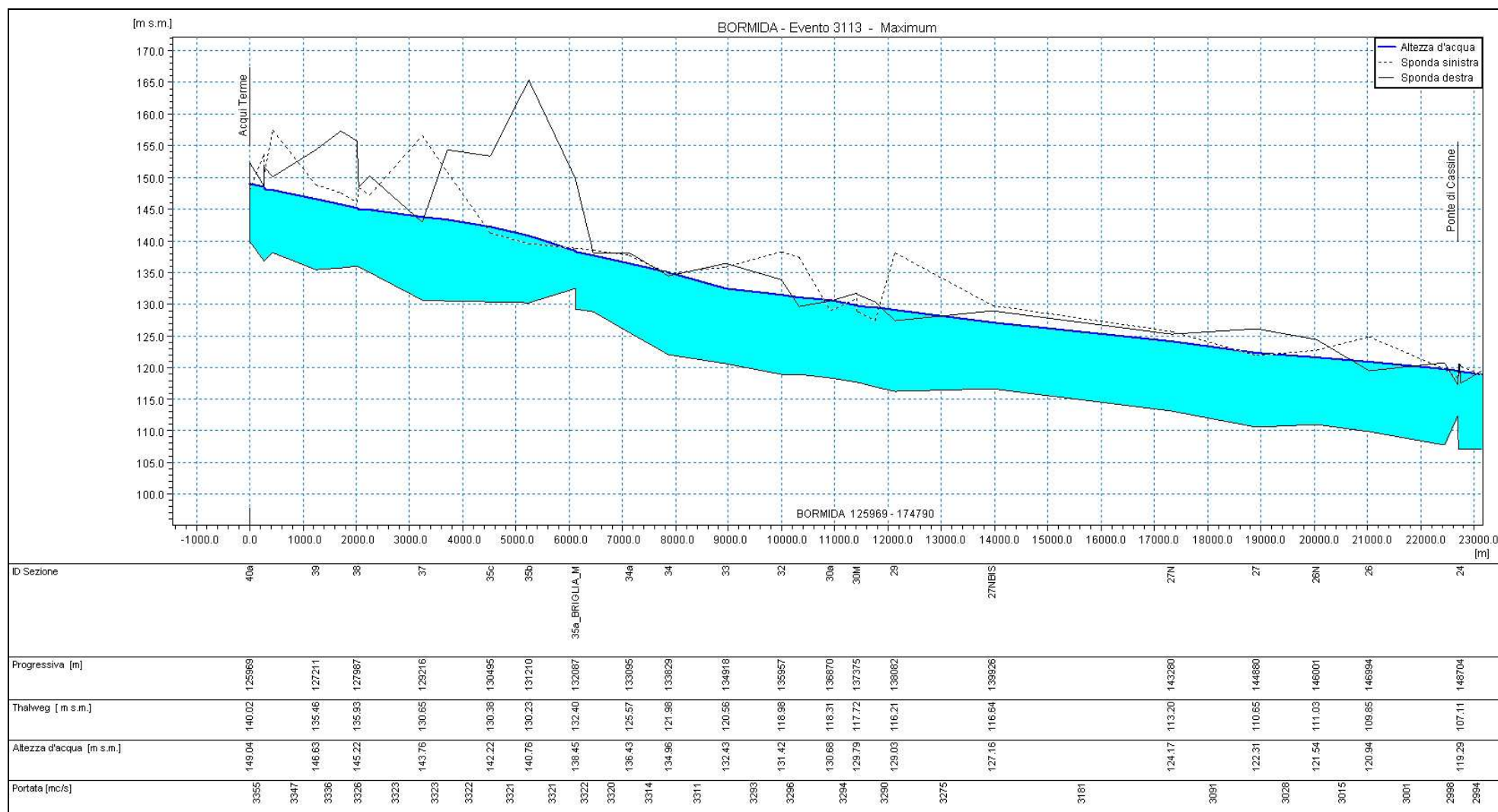


Figura 15. Bormida – moto vario – TR500 (evento 3113): profilo longitudinale involuppo dei colmi nel tratto di monte

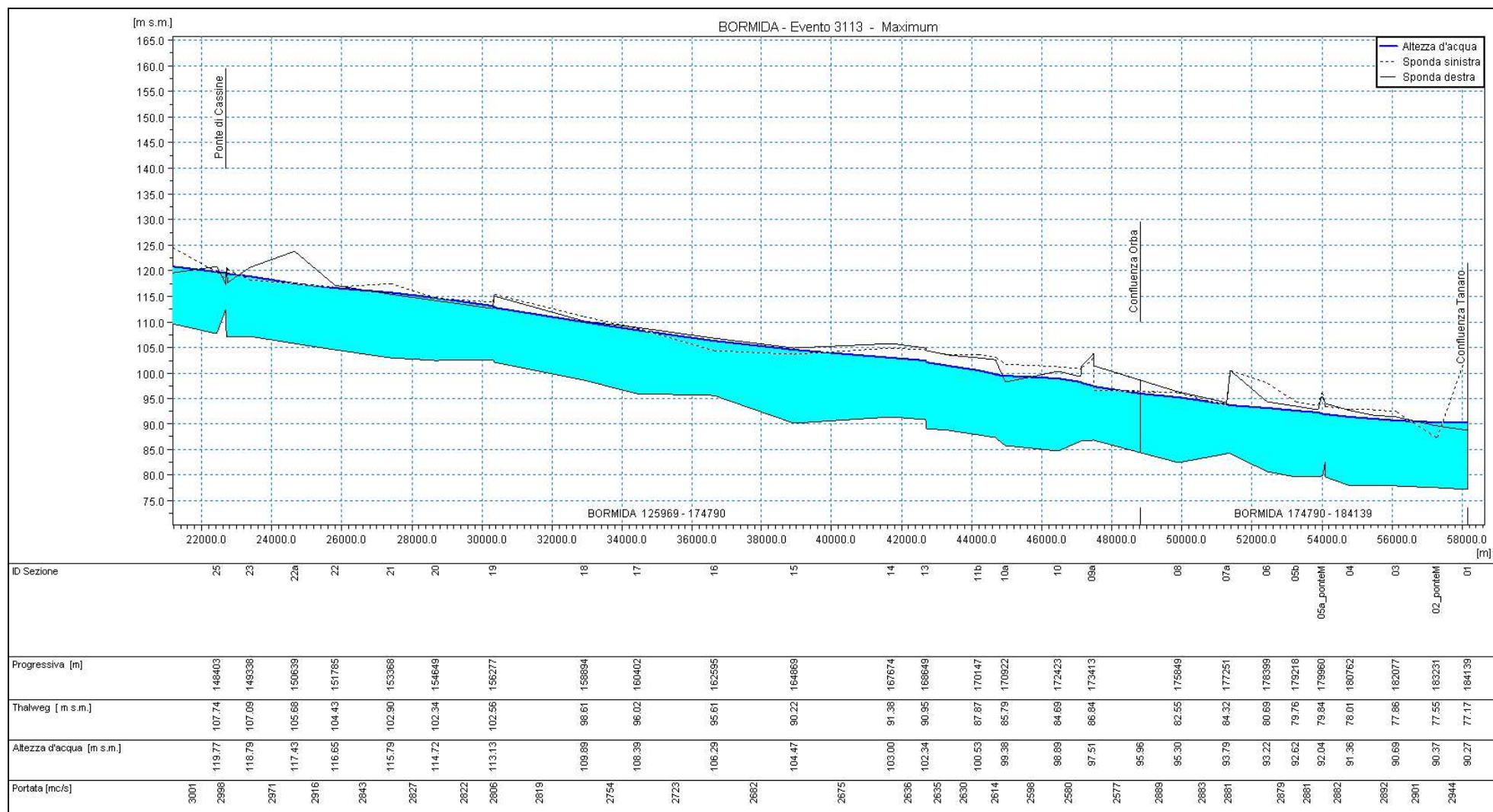


Figura 16. Bormida – moto vario – TR500 (evento 3113): profilo longitudinale involuppo dei colmi nel tratto di valle

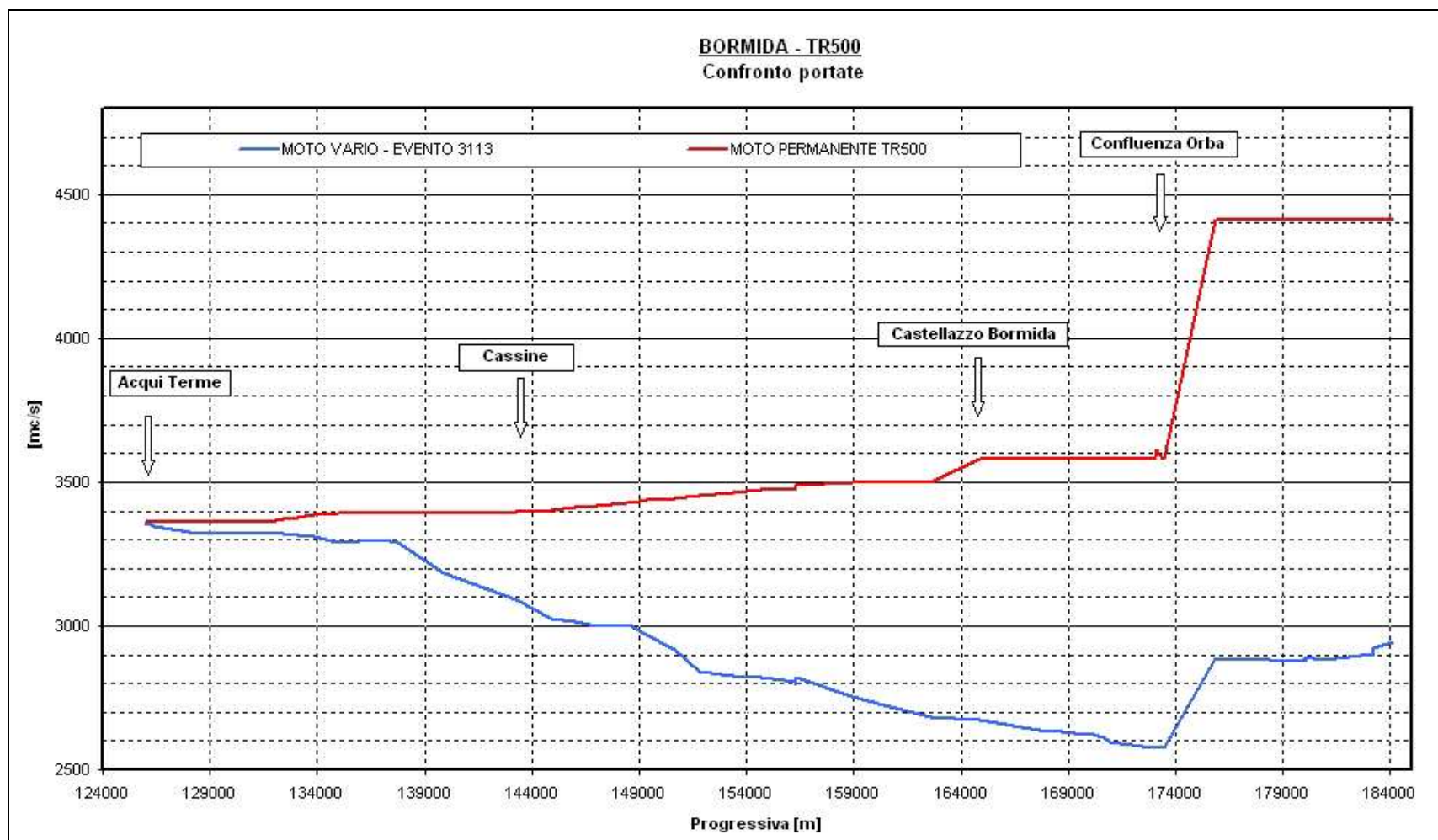


Figura 17. Fiume Bormida: confronto tra le portate al colmo TR500 risultanti dalla simulazione in moto vario (evento 3113) e da quella in moto permanente (portate idrologiche)



3.4 **Analisi idraulica bidimensionale**

Per analizzare meglio la propagazione delle portate di riferimento per TR 200 e 500 è stata condotta un'analisi idraulica in moto vario, mediante modello numerico integrato 1D-2D.

Il modello idrodinamico realizzato utilizza il codice di calcolo MIKE FLOOD^(C), che consente di utilizzare in modo integrato i modelli monodimensionali e bidimensionali, facendo intervenire nell'ambito di uno stesso schema di calcolo l'uno o l'altro codice in funzione delle specifiche esigenze di rappresentazione geometrica e delle relative condizioni di moto.

In particolare, la modellazione monodimensionale condotta con il codice MIKE11^(C) è stata applicata alla sola parte di alveo inciso e realizzata a partire dai dati geometrici e topografici.

Sulle aree esterne all'alveo inciso mediante il codice di calcolo MIKE21^(C), è stato messo a punto un modello bidimensionale con lo scopo di rappresentare con maggior dettaglio le esondazioni e le aree di inondazione, restituendo i risultati in termini di altezze d'acqua e di velocità su ogni cella della griglia di calcolo.

Per i criteri e i parametri di verifica e calibrazione del modello idrodinamico si rimanda alle sezioni descrittive relative alle analisi idrauliche dello Studio di Fattibilità.

3.5 **Verifica dell'assetto di progetto proposto**

Gli strumenti numerici definiti per analizzare il comportamento in piena dei due corsi d'acqua nelle condizioni attuali sono stati utilizzati per orientare le scelte e valutare gli effetti delle proposte di intervento, nella fase di definizione dell'assetto di progetto.

Le analisi hanno interessato l'evento di riferimento (tempo di ritorno 200 anni), sia in moto permanente (monodimensionale) sia vario (mono e bi-dimensionale).

Le principali modifiche rispetto allo stato di fatto hanno riguardato:

- o l'inserimento dei sistemi arginali lungo i limiti B di Progetto vigenti costituiti da nuove opere o dall'adeguamento di quelle esistenti;
- o la rimozione di sistemi arginali non strategici (opere che non saranno interessate da interventi di manutenzione e quindi non conservate in condizioni di efficienza).

In linea generale, il confronto dei risultati delle modellazioni riferite all'assetto di progetto e all'assetto attuale, in termini di livelli idrici e portata al colmo, non evidenziano variazioni significative per la maggior parte delle sezioni.

Per approfondimenti si rimanda allo studio di fattibilità.

3.6 **Portate e livelli di riferimento**

A seguito della presentazione il 14/03/2018 dello Schema di Progetto di Variante, AIPO ha suggerito l'opportunità che i valori di portata di riferimento assunti per i corsi d'acqua piemontesi venissero formalmente validati anche da ARPA Piemonte, onde evitare valutazioni sulle portate difformi da quelle indicate dal PAI in occasione di reali eventi di piena. In risposta a tale richiesta è stato istituito un Gruppo di lavoro che ha stabilito quanto segue per il fiume Bormida:



- o le portate di riferimento per l'idrologia sono quelle indicate nello Studio di fattibilità per la definizione dell'assetto di progetto –interventi di gestione sedimenti, recupero morfologico e sistemazione idraulica – del fiume Bormida e del torrente Orba.
- o Il profilo di piena di riferimento per il fiume Bormida, per TR=200 anni è quello di cui al moto vario monodimensionale relativo all'evento 12030 dello Studio di Fattibilità;
- o il profilo di piena di riferimento per il fiume Bormida, per TR=500 anni è quello di cui al moto vario monodimensionale di cui allo scenario 3113 dello Studio di Fattibilità.

Si ripropongono le tabelle relative alle portate idrologiche e ai livelli di piena.

Tab. 1 Portate al colmo di riferimento nelle sezioni idrologiche del fiume Bormida e del torrente Orba per assegnati tempi di ritorno

Corso d'acqua	Sezione	Superficie	Q2	Q5	Q10	Q20	Q50	Q100	Q200	Q500
		km ²	(m ³ /s)							
Bormida	Acqui Terme	1355	490	1060	1440	1740 ¹	2270	2720	2980	3360
Bormida	Strevi	1457	730 ²	1250	1600	1900	2360	2740	3010	3390
Bormida	Cassine	1513	910	1390	1720	2010	2420	2750	3020	3400
Bormida	Sezzadio	1607	1010	1490	1810	2110	2520	2840	3110	3500
Bormida	Castellazzo B.	1693	1100	1580	1900	2200	2600	2900	3180	3580
Bormida	Alessandria	2566	1240 ³	1790	2160	2520 ⁴	3113	3605	4015	4413
Orba	Albereto	143	510	730	870					
Orba	Belletto	176	540	770	930	–	–	–	–	–
Orba	Confl. Stura di O. (V)	323	650	930	1110	–	–	–	–	–
Orba	Silvano d'Orba	434	700	1010	1210	1410	1670	1860	2050	2300
Orba	Predosa	543	750	1080	1300	1510	1780	1990	2190	2460
Orba	Fresonara	723	810	1170	1410	1640	1940	2170	2380	2680
Orba	Confl. Bormida	798	830	1210	1450	1690	2000	2230	2450	2760

¹ In grassetto dati da Direttiva PAI

² In azzurro dati interpolati in sezioni di infittimento a partire da dati Direttiva PAI

³ In blu dati estrapolati da serie Direttiva PAI in una specifica sezione

⁴ In rosso dati UNIPD

F. Bormida - moto vario – TR200 anni, evento 12030

ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
40a	125969	140.02	148.52	8.50	1864	582	3.82	2.4	1.16	148.65	2980
40M	126234	136.82	147.99	11.17	1138	192	5.33	2.6	0.40	148.34	2977
40_ponteM	126241	136.81	148.00	11.19	1174	170	6.36	2.5	0.34	148.33	2977
40_ponteV	126251	136.81	147.70	10.89	1122	170	6.13	2.7	0.36	148.06	2977
39a	126398	138.10	147.51	9.41	1255	182	3.57	2.4	0.42	147.80	2977



F. Bormida - moto vario – TR200 anni, evento 12030

ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m2)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m3/s)
39	127211	135.46	146.20	10.74	1392	294	5.22	2.1	0.35	146.43	2973
38a	127691	135.75	145.25	9.50	1118	250	4.02	3.0	0.58	145.61	2970
38	127987	135.93	144.80	8.87	1450	406	4.31	2.2	0.67	145.02	2967
38_ponteM	128014	135.91	144.66	8.75	1144	198	6.50	2.6	0.49	145.00	2967
38_ponteV	128020	135.91	144.52	8.61	1117	191	6.41	2.7	0.89	144.88	2967
37a	128215	134.95	144.49	9.54	1868	569	3.81	1.9	1.64	144.62	2965
37	129216	130.65	143.38	12.73	1835	638	5.33	2.1	0.40	143.51	2956
35d	129682	130.55	142.88	12.33	2339	916	5.78	2.2	0.45	142.97	2957
35c	130495	130.38	141.84	11.46	1685	505	4.44	1.9	0.38	142.00	2958
35b	131210	130.23	140.41	10.18	1257	333	3.64	2.4	0.49	140.69	2962
35a_briglia_m	132087	132.40	138.17	5.77	1156	341	3.98	2.6	0.45	138.51	2966
35a	132093	129.22	137.94	8.72	1370	313	5.16	2.2	0.38	138.18	2967
35	132418	128.79	137.36	8.57	1335	529	4.33	3.2	0.70	137.61	2970
34a	133095	125.57	136.14	10.57	2109	911	3.88	2.3	0.60	136.24	2969
34	133829	121.98	134.67	12.69	1116	389	5.08	3.6	0.63	135.03	2968
33	134918	120.56	132.06	11.50	1237	344	6.34	2.5	0.41	132.35	2968
32	135957	118.98	131.09	12.11	2074	588	3.67	2.0	0.45	131.19	2968
31	136297	118.99	130.74	11.75	1923	547	5.89	1.8	0.36	130.86	2967
30a	136870	118.31	130.34	12.03	3216	1026	4.88	1.7	0.38	130.38	2963
30M	137375	117.72	129.49	11.77	869	144	7.83	3.4	0.44	130.08	2960
30_ponteM	137383	117.71	129.44	11.73	838	164	6.91	3.5	0.50	130.07	2960
30_ponteV	137392	117.71	129.34	11.63	824	158	6.86	3.6	0.50	130.00	2960
29a	137725	116.97	129.16	12.19	2263	628	4.32	2.0	0.45	129.25	2958
29	138082	116.21	128.77	12.56	2245	589	5.26	1.6	0.35	128.86	2955
27NBIS	139926	116.64	126.96	10.32	3426	1205	4.43	1.9	0.42	127.00	2919
27N	143280	113.20	124.03	10.83	3330	1790	4.13	1.9	0.51	124.07	2865
27	144880	110.65	122.18	11.53	4340	1822	4.08	1.7	0.39	122.20	2833
26N	146001	111.03	121.41	10.38	4575	1817	4.74	2.1	0.59	121.43	2820
26	146994	109.85	120.82	10.97	3679	1493	4.70	1.3	0.34	120.85	2815
25	148403	107.74	119.69	11.95	1777	564	5.27	1.6	0.40	119.82	2820
24a_briglia_m	148658	112.45	119.42	6.97	1825	637	3.27	2.2	0.56	119.54	2820
24a_briglia_v	148664	109.95	119.28	9.33	1962	637	5.12	2.2	0.46	119.38	2820
24_ponteM	148682	107.11	119.07	11.96	1091	136	7.84	2.6	0.31	119.41	2820
24_ponteV	148692	107.11	119.05	11.94	1129	149	7.37	2.5	0.32	119.37	2820
24	148704	107.11	119.17	12.06	1528	371	5.27	1.9	0.32	119.34	2822
23	149338	107.09	118.69	11.60	2838	1380	6.23	2.5	0.61	118.74	2817
22a	150639	105.68	117.34	11.66	2881	1364	4.92	2.3	0.64	117.39	2788
22	151785	104.43	116.55	12.12	5258	1652	5.00	1.9	0.50	116.56	2753
21	153368	102.90	115.69	12.79	2297	800	3.95	1.6	0.33	115.76	2739
20	154649	102.34	114.62	12.28	2819	912	3.44	1.4	0.32	114.67	2737
19	156277	102.56	113.03	10.47	1286	253	4.11	2.1	0.42	113.26	2742
19_ponte_M	156330	102.11	112.81	10.70	969	137	6.83	2.8	0.34	113.22	2743
19_ponteV	156340	102.11	112.71	10.60	956	136	6.75	2.9	0.35	113.13	2747
18	158894	98.61	109.86	11.25	3428	1654	4.58	2.3	0.54	109.89	2715
17	160402	96.02	108.37	12.35	2537	864	3.30	1.6	0.34	108.42	2693
16	162595	95.61	106.28	10.67	2478	1019	5.91	2.2	0.50	106.34	2671
15	164869	90.22	104.48	14.26	3261	1185	6.70	1.7	0.41	104.52	2691
14	167674	91.38	103.01	11.63	3193	1444	4.91	2.0	0.41	103.05	2646
13	168649	90.95	102.36	11.41	1927	1013	8.47	2.0	0.92	102.46	2660
13_ponteM	168664	89.11	102.12	13.01	955	123	7.04	2.8	0.32	102.51	2660
13_ponteV	168674	89.11	102.03	12.92	944	123	6.98	2.8	0.32	102.43	2660
12	169318	88.79	101.43	12.64	1678	848	6.94	2.9	0.68	101.56	2643
11b	170147	87.87	100.57	12.70	2647	1217	6.10	2.3	0.57	100.62	2636
11a_ponteM	170623	87.33	99.80	12.47	1646	1067	4.85	3.3	0.77	99.93	2630



F. Bormida - moto vario – TR200 anni, evento 12030

ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
11a_ponteV	170651	87.33	99.72	12.39	1566	1042	4.82	3.4	0.79	99.87	2629
10a	170922	85.79	99.44	13.65	3794	1342	4.96	0.8	0.16	99.47	2627
10	172423	84.69	98.96	14.27	4272	1608	4.80	2.0	0.53	98.98	2616
10M	173071	86.65	98.38	11.73	1762	638	5.58	2.9	0.64	98.49	2608
10M_ponteM	173088	86.65	98.19	11.54	979	192	5.79	2.7	0.45	98.52	2609
10M_ponteV	173096	86.65	98.09	11.44	964	192	5.75	2.7	0.46	98.47	2609
09a	173413	86.84	97.60	10.76	918	230	6.62	2.9	0.46	98.02	2624
09a_ponteM	173434	86.84	97.56	10.72	897	152	7.07	2.9	0.39	97.99	2624
09a_ponteV	173444	86.84	97.35	10.51	866	151	6.95	3.0	0.41	97.82	2624
09M	173455	86.84	97.43	10.59	991	351	6.39	2.9	0.55	97.79	2624
8	175849	82.55	95.45	12.90	2822	932	4.71	1.3	0.25	95.51	2997
07a	177251	84.32	93.96	9.64	1182	291	4.91	2.7	0.50	94.28	2992
07_ponteM	177334	84.32	93.92	9.60	1336	207	6.98	2.2	0.32	94.17	2991
07_ponteV	177352	84.32	93.85	9.53	1322	207	6.93	2.3	0.40	94.11	2991
6	178399	80.69	93.39	12.70	3219	1260	6.68	1.6	0.38	93.43	2987
05b	179218	79.76	92.80	13.04	2052	672	6.46	2.5	0.53	92.91	2992
05a	179857	79.76	92.40	12.64	2247	450	6.01	1.4	0.25	92.49	2995
05a_ponteM	179960	79.84	92.22	12.38	1427	185	6.58	2.1	0.24	92.44	2997
05a_ponteV	179976	79.84	92.13	12.29	1410	185	6.54	2.1	0.25	92.36	2998
05mbis_brigliam	180048	82.64	92.05	9.41	1338	257	7.15	2.3	0.32	92.30	3003
05mbis_brigliav	180054	82.64	91.99	9.35	1320	254	7.14	4.4	3.31	92.25	3003
05MBIS	180057	79.63	92.06	12.43	1600	258	9.11	1.9	0.24	92.24	3003
4	180762	78.01	91.58	13.57	1805	748	6.60	2.7	0.57	91.72	2998
03a	181415	77.94	91.11	13.17	2853	1197	7.15	2.3	0.49	91.16	3004
3	182077	77.86	90.61	12.75	1963	664	6.15	2.8	0.55	90.70	3012
02_ponteM	183231	77.55	90.06	12.51	3079	993	5.79	3.3	0.60	90.10	3038
02_ponteV	183256	77.55	90.03	12.48	3044	993	5.79	3.3	0.66	90.06	3039
1	184139	77.17	89.89	12.72	4794	1168	4.60	1.9	0.31	89.90	3090

F. Bormida - moto vario – TR500 anni, evento 3113

ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
40a	125969	140.02	149.04	9.02	2175	600	3.82	2.4	0.94	149.16	3355
40M	126234	136.82	148.5	11.68	1236	197	5.5	2.7	0.41	148.88	3353
40_ponteM	126241	136.81	148.5	11.69	1259	170	6.73	2.7	0.34	148.86	3353
40_ponteV	126251	136.81	148.17	11.36	1202	170	6.48	2.8	0.37	148.57	3352
39a	126398	138.1	147.98	9.88	1340	183	3.75	2.5	0.42	148.29	3347
39	127211	135.46	146.63	11.17	1521	295	5.22	2.2	0.36	146.88	3336
38a	127691	135.75	145.67	9.92	1224	255	4.04	3	0.6	146.05	3330
38	127987	135.93	145.22	9.29	1621	422	4.3	2.3	0.67	145.44	3326
38_ponteM	128014	135.91	145.05	9.14	1222	202	6.74	2.7	0.48	145.42	3326
38_ponteV	128020	135.91	144.89	8.98	1190	202	6.64	2.8	0.92	145.28	3325
37a	128215	134.95	144.88	9.93	2090	584	3.81	1.8	1.2	145.01	3323
37	129216	130.65	143.76	13.11	2077	638	5.34	2.1	0.4	143.89	3323



F. Bormida - moto vario – TR500 anni, evento 3113

ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
35d	129682	130.55	143.27	12.72	2700	954	5.82	2.2	0.46	143.35	3322
35c	130495	130.38	142.22	11.84	1879	510	4.45	1.9	0.38	142.38	3321
35b	131210	130.23	140.76	10.53	1372	333	3.67	2.4	0.49	141.05	3321
35a_BRIGLIA_M	132087	132.4	138.45	6.05	1253	350	4.1	2.7	0.45	138.81	3322
35a	132093	129.22	138.26	9.04	1470	347	5.29	2.3	0.38	138.52	3322
35	132418	128.79	137.69	8.9	1521	584	4.33	3.2	0.69	137.93	3320
34a	133095	125.57	136.43	10.86	2383	934	3.87	2.3	0.55	136.53	3314
34	133829	121.98	134.96	12.98	1228	390	5.09	3.6	0.63	135.33	3311
33	134918	120.56	132.43	11.87	1373	394	6.34	2.5	0.42	132.72	3293
32	135957	118.98	131.42	12.44	2275	622	3.66	2	0.45	131.53	3296
31	136297	118.99	131.06	12.07	2099	548	5.89	1.9	0.38	131.18	3296
30a	136870	118.31	130.68	12.37	3564	1032	4.88	1.8	0.38	130.72	3294
30M	137375	117.72	129.79	12.07	913	146	7.97	3.6	0.46	130.46	3294
30_ponteM	137383	117.71	129.75	12.04	895	186	7	3.7	0.54	130.45	3294
30_ponteV	137392	117.71	129.64	11.93	874	178	6.97	3.8	0.54	130.36	3293
29a	137725	116.97	129.45	12.48	2441	630	4.32	2	0.45	129.54	3290
29	138082	116.21	129.03	12.82	2396	589	5.29	1.6	0.36	129.12	3275
27NBIS	139926	116.64	127.16	10.52	3671	1228	4.43	1.9	0.42	127.2	3181
27N	143280	113.2	124.17	10.97	3580	1800	4.13	1.9	0.51	124.21	3091
27	144880	110.65	122.32	11.67	4595	1857	4.08	1.7	0.39	122.34	3028
26N	146001	111.03	121.54	10.51	4819	1818	4.74	2.2	0.58	121.56	3015
26	146994	109.85	120.94	11.09	3863	1514	4.69	1.3	0.33	120.97	3001
25	148403	107.74	119.77	12.03	1819	565	5.27	1.6	0.39	119.91	2998
24a_BRIGLIA_M	148658	112.45	119.47	7.02	1858	637	3.3	2.2	0.56	119.61	2998
24a_BRIGLIA_V	148664	109.95	119.41	9.46	2047	637	5.1	5.2	1.08	119.52	2998
24_ponteM	148682	107.11	119.18	12.07	1106	136	7.95	2.7	0.31	119.55	2998
24_ponteV	148692	107.11	119.16	12.05	1145	149	7.48	2.6	0.32	119.51	2998
24	148704	107.11	119.29	12.18	1574	372	5.27	1.9	0.32	119.48	2994
23	149338	107.09	118.79	11.7	2978	1383	6.24	2.5	0.59	118.84	2971
22a	150639	105.68	117.43	11.75	3008	1366	4.92	2.3	0.62	117.48	2916
22	151785	104.43	116.65	12.22	5427	1656	5.01	1.9	0.51	116.67	2843
21	153368	102.9	115.79	12.89	2376	825	3.94	1.6	0.34	115.86	2827
20	154649	102.34	114.72	12.38	2909	915	3.44	1.4	0.31	114.77	2822
19	156277	102.56	113.13	10.57	1313	254	4.13	2.1	0.42	113.37	2806
19_ponte_M	156330	102.11	112.91	10.8	982	137	6.9	2.9	0.34	113.32	2797
19_ponteV	156340	102.11	112.8	10.69	969	137	6.83	2.9	0.35	113.23	2819
18	158894	98.61	109.89	11.28	3473	1656	4.6	2.4	0.55	109.92	2754
17	160402	96.02	108.39	12.37	2557	877	3.3	1.6	0.34	108.45	2723
16	162595	95.61	106.29	10.68	2484	1019	5.92	2.2	0.51	106.35	2682
15	164869	90.22	104.47	14.25	3249	1185	6.84	1.7	0.42	104.51	2675



F. Bormida - moto vario – TR500 anni, evento 3113

ID Sez.	Progr. (m)	Fondo (m s.m.)	P.L. (m s.m.)	h (m)	A (m ²)	b (m)	R (m)	v (m/s)	Fr (-)	H (m s.m.)	Q (m ³ /s)
14	167674	91.38	103	11.62	3170	1439	4.92	2	0.41	103.03	2636
13	168649	90.95	102.34	11.39	1906	1011	8.47	1.9	0.92	102.44	2633
13_ponteM	168664	89.11	102.1	12.99	952	123	7.03	2.8	0.32	102.49	2634
13_ponteV	168674	89.11	102.01	12.9	942	122	6.97	2.8	0.32	102.41	2635
12	169318	88.79	101.4	12.61	1655	842	6.94	3	0.69	101.53	2630
11b	170147	87.87	100.53	12.66	2602	1211	6.12	2.3	0.57	100.58	2620
11a_ponteM	170623	87.33	99.75	12.42	1589	1049	4.84	3.2	0.77	99.88	2614
11a_ponteV	170651	87.33	99.66	12.33	1506	1023	4.83	3.4	0.8	99.82	2610
10a	170922	85.79	99.38	13.59	3714	1341	4.96	0.8	0.16	99.41	2598
10	172423	84.69	98.89	14.2	4152	1607	4.81	2.2	0.54	98.91	2580
10M	173071	86.65	98.29	11.64	1704	636	5.58	2.7	0.64	98.41	2578
10M_ponteM	173088	86.65	98.07	11.42	959	192	5.74	2.7	0.44	98.44	2578
10M_ponteV	173096	86.65	98.01	11.36	949	192	5.71	2.7	0.45	98.39	2578
09a	173413	86.84	97.51	10.67	894	223	6.62	2.9	0.46	97.93	2577
09a_ponteM	173434	86.84	97.47	10.63	883	151	7.02	2.9	0.39	97.9	2577
09a_ponteV	173444	86.84	97.26	10.42	853	151	6.9	3	0.41	97.73	2577
09M	173455	86.84	97.33	10.49	957	345	6.4	2.9	0.54	97.7	2577
8	175849	82.55	95.3	12.75	2679	930	4.71	1.3	0.25	95.36	2889
07a	177251	84.32	93.79	9.47	1135	288	4.91	2.6	0.49	94.12	2883
07_ponteM	177334	84.32	93.76	9.44	1304	207	6.86	2.2	0.31	94.01	2881
07_ponteV	177352	84.32	93.7	9.38	1290	207	6.8	2.2	0.39	93.95	2881
6	178399	80.69	93.23	12.54	3015	1253	6.68	1.7	0.37	93.27	2881
05b	179218	79.76	92.62	12.86	1931	671	6.46	2.6	0.53	92.74	2879
05a	179857	79.76	92.21	12.45	2163	448	6.04	1.4	0.25	92.3	2881
05a_ponteM	179960	79.84	92.04	12.2	1393	184	6.49	2.1	0.24	92.26	2881
05a_ponteV	179976	79.84	91.95	12.11	1377	184	6.44	2.1	0.25	92.17	2880
05MBIS_BRIGLIA_M	180048	82.64	91.87	9.23	1291	247	7.13	2.2	0.31	92.13	2880
05MBIS_BRIGLIA_V	180054	82.64	91.81	9.17	1276	240	7.12	4.4	3.31	92.06	2895
05MBIS	180057	79.63	91.88	12.25	1556	242	9.11	1.9	0.23	92.06	2893
4	180762	78.01	91.36	13.35	1640	747	6.62	2.6	0.58	91.51	2882
03a	181415	77.94	90.99	13.05	2715	1194	7.12	2.3	0.48	91.02	2885
3	182077	77.86	90.69	12.83	2021	665	6.14	2.5	0.54	90.75	2892
02_ponteM	183231	77.55	90.37	12.82	3387	993	5.79	3.4	0.67	90.39	2901
02_ponteV	183256	77.55	90.36	12.81	3371	993	5.79	3.3	0.65	90.38	2923
1	184139	77.17	90.27	13.1	5238	1169	4.61	1.6	0.31	90.28	2944



BILANCIO DEL TRASPORTO SOLIDO⁴

Le stime effettuate sono state condizionate dalle informazioni disponibili; si concentrano pertanto su alcune considerazioni relativamente all'apporto potenziale medio del bacino montano e sulla valutazione della capacità di trasporto solido lungo l'alveo in funzione delle caratteristiche idrauliche del deflusso. Possono comunque essere prese in considerazione le seguenti valutazioni:

- o il contributo solido del bacino montano non è sostanzialmente influenzato dalla presenza di invasi artificiali: le dighe di Valla e Osiglietta sottendono infatti sottobacini di dimensioni molto limitate rispetto a quelle del bacino complessivo;
- o nonostante ciò, le condizioni morfologiche dell'asta nel tratto indagato sembrano mostrare una certa carenza di apporto solido da monte, interpretata sulla base di elementi indiretti quali le condizioni del profilo di fondo, la presenza di fenomeni erosivi di sponda, l'assenza di sovralluvionamenti significativi in occasione delle piene recenti; tale elemento, di notevole importanza, meriterebbe per altro un'attenta azione di monitoraggio;
- o nelle condizioni geometriche attuali dell'alveo attivo, la capacità di portata solida non supera in misura apprezzabile l'apporto da monte; uniche eccezioni riguardano il tratto a valle del ponte di Castellazzo e il tratto terminale, in cui le caratteristiche idrauliche fanno ritenere presente una certa tendenza generalizzata all'erosione;
- o in ragione di tale condizione, i fenomeni di erosione/deposito di materiale nell'alveo attivo sono prevalentemente imputabili a condizioni idrodinamiche locali e non rappresentano una tendenza a scala di asta;
- o a livello di bilancio del trasporto solido in generale, sono sicuramente da escludere condizioni dell'alveo attivo contraddistinte da surplus di materiale solido rispetto all'assetto di progetto; prevalgono le situazioni di possibile equilibrio o di modesto deficit di materiale che possono ancora innescare tendenze erosive.

⁴ Per un approfondimento si rimanda alla sezione 06 dello Studio di fattibilità



5 CRITICITÀ

Si tratta essenzialmente di criticità dovute a fenomeni storici recenti di abbassamento del profilo di fondo alveo e agli effetti indotti sull'idrodinamica complessiva di asta. Tali effetti sono riconducibili sostanzialmente alla dinamica delle piene:

scarso coinvolgimento delle aree golenali;

elevata velocità di deflusso in alveo; intense sollecitazioni erosive da parte della corrente sulle sponde e sulle opere interferenti;

modesta laminazione in alveo nel trasferimento dei colmi di piena verso valle.

Un ulteriore elemento di criticità è costituito, a livello più locale, dalla presenza in alcuni tratti di cave di astrazione di inerti a fossa, in parte attive e in parte esaurite, che costruiscono un vincolo o interferiscono con la divagazione dell'alveo inciso; i punti più significativi sono localizzati nel tratto a monte della traversa di Cassine, all'altezza di Sezzadio e di Castellazzo, oltre che alla confluenza dell'Orba.



6 PROPOSTA DI REVISIONE DELLE FASCE FLUVIALI

6.1 Criteri generali seguiti nella revisione delle fasce fluviali

La revisione dei limiti delle fasce fluviali del fiume Bormida è stata condotta sulla base dei risultati di analisi multidisciplinari derivate principalmente dallo Studio di Fattibilità richiamato in premessa, quali:

- o aggiornamento delle stime idrologiche relative alle portate al colmo e agli idrogrammi di piena con assegnato tempo di ritorno;
- o simulazioni idrauliche in condizioni monodimensionali e bidimensionali riferite ad una geometria recente dell'alveo di piena;
- o indagini geomorfologiche sulle caratteristiche attuali degli alvei, sulle forme fluviali storiche, le relative condizioni di stabilità morfologica, le tendenze evolutive ipotizzabili, l'influenza delle opere di difesa;
- o effetti degli eventi alluvionali principali di cui si conoscono i limiti delle inondazioni, in particolare dell'ottobre 1977, del novembre 1994 e del novembre 2016 e analisi degli effetti e dei danni di eventi alluvionali passati per i quali sono disponibili solamente informazioni testuali sugli effetti e sui danni indotti.

Sono stati adottati i criteri di delimitazione delle fasce definiti dal PAI (Allegato 3 al Titolo II delle Norme di Attuazione, "*Metodo di delimitazione delle fasce fluviali*"), ai quali si rimanda⁵.

La logica generale, anche tenendo conto di quanto richiesto dalle Direttive europee⁶, è quella di favorire l'evoluzione a medio termine del corso d'acqua verso conformazioni che favoriscano l'espansione delle piene e la riduzione dei fenomeni di canalizzazione.

Di seguito si elencano le assunzioni generali alla base delle proposte di variazione delle Fasce Fluviali vigenti. Ove possibile, e in particolare per quelli delle Fasce B e C, i limiti sono stati posti lungo elementi morfologici e topografici evidenti

6.2 Assunzioni generali per la delimitazione della Fascia A

Secondo quanto definito dalle NdA del PAI, la Fascia A è la porzione sede prevalente per la piena di riferimento del deflusso della corrente (80% dei volumi. All'esterno di tale fascia la velocità della corrente deve essere minore o uguale a 0.4 m/s (criterio prevalente nei corsi d'acqua mono o pluricursali).

La piena di riferimento prevista dal PAI è definita dal tempo di ritorno di 200 anni.

La Fascia A proposta per il fiume Bormida è stata definita essenzialmente da modellazione idraulica ed include le aree interessate dalla portata di riferimento in cui la velocità dei deflussi per piene con TR 200 anni è maggiore di 0,4 m/s;

Per quanto riguarda l'analisi di coerenza con il PGRA si rimanda allo specifico capitolo.

6.3 Assunzioni generali per la delimitazione della Fascia B

⁵ <https://pai.adbpo.it/index.php/documentazione-pai/>

⁶ Direttiva 60/2000 CE – Direttiva Acque, Direttiva 60/2007 CE Direttiva Alluvioni.



La perimetrazione della fascia B è riferita alla portata al colmo con tempo di ritorno 200 anni. Il limite della fascia si estende fino al punto in cui le quote naturali del terreno sono superiori ai livelli idrici corrispondenti alla piena indicata ovvero sino alle opere idrauliche esistenti o programmate di controllo delle inondazioni (argini o altre opere di contenimento) facenti parte dell'assetto difensivo di progetto.

La delimitazione sulla base dei livelli idrici calcolati in moto vario attraverso simulazione bidimensionale, è stata integrata con:

- o aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte non fossili, cioè ancora correlate, dal punto di vista morfologico, paesaggistico e talvolta ecosistemico alla dinamica fluviale che le ha generate;
- o aree di elevato pregio naturalistico e ambientale e quelle di interesse storico, artistico, culturale strettamente collegate all'ambito fluviale.
- o aree interessate da eventi di piena significativi (in particolare le piene del 1977, 1994, 2016);

Infine la fascia B proposta tiene anche conto delle dinamiche evolutive definite nell'assetto di progetto del corso d'acqua.

6.4 Assunzioni generali per la delimitazione della Fascia B di progetto

La *fascia B di progetto*, indica un tratto del limite B in cui il contenimento dei livelli di piena al momento non è assicurato e richiede la costruzione di opere idrauliche di contenimento.

Il limite B di progetto si configura pertanto come un limite B teorico ed a tergo di esso, per le aree inondabili per la piena di riferimento e fino alla costruzione delle opere, saranno vigenti le prescrizioni ed i vincoli previsti per la fascia B, secondo quanto stabilito dalla normativa vigente.

I limiti B di progetto:

se vigenti, sono stati confermati essenzialmente ove presenti aree urbanizzate o infrastrutture strategiche che potrebbero essere coinvolte dalle inondazioni, oppure, in presenza di arginature, se queste necessitano di interventi di completamento (chiusura/protezione fornice; costruzione di opere di regimazione canali, innalzamento in quota per mancanza di franco, ecc.);

se vigenti, non sono stati confermati ove sono state costruite nel frattempo le opere di contenimento;

se vigenti, non sono stati confermati, ma è stato ampliato il limite B qualora non siano presenti aree urbanizzate; nel caso siano presenti infrastrutture trasportistiche, si rimanda all'Ente gestore la scelta di eventuali opere di difesa;

se non presenti, sono stati proposti a difesa di aree urbanizzate o infrastrutture strategiche che potrebbero essere coinvolte dai deflussi della piena di riferimento, secondo i risultati della modellistica idraulica e in base a quanto verificatosi in occasione degli eventi alluvionali recenti;

se non presenti non sono stati proposti anche in presenza di aree urbanizzate, qualora sussista la possibilità che le opere di contenimento possano aumentare il rischio in relazione ad altri fenomeni naturali (peggioramento generale delle condizioni di rischio in rapporto ai fenomeni naturali complessivi).



6.5 Assunzioni generali per la delimitazione delle aree inondabili a tergo del limite B di progetto

Per la delimitazione delle aree inondabili a tergo del limite B di progetto sono stati presi in considerazione i risultati della modellistica idraulica (in assenza di opere di contenimento) e di quanto verificatosi in occasione degli eventi per i quali sono disponibili cartografie d'evento (1977, 1994, 2016).

6.6 Assunzioni generali per la delimitazione della Fascia C

La Fascia C, o area di inondazione per piena catastrofica, è definita nel PAI come la porzione di territorio esterna alla Fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento.

Per il tracciamento di questa fascia si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni da modellistica idraulica.

Per i corsi d'acqua non arginati la delimitazione dell'area soggetta ad inondazione viene eseguita con gli stessi criteri adottati per la fascia B, tenendo conto delle aree con presenza di forme fluviali fossili.

In linea generale il fiume Bormida fino a Casal Cermelli si considera un corso d'acqua non arginato, a meno di alcuni locali sistemi difensivi; a valle di Casal Cermelli presenta di fatto sistemi di contenimento pressoché continui.

Il nuovo tracciato proposto per la fascia C, sulla base dei criteri del PAI, è stato supportato dai seguenti elementi conoscitivi:

- aree inondabili per l'evento TR500 anni, sulla base dei risultati delle simulazioni idrauliche;
- aree inondate storicamente;
- evidenze dell'analisi geomorfologica quali: forme relitte riattivabili, canali in formazione, scarpate di terrazzo.



7 COERENZA FASCE FLUVIALI E AREE INONDABILI DEL PGRA

Le norme in materia di coordinamento tra il PAI e il Piano di Gestione del Rischio di Alluvione - PGRA sono stabiliti dal Titolo V delle NDA del PAI e, per il territorio piemontese, dalla successiva Deliberazione della Giunta Regionale 23 novembre 2018, n. 17-7911 "Disposizioni regionali riguardanti l'attuazione del Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA) nel settore urbanistico (art. 58 Norme di Attuazione PAI, integrate dal Titolo V), le attività per i Comuni non ancora adeguati al PAI e l'aggiornamento del quadro del dissesto a seguito di eventi calamitosi".

Le "corrispondenze" tra Fasce Fluviali ed aree a differente pericolosità da inondazione sono sintetizzate nella tabella seguente in ordine di piena di riferimento crescente.

PRGA	PAI
Area P3 - pericolosità da inondazione elevata (H). Aree inondabili per piene con tempi di ritorno compresi tra 20 - 50 anni. Per il fiume Bormida: area inondata per portata ventennale (da modellistica idraulica)	
	Fascia A Sede prevalente del deflusso della corrente per piene con TR200 anni (porzione ove defluisce almeno 80% portata di riferimento, velocità ≥ 0.4 m/s) - contiene le forme fluviali riattivabili durante le piene.
Area P2- pericolosità da inondazione medio alta (M). Aree inondabili per piene con tempi di ritorno compresi tra 100 - 200 anni. Per il fiume Bormida: area inondata per portata duecentennale (da modellistica idraulica)	Fascia B Fascia di deflusso della piena TR200 anni fino al punto in cui le quote del terreno sono maggiori dei livelli di piena, integrata con le aree sede di potenziale riattivazione di forme fluviali relitte, le aree ad elevato pregio naturalistico, ambientale, storico e culturale e le aree interessate da eventi alluvionali recenti; inoltre tiene anche conto delle dinamiche evolutive definite nell'assetto di progetto del corso d'acqua
Area P1 - pericolosità da inondazione bassa (L). Aree inondabili per piene con tempi di ritorno compresi tra 300 - 500 anni Per il fiume Bormida: area inondata per portata TR500 (da modellistica idraulica)	Fascia C Include i limiti delle aree inondabili per piene con TR 500 anni (modellazione idraulica), anche ampliate alle aree con evidenze morfologiche di attività fluviale.

Nei capitoli seguenti sono elencati i criteri utilizzati per l'analisi della coerenza tra Fasce Fluviali e PGRA.



7.1 Coerenza tra la Fascia A e l'area P3 (H) del PGRA

Si è proceduto ad un'analisi comparata dei limiti proposti nello Schema di Variante delle Fasce Fluviali e delle aree P3 del PGRA, in funzione dei rapporti con l'evento del 25-26 novembre 2016 per il quale ARPA Piemonte indica una portata di 2110 m³/s, misurata all'idrometro di Cassine; tale portata si pone tra le quelle ventennali (2010 m³/s) e cinquantennali (2420 m³/s).

In generale si è proceduto secondo i seguenti criteri:

1. se il limite proposto della Fascia A è interno al limite P3 del PGRA e le aree inondate in occasione dell'evento del novembre 2016 eccedono il limite della Fascia A, questo viene ampliato e fatto coincidere con il limite P3 del PGRA;
2. Se il limite della Fascia A proposto è interno al limite delle aree P3 e quest'ultimo è esterno a quello delle aree inondate nel 2016, il limite delle aree P3 è stato ridotto fino a coincidere con il limite della Fascia A proposto nello Schema di Variante; il limite è stato ridotto anche per aree di piccola estensione con presenza di edifici, anche se interessate dall'evento del 2016, ma con altezze di inondazione inferiori a 20 - 30 cm.

7.2 Coerenza tra Fascia B e l'area P2 (M) del PGRA

Le delimitazioni delle aree P2 del PGRA derivano dalla stessa modellistica idraulica bidimensionale in moto vario alla base della definizione delle Fasce Fluviali proposte, tuttavia la Fascia B può essere più ampia di quella derivata alla semplice modellistica idraulica (vedi capitolo relativo ai criteri per la delimitazione della Fascia B), pertanto i limiti delle aree P2 del PGRA possono non coincidere con il limite della Fascia B, ma essere completamente contenuti in essa.

Nel caso in cui il limite della Fascia B proposto nello Schema di Variante sia interno alle aree P2 del PGRA, questo è stato fatto coincidere con il limite dell'area P2 (poche occorrenze).

7.3 Coerenza tra la Fascia C e l'area P1 (L) del PGRA

Le delimitazioni delle aree P1 del PGRA e della Fascia C proposta nello Schema di Variante sono coincidenti, con un'unica eccezione per la quale è stata necessaria una modifica del limite della Fascia C proposto nello Schema di Variante



8 DATASET GEOGRAFICI

Per la realizzazione dei *dataset* geografici sono stati utilizzati i seguenti dati e strumenti.

- Software:

Quantum Gis per la generazione dei *dataset* e degli atlanti cartografici;
Global Mapper © per analisi delle superfici attraverso i DTM.

- Base topografica BDTRE - Base Cartografica di Riferimento - 2017 - (Raster 1:10.000)⁷.

- Modelli Digitali del Terreno:

rilevato lidar 2008 eseguito per il Piano di Telerilevamento Nazionale Fiumi/Coste ed Aree a Rischio Idrogeologico (POT) del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare (MATTM);
DTM Regione Piemonte, ripresa aerea Ice 2009-2011⁸;

- Ortofoto:

AGEA 2012⁹;

Regione Piemonte, ripresa aerea ICE 2009-2011 Ortoimmagini RGB¹⁰.

Google satellite recente;

Ortofoto successive all'evento di piena del novembre 2016.

Nel realizzare i *dataset* dei limiti di fascia proposti valgono le seguenti assunzioni generali:

- nel caso di incertezza è stata sempre adottata la soluzione più cautelativa;
- ove presenti elementi lineari sulla BDTRE (per es. strade) in prossimità dei limiti proposti, questi ultimi vengono fatti coincidere con essi, (si ricorda che alla scala di riferimento m 10 corrispondono a un millimetro in carta);
- una linea perpendicolare al *thalweg* tracciata partendo da un limite di fascia deve intersecare sulla sponda opposta il limite corrispondente con inclinazione prossima a 0°. Nel caso che il limite di fascia considerato si trovi in corrispondenza di un terrazzo, l'assunto può non essere valido. L'assunto non è valido in corrispondenza delle confluenze, dove la fascia B deve tener conto anche delle inondazioni causate sia dal corso d'acqua recettore, sia dal confluyente.
- se i limiti proposti si discostano di poco da quelli vigenti, nel caso in cui questi ultimi siano posti in corrispondenza di un elemento morfologico o antropico ben riconoscibile sulla base dati qui utilizzata, restano salvi i limiti vigenti.
- nella definizione della fascia C si è sempre privilegiato, cautelativamente, un elemento con gradiente altimetrico netto (in genere un terrazzo, più raramente un'infrastruttura) rispetto al puro limite di inondazione dettato dal risultato della simulazione idraulica applicato alla morfologia del terreno.

⁷ I Metadati sono consultabili sul Geoportale regionale <http://www.geoportale.piemonte.it/cms/>.

⁸ Il DTM copre tutto il territorio regionale ed è stato acquisito con metodologia uniforme (LIDAR) in standard di livello 4. La risoluzione della griglia (passo) è di 5 m, con una precisione in quota di ± 0.30 m (± 0.60 m nelle aree di minor precisione, corrispondenti alle aree boscate e densamente urbanizzate). I metadati sono consultabili sul Geoportale regionale,

⁹ Ortofoto digitali, con pixel di 50 centimetri, acquisite dall'Agenzia per l'Erogazioni in Agricoltura mediante l'impiego di camera digitale. Risoluzione 1:10.000, disponibili in formato WMS sul Geoportale Ministero dell'Ambiente <http://www.pcn.minambiente.it/mattm/>

¹⁰ Metadati consultabili sul geoportale regionale