

**PARCO LOGISTICO A NORD AUTOSTRADA A 21**  
**RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA "EX PORCILAIA CHIODAROLI" PER**  
**REALIZZAZIONE INSEDIAMENTO LOGISTICO C2U CLOSE2YOU S.r.l.**

RELAZIONE DI VERIFICA DI ACCETABILITA' DEL RISCHIO IDRAULICO

COMMITTENTE

**Valtidone S.p.a.**

Strada 3, Palazzo B3

20090 Assago (MI)

Web [www.gruppofbh.it](http://www.gruppofbh.it)

Legale Rapp.

UTILIZZATORE

**C2U CLOSE2YOU S.r.l.**

Strada 1, Palazzo E1

20090 Assago (MI)

Web [www.c2u.it](http://www.c2u.it)

E mail [direzione@c2u.it](mailto:direzione@c2u.it)

Legale Rapp.

PROGETTISTI



**ETATEC STUDIO PAOLETTI S.r.l. - SOCIETA' DI INGEGNERIA**

Via Bassini, 23 - 20133 MILANO (IT)

Tel. +39 02 26681264 - Fax +39 02 26681553

[etatec@etatec.it](mailto:etatec@etatec.it) - [etatec@pec.etatec.it](mailto:etatec@pec.etatec.it) - [www.etatec.it](http://www.etatec.it)

Professionista incaricato aspetti idraulici | Dott. Ing. Stefano Croci

SCALA

ELABORATO n°

DATA

09/12/2020

REVISIONE

0

CODICE LAVORO

CODICE DISEGNO

NOME FILE

## **INDICE**

1. PREMESSA.....	4
2. RACCOLTA E ANALISI DATI DISPONIBILI .....	5
3. ANALISI IDRAULICHE CONDOTTE PER VALUTARE LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO ASSOCIATE ALLA ROTTURA DELL'ARGINE DEL FIUME PO .....	21
4. DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI ACCETTABILITÀ DEL RISCHIO IDRAULICO ASSOCIATO ALLA ROTTURA DELL'ARGINE MAESTRO DEL FIUME PO.....	33

## INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Ambito di studio (linea tratteggiata rossa). Le linee blu rappresentano gli argini maestri del F. Po. ....	4
Figura 2 – Stralcio della cartografia delle fasce fluviali del PAI .....	5
Figura 3 – Stralcio della tabella 3 della Direttiva n. 2 del PAI.....	6
Figura 4 – Stralcio della tabella 3 della Direttiva n. 2 del PAI.....	7
Figura 5 – Stralcio delle mappe di pericolosità idraulica del PGRA – Reticolo principale (aree blu: aree interessate da esondazioni frequenti; aree azzurro scuro: aree interessate da esondazioni poco frequenti; aree azzurro chiaro: aree interessate da esondazioni rare).....	8
Figura 6 – Stralcio delle mappe di pericolosità idraulica del PGRA – Reticolo secondario di pianura (aree blu: aree interessate da esondazioni frequenti; aree azzurro scuro: aree interessate da esondazioni poco frequenti; aree azzurro chiaro: aree interessate da esondazioni rare).....	8
Figura 7 – Stralcio delle mappe del rischio idraulico del PGRA (aree gialle: rischio moderato; aree arancioni: rischio medio; aree rosse: rischio elevato; aree viola: rischio molto elevato).....	9
Figura 8 – Stralcio della tabella 4.2 dell’elaborato “Profili di piena dei corsi d’acqua del reticolo principale” del PGRA.....	9
Figura 9 – Stralcio della tabella 5.2: profili di piena per il Po nel tratto da Isola Sant’Antonio (confluenza Tanaro) al Delta (incile Po di Goro) per diversi scenari, contenuta nell’elaborato “Profili di piena dei corsi d’acqua del reticolo principale” del PGRA.....	10
Figura 10 – stralcio della cartografia di “Sintesi criticità arginali per sormonto rispetto piena SIMPO - tratto Ticino – mare” redatta dagli scriventi per conto dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po nell’ambito delle “Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po”.....	13
Figura 11 – stralcio della cartografia di “Sintesi criticità arginali per sormonto rispetto piena PAI - tratto Ticino – mare” redatta dagli scriventi per conto dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po nell’ambito delle “Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po”.....	14
Figura 12 – stralcio della cartografia “F. Po da Torino al mare. Analisi del livello di sicurezza delle arginature rispetto al sifonamento, allo sfiancamento e al rischio sismico” dell’Autorità di bacino del fiume Po. ....	15
Figura 13 – stralcio della cartografia “F. Po da Torino al mare. Censimento delle rotte storiche” dell’Autorità di bacino del fiume Po. ....	16
Figura 14 – stralcio della cartografia “Catasto arginature maestre del fiume Po da foce Tanaro all’incile del Po di Goro” dell’Autorità di bacino del fiume Po. ....	17
Figura 15 – Ambito di studio (linea tratteggiata rossa). Le linee blu rappresentano gli argini maestri del F. Po. ....	21
Figura 16 – idrogramma di piena del fiume Po misurato nella sezione di Spessa Po durante l’evento del 2000.....	22
Figura 17 – idrogramma di piena del fiume Po a Piacenza per T=200 anni .....	23
Figura 18 – idrogramma di piena del fiume Po utilizzato per le analisi degli effetti indotti da una rotta arginale del fiume Po nei pressi del Comune di Castel San Giovanni (PC) .....	24
Figura 19 – Schema del modello idraulico monodimensionale del fiume Po da Spessa a Piacenza.....	24
Figura 20 – planimetria del modello idraulico del fiume Po con rotta arginale in corrispondenza della sezione 9-C.....	26
Figura 21 – planimetria del modello idraulico del fiume Po con rotta arginale in corrispondenza della sezione 10-A .....	26
Figura 22 – curva quote p.c. – superficie dell’area extra-arginale nei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato (PC).....	27
Figura 23 – curva quote p.c. – volumi dell’area extra-arginale nei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato (PC).....	27
Figura 24 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 50 m.....	28

Figura 25 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 100 m.....	29
Figura 26 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 150 m.....	29
Figura 27 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 200 m.....	30
Figura 28 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 50 m.....	30
Figura 29 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 100 m.....	31
Figura 30 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 150 m.....	31
Figura 31 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 200 m.....	32

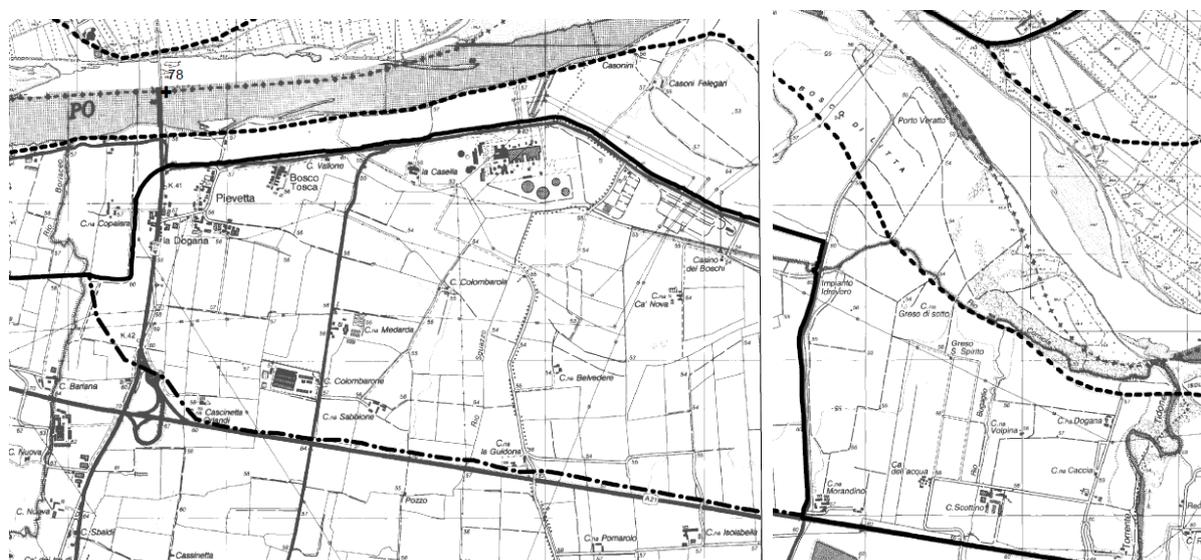


## 2. RACCOLTA E ANALISI DATI DISPONIBILI

Le informazioni, i dati e i rilievi acquisiti durante l'esecuzione dell'incarico sono elencati nel presente capitolo. Per ciascuna fonte di informazione sono riportati i dati salienti, utili per il proseguo del presente studio.

- Elaborazioni e dati contenuti nel **PAI (Piano di Assetto Idrogeologico)** e nel **PGRA (Piano di Gestione dei Rischi di Alluvione)** dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, in particolare: fasce fluviali, aree di pericolosità idraulica, aree a rischio idraulico, portate e profili di piena.

Nella Figura 2 è riportato uno stralcio della cartografia delle fasce fluviali del fiume Po, da cui si può osservare che la porzione di area oggetto della presente relazione, compresa tra gli argini del Po e l'autostrada A21, è posta all'interno della fascia C, quindi tale area è soggetta ad inondazione per una piena catastrofica, più gravosa della piena di riferimento. La fascia B, fascia di esondazione costituita dalla porzione di territorio interessata da inondazione al verificarsi della piena di riferimento, è posta in corrispondenza degli argini del fiume Po.



**Figura 2 – Stralcio della cartografia delle fasce fluviali del PAI**

Nella Direttiva n. 2 del PAI, relativa alla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica, sono riportati i valori di portata e di livello della piena di riferimento. In particolare, nella Figura 3 è riportata la Tabella n. 3 della Direttiva n. 2 del PAI, da cui si evince che la portata di piena duecentennale del tratto in oggetto,

compreso tra la sezione di Becca e di Piacenza, è compresa tra 13'600 e 13'000 m<sup>3</sup>/s.

Tabella 3: portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro) al Delta (incile Po di Goro)

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q100 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s	Idrometro Denominazione
		Progr.(km)	Cod.	Denomin.						
Asta Po	Po	264.855	82	Becca	36770	9290	12190	13600	15050	Po a Becca
Asta Po	Po	322.250	67	Piacenza	42030	8970	11550	13000	14100	Po a Piacenza
Asta Po	Po	367.640	57	Cremona	50726	10090	13000	14300	15870	Po a Cremona
Asta Po	Po	428.545	41	Boretto	55183	9380	12060	13700	14720	Po a Boretto
Asta Po	Po	457.560	36	Borgoforte	62450	9600	12260	13100	14890	Po a Borgoforte
Asta Po	Po	548.805	10	Pontelagoscuro	70091	9470	12070	13000	14650	Po a Pontelagoscuro

**Figura 3 – Stralcio della tabella 3 della Direttiva n. 2 del PAI**

Nella Figura 4, invece, è riportato uno stralcio della Tabella 33 della Direttiva n. 2 del PAI “profilo di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro) al Delta (incile Po di Goro)”, in cui sono riportate le quote del profilo della piena PAI e della piena SIMPO '82 (profilo in base a cui sono dimensionati gli argini maestri del fiume Po).

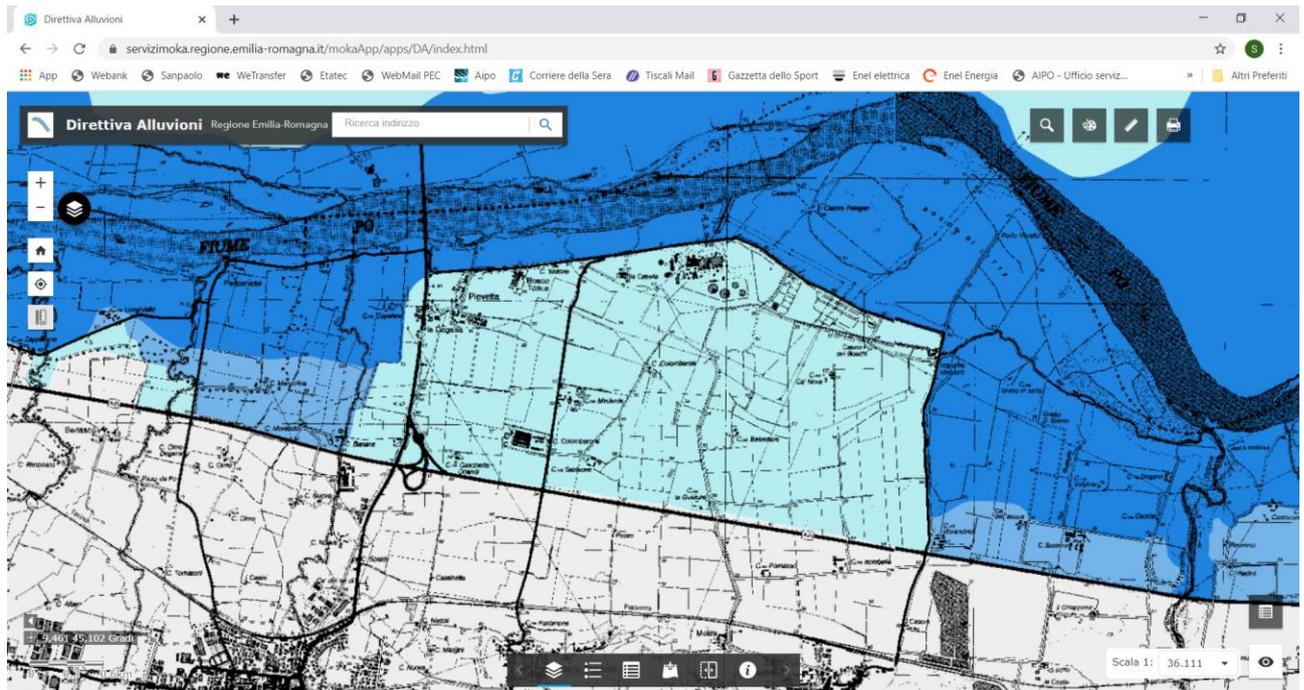
In particolare il tratto in oggetto si sviluppa tra le sezioni 9 e 11, dove i due profili sono caratterizzati dalle seguenti quote:

- Piena PAI: da 61.11 m s.m. (sez. 9) a 58.36 m s.m. (sez. 11);
- Piena SIMPO '82: da 60.87 m s.m. (sez. 9) a 58.52 m s.m. (sez. 11).

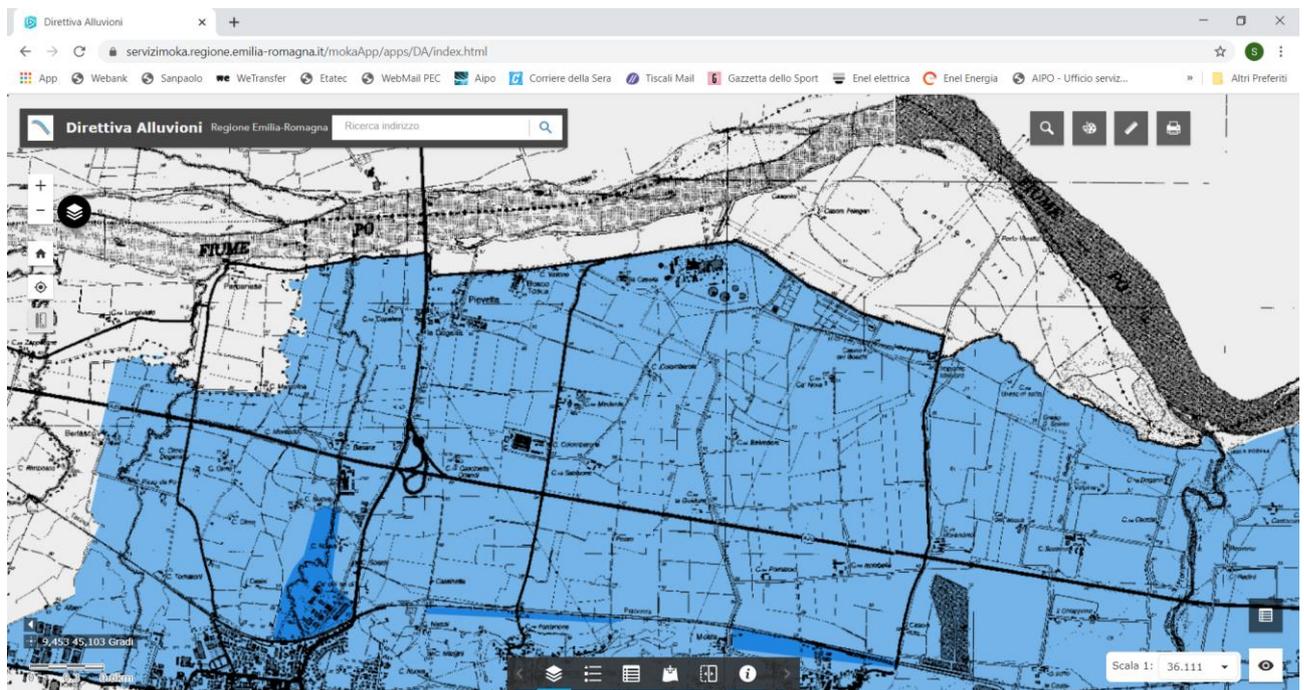
Sez.	Progr. (km)	Rif. sez. Brioschi	Rif. sez. SIMPO '82	T = 200 anni	Quota idrometrica (m s.m.)	Quota idrometrica (m s.m.)
095	224.000	TANARO			79.80	
094	224.395	0-TER			79.30	
093	227.230	PONTE S.S. 211			78.43	
092	230.065	0-BIS	255		77.43	78.19
091	235.000	PONTE GEROLA	252		74.73	74.31
090	235.715	1	251		74.67	73.82
089	242.000	PONTE A7	249		70.78	72.20
088	242.654	1BIS			70.70	71.39
087	244.305	2	246		70.31	69.33
086	252.585	3	242		67.92	67.21
085	255.000	MEZZANA CORTI			67.36	66.32
084	255.570	4	240		67.31	66.11
083	259.030	5	238		65.19	65.08
082	264.855	6-TICINO	234		63.78	63.51
081	269.665	7	231		63.24	63.12
080	276.570	8- PORT'ALB ERA	227		62.07	61.98
079	281.895	9	224		61.11	60.87
078	284.500	PONTE S.S. 412			61.00	60.44
077	289.300	10	220		59.87	59.65
076	294.780	11	217		58.36	58.52
075	296.810	12	216		57.93	58.11

**Figura 4 – Stralcio della tabella 3 della Direttiva n. 2 del PAI**

Nel PGRA sono riportate le mappe di pericolosità idraulica e di rischio idraulico da esondazione. In particolare, nella Figura 5 e nella Figura 6 sono riportate le aree di pericolosità idraulica, rispettivamente relative al reticolo principale (fiume Po) e al reticolo secondario di pianura, mentre nella Figura 7 è riportato lo stralcio della mappa del rischio idraulico. In relazione al reticolo principale (fiume Po) l'area in oggetto è interessata da esondazioni rare. Considerando, invece, il reticolo secondario di pianura, l'ambito è interessato da esondazioni poco frequenti.



**Figura 5 – Stralcio delle mappe di pericolosità idraulica del PGRA – Reticolo principale (aree blu: aree interessate da esondazioni frequenti; aree azzurro scuro: aree interessate da esondazioni poco frequenti; aree azzurro chiaro: aree interessate da esondazioni rare)**



**Figura 6 – Stralcio delle mappe di pericolosità idraulica del PGRA – Reticolo secondario di pianura (aree blu: aree interessate da esondazioni frequenti; aree azzurro scuro: aree interessate da esondazioni poco frequenti; aree azzurro chiaro: aree interessate da esondazioni rare)**

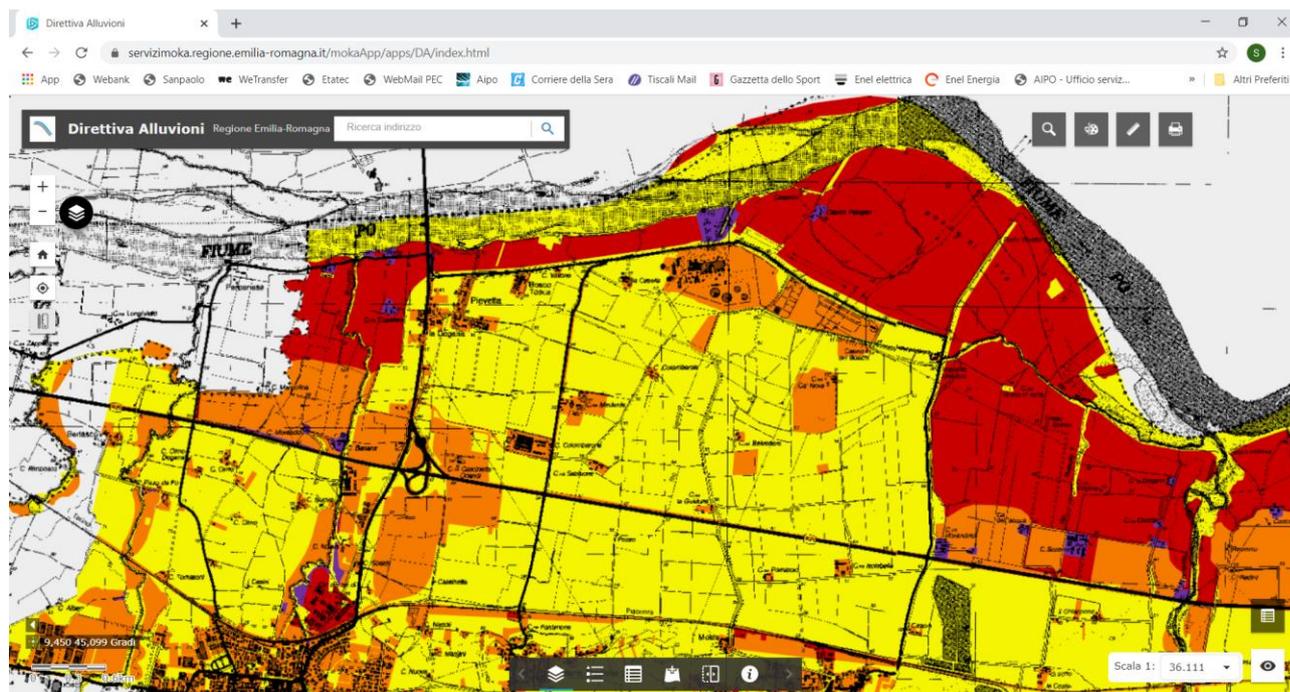


Figura 7 – Stralcio delle mappe del rischio idraulico del PGRA (aree gialle: rischio moderato; aree arancioni: rischio medio; aree rosse: rischio elevato; aree viola: rischio molto elevato)

All'interno del PGRA sono indicati anche i valori di portata e di livello del fiume Po, riportati rispettivamente nella Figura 8 e nella Figura 9. Dall'analisi di tali tabella si evidenzia che le portate e i livelli di piena sono pari a quelli riportati nel PAI, seppur nel PGRA c'è una maggior discretizzazione dei valori dei livelli di piena.

**Tab. 4.2: portate di piena per il Po nel tratto da Isola Sant'Antonio (confluenza Tanaro) al Delta**

Bacino	Corso d'acqua	Sezione			Superficie km <sup>2</sup>	Q20 m <sup>3</sup> /s	Q ott 2000 m <sup>3</sup> /s	Q200 m <sup>3</sup> /s	Q500 m <sup>3</sup> /s	Idrometro Denominazione
		Progr.( km)	Cod.	Denomin.						
Po	Po	264.855	82	Becca	36770	9290	-	13600	15050	Po a Becca
Po	Po	322.250	67	Piacenza	42030	8970	12240	13000	14100	Po a Piacenza
Po	Po	367.640	57	Cremona	50726	10090	-	14300	15870	Po a Cremona
Po	Po	428.545	41	Boretto	55183	9380	11800	13700	14720	Po a Boretto
Po	Po	457.560	36	Borgoforte	62450	9600	11800	13100	14890	Po a Borgoforte
Po	Po	548.805	10	Pontelagoscuro	70091	9470	-	13000	14650	Po a Pontelagoscuro

Figura 8 – Stralcio della tabella 4.2 dell'elaborato "Profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale" del PGRA.

Sez. PAI	Progr. PAI (km)	Sez. rilievo Brioschi	Sez. rilievo SIMPO '82	Sez. rilievo 1999	Sez. rilievo 2004-2005	Progr. rilievo (km)	T = 20 anni	T = 200 anni	SIMPO '82	profilo sx Plena ott.2000	profilo dx Plena ott.2000
							Quota idrica (m s.m.)	Quota idrica (m s.m.)			
094	224.395	0-TER					-	-		77.35	78.25
093	227.230	PONTE S.S. 211			S00B1	-	-	-		75.43	76.50
092	230.065	0-BIS	255		S00C	-	-	-		73.14	73.94
091	235.000	PONTE GEROLA	252	00C2	S00C2	239.248	-	74.73	74.31	71.96	71.32
090	235.715	1	251	1	S1 Storica	239.930	-	74.67	73.82	71.18	72.46
				1A	S1AA	242.971	-	72.01	72.74	70.08	69.91
089	242.000	PONTE A7	249	1B	S1B	245.827	-	70.78	72.20	69.37	69.52
088	242.654	1BIS		1C	S1C	247.366	-	70.70	73.82	68.60	68.71
087	244.305	2	246	2	S2	249.354	-	70.31	69.33	67.88	67.83
				2A	S2A_BIS	250.913	-	69.94	69.00	67.57	67.65
				2B	S2B_BIS	252.103	-	69.58	68.68	67.53	67.25
				2C	S2C	254.920	-	68.68	67.88	66.98	66.85
086	252.585	3	242	3	S3_BIS	257.631	-	67.92	67.21	66.19	66.39
				3A	S3A_BIS	259.105	-	67.49	66.32	65.74	65.36
084	255.570	4	240	4	S4	260.237	-	67.31	66.11	64.86	64.75
				4A	S4A	262.115	-	66.16	65.55	64.39	64.55
083	259.030	5	238	5	S5_BIS	263.692	-	65.19	65.08	63.90	63.56
				5A	S5A	264.978	-	64.90	64.76	63.69	63.47
				5B	S5B	266.834	-	64.50	64.31	63.58	63.24
				5C		269.120	-	64.05	63.82	63.08	63.05
				6A		269.774	-	63.89	63.63	62.98	62.91
082	264.855	6-TICINO	234	6	S6	270.000	62.25	63.78	63.51	62.91	62.48
				6B	S6B	272.269	61.97	63.52	63.32	61.88	62.19
081	269.665	7	231	7	S7	274.536	61.69	63.24	63.12	61.84	61.83
				7A	S7A	274.154	61.56	63.01	62.89	61.82	61.53
				7B	S7B	277.427	61.46	62.79	62.68	61.78	61.33
				7C	S7C	279.385	61.28	62.31	62.22	61.76	60.83
				7D	S7D	281.253	61.02	62.09	62.00	61.10	60.74
080	276.570	8-PORT' AL-BERA	227	8	S8	281.437	60.98	62.07	61.98	61.10	60.73
				8A	S8A	282.474	60.80	61.90	61.79	61.08	60.74
				8B	S8B	284.376	60.48	61.50	61.32	60.33	60.33
079	281.895	9	224	9	S9	286.281	60.17	61.11	60.87	59.90	59.90
				9A	S9A	287.750	59.91	61.06	60.66	59.64	59.66
078	284.500	PONTE S.S. 412		9B	S9B	289.368	59.66	61.00	60.44	59.08	59.40
				9C	S9C	290.447	59.49	60.69	60.23	58.87	59.01
				9D	S9D	291.622	59.33	60.53	60.11	58.78	58.90
077	289.300	10	220	10	S10	293.906	58.96	59.87	59.65	58.52	58.60
				10A	S10A	294.475	58.93	59.71	59.53	58.08	58.45
				10B	S10B	297.274	58.14	58.94	58.95	57.20	58.16
076	294.780	11	217	11	S11	299.274	57.34	58.36	58.52	57.20	57.63

**Figura 9 – Stralcio della tabella 5.2: profili di piena per il Po nel tratto da Isola Sant’Antonio (confluenza Tanaro) al Delta (incile Po di Goro) per diversi scenari, contenuta nell’elaborato “Profili di piena dei corsi d’acqua del reticolo principale” del PGRA.**

- Dal piano **SIMPO’82** si possono ricavare i seguenti dati:
  - Tratto di riferimento: T9 (da Ticino a Trebbia)
  - Portata di massima piena di riferimento: 12'000 m<sup>3</sup>/s
  - Portata massima della piena del 1951: 11'300 m<sup>3</sup>/s
  - Livelli idrici della piena di riferimento:

- Sez. 9B: 60.44 m s.m.
- Sez. 9C: 60.23 m s.m.
- Sez. 9D: 60.11 m s.m.
- Sez. 10: 59.65 m s.m.
- Sez. 10A: 59.53 m s.m.

- Dallo studio effettuati dall’Autorità di bacino del fiume Po, denominato “*Aggiornamento dell’assetto idraulico di progetto del Fiume Po dalla confluenza del Tanaro all’incile del Po di Goro mediante analisi modellistica numerica in moto vario*” (ST1.19, 2003), sono stati ricavati i seguenti valori di portata di piena lungo l’asta del fiume Po

<b>Idrometro</b>	<b>Portata massima (m<sup>3</sup>/s)</b>
Spessa	12250
Piacenza	13350
Cremona	13500
Boretto	13000
Borgoforte	12900
Pontelagoscuro	12480

Tabella 8: Portate massime calcolate alle sezioni strumentate per l’evento sintetico “ST1.19 94+51”

(tratta da ST1.19, 2003).

<b>Idrometro</b>	<b>Portata massima (m<sup>3</sup>/s)</b>
Spessa	12000
Piacenza	13400
Cremona	13800
Boretto	13350
Borgoforte	13200
Pontelagoscuro	13200

Tabella 9: Portate massime calcolate alle sezioni strumentate per l’evento sintetico “ST1.19

2000+51” (tratta da ST1.19, 2003).

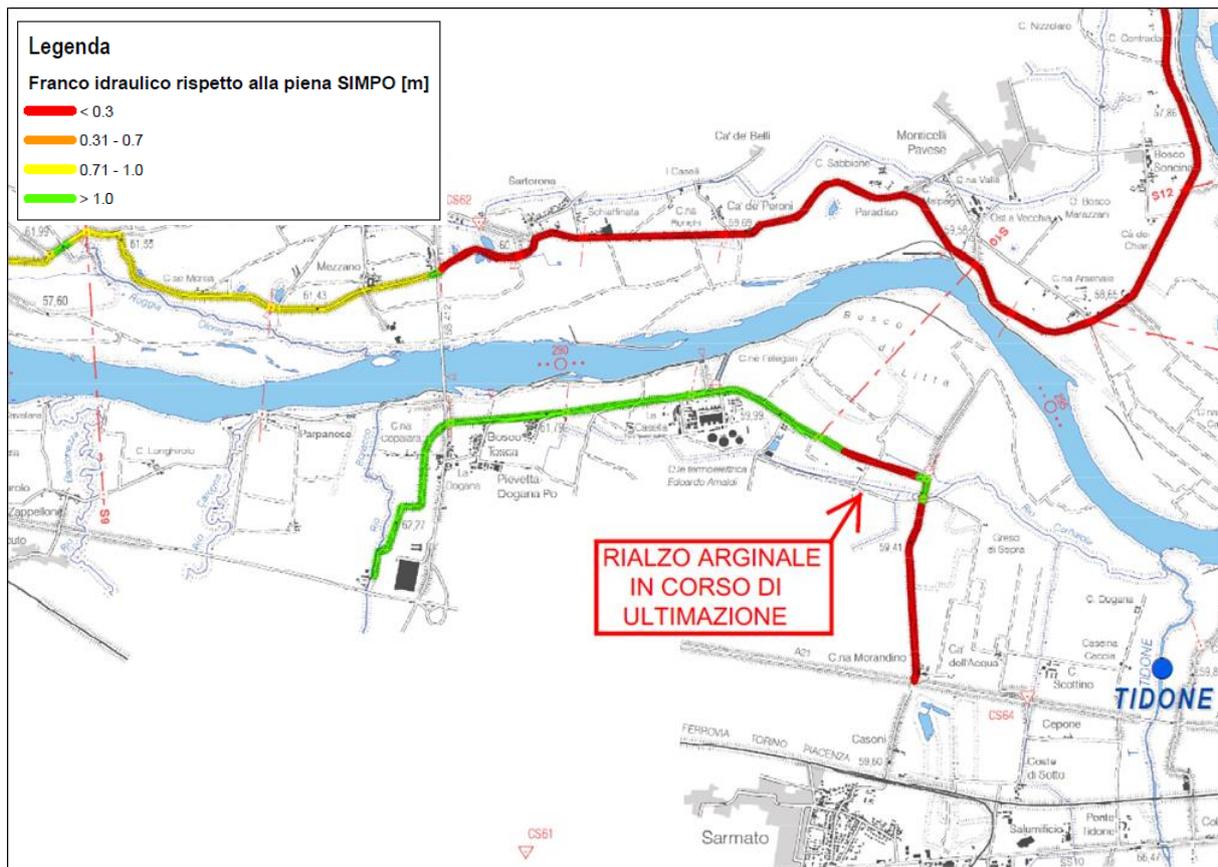
<b>Idrometro</b>	<b>Portata massima (m<sup>3</sup>/s)</b>
Spessa	13490
Piacenza	13920
Cremona	14030
Boretto	13850
Borgoforte	13260
Pontelagoscuro	12340

Tabella 10: Portate massime calcolate alle sezioni strumentate per l’evento sintetico “T = 200 anni”

(tratta da ST1.19, 2003).

- **“Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po”** (ottobre 2017) effettuato dall’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po, in collaborazione con AIPo. Tale attività, svolta nell’ambito delle attività di aggiornamento del PGRA del Distretto del fiume Po, con specifico riferimento all’Area a rischio significativo (ARS) del fiume Po da Torino al mare, si è basata sull’aggiornamento e approfondimento delle valutazioni delle condizioni di sicurezza delle arginature maestre del fiume Po in relazione alla criticità di sormonto, finalizzato a definire le priorità di intervento per garantire condizioni di sicurezza il più possibile omogenee a scala di intera asta fluviale. La suddetta attività di aggiornamento, resosi urgente in conseguenza dei numerosi ed estesi interventi di rialzo effettuati dopo le piene del 1994 e del 2000, ed in funzione di dati topografici di dettaglio oggi disponibili (rilievo del profilo della sommità arginale e DTM realizzato da AIPo nel 2015), mette in evidenza le attuali necessità di interventi di rialzo rispetto ai profili di piena ufficiali (SIMPO e PAI).

Di seguito si riporta uno stralcio della cartografia di *“Sintesi criticità arginali per sormonto rispetto piena SIMPO - tratto Ticino – mare”* relativa al tratto oggetto della presente relazione, da cui emerge che il tratto maggiormente critico nei riguardi del sormonto è quello posto a valle della sezione S10A, che risale verso sud fino ad intersecare l’autostrada A21.



**Figura 10 – stralcio della cartografia di “Sintesi criticità arginali per sormonto rispetto piena SIMPO - tratto Ticino – mare” redatta dagli scriventi per conto dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po nell’ambito delle “Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po”**

Anche con riferimento al profilo di piena del PAI, i cui risultati sono riportati nella Figura 11, emerge che il tratto maggiormente critico nei riguardi del sormonto è quello posto a valle della sezione S10A, che risale verso sud fino ad intersecare l’autostrada A21.

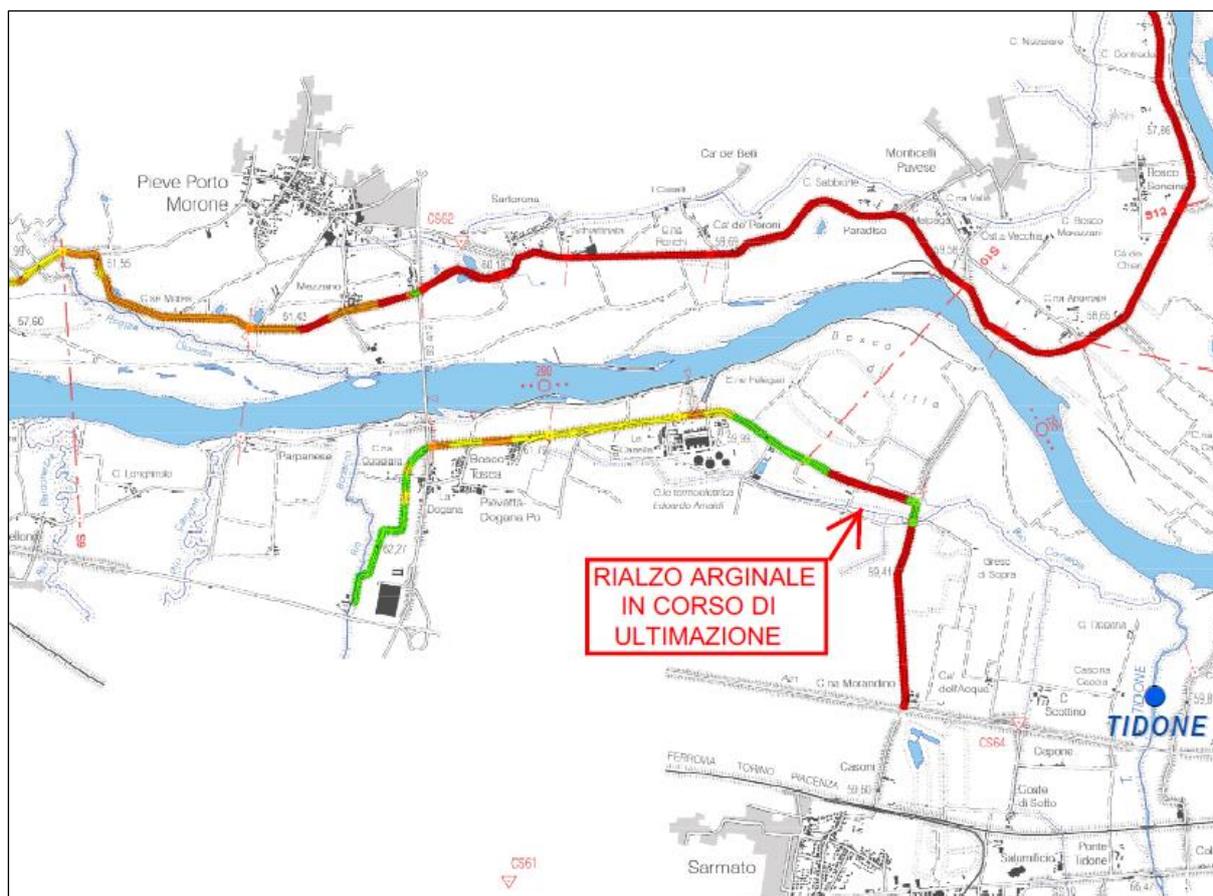


Figura 11 – stralcio della cartografia di “Sintesi criticità arginali per sormonto rispetto piena PAI - tratto Ticino – mare” redatta dagli scriventi per conto dell’Autorità di bacino distrettuale del fiume Po nell’ambito delle “Analisi di fattibilità tecnico ed economica per il miglioramento delle condizioni di sicurezza rispetto al sormonto degli argini maestri del fiume Po”

- “F. Po da Torino al mare. Analisi del livello di sicurezza delle arginature rispetto al sifonamento, allo sfiancamento e al rischio sismico” (giugno 2014). L’Autorità di bacino del fiume Po ha redatto delle cartografie che mettono in evidenza il livello di sicurezza della arginature rispetto ai fenomeni di sifonamento, sfiancamento e rischio sismico. Di seguito si riporta lo stralcio relativo all’ambito di interesse, da cui si evince che l’argine destro del fiume Po a protezione di Castel San Giovanni e Sarmato non presenta criticità rispetto al sifonamento, allo sfiancamento e al rischio sismico.

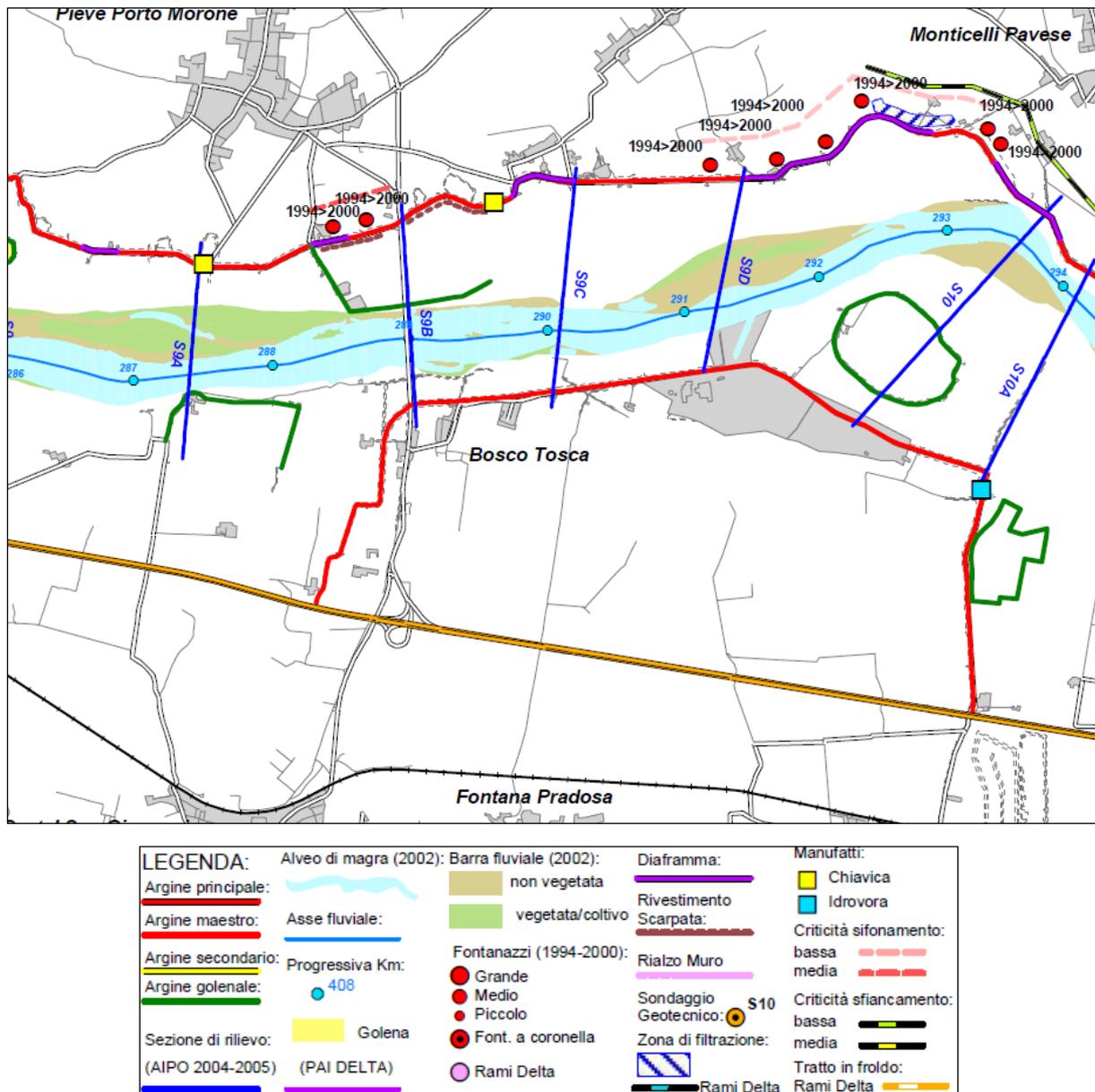
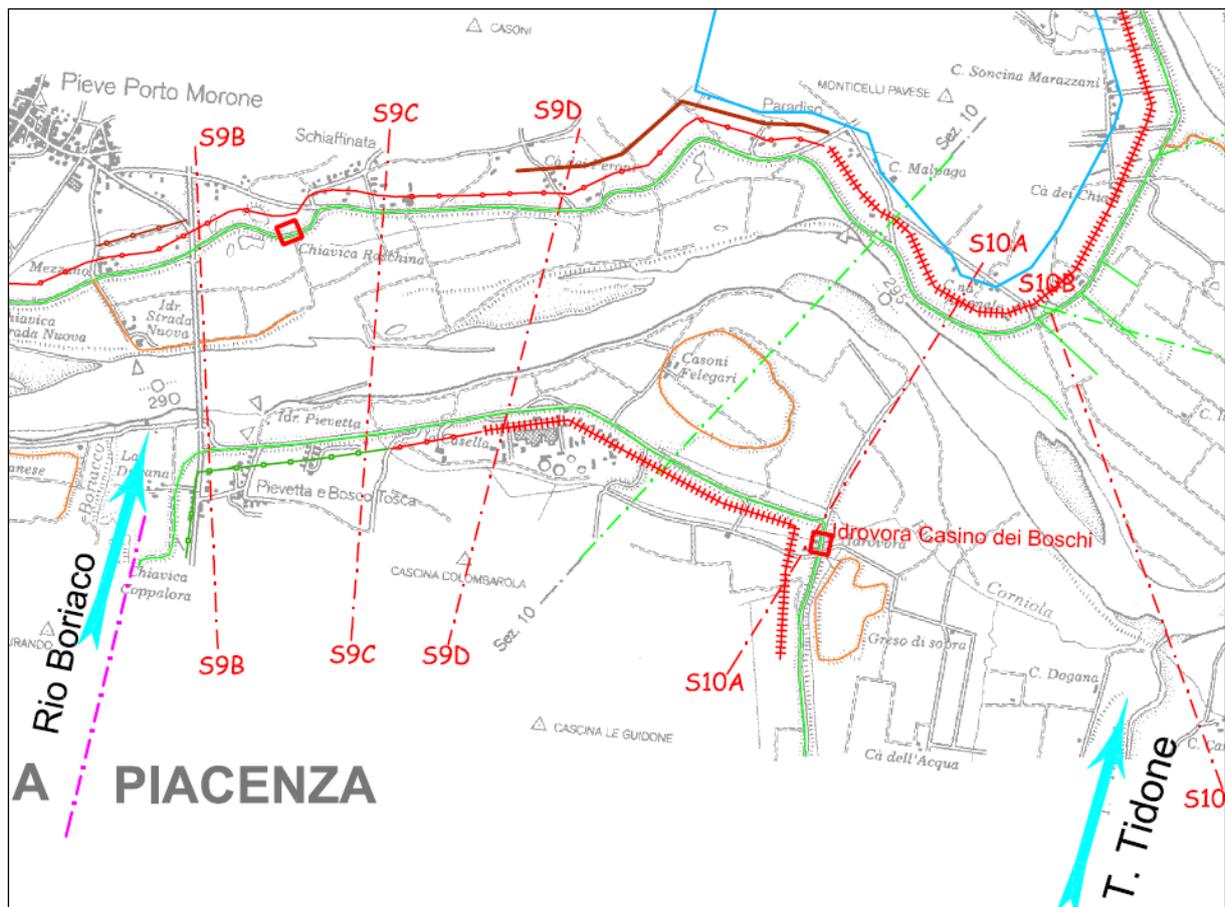


Figura 12 – stralcio della cartografia “F. Po da Torino al mare. Analisi del livello di sicurezza delle arginature rispetto al sifonamento, allo sfiancamento e al rischio sismico” dell’Autorità di bacino del fiume Po.

- “F. Po da Torino al mare. Censimento delle rotte storiche” (giugno 2014). L’Autorità di bacino del fiume Po ha redatto delle cartografie con riportato il censimento delle rotte storiche degli argini. Di seguito si riporta lo stralcio relativo all’ambito di interesse, da cui si evince che l’argine destro “primitivo” del fiume Po ha subito delle tracimazioni nel 1846. L’attuale argine è differente, come quota e posizione, da tale argine.



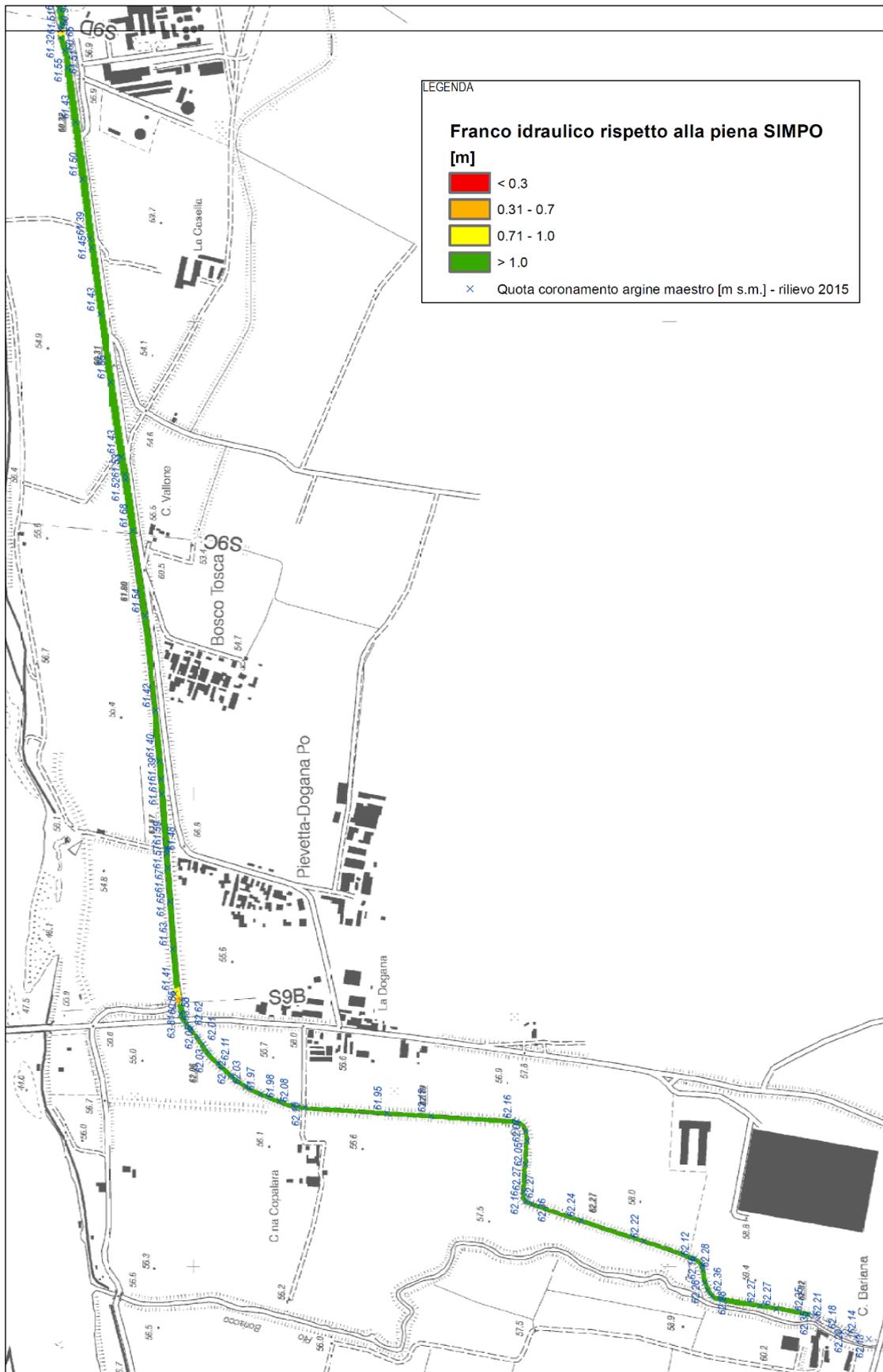


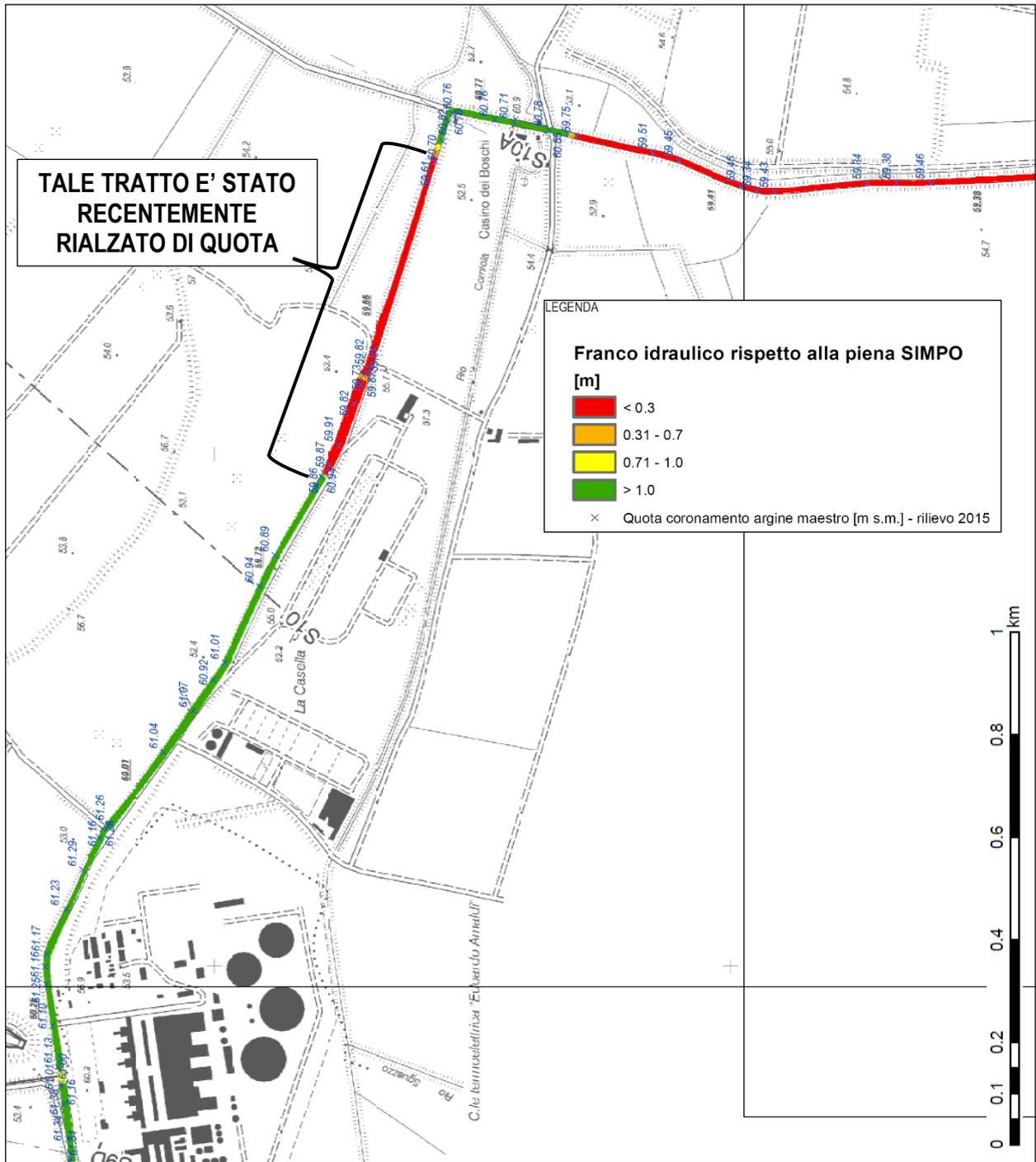
		assenza argine
criticità per sormonto		bassa con franco tra 1.00 - 0.70
		media con franco tra 0.70 - 0.30
		elevata con franco < 0.30
criticità per sfiancamento		bassa
		media
		elevata
criticità per sifonamento		bassa
		media
		elevata

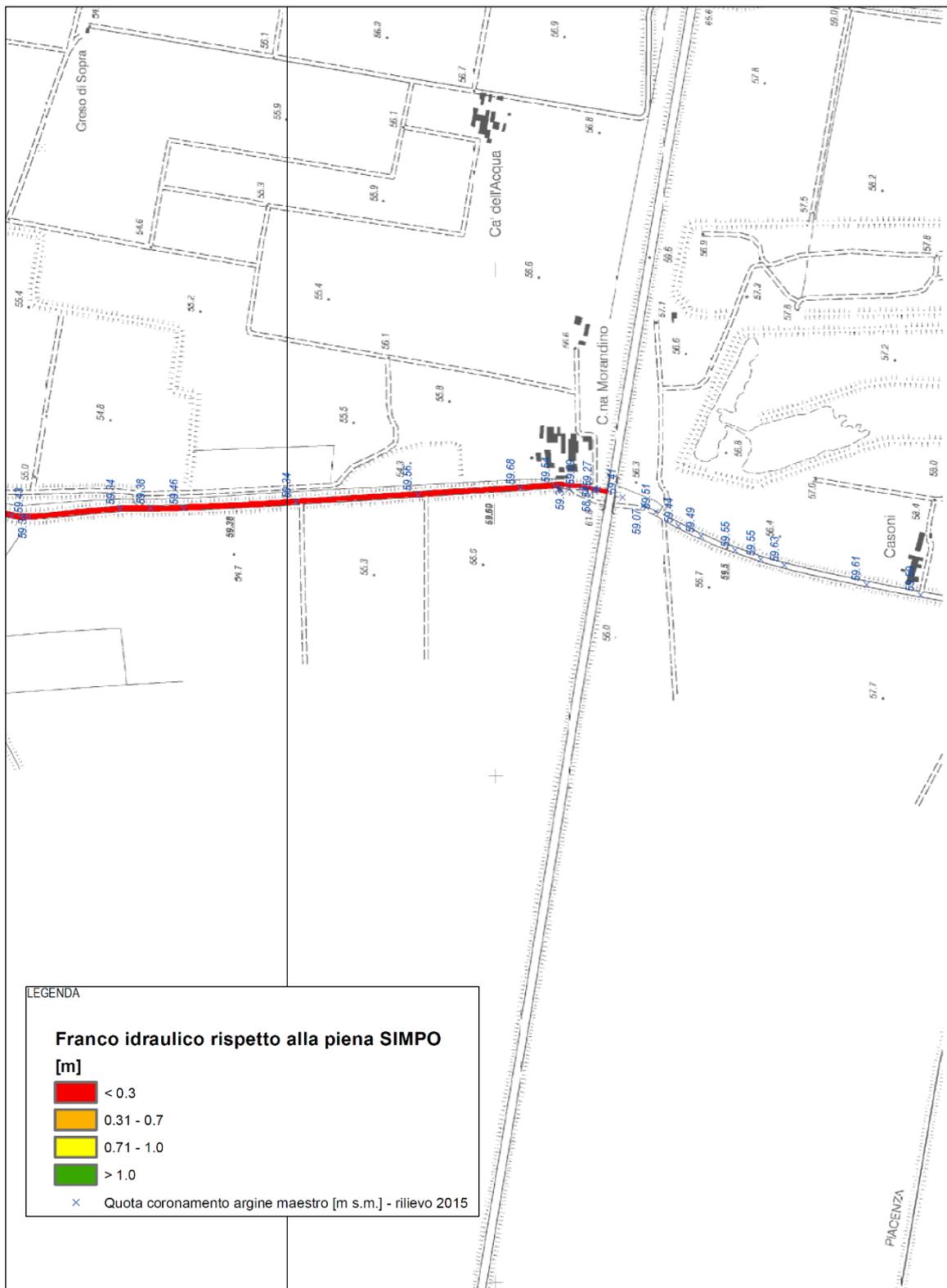
Figura 14 – stralcio della cartografia “Catasto arginature maestre del fiume Po da foce Tanaro all’incile del Po di Gorè” dell’Autorità di bacino del fiume Po.

- **Rilievi topografici.**

L’Autorità di bacino del fiume Po e l’AIPo hanno effettuato rilievi di dettaglio dell’alveo del fiume Po e delle arginature. Di seguito si riporta l’andamento delle quote di coronamento dell’argine posto a protezione dei territori posti nei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato, da cui si osserva che le quote di coronamento variano da 62.3 a 59.3 m s.m..





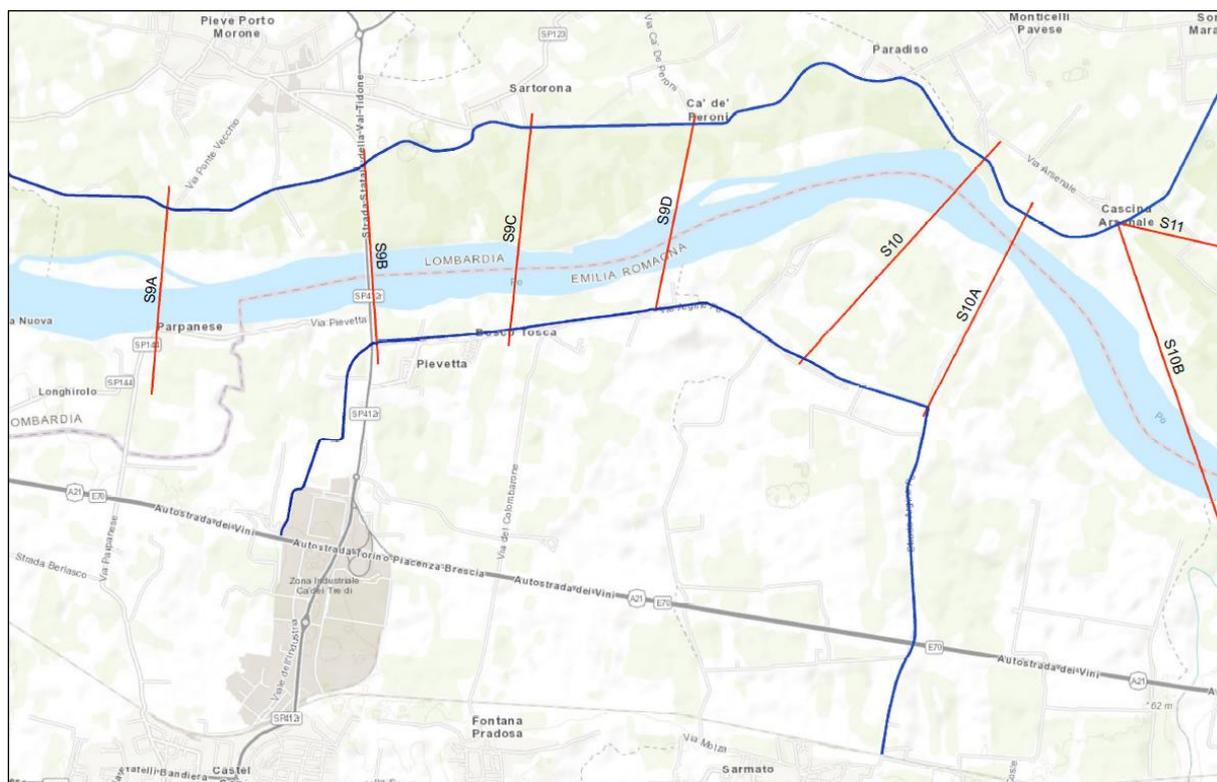


### 3. ANALISI IDRAULICHE CONDOTTE PER VALUTARE LE CONDIZIONI DI PERICOLOSITÀ E RISCHIO IDRAULICO ASSOCIATE ALLA ROTTURA DELL'ARGINE DEL FIUME PO

Nel presente capitolo vengono presentate le analisi idrauliche effettuate per valutare la quota idrica che si può instaurare all'interno dell'area extra-arginale dei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato, posta in prossimità del fiume Po, conseguente all'ipotesi di rottura dell'arginatura maestra.

Il tratto di fiume Po oggetto delle presenti valutazioni si estende dal ponte della S.S.412 della Val Tidone (sezione S9B) fino alla confluenza con il T. Tidone. Le sezioni fluviali di riferimento sono comprese tra la S9B (progr. km 290) e S10A (progr. km 297).

Il tratto di argine maestro che si estende tra tali sezioni è caratterizzato da quote di coronamento comprese tra 61.4 m s.m. e 60.70 m s.m.. Il tratto che risale verso sud a monte del ponte della S.S.412 giunge fino a quote di 62.4 m s.m., mentre il tratto a valle della sezione S10A, che risale, anch'esso verso sud, fino a quote pari a 59.3 m s.m..

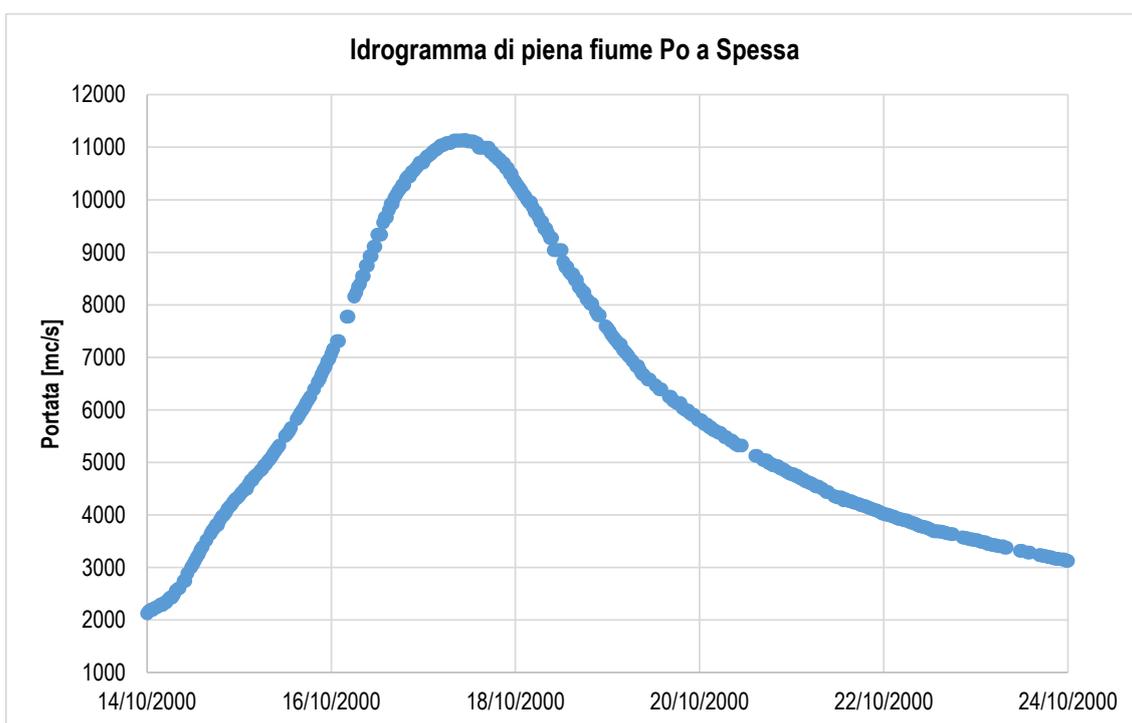


**Figura 15 – Ambito di studio. Le linee blu rappresentano gli argini maestri del F. Po.**

L'ambito di analisi è posto a valle di Spessa e a monte di Piacenza.

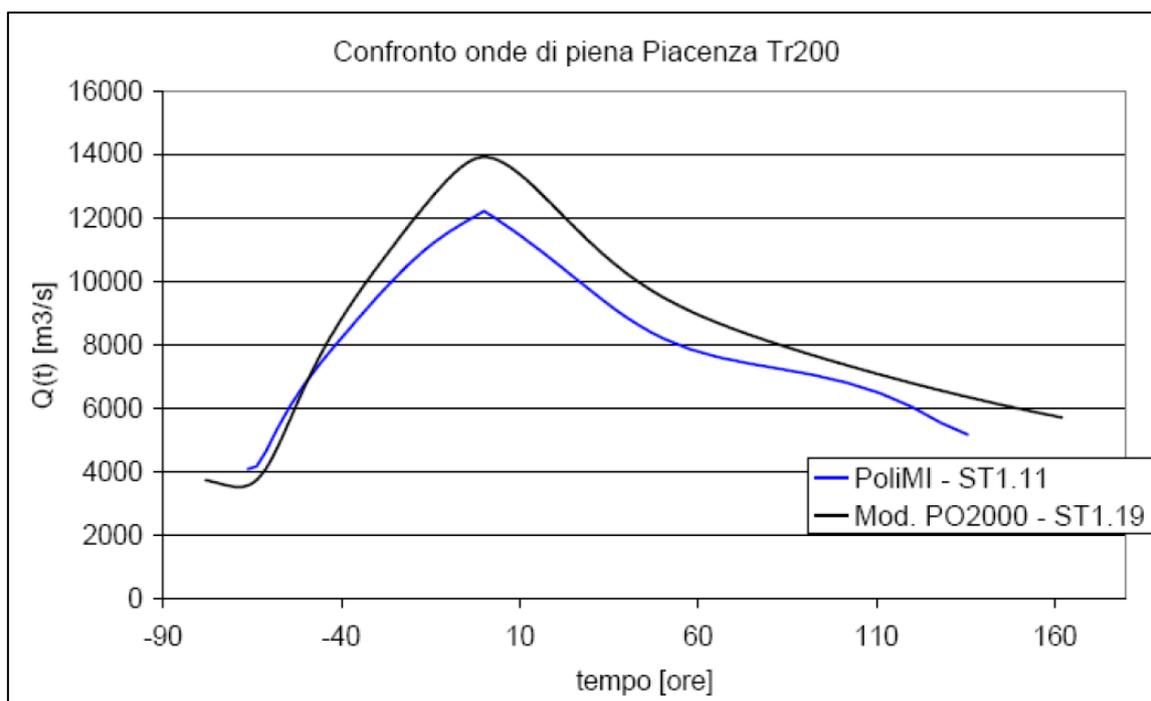
Per le valutazioni idrauliche di seguito condotte si è fatto riferimento ad un valore di portata al colmo pari a 12'500 m<sup>3</sup>/s, valore intermedio tra quanto definito nell'ambito del piano SIMPO'82 (12'000 m<sup>3</sup>/s) e quanto contenuto nel PGRA (valore compreso tra 13'600 m<sup>3</sup>/s nella sezione di Becca e 13'000 m<sup>3</sup>/s a Piacenza).

Per la definizione della forma dell'idrogramma di piena, di seguito si riporta l'onda dell'evento del 2000, ricavato attraverso le misure effettuate in corrispondenza dell'idrometro di Spessa Po, caratterizzato da un valore di picco prossimo a 11'100 m<sup>3</sup>/s.



**Figura 16 – idrogramma di piena del fiume Po misurato nella sezione di Spessa Po durante l'evento del 2000**

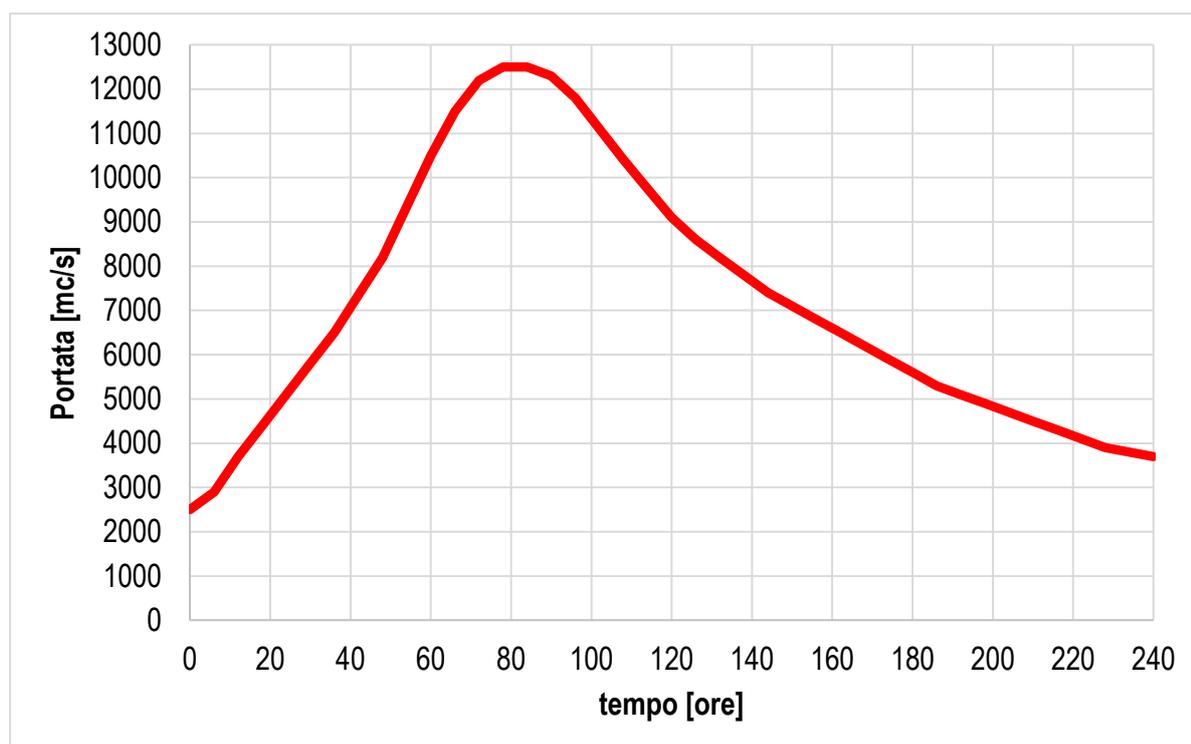
Di seguito, invece, si riportano gli idrogrammi di piena sintetici (T=200 anni) simulati in corrispondenza della sezione di Piacenza.



**Figura 17 – idrogramma di piena del fiume Po a Piacenza per T=200 anni**

Si può osservare che gli idrogrammi di piena sopra riportati sono abbastanza simili come forma; ad esempio considerando l'idrogramma reale della piena del 2000 misurato a Spessa Po e l'idrogramma sintetico duecentennale definito dal Politecnico di Milano nella sezione di Piacenza, si osserva che nel primo la durata in cui la portata è superiore a  $8'000 \text{ m}^3/\text{s}$  è pari a circa 2.5 giorni, mentre nel secondo tale durata è prossima a 4 giorni.

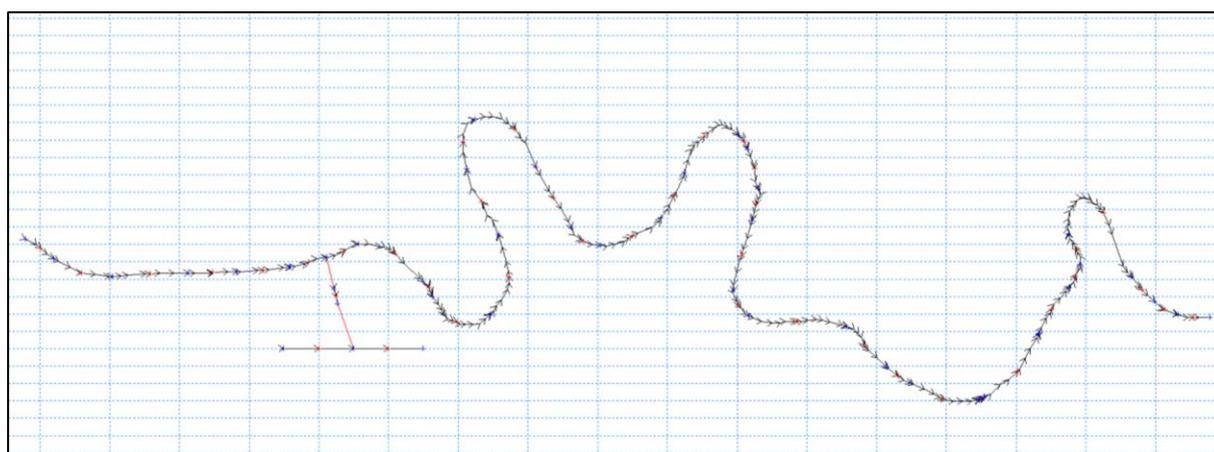
Di seguito, nella Figura 18, si riporta l'idrogramma di piena ricavato dai precedenti, che è stato utilizzato per le valutazioni effettuate nell'ambito del presente studio.



**Figura 18 – idrogramma di piena del fiume Po utilizzato per le analisi degli effetti indotti da una rotta arginale del fiume Po nei pressi del Comune di Castel San Giovanni (PC)**

Per valutare gli effetti indotti da una rotta arginale del fiume Po nel tratto posto nei pressi dei Comuni di Castel San Giovanni e Sarmato, è stato implementato un modello idraulico monodimensionale del fiume tra Spessa Po e Piacenza, utilizzando le sezioni fluviali ufficiali, rilevate nel 2005, e considerando l'idrogramma di piena riportato nella Figura 18.

Lo schema del modello idraulico è riportato nella Figura 19.



**Figura 19 – Schema del modello idraulico monodimensionale del fiume Po da Spessa a Piacenza**

In particolare sono state effettuate due differenti simulazioni:

1. Rottura dell'argine maestro del fiume Po nei pressi della sezione 9C, considerando quattro diversi valori della lunghezza della breccia:
  - a. 50 m
  - b. 100 m
  - c. 150 m
  - d. 200 m

La quota di base della breccia è stata posta a 56.5 m s.m., che rappresenta la quota della sponda destra del fiume Po nei pressi del tratto compreso tra le sezioni 9B e 9D (la quota del piano campagna in corrispondenza dell'argine è pari a 53.5 – 54.5 m s.m.)

2. Rottura dell'argine maestro del fiume Po a valle della sezione 10A, considerando quattro diversi valori della lunghezza della breccia:
  - a. 50 m
  - b. 100 m
  - c. 150 m
  - d. 200 m

In questo caso la quota di base della breccia è stata posta a 53 m s.m., pari alla quota del piano campagna in corrispondenza dell'argine.

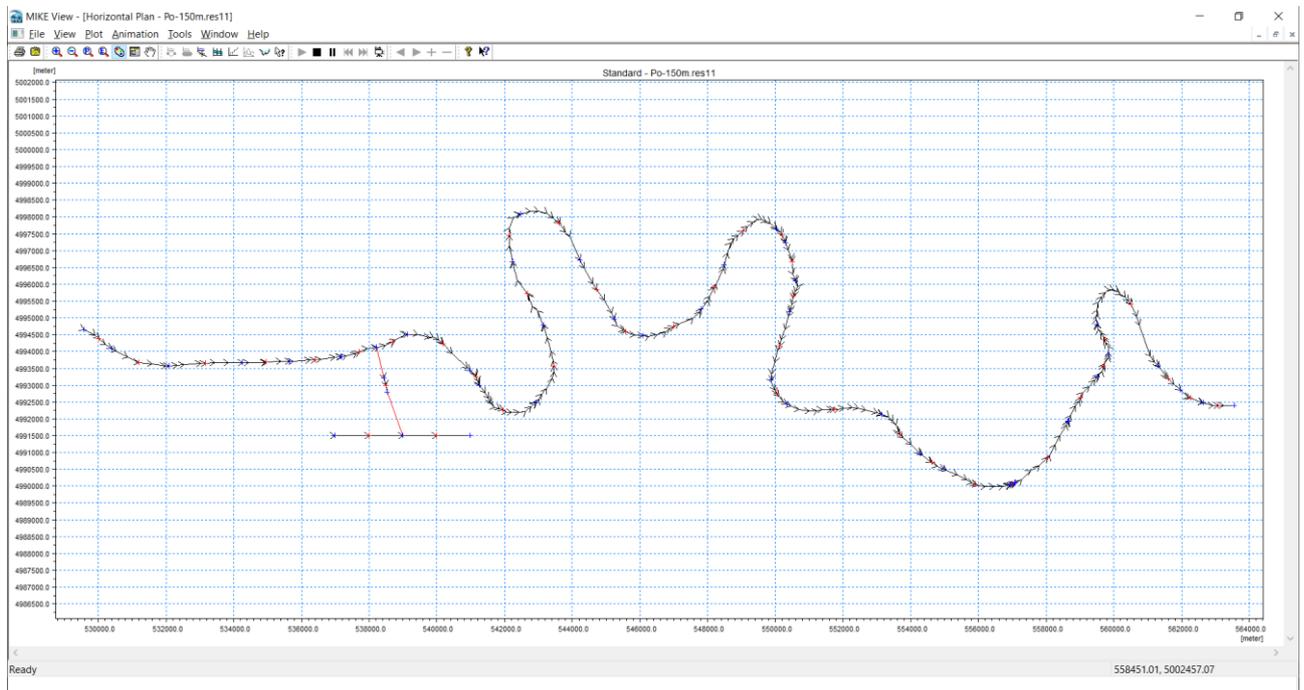
La rottura arginale è stata schematizzata inserendo nel modello idraulico un collegamento con l'area posta esternamente all'argine ed è stata caratterizzata geometricamente con i diversi valori di larghezza e quota sopra citati.

La portata che fuoriesce dall'alveo di piena del fiume Po attraverso le ipotizzate breccie defluisce nell'area extra-arginale. Tale area è confinata su tre lati (ovest, nord, est) dall'argine maestro del Po, mentre il lato sud, posto oltre la linea ferroviaria, è caratterizzato da quote superiori al livello della piena di riferimento. Pertanto, la portata in uscita dall'alveo del fiume Po attraverso la rottura arginale riempie gradatamente tale area, fino ad una quota correlata al volume idrico che può fuoriuscire dalla breccia.

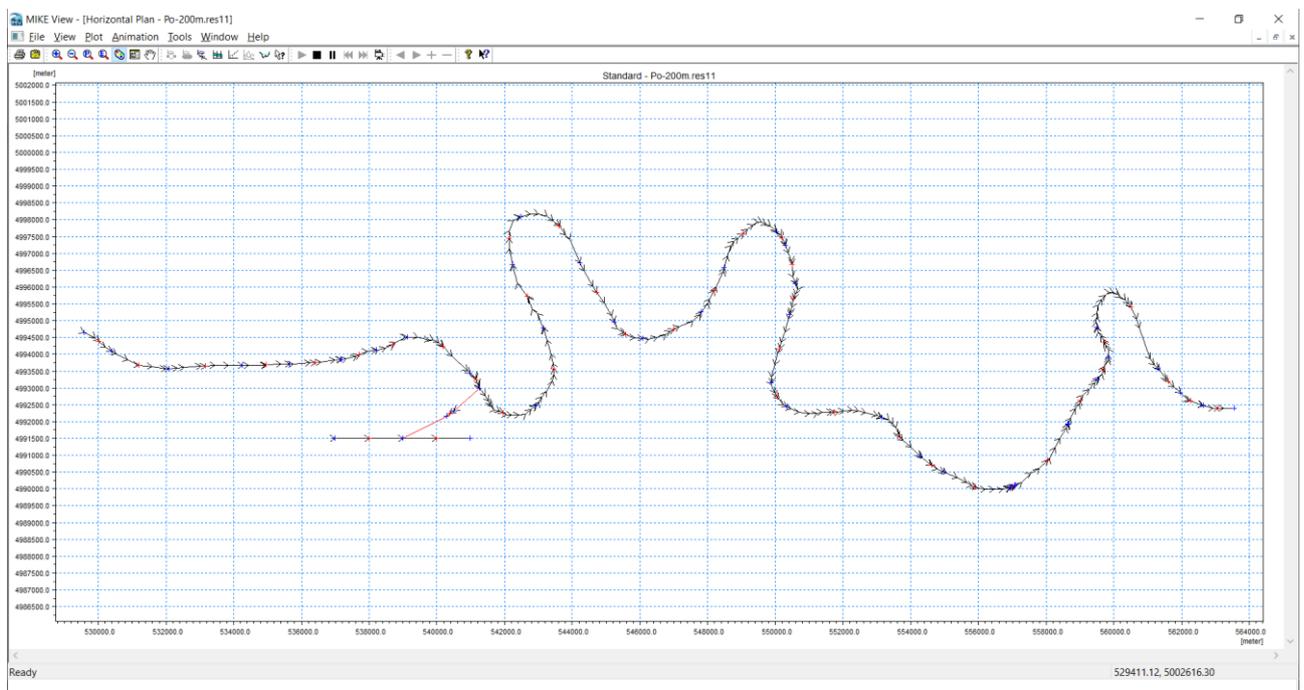
In funzione delle caratteristiche plano-altimetriche dell'intera area, ricavate dal Database topografico della Regione Emilia Romagna, e della quantità di acqua che fuoriesce dal Po attraverso le supposte rotture arginali, è stato valutato il livello idrico che si può instaurare nell'area medesima.

Di seguito si riporta la planimetria del modello idraulico, nelle due configurazioni con differente

posizione della rottura arginale (Figura 20 e Figura 21), e le curve quota-superficie (Figura 22) e quote-volumi (Figura 23) che caratterizzano la morfologia dell'area extra-arginale.



**Figura 20 – planimetria del modello idraulico del fiume Po con rottura arginale in corrispondenza della sezione 9-C**



**Figura 21 – planimetria del modello idraulico del fiume Po con rottura arginale in corrispondenza della sezione 10-A**

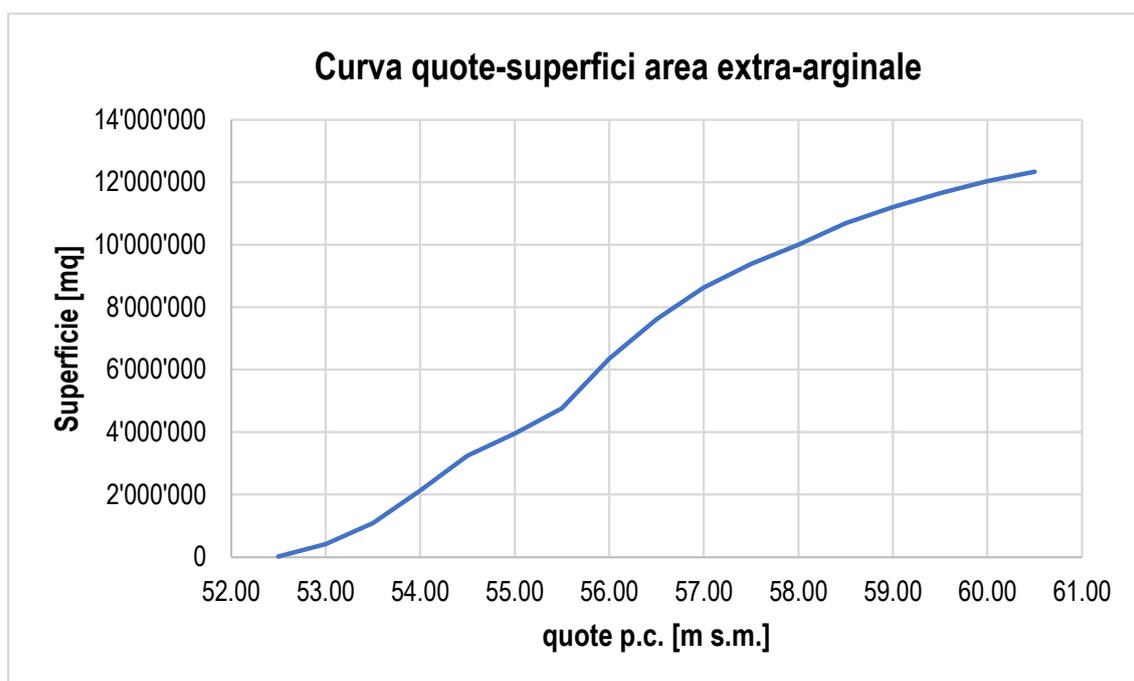


Figura 22 – curva quote p.c. – superficie dell’area extra-arginale nei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato (PC)

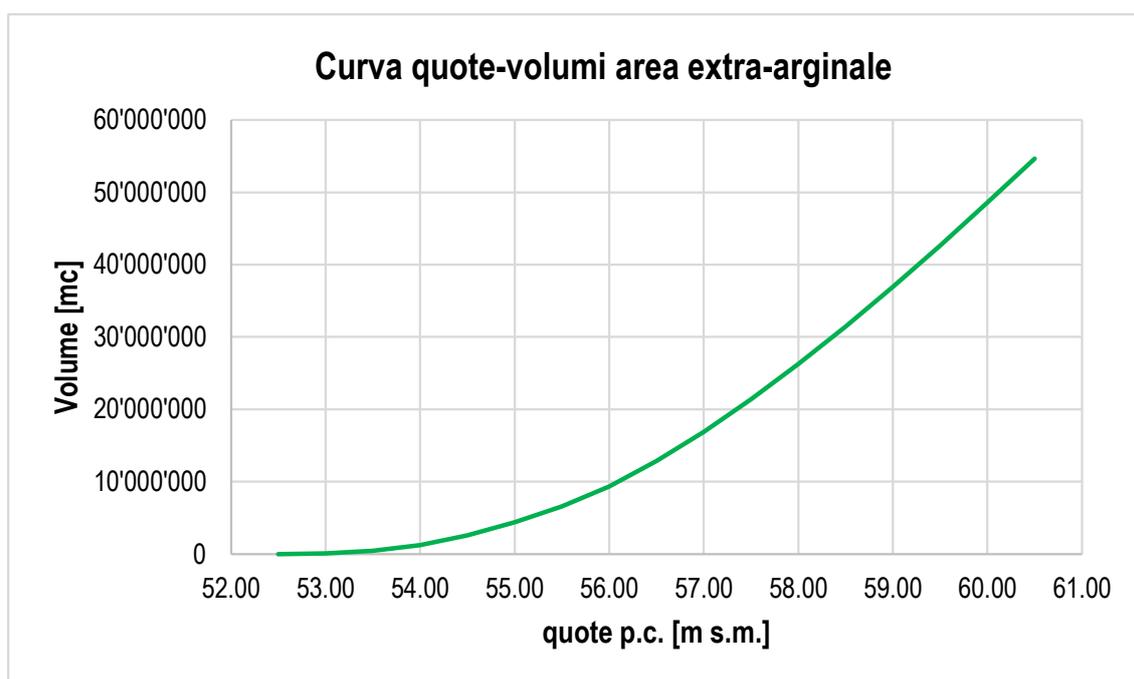


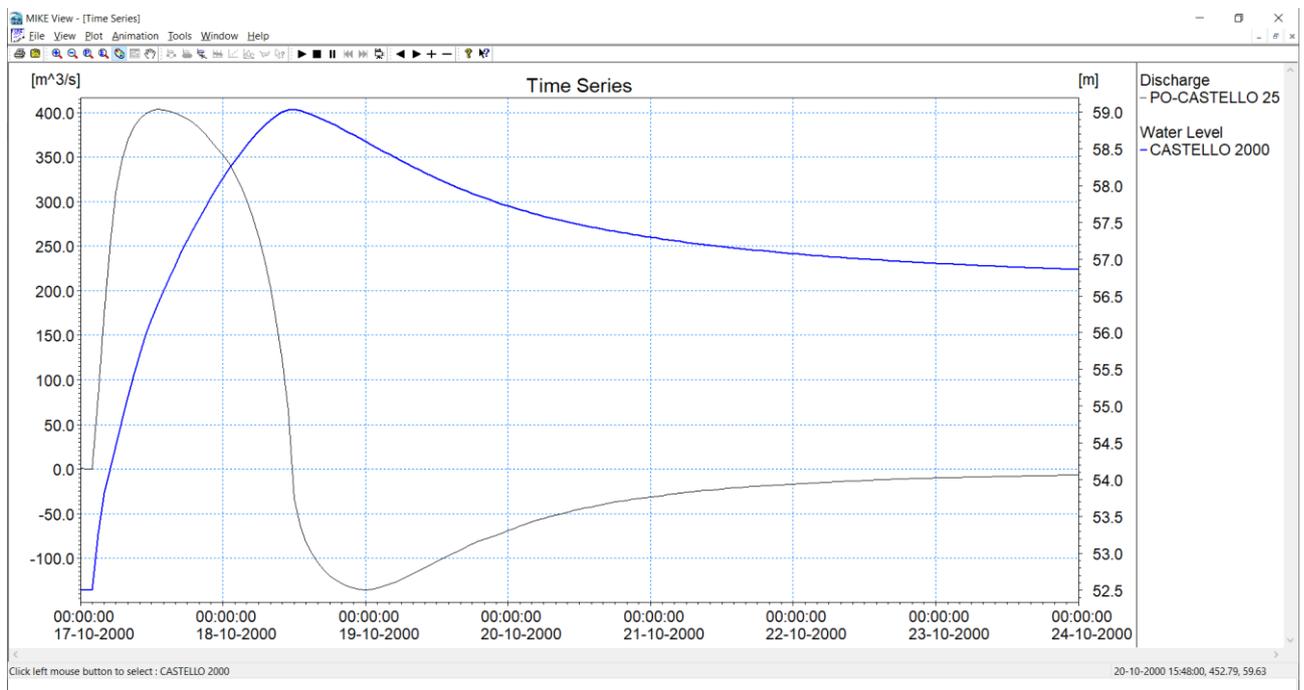
Figura 23 – curva quote p.c. – volumi dell’area extra-arginale nei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato (PC)

Dall’analisi della Figura 23 si può mettere in evidenza che il volume compreso tra la quota del piano campagna e il livello della piena SIMPO in corrispondenza della sezione 9B, pari a 60.44 m s.m. è pari a circa 55 milioni di metri cubi; ciò significa che se dalla rotta arginale prevista a

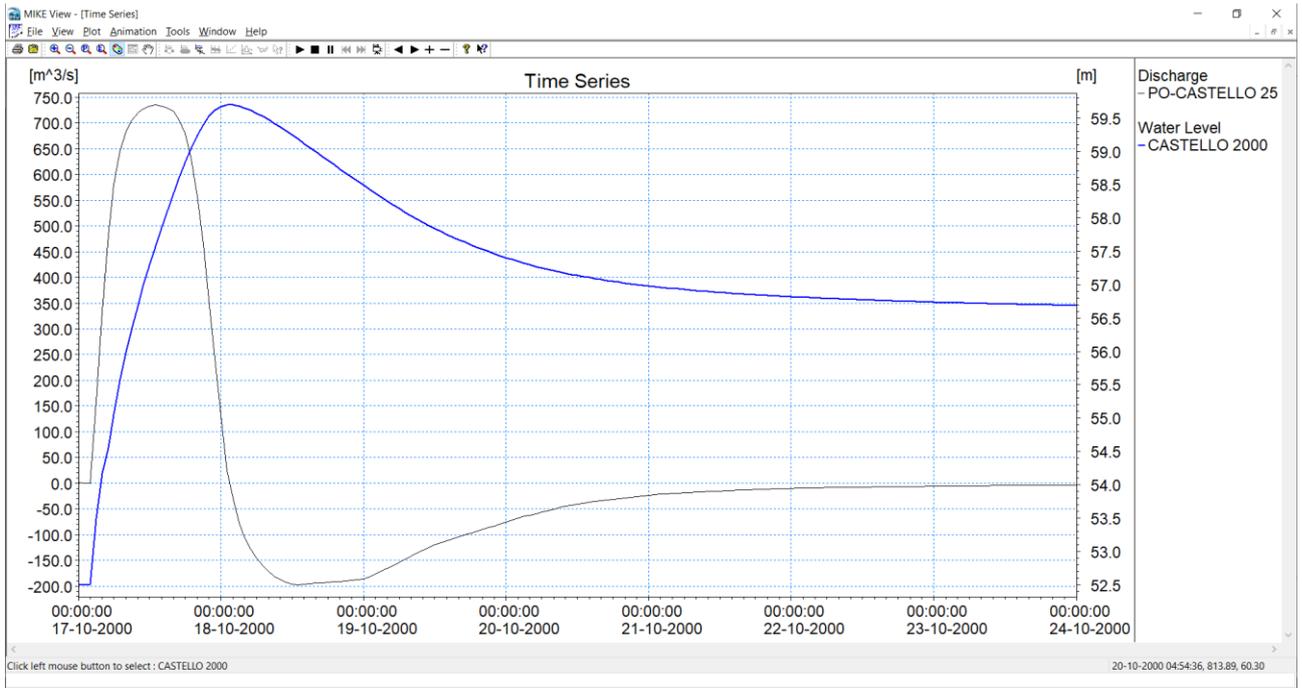
monte uscisse una quantità d'acqua pari o superiore a 55 milioni di metri cubi, il livello idrico che si instaurerebbe all'interno dell'area extra-arginale sarebbe prossimo al livello della piena in alveo nel momento in cui si satura l'intera area.

Di seguito si riportano i risultati delle simulazioni effettuate, considerando che la rottura arginale si verifici quando la portata defluente nel fiume Po raggiunge il picco dell'evento di piena considerato.

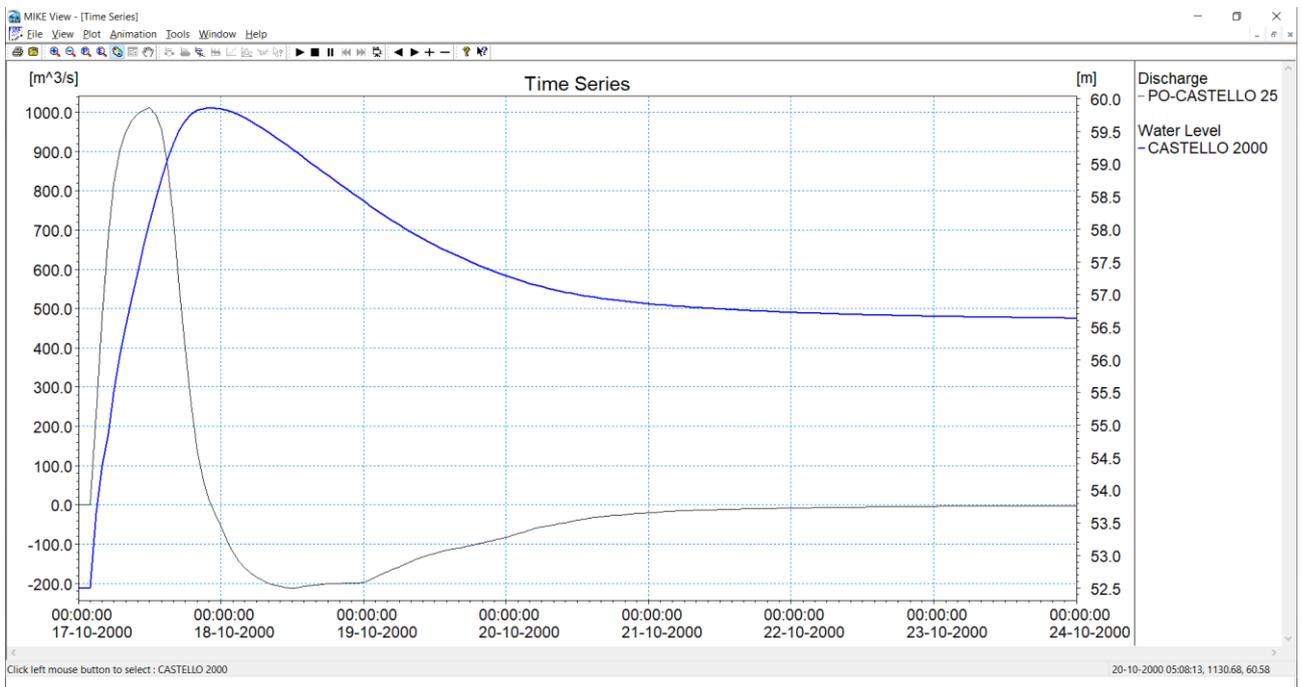
In particolare, per le varie simulazioni si riporta l'idrogramma di piena che fuoriesce dalla breccia (linea nera) e il conseguente livello idrico che si raggiunge all'interno dell'area posta all'esterno dell'argine (linea blu).



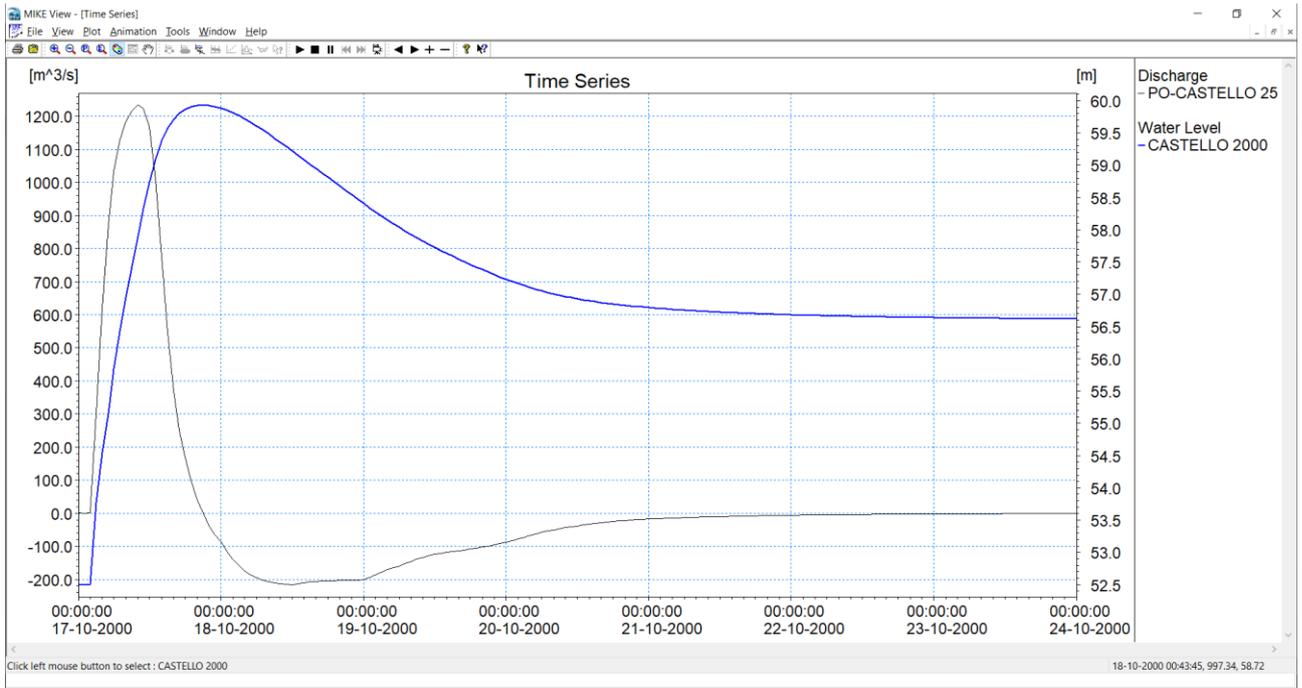
**Figura 24 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 50 m**



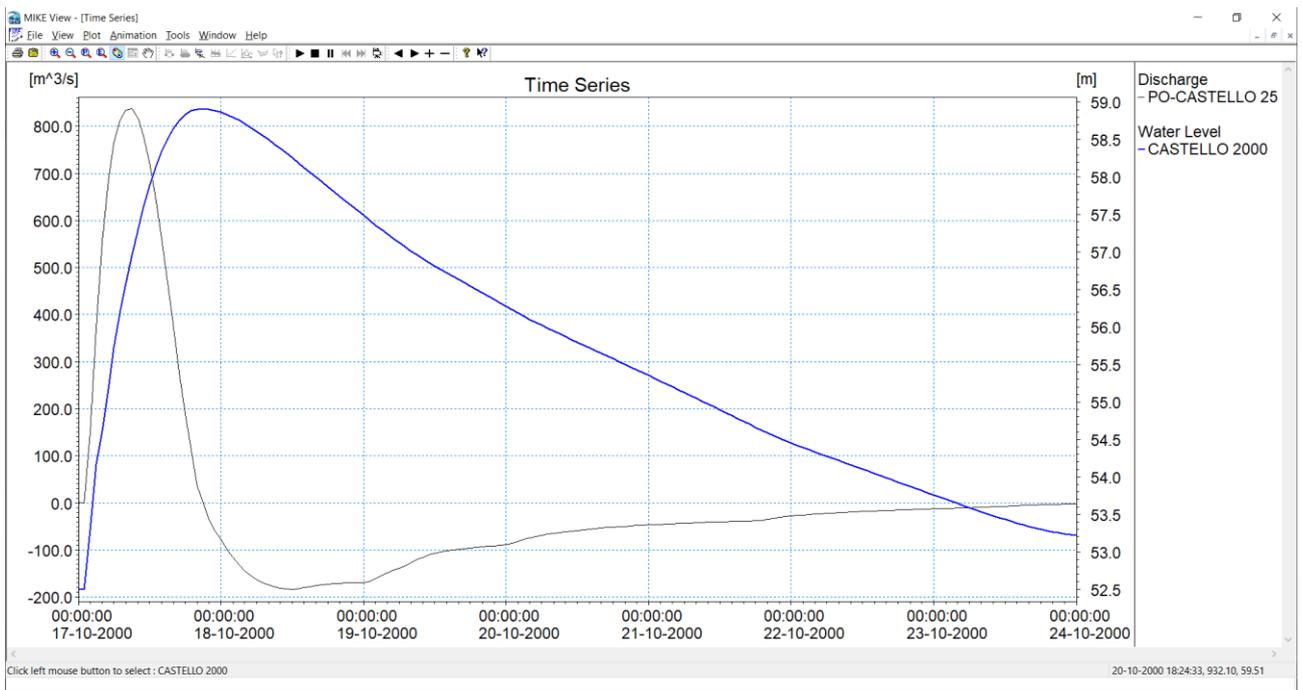
**Figura 25 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 100 m**



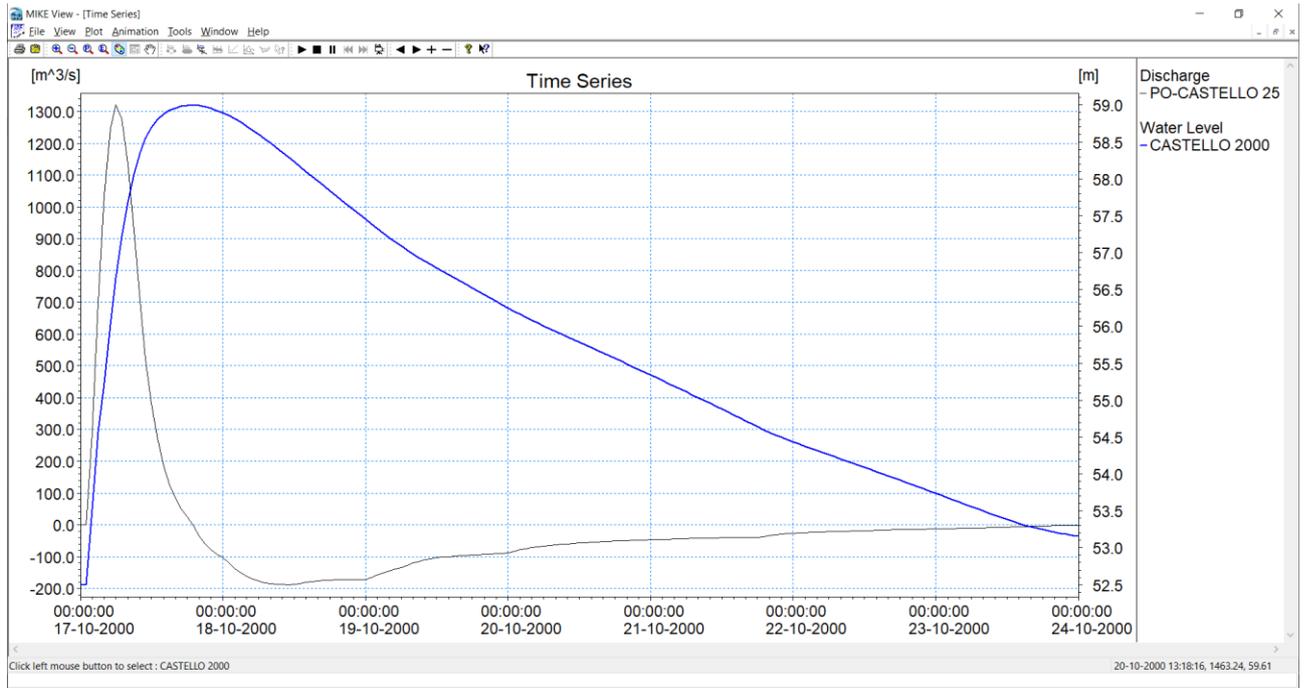
**Figura 26 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 150 m**



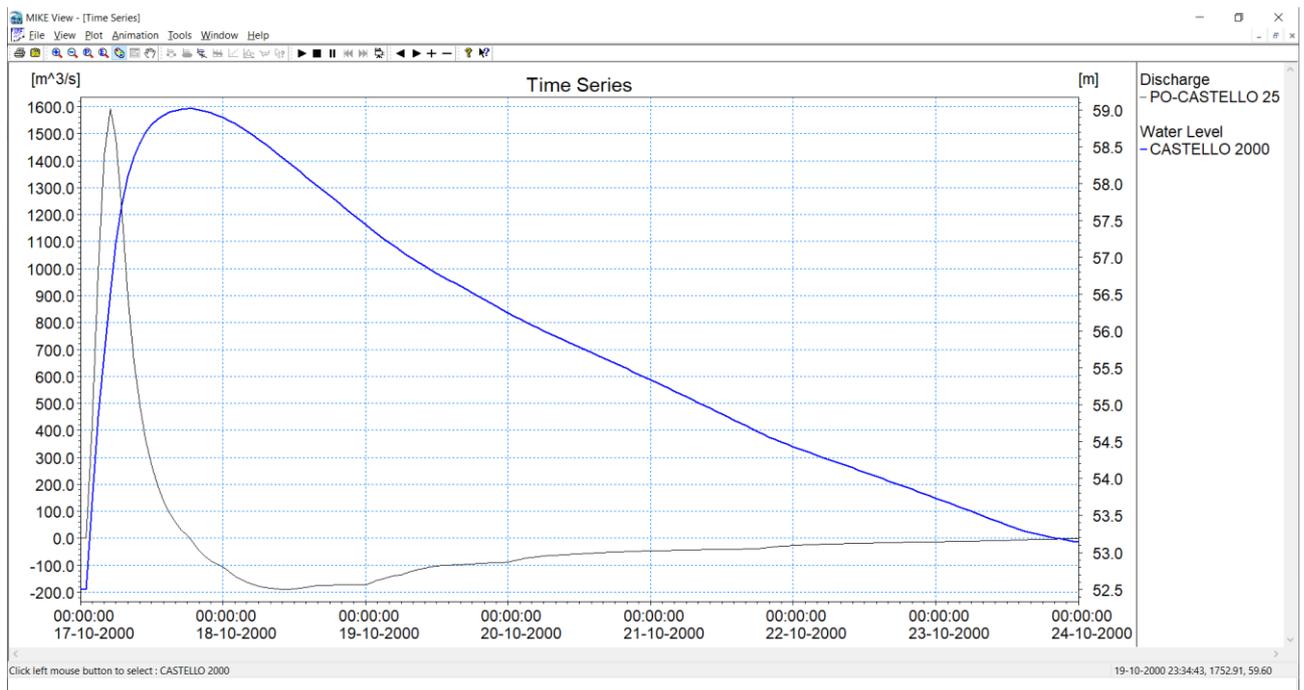
**Figura 27 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 9C con larghezza della breccia pari a 200 m**



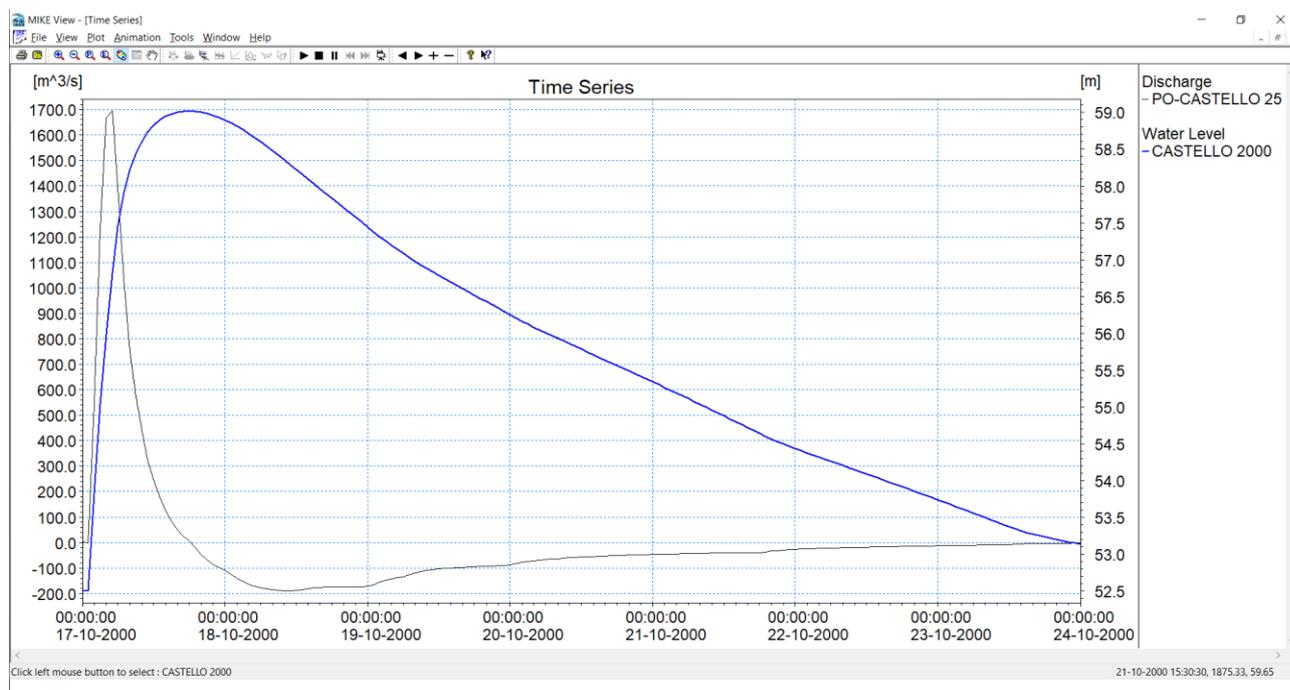
**Figura 28 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 50 m**



**Figura 29 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 100 m**



**Figura 30 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 150 m**



**Figura 31 – risultati del modello idraulico relativo alla rottura arginale ipotizzata nei pressi della sez. 10A con larghezza della breccia pari a 200 m**

Dall'analisi dei risultati sopra riportati emerge che il livello idrico che si può instaurare all'interno dell'area extra-arginale di Castel San Giovanni e Sarmato, in seguito alla rottura dell'argine del Po, è compresa tra 59 e 60 m s.m..

Il valore più alto è associato a rotture arginali localizzate più a monte, cioè prossime alle sezioni 9B e 9C, mentre i valori più bassi sono associati a rotture del tratto di argine posto più a valle, cioè prossimo alla sezione 10A.

Siccome l'argine posto più a valle è quello più vulnerabile, in quanto presenta valori del franco di sicurezza rispetto alla piena SIMPO'82 e alla piena PAI minori di 30 cm (cfr. Figura 10 e Figura 11), è più probabile che si possa verificare una rottura per tracimazione in tale tratto piuttosto che in quello posto più monte.

Per quanto sopra esposto, si ritiene che **la quota idrica da considerare come riferimento per valutare le condizioni di pericolosità e di rischio idraulico**, conseguenti all'ipotesi di rottura dell'arginatura maestra del fiume Po nell'ambito territoriale dei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato, **è pari a 59 m s.m..**

#### **4. DEFINIZIONE DELLE CONDIZIONI DI ACCETTABILITÀ DEL RISCHIO IDRAULICO ASSOCIATO ALLA ROTTURA DELL'ARGINE MAESTRO DEL FIUME PO**

In relazione a quanto esposto nei capitoli precedenti emerge che:

- l'argine del fiume Po posto a protezione dei territori dei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato compresi tra il rio Boriaco (poco a monte del ponte della S.S.412 della Val Tidone) e il T. Tidone, non risulta essere interessato da problematiche associate a fenomeni di sifonamento, sfiancamento e al rischio sismico;
- l'arginatura in questione presenta tratti con franchi di sicurezza inferiori ad un metro rispetto alla piena SIMPO e alla piena PAI, in particolare a valle della sezione S10A (a valle della chiavica Casino dei Boschi), dove il franco risulta essere minore di 30 cm. Tale tratto è quello dove si ritiene più plausibile che si possa verificare una rottura dell'argine per tracimazione;
- la quota idrica che si può instaurare all'interno dell'area extra-arginale dei comuni di Castel San Giovanni e Sarmato è pari a 59 m s.m.;
- **si ritiene che gli interventi di edificazione posti all'interno della fascia C del Po abbiano un livello di accettabilità del rischio idraulico conseguente all'ipotesi di rottura dell'arginatura maestra, se la quota di imposta del piano di calpestio dei locali abitabili, o la quota di coronamento delle opere di contenimento dei livelli di piena, è superiore a 59 m s.m..**

Milano, 9 dicembre 2020

ETATEC STUDIO PAOLETTI s.r.l.

Dott. Ing. Stefano Croci