



Città Metropolitana di Bologna

Via Zamboni, 13 - 40126 Bologna (BO)

IL RUP:

P.I.E. Stefano Romagnoli

IL DIRETTORE DELL'ESECUZIONE DEL CONTRATTO:

Ing. Jonathan Manzi

INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA

(CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA

ELABORATI GENERALI

-

Relazione idrologica

PROGETTAZIONE:
Mandataria:

SYSTRA S.p.A.

Via della Stazione, 27 38123 Trento (TN), Italy - www.systra.com/italy

Mandanti:



SETECO Ingegneria S.r.l.



ITEC Engineering S.r.l.

SCALA: ---		IL PROGETTISTA: Ing. P. Misurale	IL RESPONSABILE INTEGRAZIONE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Erica Calatizzo	
FORMATO: A4	DATA: Apr 2026			

REV.	DESCRIZIONE	REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
r00	Emissione	D. Loria	Apr 2026	M. Ivaldi	Apr 2025	P. Misurale	Apr 2026

CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROGETTAZIONE PF	TIPO DOC. R	AMBITO ID	PROGRESSIVO 101	REV. r00
---------------------------------	------------------------------------	-----------------------	---------------------	---------------------------	--------------------

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione idrologica	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO ID	PROGRESSIVO 101	REV. r00

INDICE

1.	INTRODUZIONE	3
2.	CALCOLO DELLE PORTATE	4
2.1	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PSAI)	4
2.1.1	CONSIDERAZIONI RELTIVE AGLI EFFETTI DEL CAMBIAMENTO CLIMATICO	6
3.	CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	8

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001)					
PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA					
ELABORATI GENERALI Relazione idrologica	CODICE PROGETTO 24V25	LIVELLO PROG. PF	TIPO DOC. R	AMBITO ID	PROGRESSIVO 101	REV. r00

1. INTRODUZIONE

La presente relazione è stata redatta in merito agli aspetti idrologici relativi alle verifiche idrauliche svolte per il ponte sul fiume Idice in località La Motta, sulla SP 6 "Zenzalino", che collegherà il comune di Budrio (BO) ed il Comune di Molinella (BO), a seguito del crollo, conseguente agli eventi di piena del 16/17 maggio 2023, del ponte esistente.

Tale relazione risulta quindi propedeutica alla relazione idraulica relativa al medesimo intervento. Si riporta di seguito un inquadramento dell'area di intervento su base ortofoto e su base CTR per una maggiore comprensione. Inoltre, si rimanda agli altri elaborati di progetto per una maggiore descrizione tipologica e geometrica dell'interventi, sia nel loro complesso che singolarmente.



Figura 1-1: Corografia di inquadramento, vista del ponte prima del crollo a seguito della piena del 16/17 maggio 2023

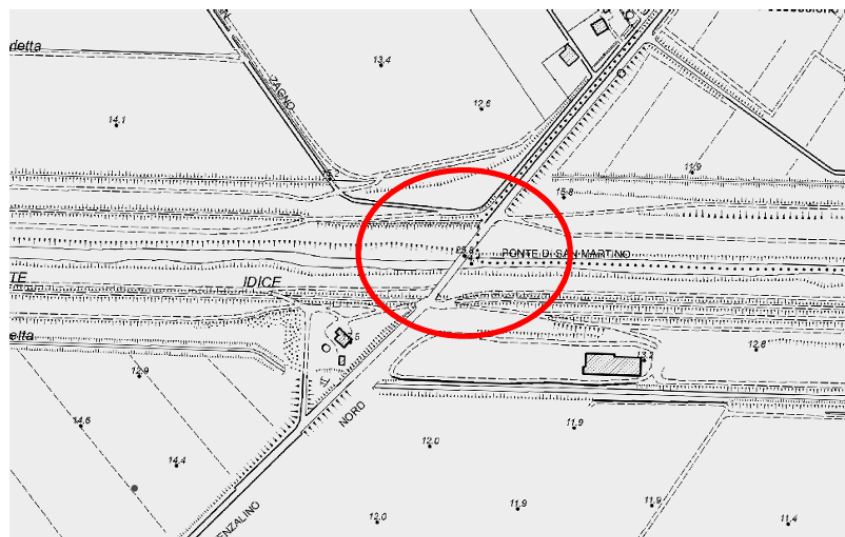


Figura 1-2: Corografia di inquadramento su CTR Regione Emilia-Romagna

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
ELABORATI GENERALI Relazione idrologica	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>ID</td><td>101</td><td>r00</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	ID	101	r00
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	ID	101	r00								

2. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la valutazione delle portate da utilizzare per lo svolgimento della modellazione idraulica sono state utilizzate le seguenti portate:

1. Portata 50-ennale dedotta dal PSAI considerando l'effetto dei cambiamenti climatici
2. Portata 200-ennale dedotta dal PSAI considerando l'effetto dei cambiamenti climatici
3. Massima portata transitante in alveo valutata mediante l'utilizzo di una scala di deflusso trapezia equivalente alla sezione tipo del T. Idice nell'area oggetto di intervento

2.1 Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI)

Al fine di valutare il valore delle portate di riferimento da impiegare per lo svolgimento delle verifiche idrauliche, si è fatto riferimento alla pianificazione vigente, con particolare riguardo al Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI).

Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PSAI) costituisce uno strumento di pianificazione territoriale orientato alla tutela del territorio dal rischio idrogeologico: esso si configura come un dispositivo di natura conoscitiva, normativa e tecnico-operativa attraverso cui vengono definite e programmate azioni, interventi e regole d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del territorio.

In particolare, il PSAI individua gli scenari di rischio associati a fenomeni franosi e alluvionali, delimitando le aree soggette a rischio idrogeologico e stabilendo le relative misure di salvaguardia volte alla mitigazione dei potenziali danni.

A supporto delle presenti analisi, si riporta la tabella estratta dalla "Relazione / m1" del PSAI, nella quale sono indicate le portate e i livelli idrici relativi a tutte le sezioni trasversali d'alveo considerate negli studi e nelle perimetrazioni del piano, con specifico riferimento alla sezione di interesse del "ponte di San Martino".

In particolare, le sezioni considerate sono la "36bis m" e la "36 bis", corrispondenti al ponte di San Martino, crollato in occasione dell'evento alluvionale di maggio 2023 e oggetto del presente intervento di ricostruzione.

Le portate associate alle piene eccezionali, riferite a differenti frequenze medie di accadimento (ovvero tempi di ritorno TR), desunte dal PSAI e arrotondate per eccesso, risultano per tali sezioni le seguenti:

- Portata cinquantennale - $Q_{50} = 625 \text{ m}^3/\text{s}$
- Portata duecentennale - $Q_{200} = 775 \text{ m}^3/\text{s}$

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione idrologica	CODICE PROGETTO LIVELLO PROG. TIPO DOC. AMBITO PROGRESSIVO REV. 24V25 PF R ID 101 r00

SEZIONI				PORTATE E LIVELLI				MORFOLOGIA DELLA SEZIONE		
CODICE	Distanza Progr. [m]	Localizzazione	Descrizione	Lmax50 [m s.l.m.]	Qmax50 [m³/s]	Lmax200 [m s.l.m.]	Qmax200 [m³/s]	Quota sommità argine dx (m.s.l.m.)	Quota del fondo (m.s.l.m.)	Quota sommità argine sx (m.s.l.m.)
5bis	36993.81	Ponte della Riccardina	m.ponte	25.7	631.4	26.7	783.0	26.3	15.9	25.8
5bis v	37010	Ponte della Riccardina	v.ponte	25.5	631.3	26.3	782.8	26.3	15.9	25.8
6	37177	Riccardina		25.5	630.5	26.3	782.3	25.6	15.5	25.6
7	37658.47			25.1	631.4	25.9	781.7	25.3	15.5	25.3
8	38183.34	C. Emiliano-Romagnolo		24.7	630.3	25.5	781.2	24.9	14.5	24.8
9	38706.96			24.3	629.7	25.1	780.7	25.1	13.7	25.0
10	39157.54			24.0	629.0	24.8	780.0	24.9	13.6	24.7
11	39691.79			23.5	628.3	24.4	779.2	24.6	13.5	24.7
12	40208.04			23.3	627.8	24.2	777.9	23.8	12.8	23.9
13	40715.24	Mezzolara		23.1	627.0	23.9	777.4	23.8	12.6	23.6
13bis m	41072	Ponte dell'Ercolana	m.ponte	22.9	626.0	23.8	777.7	22.8	12.7	22.9
13bis	41081.96	Ponte dell'Ercolana	v.ponte	22.8	625.4	23.7	777.2	22.8	12.7	22.9
14	41207.25	Mezzolara		22.8	625.1	23.6	776.7	23.0	12.2	23.2
15	41724.17	Mezzolara		22.5	625.0	23.3	776.0	23.0	11.8	22.9
16	42225.32			22.2	624.6	23.0	775.2	22.5	11.7	22.6
17	42721.47			21.9	623.9	22.8	774.4	22.2	11.8	22.2
18	43233.68			21.7	623.2	22.5	774.0	22.0	11.5	21.9
18bis m	43595	Ponte di S.Martino	m.ponte	21.6	622.1	22.4	773.8	22.1	11.4	22.1
18bis	43605.96	Ponte di S.Martino	v.ponte	21.5	621.3	22.4	773.7	22.1	11.4	22.1
19	43731.14	S.Martino in argine		21.4	620.4	22.3	773.4	21.8	10.8	21.8
20	44237.49	S.Martino in argine		21.2	625.2	22.0	772.9	21.3	10.5	21.2
21	44725.48	S.Martino in argine		20.9	620.3	21.7	772.4	21.0	10.4	21.0
22	45198.38	S.Martino in argine		20.6	620.4	21.4	772.0	21.1	10.3	21.1
23	45719.09	S.Martino in argine		20.3	620.3	21.1	771.9	21.2	9.3	21.2
24	46226.3	Miravalle		20.0	620.0	20.8	771.9	21.0	9.4	20.8
25	46711.57	Miravalle		19.8	619.5	20.6	771.8	21.0	9.0	21.0
26	47234.82			19.6	619.0	20.4	771.5	20.6	9.0	20.5
27	47732.86			19.4	618.6	20.2	771.2	19.6	8.7	19.5
28	48233.82			19.1	618.3	19.9	770.7	19.3	8.5	19.4
28bis m	48535		m.ponte	18.9	618.1	19.7	770.7	19.9	8.6	20.1
28bis	48546.77		v.ponte	18.9	617.9	19.6	770.8	19.9	8.6	20.1
29	48731.86			18.8	617.8	19.5	770.8	18.8	8.5	19.3
30	49252.27			18.5	617.7	19.2	770.8	19.0	8.3	19.2
31	49734.81			18.1	617.8	18.8	770.9	18.8	7.9	18.6
32	50211.57			17.8	617.9	18.5	771.1	18.5	7.9	18.4
33	50706.04	Punta della Barbana		17.4	618.1	18.0	771.4	18.0	7.7	18.1
34	51197.45	Punta della Barbana		16.8	618.3	17.4	772.5	17.8	6.9	17.8
35	51676.46	Punta della Barbana	Confluenza Quaderna	16.7	618.6	17.4	773.5	17.4	6.7	17.4
36	52219.22			16.5	704.9	17.1	883.1	17.3	6.3	17.0
36bis m	52515	Sant'Antonio	m.ponte	16.2	704.9	16.8	882.8	16.5	6.0	16.8
36bis	52515.9	Sant'Antonio	v.ponte	16.1	704.9	16.7	882.7	16.5	6.0	16.8
37	52686.6	Chiavica Accursi		16.0	704.8	16.5	882.5	16.9	6.2	16.7
38	53322.91	Sant'Antonio		15.4	487.3	15.7	551.5	16.7	5.7	16.8
39	53808.1	Sant'Antonio		15.1	486.9	15.5	551.0	16.6	5.6	16.6
40	54286.4			14.9	486.6	15.2	550.6	16.3	5.4	16.4
41	54658.36			14.7	486.3	15.0	550.3	16.1	5.2	16.2
42	55160.29			14.4	485.8	14.7	549.9	16.0	5.2	16.2
43	55717.65			14.0	485.4	14.4	549.4	15.9	5.0	15.7
44	56266.66			13.7	484.9	14.0	548.9	15.7	4.8	15.5
45	56778.39			13.4	484.4	13.8	548.6	15.3	4.9	15.6

Per maggiori dettagli relativa alla stima di tali portate e alle metodologie utilizzate nelle simulazioni, si rimanda alla relazione di PSAI succitata.

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
ELABORATI GENERALI Relazione idrologica	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>ID</td><td>101</td><td>r00</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	ID	101	r00
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	ID	101	r00								

2.1.1 Considerazioni relative agli effetti del cambiamento climatico

In modo analogo a quanto riportato nel DOCFAP del giugno 2024, per la stima delle portate da utilizzare nella modellazione idrologica del tratto di interesse del Torrente Idice, è stata condotta un'analisi degli effetti del cambiamento climatico.

Tali valutazioni sono state sviluppate con l'obiettivo di adottare un approccio progettuale cautelativo, in linea anche con le recenti indicazioni metodologiche e strategiche di salvaguardia introdotte con l'Atto del Segretario dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po n. 32/2024 del 06.05.2024.

Alla luce degli impatti particolarmente gravi che gli eventi alluvionali di maggio 2023 hanno prodotto su ampie porzioni del territorio emiliano-romagnolo, si è ritenuto opportuno considerare, seppur attraverso valutazioni di carattere preliminare, gli effetti dei cambiamenti climatici e le relative implicazioni sulle analisi idrologiche sviluppate.

La valutazione degli impatti e delle vulnerabilità ai cambiamenti climatici necessita in primis della conoscenza delle variazioni climatiche presenti e future che caratterizzano il territorio.

A tal proposito già nell'anno 2015 l'ISPRA ha pubblicato uno studio intitolato "Il clima futuro in Italia: analisi delle proiezioni dei modelli regionali" nel quale vengono selezionate e analizzate le proiezioni del clima in Italia più aggiornate prodotte da modelli climatici differenti, allo scopo di riportare in sintesi gli elementi di conoscenza e le incertezze sulle proiezioni del clima futuro in Italia.

A tal proposito, sono state effettuate delle simulazioni le quali si fondano su differenti scenari di emissione, in particolare RCP4.5 e RCP8.5, definiti dall'IPCC, che rappresentano rispettivamente condizioni intermedie e ad alta intensità di forzante radiativa.

Le analisi sono state condotte considerando tre orizzonti temporali di riferimento (2021-2050, 2041-2070, 2061-2090) mediante l'utilizzo di quattro differenti modelli (ALADIN, CMCC, GUF, LMDZ), confrontati con il periodo storico 1971-2000. I risultati evidenziano che, per quanto riguarda le precipitazioni, i modelli mostrano generalmente un aumento delle precipitazioni massime giornaliere su gran parte del territorio nazionale, seppur di entità contenuta (generalmente inferiore a 10 mm), con alcune variazioni locali che includono anche lievi diminuzioni.

L'analisi complessiva (ensemble mean) indica comunque una tendenza a un incremento moderato e abbastanza uniforme delle precipitazioni intense, particolarmente rilevanti per i bacini idrografici dell'Emilia-Romagna. Tale incremento risulta progressivamente più marcato nei periodi futuri più lontani: nello scenario 2061-2090 si stima infatti un aumento medio di circa 5 mm (pari a circa l'8%) nello scenario RCP4.5 e di circa 7 mm (circa il 10%) nello scenario RCP8.5 rispetto ai valori osservati nel periodo di riferimento.

Nel complesso, pur in presenza di incertezze, emerge una tendenza verso un'intensificazione, seppur moderata, degli eventi di precipitazione estrema, elemento di particolare rilevanza nelle valutazioni idrologiche e nella pianificazione delle misure di mitigazione del rischio.

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA
ELABORATI GENERALI Relazione idrologica	CODICE PROGETTO 24V25 LIVELLO PROG. PF TIPO DOC. R AMBITO ID PROGRESSIVO 101 REV. r00

Sulla base delle indagini svolte relative alla zona di interesse per il presente studio idrologico, si evincono variazioni di precipitazione massima giornaliera generalmente inferiori ai 5-10 mm per entrambi gli scenari di sviluppo (RCP 4.5 – RCP8.5) come mostrato nella tabella seguente.

	ALADIN	CMCC	GUF	LMNZ	Media nazionale- <i>ensemble</i>	Minimo nazionale	Massimo nazionale
RCP4.5							
2021-2050	4	4	1	2	3	-14	21
2041-2070	6	7	1	3	4	-19	55
2061-2090	8	8	0	4	5	-13	37
RCP8.5							
2021-2050	5	4	1	2	3	-17	30
2041-2070	5	7	4	2	4	-21	60
2061-2090	8	9	4	6	7	-18	52

Table 1. Precipitazione massima giornaliera (mm). Valori medi nazionali delle variazioni previste dai modelli ai tre orizzonti temporali; variazione dell'ensemble mean e minima e massima variazione prevista sul territorio nazionale tra tutti i modelli.

Alla luce delle considerazioni sopra esposte, si ritiene opportuno adottare, nelle verifiche idrauliche, un incremento delle portate impiegate nel modello, in relazione ai possibili aumenti futuri delle precipitazioni giornaliere.

Come già evidenziato, lo studio dell'ISPRA indica, per gli scenari futuri e in particolare per l'orizzonte temporale 2061-2090, un aumento della precipitazione massima giornaliera pari a circa 5 mm nello scenario RCP4.5 (corrispondente a circa l'8% del valore medio del periodo 1971-2000) e a circa 7 mm nello scenario RCP8.5 (pari a circa il 10%).

Pertanto, ai fini della verifica idraulica dell'intervento in progetto, e tenuto conto degli effetti attesi dei cambiamenti climatici sulle precipitazioni, si è scelto di adottare un approccio cautelativo incrementando del 10% le portate di picco ufficialmente definite dal PSAI. Le portate così modificate, assunte come input idrologico nel modello idraulico (HEC-RAS), risultano quindi le seguenti:

- **Portata cinquantennale - $Q_{50} = 687.5 \text{ m}^3/\text{s}$**
- **Portata duecentennale - $Q_{200} = 852.5 \text{ m}^3/\text{s}$**

STAZIONE APPALTANTE : Città Metropolitana di Bologna PROGETTAZIONE : SYSTRA S.p.A. (Mandataria) SETECO INGEGNERIA S.r.l. ITEC ENGINEERING S.r.l.	INTERVENTO DI RIPRISTINO DEL PONTE CROLLATO SU S.P. 6 KM 13 TRA I COMUNI DI BUDRIO E MOLINELLA (CIG: B61D6D1B0D - CUP: C51B23000440001) PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO ECONOMICA												
ELABORATI GENERALI Relazione idrologica	<table><tr><td>CODICE PROGETTO</td><td>LIVELLO PROG.</td><td>TIPO DOC.</td><td>AMBITO</td><td>PROGRESSIVO</td><td>REV.</td></tr><tr><td>24V25</td><td>PF</td><td>R</td><td>ID</td><td>101</td><td>r00</td></tr></table>	CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.	24V25	PF	R	ID	101	r00
CODICE PROGETTO	LIVELLO PROG.	TIPO DOC.	AMBITO	PROGRESSIVO	REV.								
24V25	PF	R	ID	101	r00								

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In conclusione, in virtù delle valutazioni relative alla pianificazione esistente e alle conseguenze potenziali più verosimili (da studi ISPRA, molto attendibili e al momento quelli più affidabili) dei cambiamenti climatici, verranno utilizzate le portate dedotte dalla relazione idraulica di PSAI con incremento del 10 %.

Nella relazione idraulica, alla quale si rimanda, le portate simulate nel modello idraulico saranno quindi pari a 687.5 mc/s per quanto riguarda l'evento pluviometrico eccezionale con tempo di ritorno TR di 50 anni e pari a 852.5 mc/s per quanto riguarda l'evento pluviometrico "catastrofico" con tempo di ritorno TR di 200 anni.