

IMPIANTO PER LA PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTE RINNOVABILE IDROELETTRICA DA REALIZZARSI NEL COMUNE DI SANT'ILARIO D'ENZA (RE)

COMMITTENTE

RINNOVALT

INDIRIZZO

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27
20124 MILANO (MI)
+390292875126

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

RESPONSABILE DEL PROGETTO

FAVERO
ENGINEERING

VIA GIOVANNI BATTISTA PIRELLI, 27
20124 MILANO (MI)
+39 0292875126
faveroengineering@pec.it

CONSULENZA TECNICO-AMBIENTALE

GEOLAMBDA
Engineering S.r.l.

VIA A. DIAZ, 22
26845 CODOGNO (LO)
+39 0377433021
geolambda@geolambda.viapec.it

CONSULENTI

ACUSTICA: Ing. DAVIDE GRIONI - STUDIO GRIONI
Via V. Emanuele II 46, 26845, Codogno (LO) - +39 0377220792 - amministrazione.grioni@gmail.com
ITTILOGIA: Dott. NICOLA POLISCIANO
Via Torino 24, 21030, Cugliate Fabbiasco (VA) - +39 3420491616 - nicola.polisciano@tiscali.it

REV.	DATA	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO
00	Maggio 2026	PRIMA EMISSIONE	-	-	-
01					
02					
03					
04					
05					

ELABORATO

TITOLO
**DOCUMENTAZIONE TECNICA GENERALE
RELAZIONE IDRAULICA**

DETTAGLI DEL DISEGNO

SCALA GENERALE

-

SCALA PARTICOLARE

-

ARCHIVIO

FILE

DTG_002

STILE DI STAMPA

FAVERO ENGINEERING.ctb

CODIFICA

FASE PROGETTUALE

DEFINITIVO

CATEGORIA

DTG

PROGRESSIVO

0 0 2

REVISIONE

00

INDICE

1. PREMESSA.....	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3. STATO DI FATTO DEI LUOGHI.....	6
4. SCELTE PROGETTUALI	9
5. IDROLOGIA E CALCOLO DELLE PORTATE DISPONIBILI.....	10
6. COMPATIBILITA’ IDRAULICA	22
7. VERIFICA DELLA COMPATIBILITA’ DELLE OPERE AI SENSI DELLA D.G.R. 1793/2008	23
8. VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE AI SENSI DEL PdGPo (DIRETTIVA DERIVAZIONI)	24
9. DETERMINAZIONE DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE	28
10. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE IN PROGETTO	32
11. CALCOLO DELLA PORTATA NOMINALE E STIMA DELL’ENERGIA PRODUCIBILE	33
12. MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE.....	34
12.1 Premessa.....	34
12.2 Morfologia del terreno (DTM, Digital Terrain Model)	36
12.3 Dominio di calcolo.....	38
12.4 Uso del suolo.....	40
12.5 Condizioni al contorno.....	43
12.5.1 Condizioni al contorno di monte.....	43
12.5.2 Condizione al contorno di valle	47
12.6 Stato di progetto	48
12.7 Risultati relativi allo stato di fatto & stato di progetto.....	55
12.7.1 Stato di fatto & stato di progetto: Portata storica 274 giorni (0.55 m ³ /s):	56
12.7.2 Stato di fatto & stato di progetto: Portata storica 91 giorni (12.50 m ³ /s):	58
12.7.3 Stato di fatto & stato di progetto: Portata storica 30 giorni (31.00 m ³ /s):	60
12.7.4 Stato di fatto & stato di progetto: Portata statistica 20 anni (612.16 m ³ /s):.....	62
12.7.5 Stato di fatto & stato di progetto: Portata statistica 200 anni (941.99 m ³ /s):.....	65
12.8 Confronti tra le simulazioni relative allo stato di fatto & stato di progetto	68
12.8.1 Tiranti idrometrici	68

12.8.2	Campo delle velocità.....	71
12.9	Conclusioni legate alla modellazione bidimensionale	74
13.	ALLEGATI.....	75

1. PREMESSA

Il Committente intende sfruttare il salto idraulico sul Torrente Enza per produrre energia elettrica da fonte rinnovabile attraverso la realizzazione di una centrale idroelettrica ad acqua fluente in Comune di Sant’Ilario d’Enza.

Il progetto consiste nell’installazione di n. 2 turbine tipo Kaplan ad asse verticale alloggiate in un fabbricato di centrale a valle della briglia esistente in sponda destra.

Di seguito si riportano i dati di sintesi del progetto:

	Torrente Enza
• Corso d’acqua	
• Superficie bacino sotteso	598 Km2
• Quota acqua alla presa	65,20 m s.l.m.
• Quota acqua alla restituzione	61,20 m s.l.m.
• Salto nominale	4,00 m
• Deflusso minimo vitale (invernale)	1,53 m3/s
• Deflusso minimo vitale (estivo)	1,02 m3/s
• Portata massima derivabile	10,00 m3/s
• Portata media in alveo	11,08 m3/s
• Portata media derivabile	6,35 m3/s
• Potenza nominale	249 kW
• Potenza massima (singola macchina)	150,98 kW
• Potenza media (singola macchina)	95,89 kW
• Producibilità annua	1.668.873,00 kWh
• Investimento	2.072.107,67 €
• Fatturato annuo	300.397,14 €
• Costo di gestione annuo	17.500 €

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il progetto prevede la realizzazione di una centrale idroelettrica in sponda destra del torrente Enza in Comune di Sant’Ilario d’Enza a valle della località Chiavicone (Figura 1).

L’ubicazione è inquadrata nell’estratto della Carta Tecnica Regionale (CTR) alla sezione 200060. Le opere ricadono in area demaniale in fregio ai mappali 185, 272, 193, 194 e 195 del foglio n. 20 del Comune censuario di Sant’Ilario d’Enza.

In prossimità della localizzazione individuata è presente un manufatto trasversale sul torrente Enza (briglia) che presenta un salto idraulico sfruttabile per la produzione di energia idroelettrica.

Trattandosi di un’opera che prevede la derivazione di acque pubbliche e la successiva restituzione nel medesimo corso d’acqua, l’impianto interessa aree demaniali.

Si riporta di seguito un’immagine aerea con l’ubicazione del punto di derivazione.



Figura 1: Ubicazione del punto di derivazione su foto aerea tratta da Google.

Per quanto riguarda gli inquadramenti urbanistici e di pianificazione a livello regionale, provinciale e comunale si rimanda alla Relazione tecnica allegata al progetto.

3. STATO DI FATTO DEI LUOGHI

L'impianto idroelettrico oggetto della presente relazione sarà ubicato in sponda destra del Torrente Enza, in corrispondenza di un salto idraulico esistente, costituito da una briglia in cemento. Tale struttura rappresenta un'opera idraulica già presente nel contesto fluviale e costituisce il punto di utilizzo del salto per la produzione di energia. Circa a metà della briglia è presente una scala di risalita dei pesci realizzata in massi ciclopici, già inserita nel contesto fluviale. Tale struttura non sarà oggetto di intervento e verrà integralmente mantenuta nella sua configurazione attuale, garantendo la continuità ecologica del corso d'acqua e la funzionalità del passaggio per la fauna ittica.

A valle della briglia, in sponda sinistra, si segnala la presenza del manufatto di scarico della cassa di espansione del Torrente Enza, destinato alla restituzione controllata dei deflussi idrici stoccati all'interno della cassa in occasione di eventi di piena.

L'area di progetto, nello stato attuale, risulta occupata da vegetazione spontanea di tipo erbaceo e arbustivo, la quale verrà parzialmente rimossa durante la fase di cantiere, nel rispetto delle normative vigenti e delle eventuali prescrizioni derivanti dalla valutazione d'incidenza ambientale.

L'area è facilmente accessibile da via Elio Manzotti, da cui si accede alla pista ciclabile esistente lungo l'argine destro del Torrente Enza, che conduce direttamente alla briglia.

Si riportano ora alcune immagini esplicative dello stato di fatto, dove sono visualizzabili la briglia esistente, il manufatto di sbocco della cassa di espansione del torrente Enza e l'area di accesso all'impianto in progetto.



Figura 2 - Nell'immagine è visibile la briglia esistente sul Torrente Enza (Foto da Sopralluogo effettuato in data 06/03/2025).



Figura 3 - Ripresa del manufatto di scarico della cassa di espansione (Foto da Sopralluogo effettuato in data 06/03/2025).



Figura 4 - Veduta dell’area verso valle, in cui si inserisce il progetto (Foto da Sopralluogo effettuato in data 06/03/2025).



Figura 5 - Veduta dell’area verso monte, in cui si inserisce il progetto (Foto da Sopralluogo effettuato in data 06/03/2025).

4. SCELTE PROGETTUALI

In prossimità della localizzazione individuata il Torrente Enza è attraversato da un manufatto idraulico e presenta un salto idraulico sfruttabile per la produzione di energia elettrica.

A valle della briglia è da segnalare in sponda sinistra la presenza del manufatto di sbocco della cassa di espansione del torrente Enza, che scarica i deflussi idrici laminati al suo interno. Lungo la sponda destra è presente un rilevato arginale con percorso ciclopedonale in sommità.

Si prevede, quindi, di realizzare le opere in sponda destra, la quale risulta idonea alla realizzazione della centrale elettrica in progetto senza stravolgere l'assetto idromorfologico e l'aspetto paesaggistico della zona e del corso d'acqua.

La soluzione progettuale proposta non modifica i naturali fenomeni idraulici del corso d'acqua, non costituisce significativo ostacolo al deflusso delle acque e non ne limita la capacità di invaso.

L'opera di derivazione ad acqua fluente prevista in corrispondenza della briglia esistente non implicherà alcuna modifica ai livelli idrici determinati in corrispondenza della soglia stessa.

Il progetto, oltre ad essere conforme con i piani territoriali della zona, risulta tecnicamente compatibile con quanto stabilito dalla D.G.R. del 03.11.2008 n. 1793 in quanto:

- rispetta le distanze previste da altre concessioni di derivazione ad uso idroelettrico (maggiore al doppio del tratto sotteso dalla preesistente e comunque maggiore al chilometro);
- prevede la restituzione delle portate derivate nel medesimo corpo idrico a breve distanza dal punto di presa, senza alterazione del regime idrologico complessivo;
- la derivazione garantisce nel tratto sotteso il mantenimento delle caratteristiche qualitative, con particolare riferimento alle caratteristiche delle qualità biotiche e morfologiche dell'ecosistema fluviale del corpo idrico derivato così come presenti a monte del prelievo;
- il progetto prevede un Piano di Monitoraggio Ambientale che potrà essere integrato secondo le indicazioni che saranno definite da ARPAE;
- non sono previste nuove opere di sbarramento sul corpo idrico.

La collocazione dell'impianto è legata alla possibilità di sfruttare il salto idraulico presente in corrispondenza della briglia sul torrente Enza. Essa risulta pertanto favorevole in quanto sul suddetto torrente, nelle vicinanze del luogo individuato, non sono presenti altre derivazioni ai fini idroelettrici.

Il progetto prevede l'installazione di due linee in parallelo per la produzione di energia elettrica anziché una sola. In questo modo:

- viene assicurata una massima efficienza dell’impianto in quanto è garantito il pieno sfruttamento delle portate derivabili che comunque sono soggette a forti variazioni stagionali,
- è possibile lavorare con due linee contemporaneamente, oppure con una linea sola in caso di portate minori garantendo comunque l’operabilità della turbina con rendimento elevato,
- vengono evitati periodi di non produttività causati da eventuali lavori di manutenzione/riparazione degli impianti alternando in questo caso l’utilizzo delle linee produttive.

5. IDROLOGIA E CALCOLO DELLE PORTATE DISPONIBILI

Il Torrente Enza è un corso d’acqua appenninico lungo circa 100 km affluente di destra del fiume Po, che segna per buona parte del suo corso il confine tra la Provincia di Parma e quella di Reggio Emilia. La superficie del suo bacino idrografico alla foce è di circa 890 km². L’altimetria del bacino varia dal punto più elevato che supera i 2000 m s.l.m. (Alpe di Succiso), con la quota della sorgente a circa 1230 m s.l.m. (presso il passo del Giogo e il monte Palerà, in Provincia di Massa e Carrara), fino alla foce situata a circa 20 m s.l.m. (Brescello).

Le portate del Torrente Enza sono soggette a forti variazioni stagionali, con massimi primaverili e autunnali (periodi nei quali si concentrano più spesso le piene maggiori), e un accentuato minimo estivo.

La sezione dove è prevista l’opera di presa si trova nel tratto vallivo del corso del Torrente Enza, che ha inizio a San Polo d’Enza e si conclude alla foce nel Po.

L’alveo a Sant’Ilario d’Enza inizia ad assumere una conformazione definita con un canale inciso principale, non ancora meandri forme (caratteristica che inizia a comparire pochi chilometri più a valle, a nord della via Emilia): sono presenti anche importanti barre di sedimenti di medie dimensioni, movimentabili dalle piene, e sfruttate da diverse attività estrattive situate nelle immediate vicinanze.

Il salto è localizzato a poca distanza dalla sezione in cui si trovano gli organi di scarico della cassa d’espansione di valle del Torrente Enza, situata in sinistra idraulica, in località San Geminiano sulla sponda parmense.

L’inquadramento dell’area è visibile in Figura 6.

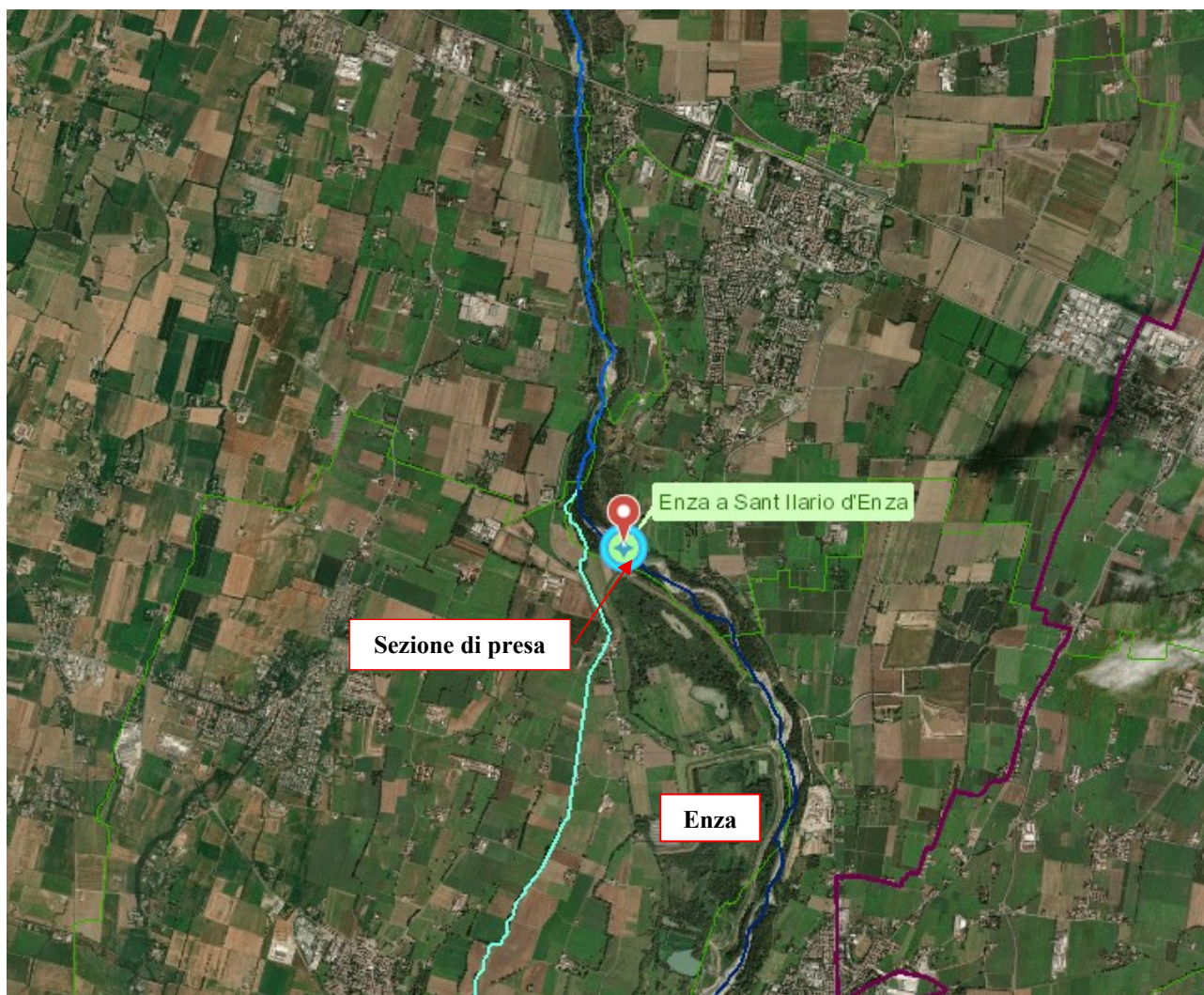


Figura 6: Immagine aerea della sezione di presa, posta appena a valle del sistema di casse d'espansione in sinistra idraulica e a monte dell'abitato di Sant'Ilario d'Enza.

Per il calcolo delle portate disponibili si è fatto riferimento ai valori delle portate del Torrente Enza riportati negli annali idrologici dell'ARPA Regione Emilia-Romagna.

Si sono utilizzati i dati della stazione idrometrica di Sorbolo (punto 20 in Figura 7), ubicata sul Torrente Enza a valle del punto d'interesse, considerando il periodo di osservazioni 2007-2023.

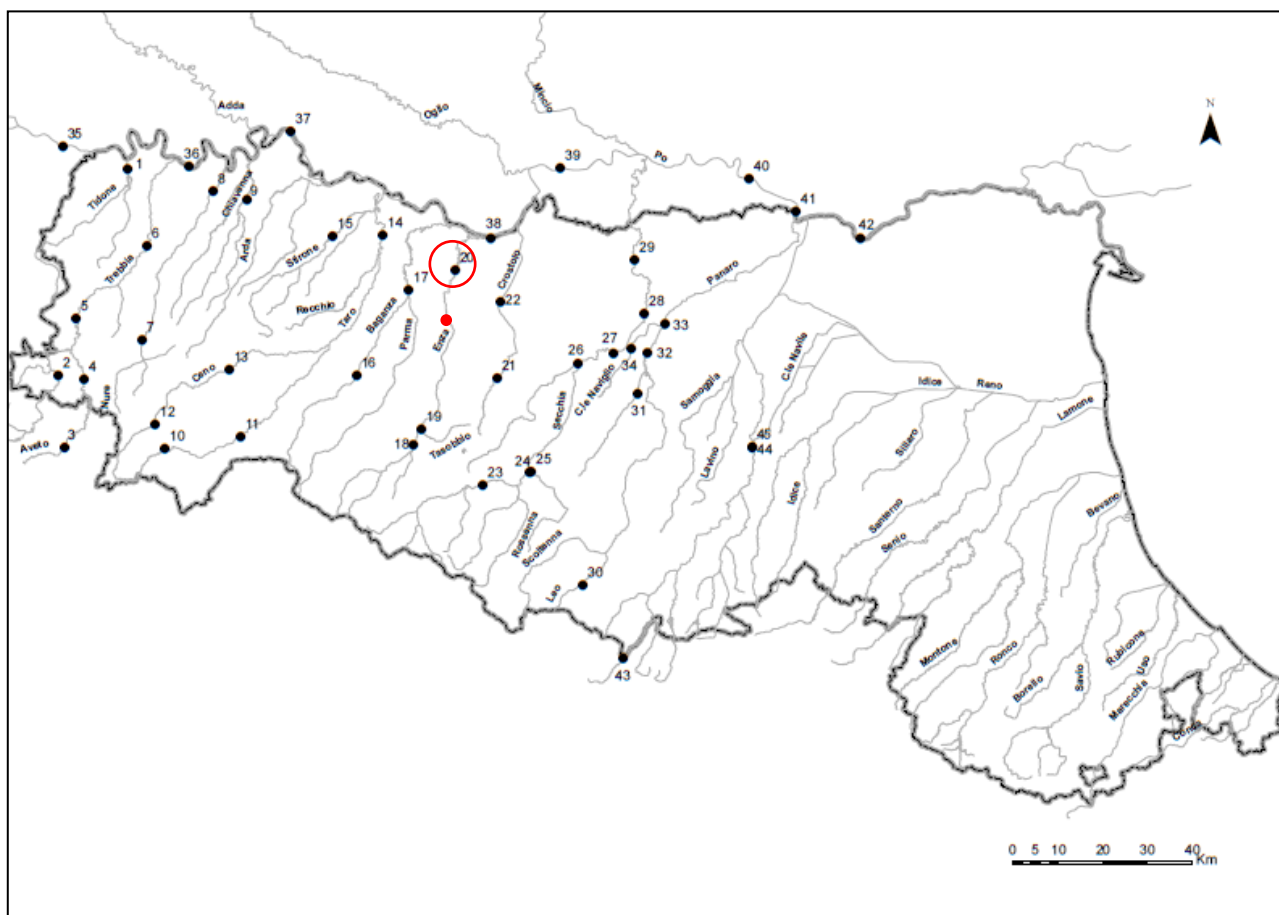


Figura 7: Ubicazione stazioni ARPA Regione Emilia-Romagna tratto dall'annale idrologico anno 2023 (in rosso l'ubicazione del punto di derivazione).

Di seguito si riportano le tabelle contenute nell'Annale Idrologico dell'anno 2023 – Parte Seconda con i dati rilevati da ARPA in corrispondenza della stazione sul Torrente Enza a Sorbolo, e la relativa curva di portata media mensile ricavata statisticamente.

20 - ENZA a SORBOLO (Mlr)

Anno 2023

CARATTERISTICHE DELLA STAZIONE: Bacino di dominio Km² 658. Altitudini: massima 2016 m s.m. (Alpe di Succiso); media 616 m s.m. Distanza dalla confluenza con il Po Km 19.6. Inizio osservazioni anno 2003; Inizio misure anno 2004. Quota zero idrometrico 23.76 m s.m. Altezze idrometriche: max m 12.47 (12 dic. 2017); minima m -0.29 (7-8 ago. 1943). Portate: max m³/s 521 (20 gen. 2009); min m³/s 0.00 (vari); media m³/s 12.20 (2004-2009 e 2011-2013 e 2015-2022).

NOTE:

PORTATE MEDIE GIORNALIERE in m³/s												
Giorno	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Novembre	Dicembre
1	23.00	7.26	13.60	6.06	3.67	7.90	2.62	0.35	0.60	0.35	26.00	82.80
2	17.10	7.72	19.90	6.04	44.40	7.24	1.56	0.43	0.67	0.33	30.00	93.50
3	14.50	8.03	18.90	5.87	40.80	8.07	1.16	0.43	0.64	0.30	134.00	53.20
4	12.20	8.52	21.30	5.61	24.70	11.80	1.07	0.62	0.63	0.34	71.90	42.80
5	10.80	11.00	20.10	5.25	16.40	14.40	1.09	1.26	0.57	0.32	94.50	29.70
6	9.73	9.27	18.80	5.05	12.60	15.80	0.84	1.61	0.53	0.33	63.70	22.30
7	8.52	7.72	18.60	4.77	9.70	12.20	0.75	0.72	0.48	0.32	33.10	19.40
8	7.94	6.77	20.20	4.69	7.88	16.50	0.62	0.70	0.54	0.30	24.50	17.70
9	57.30	6.33	21.90	4.36	6.82	12.10	0.60	0.82	0.46	0.27	20.00	16.80
10	29.20	5.89	21.90	4.12	31.10	9.69	0.47	0.66	0.42	0.28	19.00	16.80
11	19.20	5.60	19.90	3.96	33.20	8.96	0.32	0.55	0.37	0.32	19.10	16.40
12	15.60	5.46	16.20	3.61	21.20	6.83	0.33	0.96	0.32	0.31	16.80	17.10
13	13.40	5.22	13.90	3.60	18.80	9.84	0.31	0.70	0.37	0.29	14.90	24.30
14	11.80	4.93	16.20	3.95	52.40	23.20	2.72	0.57	0.81	0.27	13.20	32.20
15	10.50	4.76	21.10	3.39	33.50	14.60	0.87	0.52	2.00	0.33	12.10	21.40
16	40.20	4.72	14.60	3.10	36.50	9.18	0.33	0.40	1.40	0.32	11.40	17.70
17	33.20	4.85	12.20	2.96	87.20	6.69	0.32	0.20	1.29	0.32	10.30	15.50
18	26.40	4.77	10.70	2.80	65.00	5.96	0.19	0.14	1.24	0.35	9.57	13.00
19	22.40	4.63	9.37	2.35	46.80	5.13	0.23	0.33	0.88	1.42	8.58	12.00
20	19.30	4.78	13.20	2.69	58.80	3.96	0.76	0.48	0.50	9.79	6.92	11.50
21	16.60	5.20	11.60	3.21	53.40	3.40	0.77	0.42	0.54	14.20	7.38	10.60
22	15.10	5.23	8.97	2.80	35.20	2.85	0.48	0.43	0.55	5.71	7.42	9.26
23	17.60	5.25	7.55	2.61	28.10	2.45	0.65	0.23	1.38	3.69	6.55	7.06
24	23.50	5.28	6.82	2.94	28.00	2.03	0.37	0.31	1.77	13.30	6.13	6.65
25	23.40	5.59	6.66	5.67	26.70	1.70	0.99	0.25	1.11	31.80	5.83	6.41
26	21.00	15.40	6.58	4.59	30.30	1.51	0.89	0.39	1.01	12.00	5.24	6.19
27	16.30	19.80	10.10	4.16	19.80	1.30	0.56	0.45	0.60	96.40	5.15	5.85
28	12.90	14.50	7.13	3.75	16.20	1.15	0.51	0.45	0.49	54.90	5.05	5.71
29	10.30		6.32	3.78	13.70	1.11	0.49	1.40	0.41	27.80	5.19	5.54
30	8.97		6.29	3.77	11.70	1.35	0.39	1.85	0.38	33.30	5.29	5.42
31	8.22		5.97		9.39		0.38	0.82		39.60		5.98

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2023												
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Dicembre
Q max (m³/s)	134.00	57.30	19.80	21.90	6.06	87.20	23.20	2.72	1.85	2.00	96.40	93.50
Q media (m³/s)	11.60	18.60	7.30	13.80	4.05	29.80	7.63	0.76	0.63	0.76	11.30	23.30
Q minima (m³/s)	0.14	7.94	4.63	5.97	2.35	3.67	1.11	0.19	0.14	0.31	0.27	5.05
Q media (l/s Km²)	18.0	28.7	11.3	21.2	6.3	46.0	11.8	1.2	1.0	1.2	17.4	36.0
Deflusso (mm)	566.3	76.8	27.3	56.9	16.2	123.2	30.5	3.2	2.6	3.1	46.6	93.3
Afflusso meteorico (mm)	1251.4	129.8	34.4	62.6	28.8	280.0	75.6	28.0	82.1	42.8	233.7	139.9
Coefficiente di deflusso	0.45	0.59	0.79	0.91	0.56	0.44	0.40	0.11	0.03	0.07	0.20	0.67

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 2004 - 2009 e 2011 - 2013 e 2015 - 2022												
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Ottobre	Dicembre
Q max (m³/s)	478.00	385.00	313.00	331.00	383.00	188.00	200.00	8.40	23.40	112.00	284.00	478.00
Q media (m³/s)	12.20	14.50	20.30	26.20	21.80	11.90	4.13	0.41	0.41	1.42	5.75	14.90
Q minima (m³/s)	—	0.41	0.03	0.01	0.44	—	—	—	—	—	—	0.88
Q media (l/s Km²)	18.9	22.4	31.3	40.5	33.7	18.4	6.4	0.6	0.6	2.2	8.9	23.0
Deflusso (mm)	595	60	76	108	87	49	17	2	2	6	24	60
Afflusso meteorico (mm)	1110	78	99	102	101	102	60	36	56	83	122	144
Coefficiente di deflusso	0.54	0.78	0.77	1.06	0.86	0.48	0.27	0.05	0.03	0.07	0.20	0.82

DURATA DELLE PORTATE			SCALA NUMERICA DELLE PORTATE							
Giorni	2023	2004-2022	Altezza Idrometrica m	Portata m³/s	Altezza Idrometrica m	Portata m³/s	Altezza Idrometrica m	Portata m³/s	Altezza Idrometrica m	Portata m³/s
	m³/s	m³/s								
10	58.80	75.40	2.04	0.14	2.40	1.30	3.36	6.23	5.60	36.40
30	31.80	30.90	2.04	0.15	2.48	1.62	3.52	7.79	6.24	45.60
60	20.00	17.80	2.08	0.24	2.56	1.96	3.68	9.81	6.88	55.10
91	15.60	12.30	2.12	0.35	2.64	2.34	4.00	14.40	7.52	64.60
135	9.73	7.44	2.16	0.47	2.72	2.74	4.32	18.90	8.16	74.20
182	6.04	4.19	2.20	0.59	2.88	3.54	4.64	23.30	8.80	83.80
274	0.99	0.54	2.24	0.72	3.04	4.38	4.96	27.70	9.44	93.50
355	0.30	—	2.32	1.01	3.20	5.29	5.28	32.00	10.68	134.00

Figura 8: Annale idrologico 2023, parte seconda, sezione C – Portate e bilanci idrologici: Enza a Sorbolo.

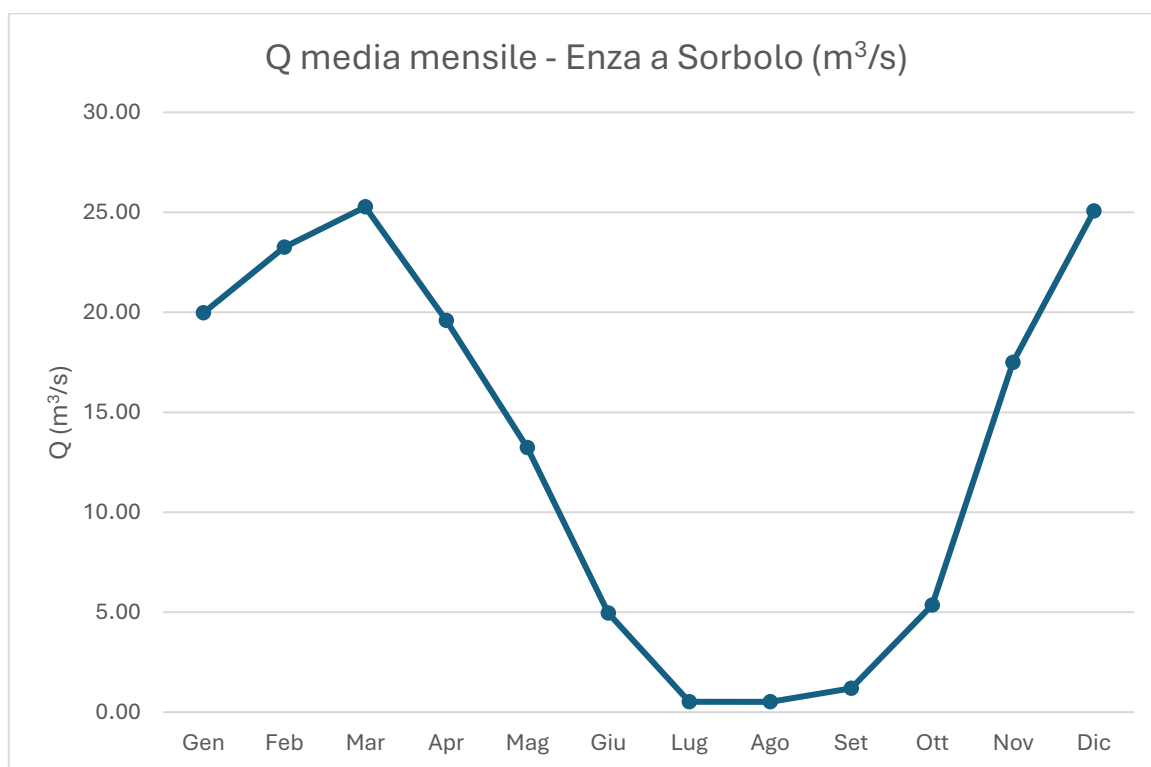


Figura 9: Portata media mensile – Enza a Sorbolo (2007-2023).

La portata media annua alla sezione di Sorbolo si può trovare calcolando la media delle portate medie mensili, e risulta in questo modo pari a **13,03 m³/s**.

La superficie del bacino imbrifero sotteso alla sezione di progetto, utilizzata nel successivo Capitolo 10 per il calcolo del Deflusso Minimo Vitale alla sezione di presa, è stata calcolata pari a 598,4 km² (Figura 10).

Si riportano i dati in corrispondenza della stazione ARPA sul bacino del Torrente Enza:

- Area bacino imbrifero sotteso stazione di Sorbolo 658,0 Km²

(fonte: annali idrologici ARPA Regione Emilia-Romagna)

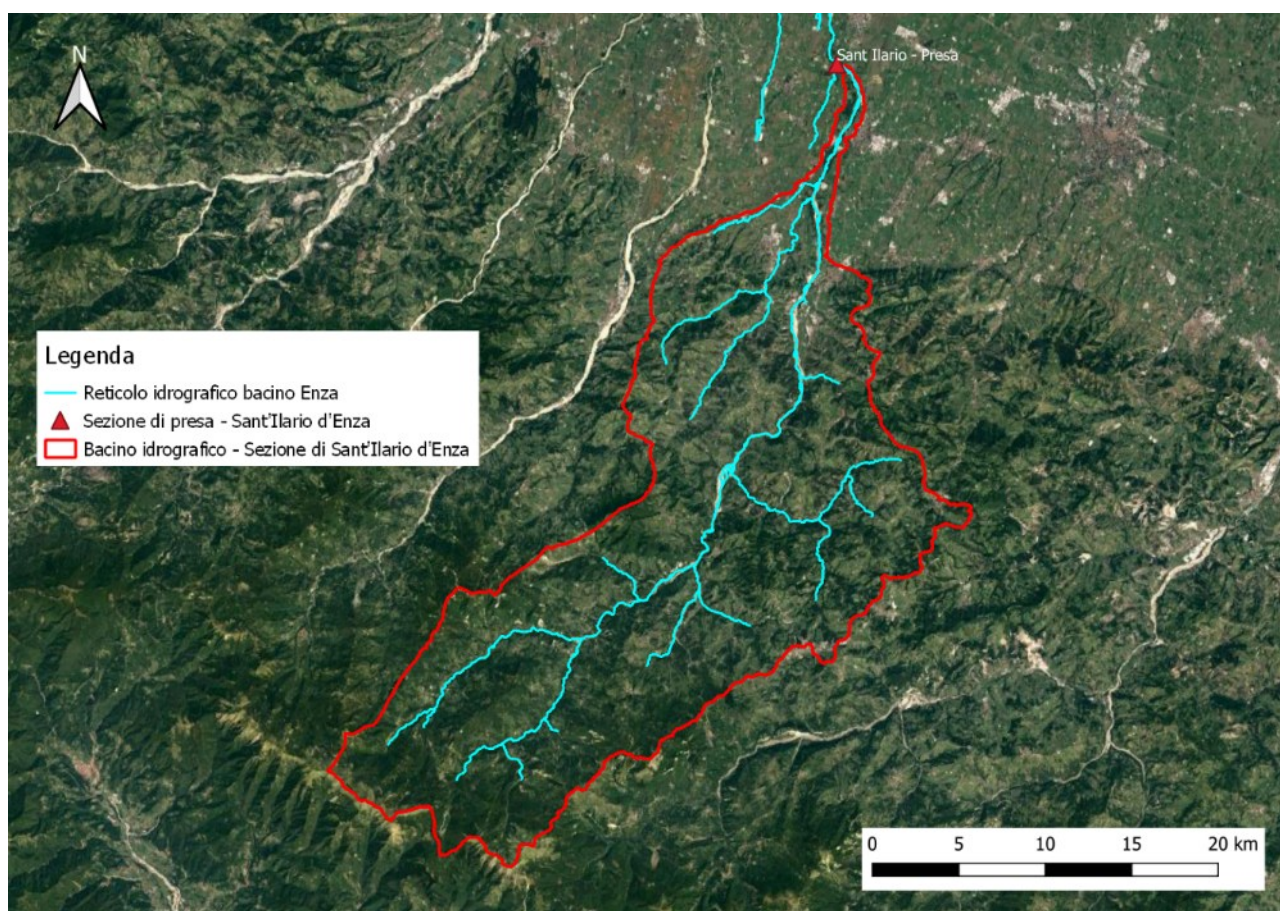


Figura 10: Bacino idrografico del Torrente Enza alla sezione di Sant’Ilario d’Enza.

La scelta di considerare le misure presso la stazione di Sorbolo dipende dal fatto che si tratta dell’unica stazione di monitoraggio dei livelli idrometrici situata sul Torrente Enza con una serie di osservazioni di lunga durata disponibile a distanza contenuta rispetto alla sezione di presa e, soprattutto, è l’unica posta nel tratto vallivo del corso d’acqua, quindi, in un contesto idrologico simile: non vi sono infatti contributi significativi di affluenti nel tratto che separa Sant’Ilario d’Enza e Sorbolo, lungo circa 15 km.

In questo tratto del Torrente Enza sono comunque presenti diverse opere che contribuiscono a modificare il deflusso naturale del corso d’acqua: si tratta soprattutto di canali di irrigazione che diffusamente prelevano acqua dal torrente per poi restituirla in parte più a valle nello stesso Torrente Enza o in altri corpi idrici.

Per questo motivo si è deciso di rapportare i deflussi misurati alla sezione di Sorbolo all’area del bacino sotteso dalla sezione di presa. A tal fine si è preso spunto dalla procedura di regionalizzazione per la stima dei deflussi medi in funzione di alcune grandezze caratteristiche dei bacini idrografici, proposta dalla D.G.R. 2067/2015 “Attuazione della Direttiva 2000/60/CE: contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini dell’aggiornamento/riesame dei Piani di Gestione Distrettuali 2015-2021” nell’Allegato D “Individuazione del deflusso minimo vitale di riferimento”.

La portata media annua in una generica sezione secondo questa procedura si può stimare come:

$$Q = 10^{-6} \cdot 1,609 \cdot S^{1,019} \cdot H_{med}^{0,472} \cdot (P - 480)^{0,944}$$

Tale formula, valida per il medio periodo 2002-2011 (essenzialmente coincidente con il periodo 2007-2023, riferimento di questa analisi), necessita dei seguenti dati:

- S , la superficie del bacino in km² drenata dalla sezione oggetto di studio;
- H_{med} , l’altitudine media del bacino idrografico sotteso in m s.l.m.;
- P , la precipitazione media annua del bacino sotteso, valutata in mm.

Nel caso in analisi, tramite metodi di analisi topografica è stato possibile valutare S e H_{med} . La superficie S relativa alla sezione di Sant’Ilario d’Enza è pari a 598,4 km², come già specificato in precedenza; l’altitudine media del bacino sotteso H_{med} è invece pari a 646 m s.l.m.

Per la valutazione del regime di precipitazioni medio del bacino, è stata condotta un’analisi basata sui valori di precipitazione cumulata mensile nel periodo 2007-2024 registrati ai pluviometri ritenuti in grado di descrivere adeguatamente il parametro P . Questi dati sono stati ottenuti dalla Parte Prima – Sezione B – Pluviometria degli Annali Idrologici di ARPA – Regione Emilia-Romagna.

I pluviometri considerati nell’analisi sono i seguenti:

- Bacino del Torrente Enza:
 - Paduli – Diga (Liocca);
 - Succiso (Liocca);
 - Lago Ballano (Cedra);
 - Isola di Palanzano C. le (Cedra);
 - Canova di Ramiseto (Lonza);
 - Vetto Ponte;
 - Castelnovo ne’ Monti;
 - Roncovetro (Tassobbio);
 - Predolo (Tassobbio);
 - Neviano degli Arduini (Termina).
- Bacino del Torrente Parma:
 - Campora.
- Bacino del Torrente Crostolo:
 - Canossa.
- Zona di pianura tra Enza e Crostolo:
 - Cavriago.

In Figura 11 viene mostrato il regime di precipitazione cumulata mensile medio relativo a questi pluviometri nel periodo 2007-2024.

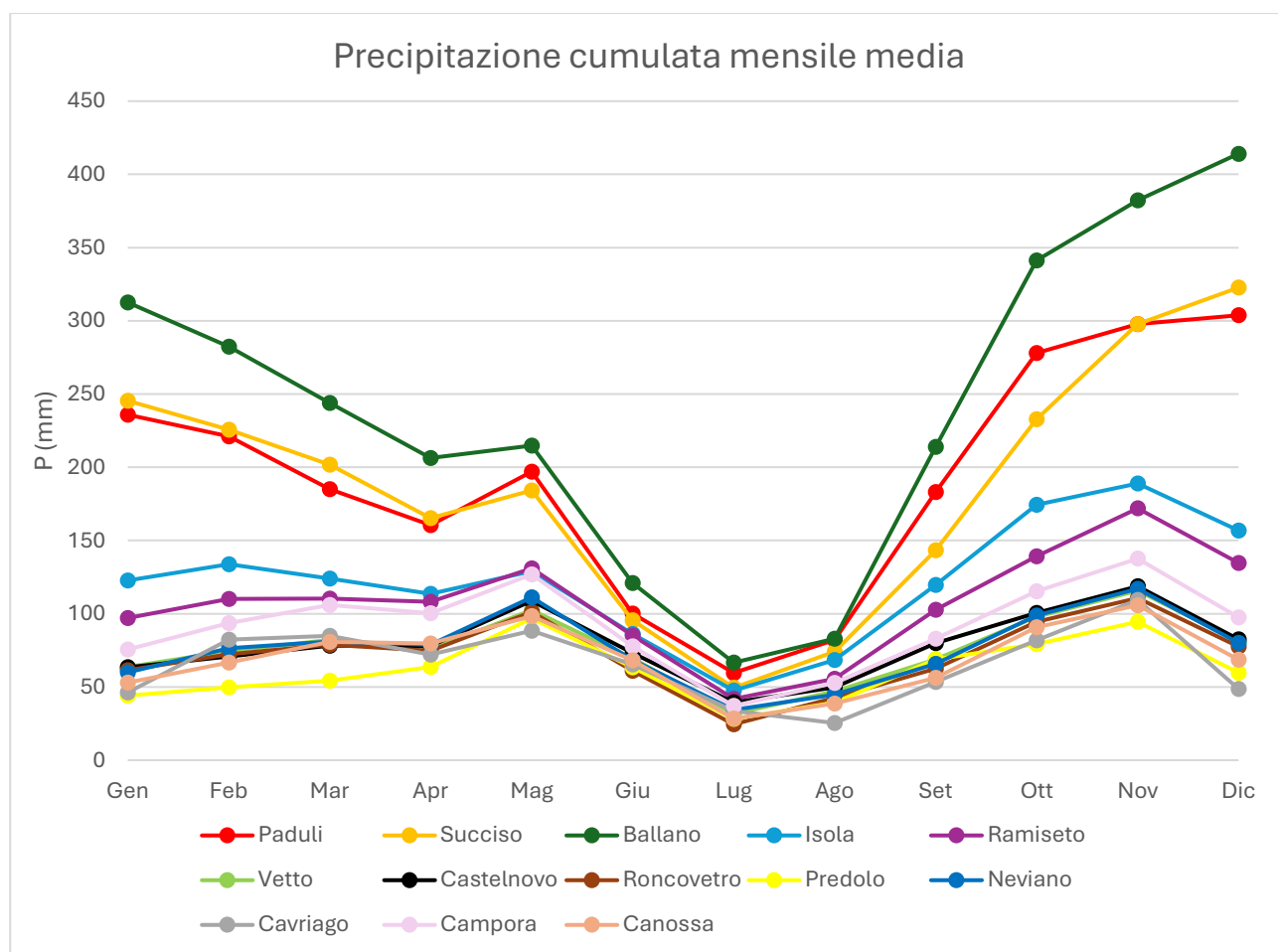


Figura 11: Regime di precipitazione cumulata mensile medio per i pluviometri considerati nell'analisi.

Per la determinazione della precipitazione media annua sul bacino considerato è stato applicato il noto metodo dei topoi, che associa a ogni stazione pluviometrica una porzione di bacino, sulla quale si considera che il regime di precipitazioni sia lo stesso di quello misurato dal relativo pluviometro.

In Figura 12 viene mostrata una rappresentazione planimetrica delle stazioni considerate e dei relativi topoi, che sono stati ricostruiti sulla base della morfologia del territorio.

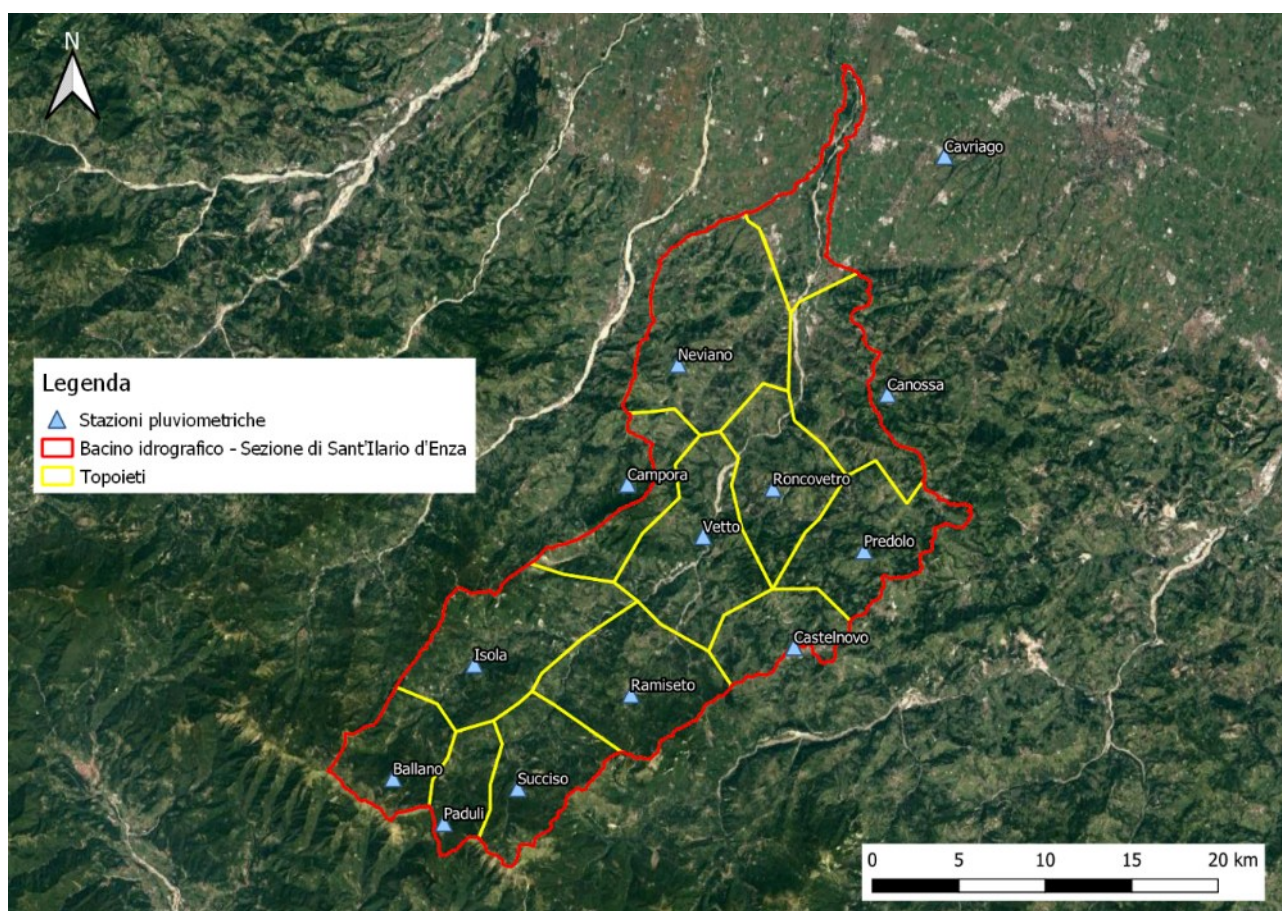


Figura 12: Localizzazione dei pluviometri e relativi topoi.

Confrontando la Figura 11 e la Figura 12 si può notare come le maggiori precipitazioni si registrano mediamente nella parte orograficamente più elevata del bacino, e più vicina al crinale che separa il bacino dell'Enza da quello del Fiume Magra, che scorre in Toscana e sfocia nel Mar Ligure: questa zona montuosa è una delle aree italiane con i valori di precipitazione media annua più elevati.

Le stazioni localizzate più a nord, a quote inferiori, mostrano una precipitazione media nettamente più scarsa: il totale della precipitazione media annua viene riportato nella seguente tabella, assieme alle dimensioni dei topoi e ad altre caratteristiche delle stazioni considerate.

Pluviometro	Quota altimetrica stazione (m s.l.m.)	Coordinata NORD (WGS84 UTM32N)	Coordinata EST (WGS84 UTM32N)	Superficie topoi (km ²)	Precipitazione media annua (mm/anno)
Paduli	1151	4911001.431	590746.937	20.90	2304.20
Succiso	998	4913021.494	595029.048	42.31	2238.30
Ballano	1339	4913593.364	587811.895	32.92	2882.27
Isola	597	4920199.564	592506.977	67.49	1465.35
Ramiseto	798	4918454.471	601566.232	57.89	1288.26
Vetto	342	4927629.660	605747.307	59.03	910.53
Castelnuovo	729	4921211.527	611004.563	28.49	943.40

Roncovetro	571	4930393.807	609786.517	45.58	861.98
Predolo	751	4926787.648	615050.673	49.64	741.97
Neviano	513	4937601.002	604297.313	82.87	917.27
Cavriago	95	4949663.490	619707.150	32.14	791.93
Campora	649	4930648.755	601371.177	28.32	1103.81
Canossa	516	4935863.960	616403.767	50.85	835.56

Tabella 1: Caratteristiche delle stazioni pluviometriche e dei topoiati e valori di precipitazione media annua.

Effettuando una media delle precipitazioni medie annue ponderata sulle superfici dei topoiati, si giunge infine al valore di precipitazione media annua valutato sul bacino chiuso alla sezione di presa: il risultato è **P = 1.241,90mm**.

Applicando dunque la formula di regionalizzazione proposta dalla D.G.R. 2067/2015 si ottiene un valore di portata media annua alla sezione di Sant’Ilario d’Enza di 12,11 m³/s.

Questo valore corrisponde a circa il 90% di quello calcolato precedentemente per la sezione di Sorbolo sul periodo 2007-2024.

I valori medi di deflusso sono stati valutati anche dalla Regione Emilia-Romagna e sono stati riportati nella D.G.R. 2067/2015 per un periodo leggermente diverso (1991-2011).

Facendo riferimento alla Figura 13, la Regione ha stimato una portata media per la sezione di Sant’Ilario d’Enza di 10,9 m³/s mentre in corrispondenza dell’immissione in Po, non lontano da Sorbolo, ha stimato una portata di 12,6 m³/s: in questo caso il rapporto tra le due portate medie annue di circa l’85%.

Di conseguenza, per ricostruire le portate medie mensili alla sezione di Sant’Ilario d’Enza, alla media mensile calcolata sul periodo 2007-2024 per la sezione di Sorbolo è stato applicato un coefficiente riduttivo pari a 0,85.

Il grafico delle portate medie mensili alla sezione di Sant’Ilario d’Enza così ottenuto è visibile in Figura 14.

Corpo idrico		Sezione di chiusura			DMV di riferimento (m ³ /s)					
Codice	Nome	Toponimo	Sup (km ²)	Qm '91-'11 (m ³ /s)	K morf.-amb.		DMV alla chiusura:		DMV medio sul CI	
					Mag-Set	Ott-Apr	Mag-Set	Ott-Apr	Mag-Set	Ott-Apr
011518000000 3 ER	T. Ceno	Pte Lamberti	308	8.08	1.48	2.00	0.95	1.28	0.88	1.25
011518000000 4 ER	T. Ceno	Varano	507	11.2	1.27	1.78	1.06	1.48	1.00	1.38
011518000000 5 ER	T. Ceno	Imm. Taro	540	11.6	1.29	1.88	1.10	1.61	1.08	1.55
011518020000 1 ER	T. Lecca	Imm. Ceno	37.1	1.12	2.13	3.66	0.20	0.35	0.10	0.17
011518060000 1 ER	T. Noveglia	Imm. Ceno	53.1	1.26	1.89	3.07	0.20	0.33	0.10	0.16
011518090000 1 ER	T. Cenedola	Imm. Ceno	43.3	0.88	1.54	2.20	0.12	0.16	0.06	0.08
011518100000 1 ER	T. Pessola	Imm. Ceno	47.1	0.73	1.46	2.00	0.09	0.12	0.05	0.06
011519000000 1 ER	T. Dordone	Roccalanzona	9.1	0.10	1.53	2.57	0.05	0.05	0.05	0.05
011519000000 2 ER	T. Dordone	Imm. Taro	18.0	0.20	1.55	2.66	0.05	0.05	0.05	0.05
011521000000 1 ER	T. Scodogna	Cafragna	8.0	0.08	1.63	2.55	0.05	0.05	0.05	0.05
011521000000 2 ER	T. Scodogna	Collecchio	18.1	0.16	1.55	2.66	0.05	0.05	0.05	0.05
011521000000 3 ER	T. Scodogna	Imm. Taro	18.2	0.16	1.56	2.70	0.05	0.05	0.05	0.05
011522000000 1 ER	R.Manubiola	Collecchio	6.9	0.06	1.69	3.06	0.05	0.05	0.05	0.05
011522000000 2 ER	R.Manubiola	Imm. Taro	13.6	0.12	1.69	3.06	0.05	0.05	0.05	0.05
011523000000 1 ER	T. Recchio	Torretta	17.6	0.18	1.45	2.55	0.05	0.05	0.05	0.05
011523000000 2 ER	T. Recchio	Imm. Taro	45.9	0.41	1.56	2.70	0.05	0.09	0.05	0.07
011526000000 1 ER	Fossac. Scannabecco	Casalbarbato	31.0	0.28	1.63	2.88	0.05	0.07	0.05	0.05
011526000000 2 ER	Fossac. Scannabecco	Paroletta	40.4	0.35	1.56	2.70	0.05	0.08	0.05	0.07
011526000000 3 ER	Fossac. Scannabecco	Imm. Taro	86.0	0.66	1.50	2.10	0.08	0.12	0.07	0.10
011527000000 1 ER	T. Stirone	Pellegrino PR	8.9	0.12	1.62	2.47	0.05	0.05	0.05	0.05
011527000000 2 ER	T. Stirone	Vigoleno	85.9	0.93	1.56	2.61	0.12	0.20	0.09	0.13
011527000000 3 ER	T. Stirone	Predella	105	1.08	1.57	2.73	0.14	0.25	0.13	0.23
011527000000 4 ER	T. Stirone	Fidenza	152	1.46	1.41	2.26	0.17	0.27	0.16	0.26
011527000000 5 ER	T. Stirone	Lodispago	163	1.53	1.27	1.63	0.16	0.21	0.17	0.24
011527000000 6 ER	T. Stirone	Castellina di Soragna	166	1.55	1.32	1.68	0.17	0.21	0.16	0.21
011527000000 7 ER	T. Stirone	Imm. Taro	305	2.50	1.26	1.54	0.25	0.31	0.21	0.26
011527030000 1 ER	T. Ghiara	Salsomaggiore	18.9	0.17	1.63	2.70	0.05	0.05	0.05	0.05
011527030000 2.1 ER	T. Ghiara	Salsomaggiore	31.2	0.29	1.63	2.78	0.05	0.07	0.05	0.06
011527030000 2.2 ER	T. Ghiara	Imm. Stirone	39.1	0.34	1.63	2.88	0.05	0.08	0.05	0.08
011527050000 1 ER	T. Rovacchia	Tabiano	5.1	0.05	1.74	2.93	0.05	0.05	0.05	0.05
011527050000 2 ER	T. Rovacchia	Fidenza	32.8	0.28	1.69	3.06	0.05	0.07	0.05	0.06
011527050000 3.1 ER	T. Rovacchia	Soragna	99.0	0.79	1.47	2.03	0.10	0.13	0.07	0.10
011527050000 3.2 ER	T. Rovacchia	Imm. Stirone	105	0.84	1.41	1.88	0.10	0.13	0.10	0.13
011527050100 1 ER	T. Parola	Pieve di Cusignano	22.3	0.23	1.54	2.54	0.05	0.05	0.05	0.05
011527050100 2 ER	T. Parola	Imm. Rovacchia	56.3	0.50	1.55	2.66	0.07	0.11	0.06	0.08
011700000000 1 ER	T. Parma	Sesta	7.4	0.49	1.89	3.06	0.08	0.13	0.05	0.06
011700000000 2 ER	T. Parma	Corniglio	78.3	3.04	1.94	3.19	0.50	0.81	0.29	0.47
011700000000 3 ER	T. Parma	Pastorello	204	5.45	1.36	1.78	0.60	0.79	0.55	0.80
011700000000 4 ER	T. Parma	Langhirano	279	5.95	1.22	1.44	0.58	0.69	0.59	0.74
011700000000 5 ER	T. Parma	Parma	387	6.98	1.12	1.48	0.61	0.80	0.59	0.74
011700000000 6.1 ER	T. Parma	Parma FS	611	10.6	1.20	1.40	0.92	1.07	0.76	0.94
011700000000 6.2 ER	T. Parma	Colorno	627	10.5	1.17	1.33	0.88	1.00	0.90	1.04
011700000000 7 ER	T. Parma	Mezzano Sup.	796	11.8	1.17	1.33	0.94	1.07	0.91	1.04
011700000000 8 ER	T. Parma	Imm. Po	796	11.8	1.17	1.33	0.94	1.07	0.94	1.07
011702000000 1 ER	T. Bratica	Imm. Parma	31.7	1.01	2.13	3.66	0.18	0.31	0.09	0.16
011704000000 1 ER	T. Parmossa	Imm. Parma	55.0	1.12	1.52	2.15	0.14	0.20	0.07	0.10
011709000000 1 ER	T. Baganza	Berceto	25.4	0.88	1.95	3.22	0.15	0.24	0.07	0.12
011709000000 2 ER	T. Baganza	Ravarano	62.1	1.59	1.89	3.07	0.25	0.41	0.20	0.33
011709000000 3 ER	T. Baganza	Limido	135	2.57	1.26	1.79	0.27	0.38	0.26	0.40
011709000000 4 ER	T. Baganza	Imm. Parma	224	3.43	1.28	1.91	0.36	0.53	0.31	0.46
011709030000 1 ER	T. Cinghio	S. Michele Tiorre	7.3	0.07	1.50	2.73	0.05	0.05	0.05	0.05
011709030000 2 ER	T. Cinghio	Imm. Baganza	36.0	0.25	1.56	2.70	0.05	0.06	0.05	0.05
011800000000 1 ER	T. Enza	Miscoso	19.2	1.01	1.93	3.15	0.17	0.27	0.08	0.14
011800000000 2 ER	T. Enza	Ranzano	182	5.86	1.79	2.79	0.86	1.34	0.51	0.81
011800000000 3 ER	T. Enza	Vetto	217	6.43	1.47	1.98	0.77	1.03	0.81	1.19
011800000000 4 ER	T. Enza	Valle di Compiano	316	8.20	1.29	1.60	0.83	1.03	0.80	1.03
011800000000 5 ER	T. Enza	Cerezzola	458	9.80	1.20	1.47	0.89	1.09	0.86	1.06
011800000000 6.1 ER	T. Enza	San Polo d'Enza	483	9.92	1.17	1.61	0.87	1.20	0.88	1.14
011800000000 6.2 ER	T. Enza	Monte di Tortiano	498	9.71	1.19	1.68	0.87	1.22	0.87	1.21
011800000000 7 ER	T. Enza	Montecchio Emilia	609	10.7	1.22	1.84	0.95	1.42	0.91	1.32
011800000000 8 ER	T. Enza	Gazzaro	617	10.7	1.32	1.98	1.02	1.53	0.98	1.47
011800000000 9 ER	T. Enza	S. Ilario	651	10.9	1.16	1.57	0.90	1.22	0.96	1.37
011800000000 10 ER	T. Enza	Fiesso	654	10.9	1.25	1.49	0.98	1.16	0.94	1.19
011800000000 11 ER	T. Enza	Imm. Po	899	12.6	1.11	1.26	0.92	1.05	0.95	1.11
011801000000 1 ER	T. Liocca	Imm. Enza	22.5	0.94	2.12	3.63	0.17	0.29	0.08	0.15

Figura 13: Allegato D alla D.G.R. 2067/2015 – Tabella 7: Valori di riferimento del DMV per i corpi idrici regionali.

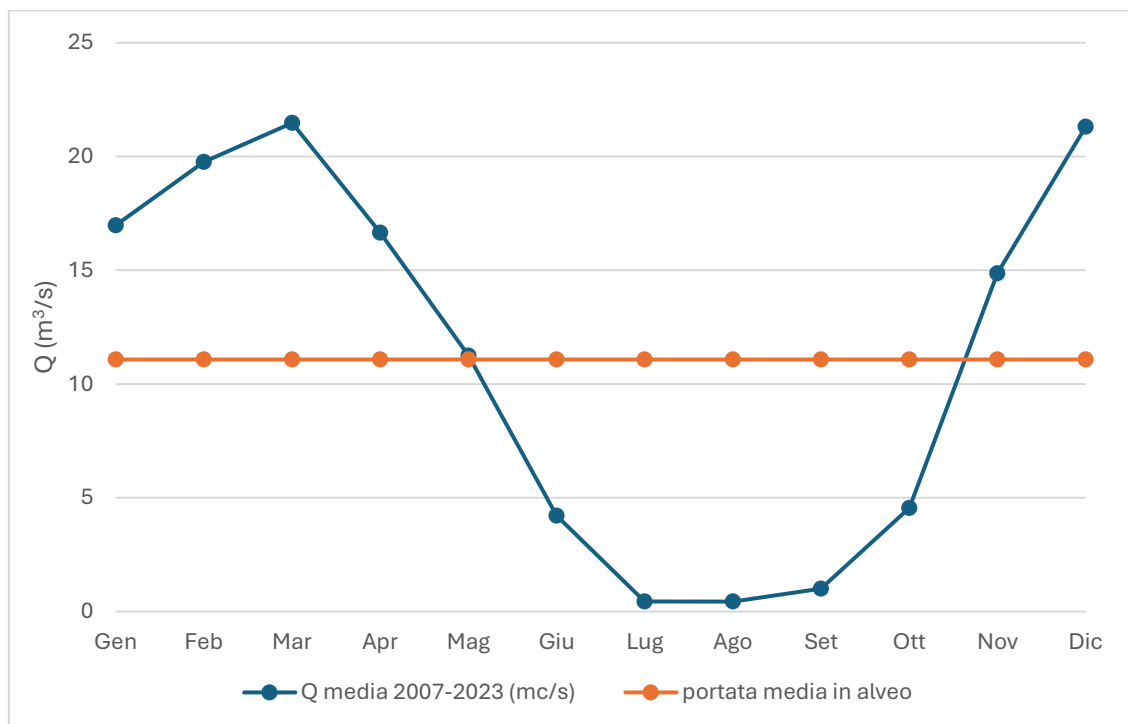


Figura 14: Portate media mensili a Sant’Ilario d’Enza stimate sulla base dei dati di Sorbolo (2007-2020) con coefficiente di riduzione pari a 0,85.

Risulta quindi che la portata media annua del Torrente Enza alla sezione situata presso via Elio Manzotti in località Case Zinani, Comune di Sant’Ilario d’Enza, è di **11,08 m³/s**.

6. COMPATIBILITA' IDRAULICA

L'area in esame si colloca nelle zone di deflusso della piena, le quali costituiscono la definizione cartografica e l'articolazione integrata delle zone di cui all'articolo 18 del PTPR e della fascia A di deflusso della piena, così come definita dall'articolo 28 del PAI.

L'articolo 18 del PTPR ammette la realizzazione di opere connesse alle infrastrutture quali sistemi tecnologici per la produzione di energia idroelettrica (per maggiori dettagli si rimanda all'inquadramento normativo riportato nella Relazione tecnica generale e nello Studio Preliminare Ambientale), pertanto esso risulta **normativamente compatibile**.

Si precisa che le opere in progetto sono opere idrauliche di interesse pubblico e, pertanto, ne è consentita la realizzazione all'interno fascia A del PAI (art. 38 delle relative NTA).

Inoltre, devono essere funzionali a consentire la derivazione e la restituzione dell'acqua dal torrente e, quindi, non possono che essere collocate a ridosso del corso d'acqua stesso.

La soluzione progettuale scelta, comunque, non modifica i fenomeni idraulici naturali e le caratteristiche di particolare rilevanza naturale dell'ecosistema fluviale e non comporta riduzione o parzializzazione della capacità di invaso.

Si tratta, infatti, di un'opera di derivazione ad acqua fluente prevista in corrispondenza della briglia esistente che non implicherà alcuna modifica ai livelli idrici determinati in corrispondenza della soglia stessa.

La presa è integrata a valle del manufatto idraulico (camera di carico con griglia di captazione parallela alla briglia) ed è regolata dalla quota della soglia esistente. Ciò non crea alcun restringimento della sezione.

Si rimanda alla Modellazione idraulica per gli approfondimenti (Capitolo 12).

7. VERIFICA DELLA COMPATIBILITA' DELLE OPERE AI SENSI DELLA D.G.R. 1793/2008

La D.G.R. n. 1793/2008 considera tecnicamente incompatibili “nuove domande di derivazione ad uso idroelettrico che prevedano di localizzarsi lungo un’asta fluviale già interessata da concessioni di derivazione ad uso idroelettrico qualora le stesse siano previste ad una distanza inferiore al doppio del tratto sotteso (inteso quale tratto del corpo idrico compreso tra il punto di derivazione ed il punto di restituzione della risorsa idrica) dalla preesistente e comunque ad una distanza inferiore al chilometro (valore minimo ritenuto congruo per il ripristino dello stato ambientale del corpo idrico derivato)”.

In data 09/07/2025 è stata richiesta ad ARPAE Servizio Gestione Demanio Idrico – Direzione Tecnica idonea attestazione di cui alla Delibera Regionale n. 1793 del 03/11/2008, relativa al rispetto della distanza minima per nuove domande di derivazione ad uso idroelettrico lungo una medesima asta fluviale.

La suddetta Amministrazione con nota prot. 21/07/2025.0131068.U, in qualità di autorità competente, ha attestato la **conformità** della derivazione alla DGR 1973/2008.

Pertanto, l’impianto in progetto risulta essere **tecnicamente compatibile**.

8. VALUTAZIONE DEL RISCHIO AMBIENTALE AI SENSI DEL PdGPo (DIRETTIVA DERIVAZIONI)

Per quanto riguarda il Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po, come si evince dalla “Mappa delle reti di monitoraggio e rappresentazione cartografica dello stato delle acque superficiali e sotterranee” allegata al Piano di Gestione del Distretto idrografico del fiume PO (versione 22 dicembre 2021 rivista con Decreto del Segretario Generale di AdBPo n. 123/2022), il Torrente Enza nel tratto interessato dall’intervento presenta uno:

- stato ecologico “scarso”;
- stato chimico “buono”.

Si riportano ora in Figura 15 e Figura 16 gli estratti della mappa di riferimento.

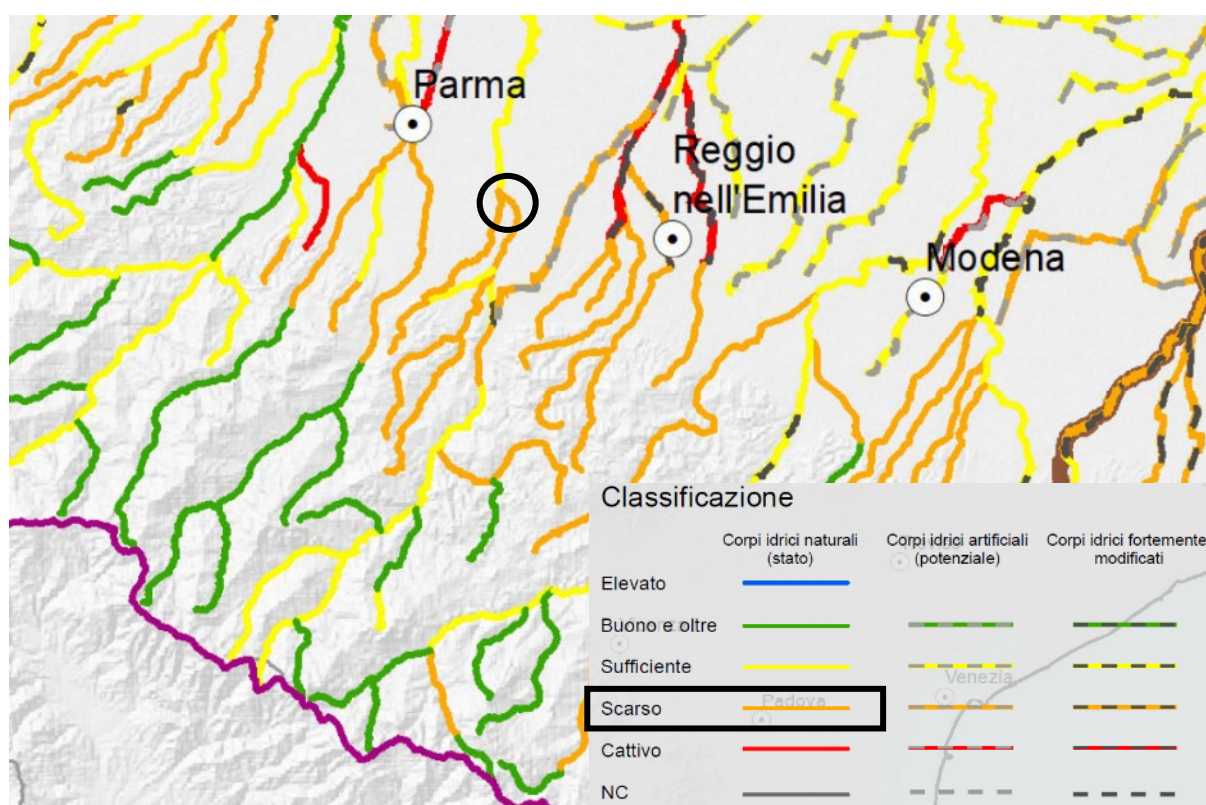


Figura 15– Estratto Tavola “Corpi idrici fluviali – Stato ecologico o Potenziale ecologico”.

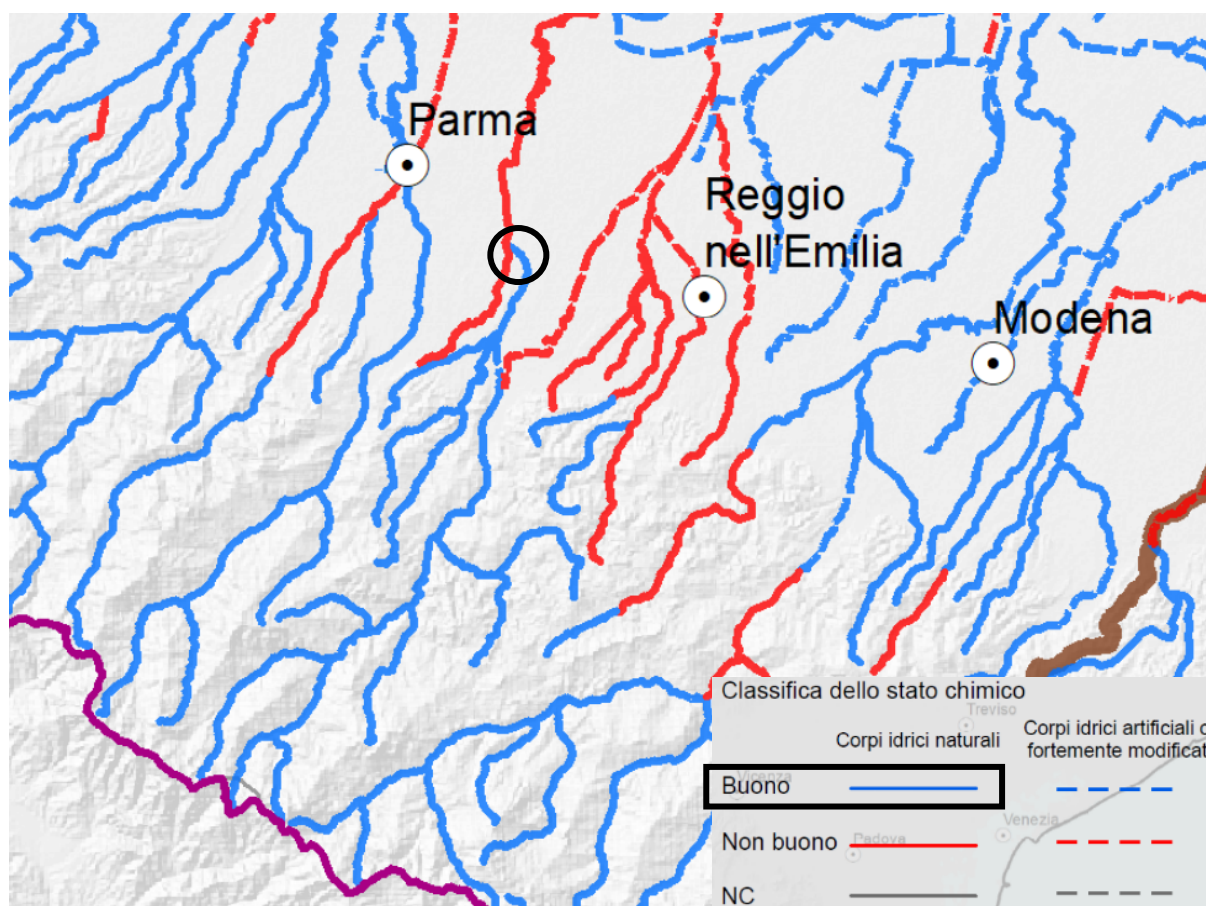


Figura 16– Estratto Tavola “Corpi idrici fluviali – Stato chimico”.

Il livello di tutela da garantire, pertanto, è finalizzato a evitare di introdurre impatti che possano mettere a rischio di non mantenimento del livello di qualità attuale.

Per quanto riguarda la valutazione del rischio ambientale connesso alla derivazione idrica in relazione agli obiettivi di qualità ambientale definiti dal Piano di Gestione del Distretto idrografico Padano, si è fatto riferimento alla “Direttiva Derivazioni” (Valutazione del rischio ambientale connesso alle derivazioni idriche in relazione agli obiettivi di qualità ambientale definiti dal Piano di gestione del Distretto idrografico Padano) in vigore dal 12/01/2016.

Di seguito si riportano i risultati della valutazione dell’impatto della singola derivazione applicando la metodologia ERA riportata nell’Allegato 1 della suddetta direttiva.

Pressioni potenzialmente significative e indicatore	Risultati	Impatto
ALTERAZIONI IDROLOGICHE (PRELIEVI)		
Prelievo di portata - uso idroelettrico – contemporanea presenza delle due condizioni: - Rapporto tra la portata massima derivabile D (10 mc/s) e la portata media naturalizzata del corpo idrico Qn (11,08 mc/s) - Rapporto tra lunghezza del tratto sotteso S (0,28 km) e lunghezza del corpo idrico L (100 km)	$D/Q_n = 90\% < 100\%$ $S/L = 0,28\% < 15\%$	Lieve considerando corpo idrico già impattato da altre centrali idroelettriche
ALTERAZIONI IDROMORFOLOGICHE		
Opere trasversali: Rapporto tra numero briglie Nb (29 <i>fonte ARPAE</i>) e lunghezza corpo idrico L (100.000 m)	$N_b/L = 0,00029 < 0,00125$	Lieve considerando derivazione in pianura
Alterazioni morfologiche - Dighe, barriere e chiuse: Rapporto tra numero opere (1) e lunghezza corpo idrico (100 km)	$N_d/L = 0,00001 < 0,125$	Lieve
Alterazioni idrologiche - Alterazioni del livello idrico o del volume	La derivazione prevede la restituzione integrale della portata derivata. L'impianto sfrutta la risorsa solamente quando questa è sufficiente senza interferire permanentemente con il regime idrologico del torrente, nel rispetto del DMV	Lieve

Per quanto riguarda la valutazione dell'impatto in considerazione del cumulo di derivazioni ad uso idroelettrico presenti lungo il Torrente Enza, sono stati utilizzati i dati in possesso dello scrivente studio integrati con le informazioni reperibili dal viewer di ARPAE.

IMPIANTO	COORDINATE (ETRS89 UTM 32)	PORTATA MASSIMA	TRATTO SOTTESO	DISTANZA MINIMA
Impianto "Nirone" Palanzano (PR) (*) <i>fonte viewer ARPAE</i>	X = 595556 Y = 4916082	6,00 mc/s	Dato non disponibile	-
Impianto "Alpe di Succiso" Palanzano (PR)	X = 599608 Y = 4921927	7,00 mc/s	0,00 km Puntuale	1,00 km
Impianto "SEB Molino della Rocca" Vetto (PR)	X = 605882 Y = 4927391	7,00 mc/s	0,65 km	1,30 km
Impianto "Cedogno" Neviano degli Arduini (PR)	X = 607598 Y = 4932165	8,80 mc/s	0,27 km	1,00 km
Impianto "San Polo" Palanzano (PR) (*) <i>fonte viewer ARPAE</i>	X = 612258 Y = 4942703	18,60 mc/s	Dato non disponibile	-

Di seguito si riportano i risultati della valutazione dell’impatto per quanto riguarda le alterazioni idrogeologiche (prelievi).

Pressioni potenzialmente significative e indicatore	Risultati	Impatto
ALTERAZIONI IDROLOGICHE (PRELIEVI)		
Prelievo di portata - uso idroelettrico – contemporanea presenza delle due condizioni: - Rapporto tra la più elevata portata massima derivabile D (18,6 mc/s) e la portata media naturalizzata del corpo idrico Qn (11,08 mc/s) - Rapporto tra lunghezza dei tratti sottesi (1,20 km) e lunghezza del corpo idrico (100 km)	$D/Q_n = 168\% > 100\%$ $S/L = 1,2\% < 15\%$	Lieve considerando corpo idrico già impattato da altre centrali idroelettriche

Considerando lo stato ambientale attuale del corso d’acqua è “scarso” e l’impatto generato dall’intervento pari a “lieve” (non c’è scadimento di qualità), il rischio ambientale indotto dalle alterazioni ricade in area “**attrazione**”, pertanto la derivazione:

“non presenta rischi particolari per la qualità ambientale del corpo idrico. La derivazione può essere considerata compatibile nel rispetto di specifiche prescrizioni, ove necessarie”

9. DETERMINAZIONE DEL DEFLUSSO MINIMO VITALE

Il concetto di “deflusso minimo vitale” (D.M.V.) è stato introdotto nel quadro legislativo italiano dalla legge 183/89 (art. 3 comma 1, lettera i).

Il D.M.V., così come definito dall'Allegato “Approccio metodologico per la determinazione dei deflussi ecologici a sostegno del mantenimento/raggiungimento degli obiettivi ambientali fissati dal Piano di Gestione del distretto idrografico e successivi riesami e aggiornamenti (Direttiva Deflussi Ecologici)” alla deliberazione n. 4 del 14 dicembre 2017 della Conferenza Istituzionale Permanente dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (AdBPo), è *la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corso d'acqua, chimico-fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali.*

La Direttiva sui Deflussi Ecologici succede alla precedente deliberazione 13 marzo 2002, n. 7 del Comitato Istituzionale, rispondendo alle nuove esigenze della Direttiva 2000/60/CE (Direttiva Quadro Acque), del D. Lgs. 152/2006 (Testo Unico Ambientale) e dei programmi di misure del Piano di Gestione del distretto idrografico del fiume Po del 2015.

Introduce il concetto di “deflusso ecologico” ovvero *il regime idrologico che, in un tratto idraulicamente omogeneo di un corso d'acqua, appartenente ad un corpo idrico così come definito nel Piano di Gestione del distretto idrografico vigente, è conforme col raggiungimento degli obiettivi ambientali definiti ai sensi dell'art. 4 della Direttiva Quadro Acque.*

Il deflusso ecologico in una determinata sezione di un corso d'acqua è calcolato secondo la formula indicata dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po nella Direttiva Deflussi Ecologici:

$$DE = k \cdot \bar{q} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

dove:

- k è il parametro sperimentale determinato per singole aree idrografiche;
- $\bar{q}$ è la portata specifica media annua per unità di superficie del bacino (in l/s km²);
- S è la superficie del bacino sottesa dalla sezione del corso d'acqua (in km²);
- M è un parametro che descrive il contesto geomorfologico;
- Z è il massimo dei valori dei tre parametri N , F , Q calcolati distintamente, con N che è un parametro di pregio naturalistico, F è un parametro di fruizione turistico-culturale, e Q che è un parametro relativo alla qualità delle acque fluviali;
- A è un parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le acque sotterranee;
- T è un parametro relativo alla modulazione nel tempo del deflusso ecologico in funzione degli obiettivi di tutela dell'ittiofauna e di fruizione.

Il valore del termine $k \cdot \bar{q} \cdot S$ rappresenta la componente idrologica del deflusso ecologico, che deve essere definita per ogni derivazione che insiste sul reticolo idrografico naturale. In essa figura $\bar{q} \cdot S$ (l/s) che rappresenta in pratica la portata media annua nella sezione oggetto di studio.

Gli altri parametri rappresentano dei fattori di correzione che tengono conto, ove necessario, delle condizioni locali.

Ad oggi il Piano di Tutela delle Acque della Regione Emilia-Romagna non risulta abbia ancora implementato una propria procedura per la stima dei deflussi ecologici, ma ha assunto la componente idrologica e la componente morfologica ambientale del deflusso minimo vitale tramite D.G.R. 2067/2015 “Attuazione della Direttiva 2000/60/CE: contributo della Regione Emilia-Romagna ai fini dell’aggiornamento/riesame dei Piani di Gestione Distrettuali 2015-2021”, la quale risulta definita dall’Allegato D “Individuazione del deflusso minimo vitale di riferimento”.

Tale norma, richiamando la procedura definita nel 2002 da AdBPo, individua la formula di calcolo del parametro idrologico k : la sezione di presa ricade in Area 5 (bacini appenninici dal Panaro allo Staffora), per cui:

$$k = -2,24 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0,086$$

E individua una metodologia per la determinazione di un coefficiente morfologico ambientale:

$$k_{m-a} = M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

Nel caso in esame, il Deflusso Minimo Vitale da garantire a valle dell’opera di presa situata sul Torrente Enza risulta pari a:

$$DMV = k \cdot \bar{q} \cdot S \cdot k_{m-a}$$

Dato che:

- La superficie del bacino sottesa S è pari a 598,4 km² e di conseguenza il parametro idrologico k risulta pari a 0,0726;
- La portata specifica media annua $\bar{q}$ è pari a 18,51 l/s km²;
- Il parametro morfologico-ambientale k_{m-a} è stato valutato sperimentalmente dalla Regione Emilia-Romagna (Figura 13) e nei pressi della sezione di Sant’Ilario d’Enza risulta pari a 1,16 (tra maggio e settembre) e 1,57 (tra ottobre e aprile).

Risulta pertanto che il deflusso minimo vitale alla sezione di presa, per il periodo maggio-settembre è pari a $DMV = 0,93 \text{ m}^3/\text{s}$ mentre per il periodo ottobre-aprile è pari a $DMV = 1,26 \text{ m}^3/\text{s}$.

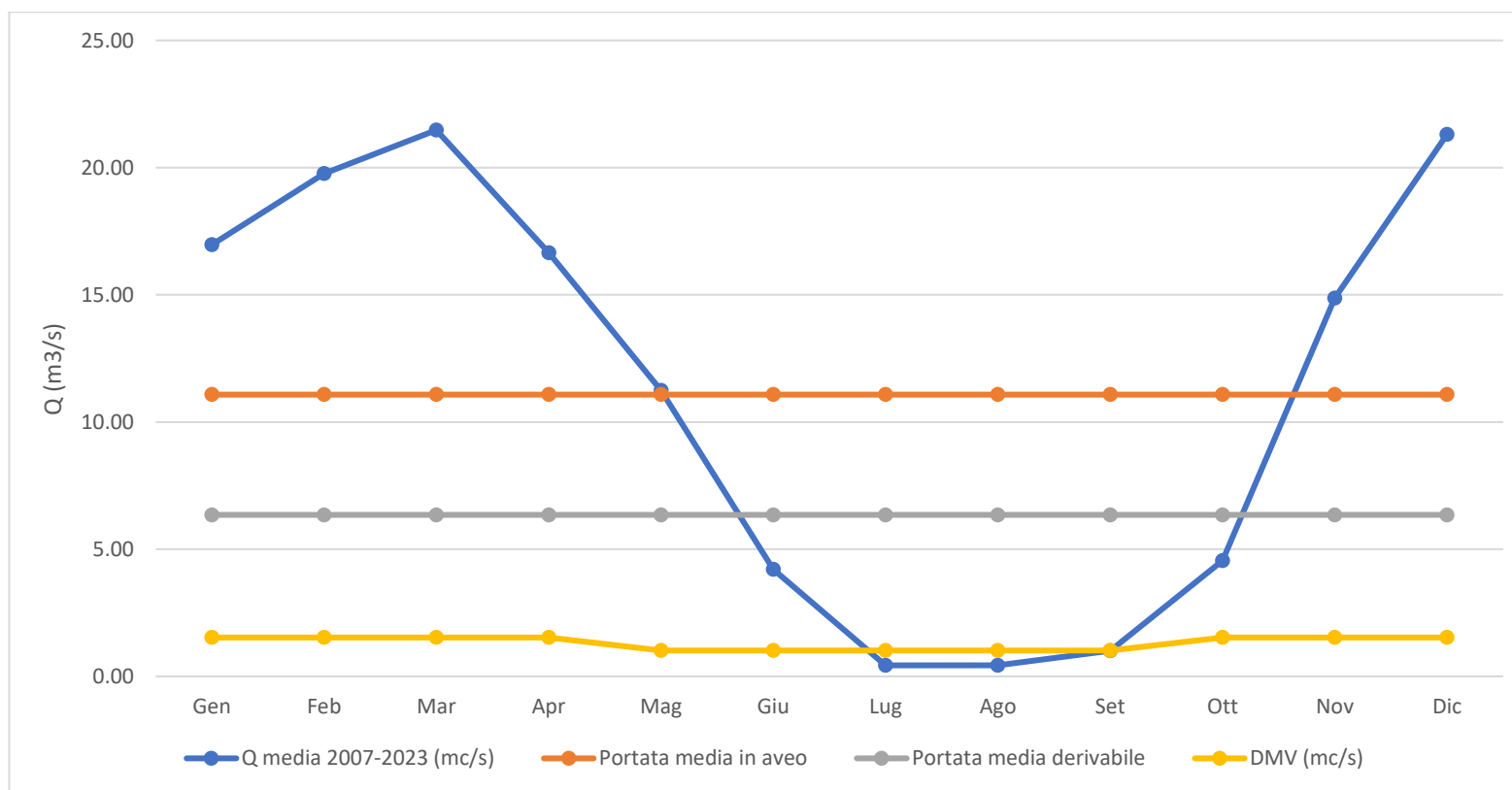
Si segnala che ai fini del presente progetto sono stati assunti i valori di DMV forniti da ARPAE alla sezione di chiusa del tratto di corso d’acqua interessato pari a **1,02 m³/s** (periodo estivo maggio-settembre) e **1,53 m³/s** (periodo invernale ottobre-aprile) in quanto più cautelativi.

Il mantenimento del Deflusso Ecologico è garantito fisicamente dalla geometria dell'opera: la captazione avviene su circa metà della lunghezza della briglia esistente (50 m sui 100 m di sviluppo della soglia attiva), lasciando il libero transito naturale sulla restante porzione.

Tale porzione comprende la scala di risalita dei pesci esistente, a garanzia della continuità ecologica longitudinale, che viene integralmente conservata e mantenuta in efficienza.

Calcolo delle portate utilizzabili in centrale

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	ANNO
Q media 2007-2023 (mc/s)	16,97	19,77	21,48	16,65	11,25	4,21	0,44	0,44	1,01	4,55	14,87	21,31	11,08
DMV (mc/s)	1,53	1,53	1,53	1,53	1,02	1,02	1,02	1,02	1,02	1,53	1,53	1,53	
Q disponibile (mc/s)	15,44	18,24	19,95	15,12	10,23	3,19	-0,58	-0,58	-0,01	3,02	13,34	19,78	
Q utilizzabile in centrale (mc/s)	10,00	10,00	10,00	10,00	10,23	3,19	0,00	0,00	0,00	3,02	10,00	10,00	6,35



10. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE OPERE IN PROGETTO

L'impianto in progetto, localizzato in sponda destra al torrente Enza, che si sviluppa a valle della briglia esistente è costituito da: un'opera di presa, un canale di derivazione a cielo aperto, un edificio centrale ed un canale di scarico a cielo aperto.

Si riporta di seguito una descrizione sintetica di questi elementi caratteristici:

- L'opera di presa è localizzata, indicativamente a quota altimetrica di 65,45 m s.l.m. (quota briglia esistente) ed è costituita da una griglia di captazione della lunghezza di 50 m posizionata in adiacenza al muro della briglia esistente. La captazione avverrà su circa la metà della lunghezza della briglia esistente, lasciando la portata in transito sulla restante parte della briglia come deflusso del DMV.
- Il canale di derivazione a cielo aperto, collega l'opera di presa all'edificio centrale, ha una lunghezza di circa 90 m ed ha la funzione di sedimentatore. La sezione del canale è dimensionata in modo tale da garantire all'acqua una velocità sufficientemente bassa tale da permettere il deposito della sabbia all'interno del canale stesso, impedendone il passaggio attraverso le turbine.
- L'edificio centrale è posizionato al termine del canale di derivazione ed ha una lunghezza complessiva di circa 42,0 m. La struttura verrà realizzata interrata ad eccezione del fronte rivolto a sud-est dove si intesta il canale di derivazione e dove sono posizionati gli sgrigliatori e le paratoie. L'interno dell'edificio sarà diviso in tre ambienti: il locale macchine (turbine e generatori) e quadri elettrici, locale trasformatore, locale deposito.
- Il canale di restituzione collega l'edificio centrale all'alveo naturale del torrente Enza, avrà sezione trapezia e sarà realizzato a cielo aperto.

L'area interessata per la realizzazione dei manufatti si estende su una superficie di 6.974 mq. Per i dettagli progettuali si rimanda agli elaborati grafici di progetto.

Opera di presa	Coordinate ED50 UTM32		Coordinate UTM-RER		Quota m s.l.m.
	X	Y	X	Y	
Derivazione	613410	4954832	613493	955030	65.20

11. CALCOLO DELLA PORTATA NOMINALE E STIMA DELL'ENERGIA PRODUCIBILE

La potenza media nominale PN di concessione è data dalla seguente formula:

$$PN = (Q \cdot H) / 102$$

dove:

- Q = portata media utilizzabile in centrale (in l/s)
- H = salto utile (in m).

Considerando una portata media derivabile in centrale pari a 6,35 m³/s e un salto utile pari a 4,00 m, la potenza nominale di concessione risulta pari a:

$$PN = (6,35 \cdot 1000 \cdot 4,00) / 102 = \mathbf{249 \text{ kW}}$$

Considerando un rendimento massimo complessivo pari al 77% e una portata massima derivabile di 10 m³/s, la potenza massima sarà pari a **150,98 kW** (per turbina).

Considerando la portata media derivabile e lo stesso rendimento massimo, la potenza media sarà pari a **95,89 kW** (per turbina).

12. MODELLAZIONE BIDIMENSIONALE

12.1 Premessa

Il presente capitolo ha lo scopo di descrivere la modellazione idraulica bidimensionale eseguita nel tratto di fiume interessato dall'impianto idroelettrico, al fine di valutarne il comportamento idraulico sia nelle condizioni attuali (ante operam) che future (post operam), nei diversi scenari di portata analizzati. Le simulazioni sono state condotte mediante l'impiego del software Hec-Ras versione 6.6 (sviluppato dall'Hydrologic Engineering Center (HEC) del U.S. Army Corps of Engineers) considerando uno schema di moto **puramente bidimensionale** (2D), e valutando la risposta idraulica del sistema in termini di tiranti idrici e velocità di deflusso.

Le principali tematiche trattate nel presente elaborato e i relativi dati implementati nel modello riguardano:

- la morfologia del terreno e la relativa scabrezza;
- i manufatti esistenti e di progetto (la briglia e il nuovo impianto idroelettrico), desunti dai rilievi topografici eseguiti in sito e dagli elaborati progettuali a cui si rimanda per una maggiore comprensione;
- gli idrogrammi di piena, dedotti da un'analisi degli annali idrologici e dai dati statistici estrapolati dallo studio fornito da ARPAE *“Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell'evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all'aggiornamento dell'idrologia di piena del torrente Enza”*.

All'interno del presente Capitolo, una volta descritti i dati reperiti ed implementati nella modellazione idraulica (quali morfologia del terreno, dettaglio dei manufatti presenti nell'area oggetto di valutazione, scabrezza del terreno sulla base del consumo e uso del suolo, idrogrammi di piena), viene proposta la seguente trattazione:

- simulazioni corrispondenti allo stato di fatto, per cui si sono considerate esclusivamente le quote assolute del modello digitale del terreno (DTM);
- considerazioni in merito allo stato di progetto, una volta implementato il rimodellamento dell'alveo a monte della briglia e il profilo longitudinale dell'impianto idroelettrico all'interno della morfologia caratterizzante lo stato di fatto.

Si segnala che le simulazioni condotte presentano delle limitazioni in quanto **non** è stato possibile modellare i seguenti aspetti:

- i particolari della griglia di captazione in progetto.

- l'ingombro effettivo dei locali fuori terra in corrispondenza delle turbine (particolari del locale turbine).
- gli organi di regolazione in progetto (paratoie mobili dell'impianto). Per ovviare a tale limitazione, per le simulazioni idrauliche condotte relative alle piene di tempo di ritorno pari a 20 anni (piena ordinaria) e 200 anni (piena straordinaria), si sono considerate le due situazioni seguenti:
 - la condizione in cui le paratoie di derivazione sono completamente aperte durante le simulazioni idrauliche, anche nei casi in cui defluisce la portata di piena straordinaria pari a 200 anni (per cui l'impianto viene chiuso per ragioni di sicurezza);
 - la condizione in cui le paratoie di derivazione sono completamente chiuse durante le simulazioni idrauliche.

12.2 Morfologia del terreno (DTM, Digital Terrain Model)

Per descrivere nel dettaglio la morfologia del terreno, si è implementato nelle modellazioni bidimensionali il DTM (Digital Terrain Model) con cella 0.5x0.5 m elaborato dalla Scrivente tramite una campagna di riprese aeree con drone. Il DTM implementato è visualizzabile in Figura 17.

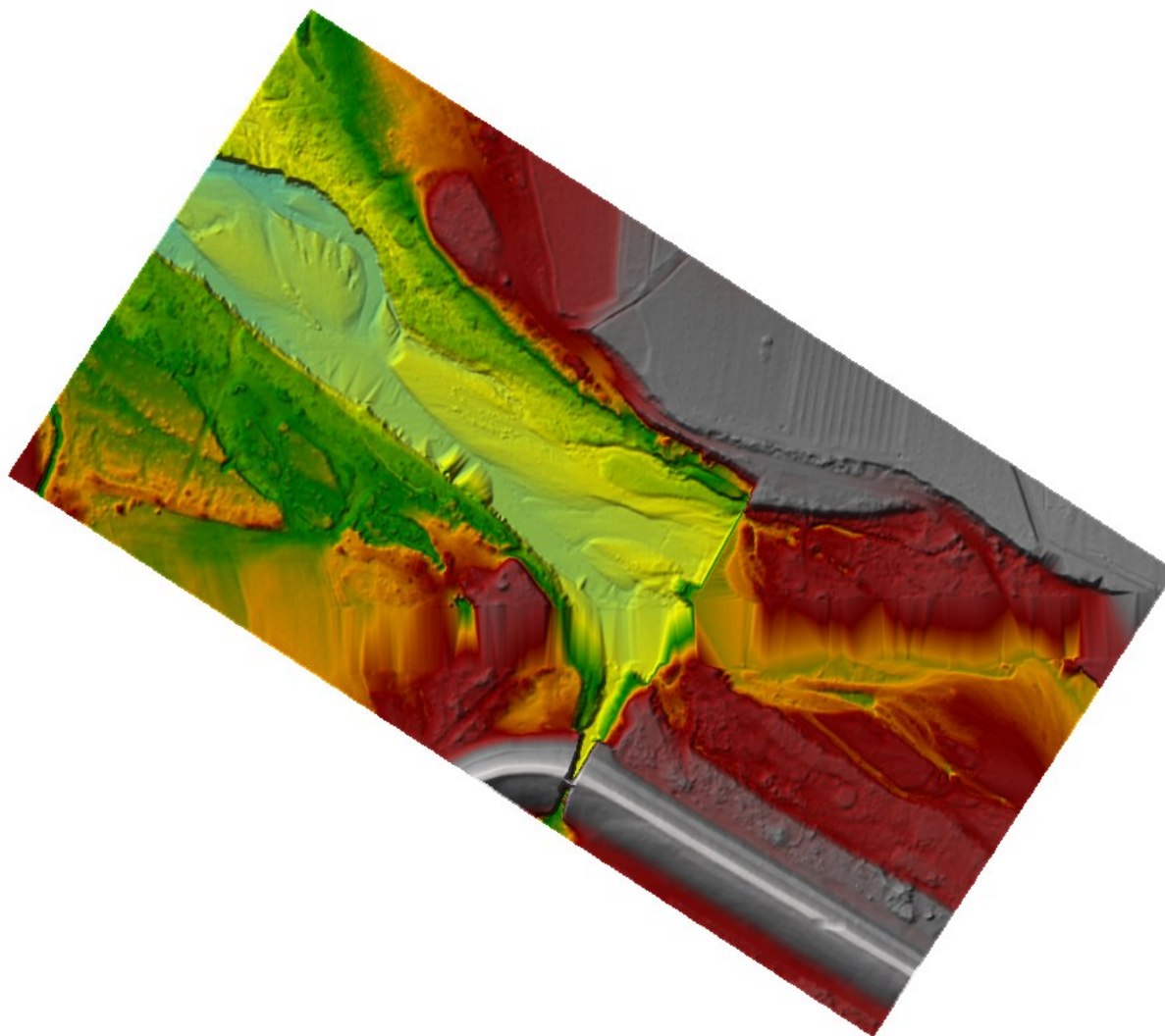


Figura 17: DTM (Digital Terrain Model) implementato nella modellazione bidimensionale.

In Figura 18 si riporta il DTM nell’area oggetto di valutazione.

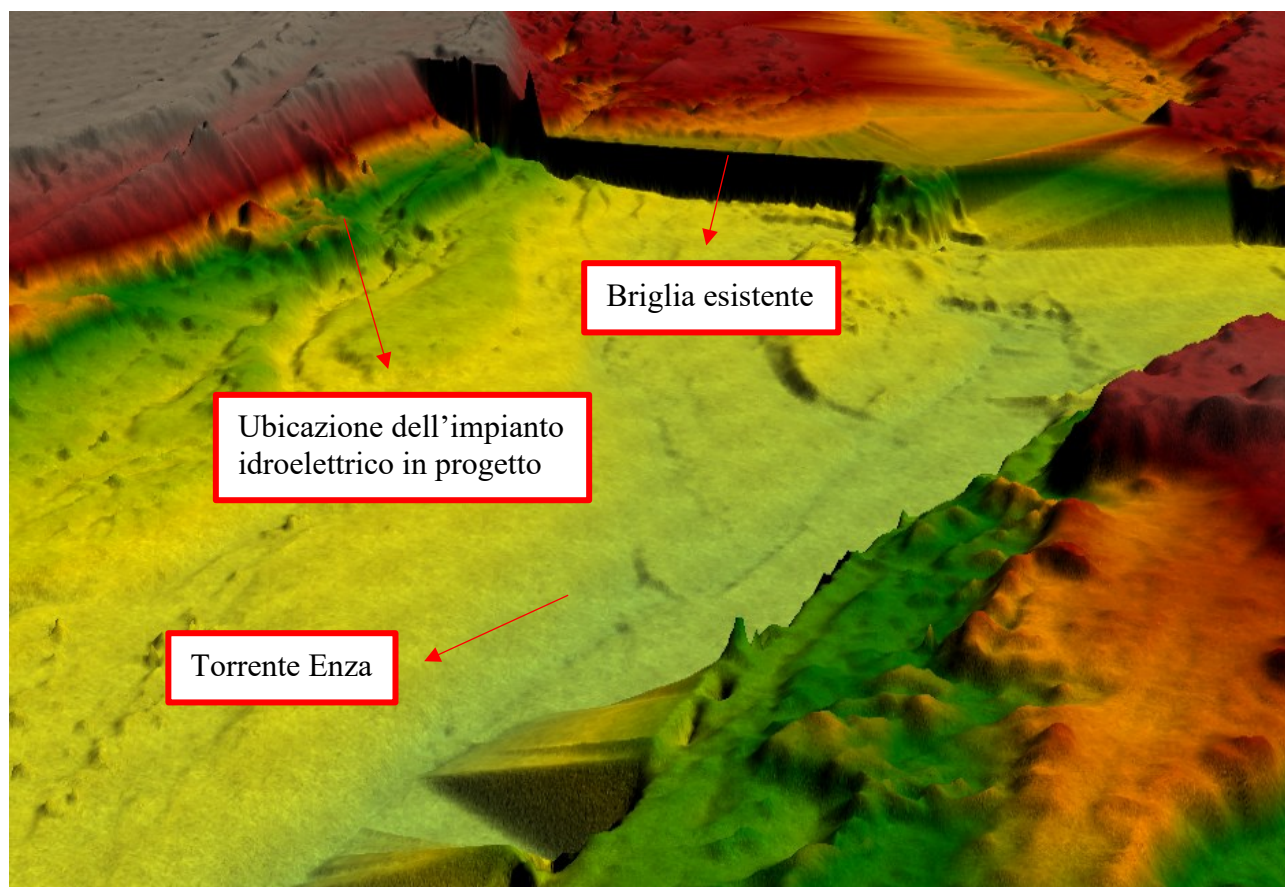


Figura 18: DTM implementato nelle simulazioni idrauliche, vista 3D.

12.3 Dominio di calcolo

L'estensione del dominio di calcolo implementato nelle simulazioni idrauliche è visualizzabile in Figura 19. Si è scelto di considerare delle celle di discretizzazione spaziale pari a 1x1 m per cogliere al meglio la dinamica fluviale nell'intorno della briglia.

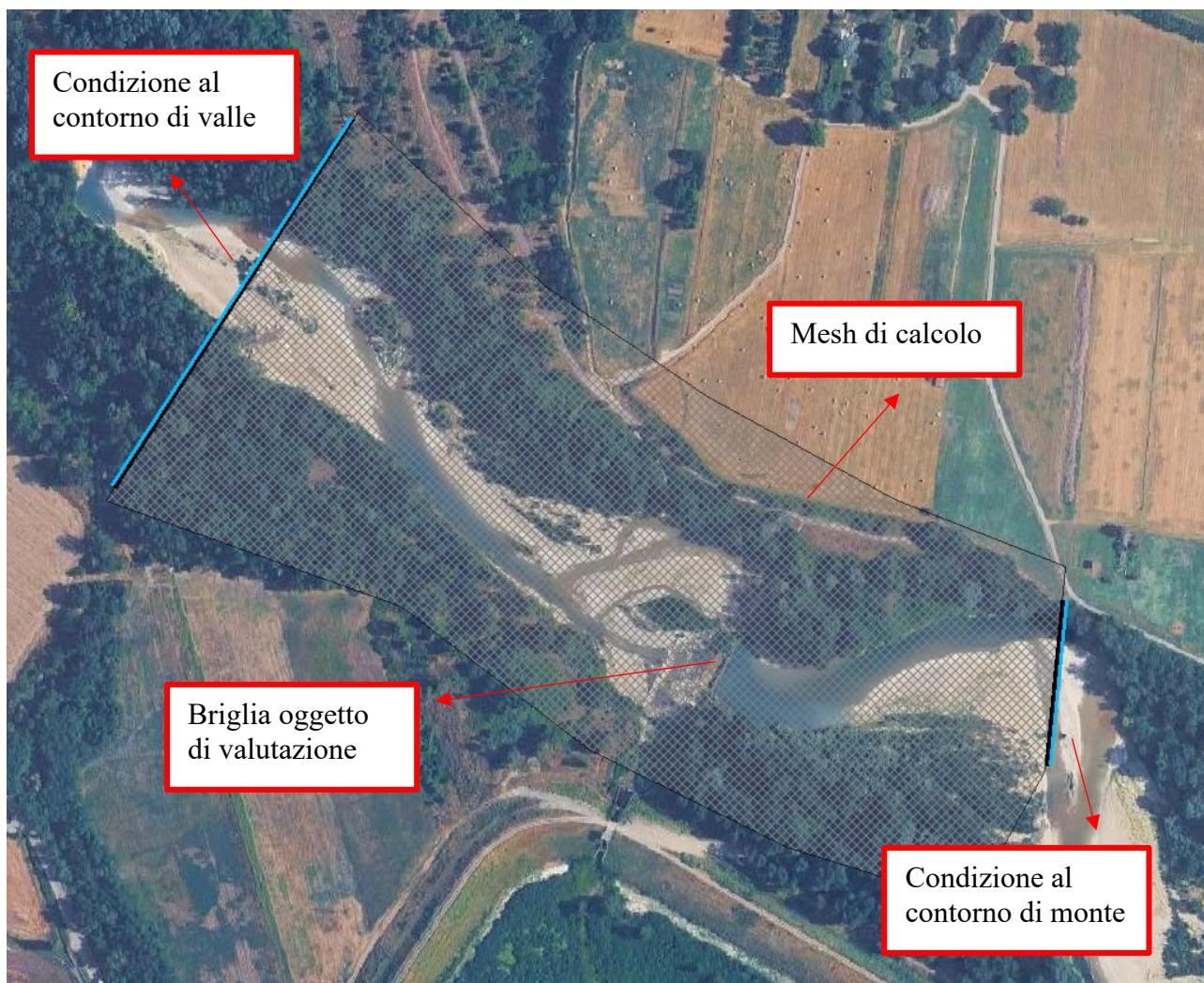


Figura 19: Dominio di calcolo.

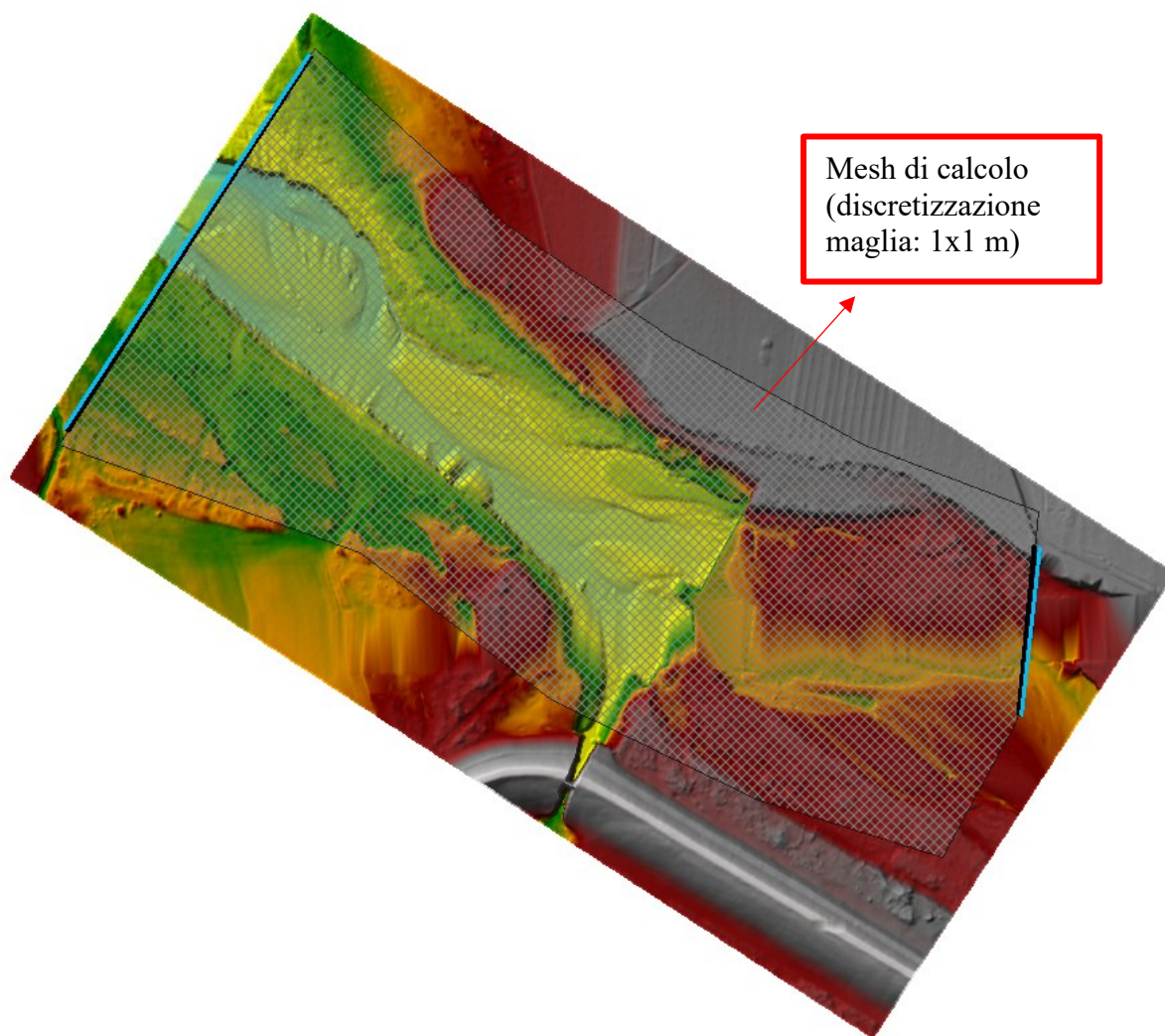


Figura 20: Discretizzazione del modello.

12.4 Uso del suolo

Al fine di rappresentare nel dettaglio la variazione del coefficiente di scabrezza nell'area di studio (il software Hec-Ras necessita l'inserimento del coefficiente di Manning n [$s/m^{1/3}$]), è stata effettuata una ricerca all'interno del Geoportale della Regione-Emilia Romagna relativa al consumo ed uso del suolo.

Al suo interno è stato possibile scaricare lo shapefile inerente al “Consumo del Suolo”, il cui estratto caricato all'interno del software Hec-Ras è visualizzabile in Figura 21: ad ogni colore è associato uno specifico valore di Corine Land Cover (CLC), il quale definisce le classi di copertura del suolo suddividendo il territorio in 3 livelli (5 classi per il primo livello, 15 per il secondo e 45 per il terzo).

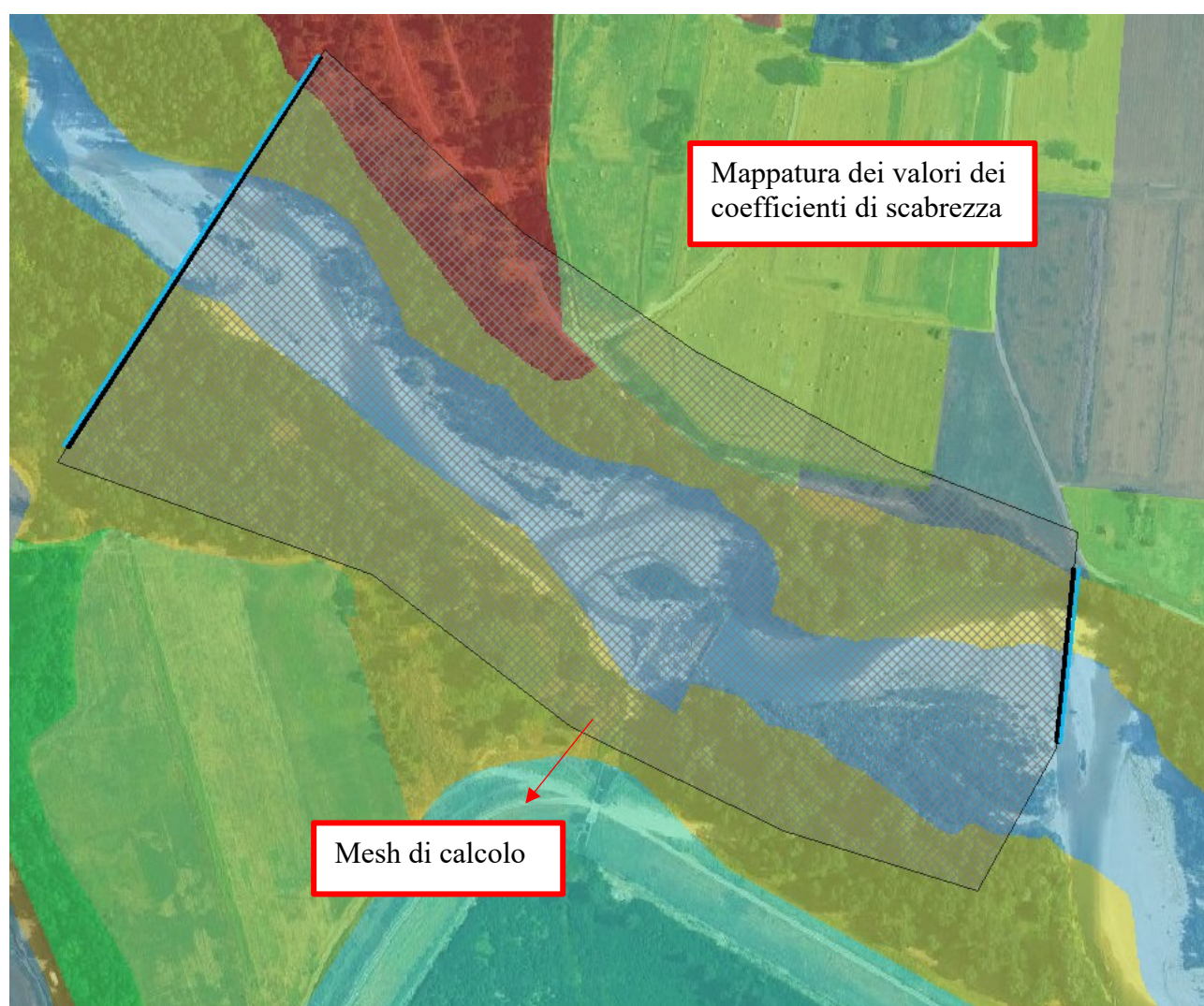


Figura 21: Distribuzione spaziale dei valori di scabrezza (coefficiente di Manning) implementati nelle simulazioni idrauliche.

A ciascuna area caratterizzata da un determinato Corine Land Cover (CLC) Hec-Ras consente di assegnare uno specifico valore di scabrezza rappresentativo. In particolare, in Figura 22 si riportano i valori di scabrezza (coefficiente di Manning n) caratterizzanti ciascun valore di CLC.

LABEL1	LABEL2	LABEL3	Mannings n
1 Artificial surfaces	1.1 Urban fabric	1.1.1 Continuous urban fabric 1.1.2 Discontinuous urban fabric	0.013
	1.2 Industrial, commercial and transport units	1.2.1 Industrial or commercial units 1.2.2 Road and rail networks and associated land 1.2.3 Port areas 1.2.4 Airports	0.013
	1.3 Mine, dump and construction sites	1.3.1 Mineral extraction sites 1.3.2 Dump sites 1.3.3 Construction sites	0.013
	1.4 Artificial, non-agricultural vegetated areas	1.4.1 Green urban areas 1.4.2 Sport and leisure facilities	0.025
2 Agricultural areas	2.1 Arable land	2.1.1 Non-irrigated arable land 2.1.2 Permanently irrigated land 2.1.3 Rice fields	0.03
	2.2 Permanent crops	2.2.1 Vineyards 2.2.2 Fruit trees and berry plantations 2.2.3 Olive groves	0.08
	2.3 Pastures	2.3.1 Pastures	0.035
	2.4 Heterogeneous agricultural areas	2.4.1 Annual crops associated with permanent crops	0.04
		2.4.2 Complex cultivation patterns	0.04
		2.4.3 Land principally occupied by agriculture, with significant areas of natural vegetation 2.4.4 Agro-forestry areas	0.05 0.06
3 Forest and semi natural areas	3.1 Forests	3.1.1 Broad-leaved forest 3.1.2 Coniferous forest 3.1.3 Mixed forest	0.1
	3.2 Scrub and/or herbaceous vegetation associations	3.2.1 Natural grasslands	0.04
		3.2.2 Moors and heathland	0.05
		3.2.3 Sclerophyllous vegetation	0.05
		3.2.4 Transitional woodland-shrub	0.06
	3.3 Open spaces with little or no vegetation	3.3.1 Beaches, dunes, sands	0.025
		3.3.2 Bare rocks	0.035
		3.3.3 Sparsely vegetated areas	0.027
		3.3.4 Burnt areas 3.3.5 Glaciers and perpetual snow	0.025 0.01
4 Wetlands	4.1 Inland wetlands	4.1.1 Inland marshes 4.1.2 Peat bogs	0.04
	4.2 Maritime wetlands	4.2.1 Salt marshes	0.04
		4.2.2 Salines 4.2.3 Intertidal flats	
5 Water bodies	5.1 Inland waters	5.1.1 Water courses 5.1.2 Water bodies	0.05
	5.2 Marine waters	5.2.1 Coastal lagoons	0.07
		5.2.2 Estuaries 5.2.3 Sea and ocean	

Figura 22: Valori di scabrezza (coefficiente di Manning) utilizzati nelle simulazioni idrauliche.

In Tabella 2 si riportano i valori effettivamente implementati all’interno del software Hec-Ras, per le specifiche tipologie limitrofe all’area oggetto di intervento.

ID codice	Descrizione	n [s/m ^{1/3}]
5111	Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione scarsa	0.05
5113	Argini	0.04
5112	Alvei di fiumi e torrenti con vegetazione abbondante	0.05
3114	Boschi planiziari a prevalenza di farnie e frassini	0.1
2220	Frutteti	0.08
2210	Vigneti	0.08
2310	Prati	0.035
1222	Reti stradali	0.013
2121	Seminativi semplici irrigui	0.03
3231	Vegetazione arbustiva e arborea in evoluzione	0.05
4110	Zone umide interne	0.07
2420	Sistemi colturali e particellari complessi	0.04

Tabella 2: Valori di scabrezza (coefficiente di Manning) utilizzati nelle simulazioni idrauliche.

12.5 Condizioni al contorno

12.5.1 Condizioni al contorno di monte

Ai fini della simulazione delle modifiche apportate alla dinamica fluviale, attraverso modellazione ante e post operam, si sono fatte delle considerazioni sia statistiche che storiche.

Per quanto riguarda i **dati statistici**, si è fatto riferimento allo studio “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell’evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all’aggiornamento dell’idrologia di piena del torrente Enza” che ha permesso di definire gli idrogrammi sintetici per vari tempi di ritorno e per definite sezioni di interesse, tra le quali si è scelto di considerare quella di Termina Masdone in quanto più prossima alla sezione di interesse (a valle della confluenza con i torrenti Termina-Masdone).

Tra gli idrogrammi a disposizione, la Scrivente Società ha implementato nelle simulazioni idrauliche le onde di piena relative a:

- $Tr=20$ anni;
- $Tr=200$ anni;

visualizzabili in Figura 23.

In merito ai **dati storici**, le portate oggetto di valutazione sono state estrapolate all’interno degli “Annali Idrologici – parte seconda”, facendo riferimento alla Curva di Durata delle Portate riferita alla stazione idrometrica di Sorbolo (poco più a valle rispetto alla sezione di interesse) relativa al periodo di analisi 2004 – 2023, visualizzabile in Figura 24.

Tra i valori di portata delle durate a disposizione si è deciso di considerare i seguenti valori:

- portata presente in alveo per un periodo pari a 30 giorni;
- portata presente in alveo per un periodo pari a 91 giorni;
- portata presente in alveo per un periodo pari a 274 giorni;

valori visualizzabili in Tabella 3.

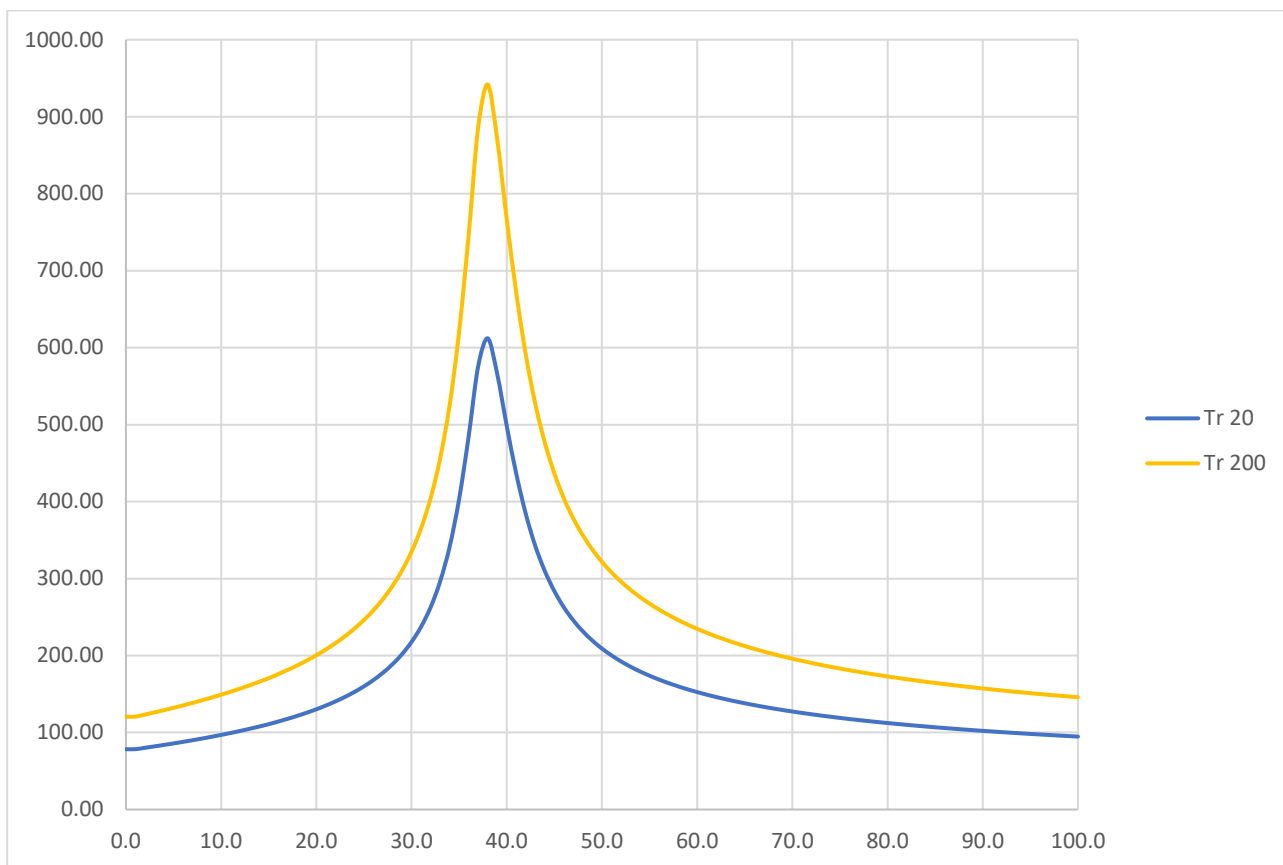


Figura 23: Idrogrammi sintetici calcolati per il torrente Enza in corrispondenza della località Termina-Masdone.



Figura 24: Curva di durata delle portate (periodo di analisi: 2004-2023) - Sorbolo.

Curva di durata delle portate (2004-2023)	
Giorni	[m³/s]
10	73.70
30	31.00
60	18.10
91	12.50
135	7.59
182	4.32
274	0.55
355	-

Tabella 3: Curva di durata delle portate (periodo di analisi: 2004-2023) - Sorbolo.

Le simulazioni idrauliche condotte sono avvenute inserendo nel software **idrogrammi costanti** di una durata prefissata pari a 2 ore. Tale scelta è avvenuta:

- a favore di sicurezza, considerando come valore costante quello relativo alla portata al colmo degli idrogrammi di piena visualizzabili in Figura 23;
- operando in questo modo è stato possibile ridurre gli onerosi tempi di calcolo, mantenendo una discretizzazione temporale di calcolo bassa con cui risolvere le equazioni bidimensionali delle acque basse (Shallow Water equations). La scelta del passo di calcolo è dettata dal valore che assume il coefficiente di Courant di espressione:

$$c = \frac{vel \cdot \Delta t}{\Delta x} \leq 1$$

dove:

- *vel*: massima velocità riscontrata all’interno del dominio di calcolo;
- Δx : dimensione minima della griglia;
- Δt : discretizzazione temporale;

il passo di calcolo, sulla base del coefficiente di Courant assunto durante la simulazione, è stato variato da un minimo di 0.06 secondi ad un massimo di 1 secondo.

- gli idrogrammi costanti hanno una durata sufficiente affinché l’intera asta torrentizia analizzata sia interessata dalla medesima portata.

I valori di portata considerati sono visualizzabili in Tabella 4.

Idrogrammi costanti implementati nelle simulazioni idrauliche	
Idrogrammi costanti ricavati dalle valutazioni statistiche	
Tempo di ritorno [anni]	Portata [m^3/s]
20	612.16
200	941.99
Idrogrammi costanti ricavati dalla curva di durata delle portate (Annali Idrologici)	
Durata [giorni]	Portata [m^3/s]
30	31.00
91	12.50
274	0.55

Tabella 4: Idrogrammi costanti implementati nelle simulazioni idrauliche.

In merito alle portate presenti in alveo per 91; 274 giorni l’anno (ricavate dalla Curva di Durata delle Portate), si segnala che i rispettivi valori sono confrontabili con quelli relativi ad una **media invernale** (91 giorni) e ad una **media estiva** (274 giorni), come visualizzabile all’interno della Figura 25 riportante i calcoli precedentemente effettuati relativi alla determinazione del DMV (Deflusso Minimo Vitale) riportati all’interno della presente relazione nel Capitolo 9.

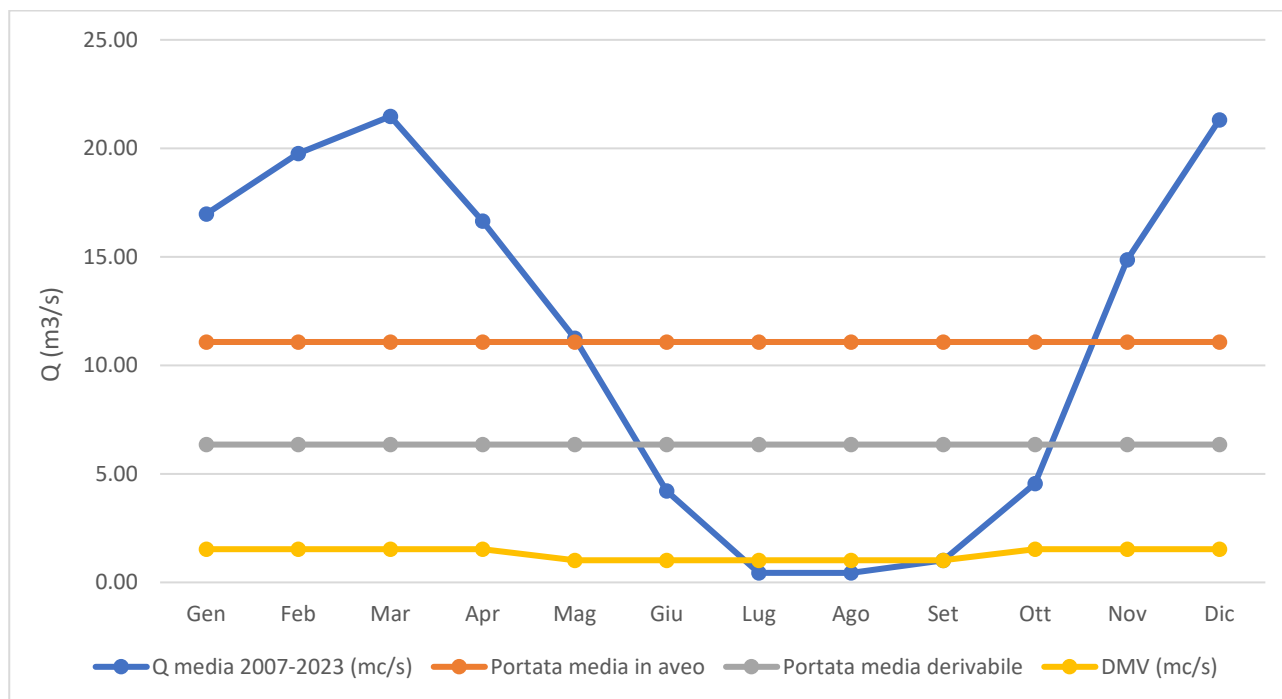


Figura 25: Calcolo delle portate utilizzabili in centrale.

12.5.2 Condizione al contorno di valle

Come condizione al contorno di valle, si è scelto di imporre il valore di “**normal depth**” (ipotesi di moto uniforme), andando ad impostare la pendenza dell'alveo nel suo tratto vallivo. Essa è stata ricavata sulla base dei dati morfologici a disposizione (DTM elaborato tramite drone e implementato nelle simulazioni) ed è stata imposta pari a: 0.003 (3 ‰).

Poiché tale condizione al contorno risulta la più approssimativa, si è scelto di estendere il modello in maniera tale da non influenzare i risultati nell'intorno dell'area di interesse.

12.6 Stato di progetto

L'impianto idroelettrico in progetto è visualizzabile in Figura 26. Le sue componenti sono descritte negli elaborati progettuali, a cui si rimanda per una maggiore comprensione.

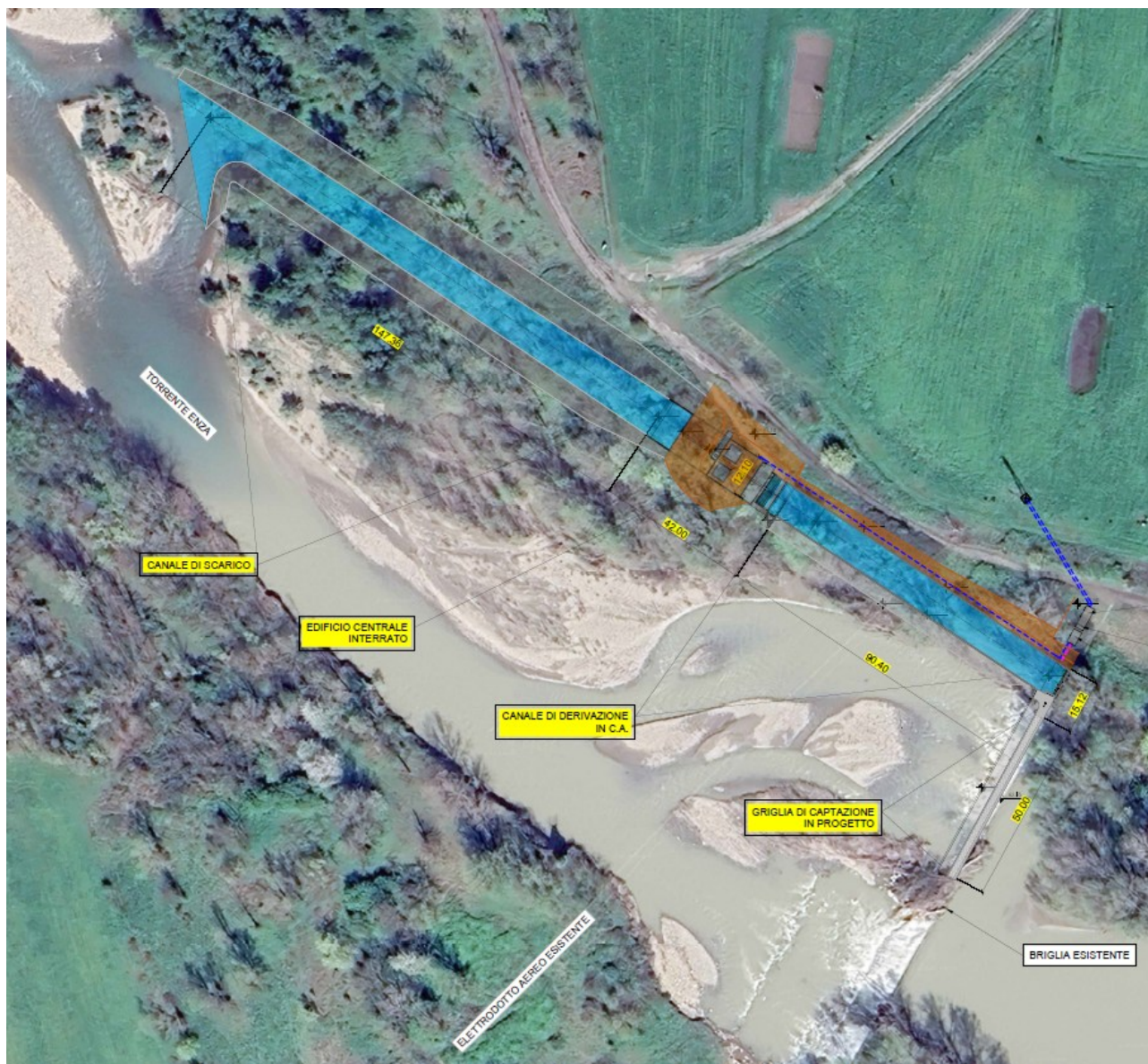


Figura 26: Impianto idroelettrico in progetto.

Il profilo longitudinale dell'impianto in progetto è visualizzabile in Figura 29, inserito all'interno del software Hec-Ras tramite la clonazione del terrain implementato (DTM drone di maglia 0.5x0.5 m) e sua successiva modifica.

In Figura 27 e in Figura 30 è possibile visualizzare l'impianto in progetto calato all'interno del DTM, considerando la paratoia di monte presente in corrispondenza della griglia di captazione in progetto completamente **aperta** (in Figura 29 è invece visualizzabile il profilo longitudinale dell'impianto).

In Figura 30 si riporta la configurazione dell'impianto idroelettrico in cui la sua paratoia di monte è **abbassata**, configurazione simulata per le piene aventi tempi di ritorno pari a 20 anni (piena ordinaria) e 200 anni (piena straordinaria), in cui si considera l'impianto in progetto chiuso per ragioni di sicurezza.

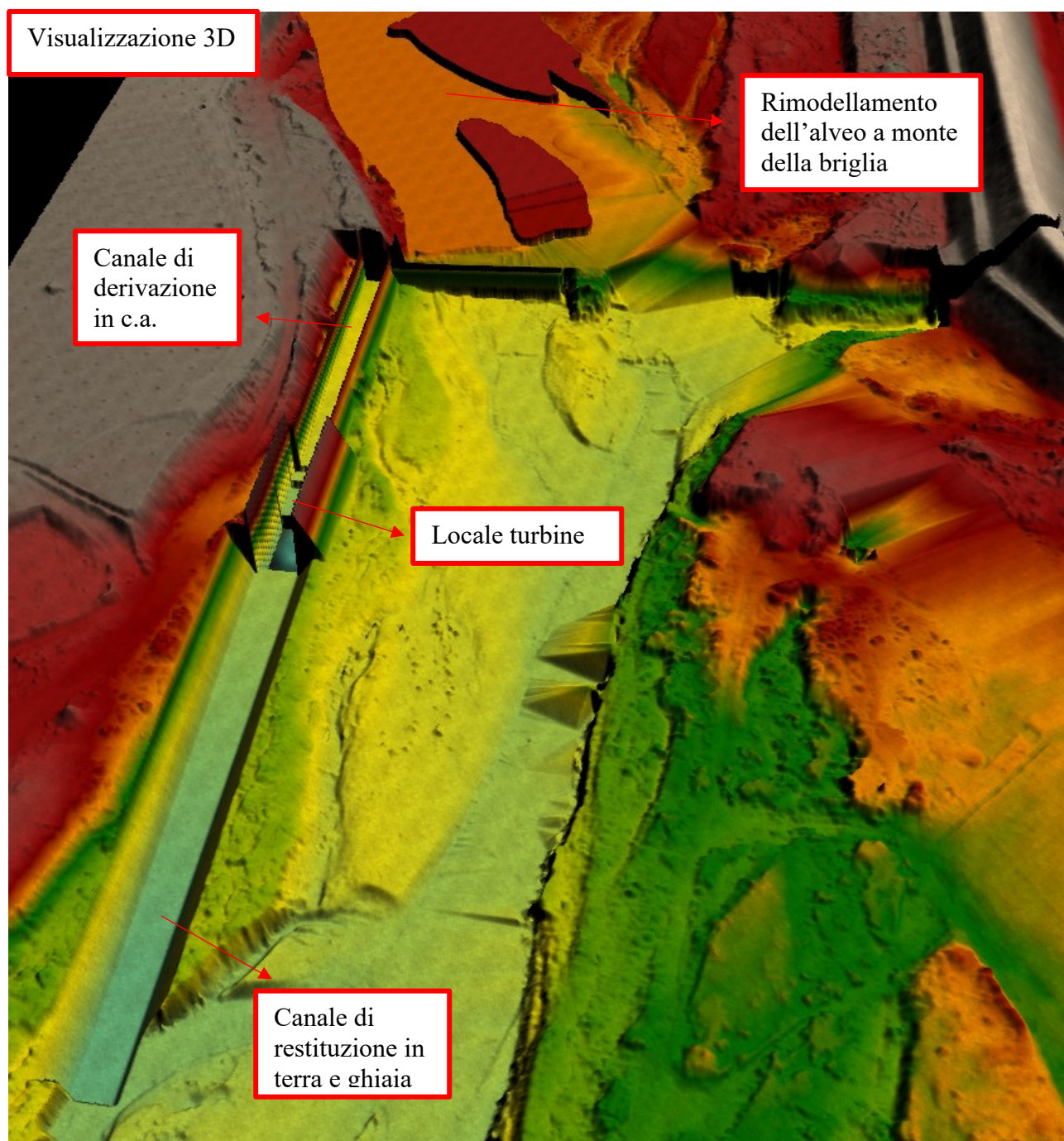


Figura 27: Impianto in progetto inserito all'interno del DTM dello stato di fatto, configurazione in cui le paratoie di monte sono completamente aperte.

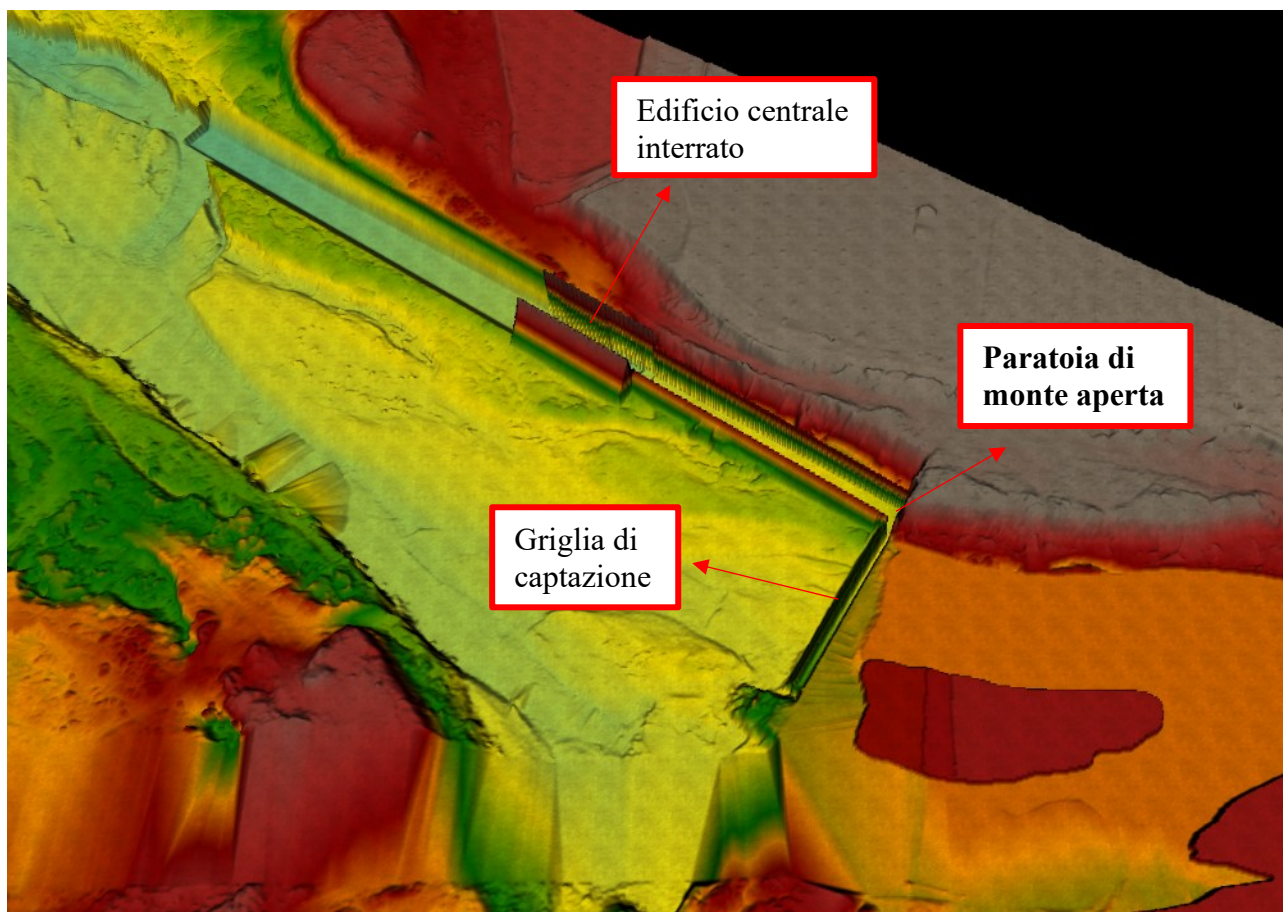


Figura 28: Impianto in progetto inserito all'interno del DTM dello stato di fatto, configurazione in cui le paratoie di monte sono completamente aperte.

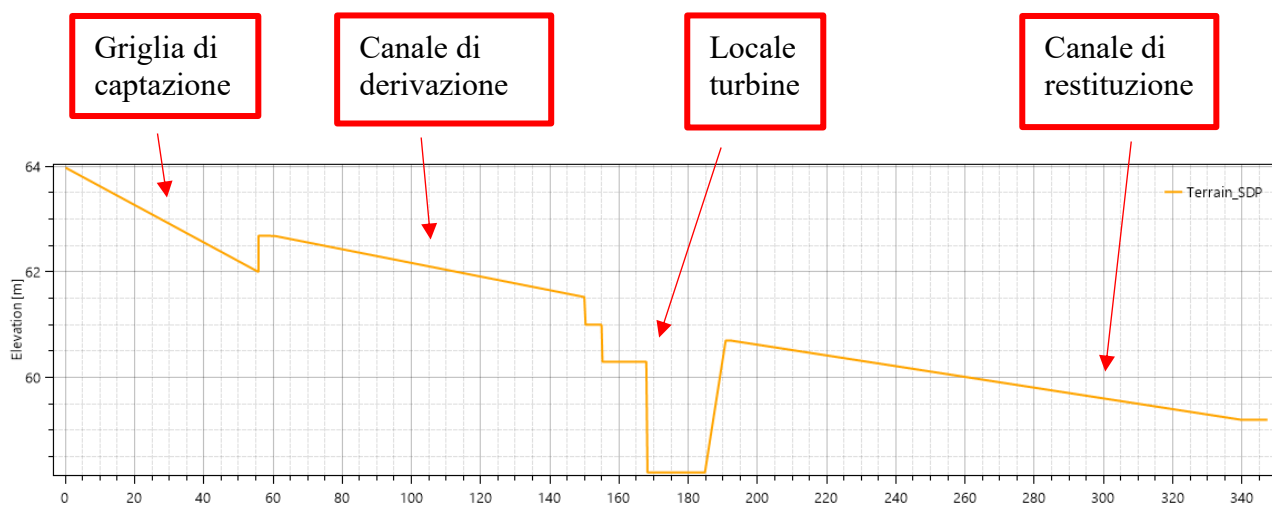


Figura 29: Profilo longitudinale dell'impianto idroelettrico in progetto, considerando le paratoie di monte (presenti in corrispondenza della briglia esistente) completamente aperte.

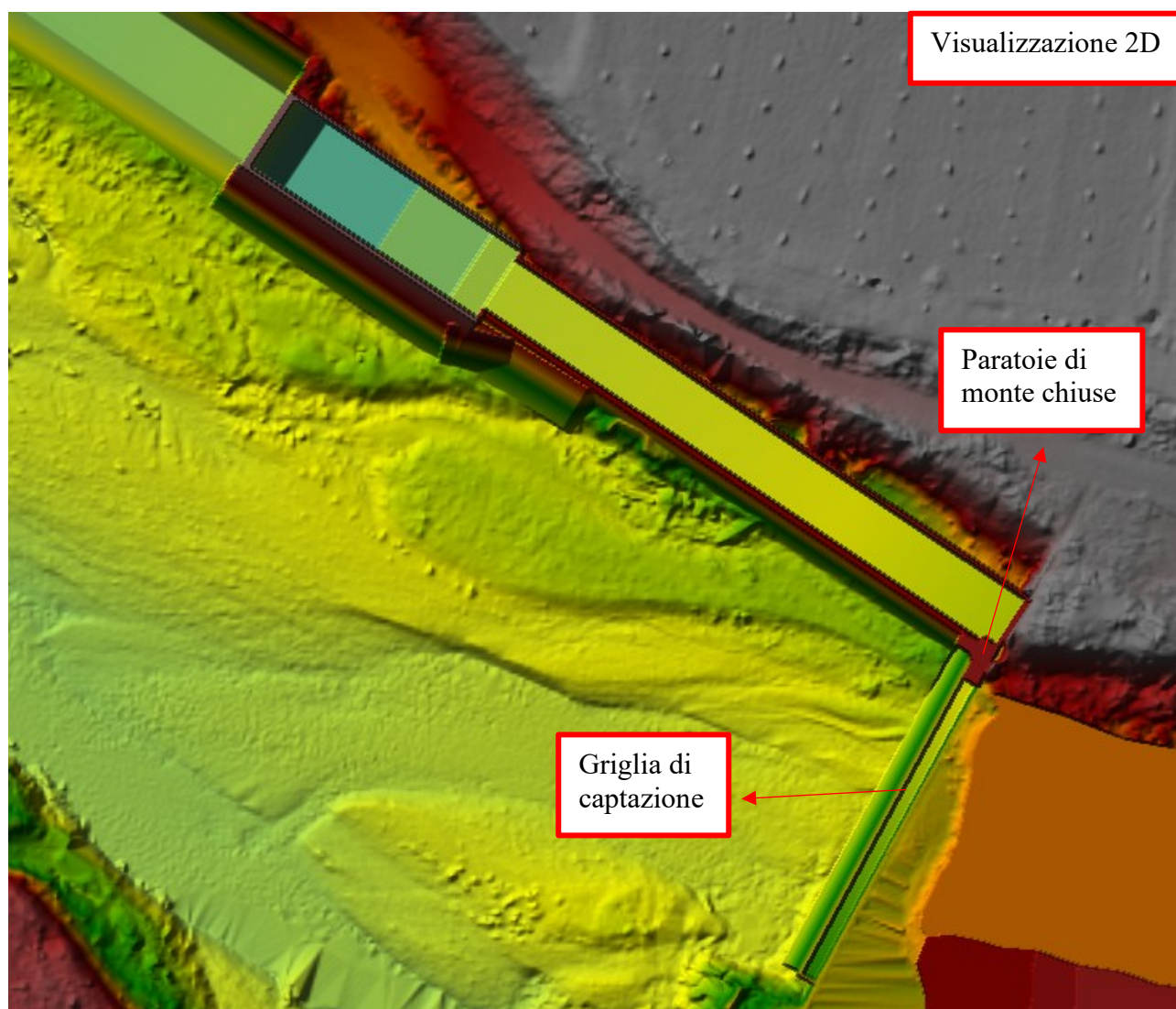


Figura 30: Impianto in progetto inserito all'interno del DTM dello stato di fatto, configurazione in cui le paratoie di monte sono completamente chiuse.

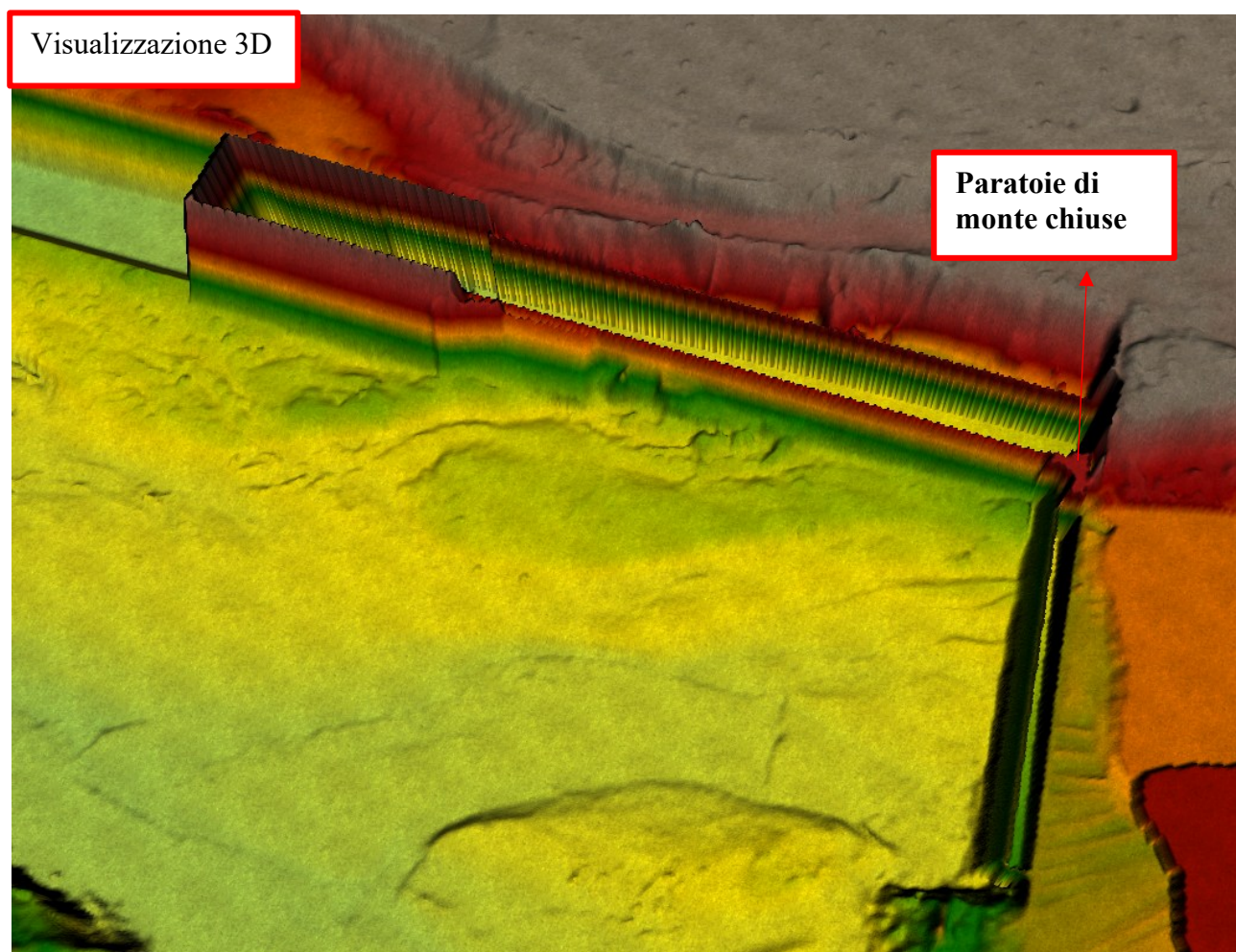


Figura 31: Impianto in progetto inserito all'interno del DTM dello stato di fatto, configurazione in cui le paratoie di monte sono completamente chiuse.

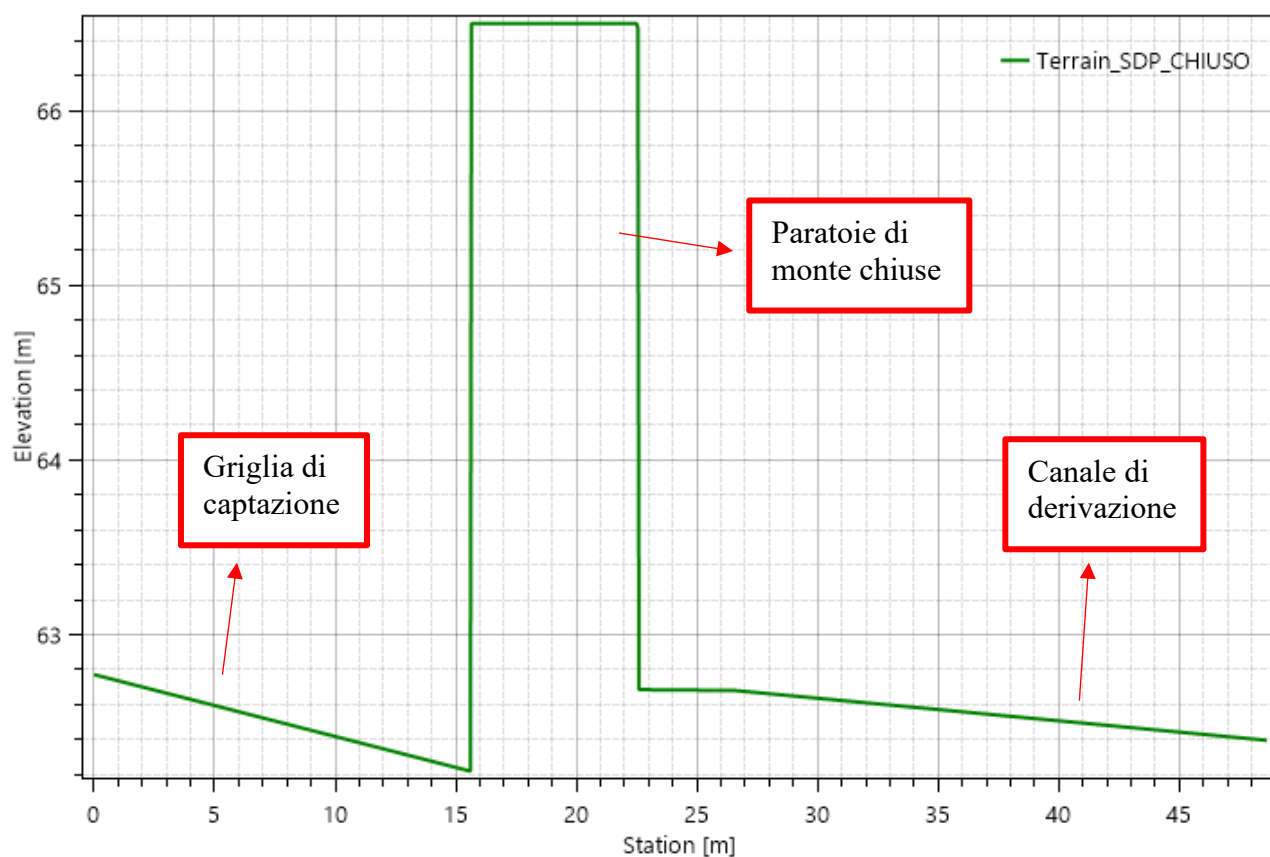


Figura 32: Profilo longitudinale dell'impianto idroelettrico in progetto, considerando le paratoie di monte (presenti in corrispondenza della griglia di captazione) completamente chiuse.

In merito ai valori di scabrezza, si è resa necessaria una modifica puntuale dei valori del coefficiente di Manning n , in corrispondenza dell'impianto in progetto. I valori di Manning implementati in corrispondenza dei nuovi manufatti sono visualizzabili in Tabella 5.

Descrizione	coeff Manning n [s/m ^{1/3}]
Griglia di captazione	0.015
Locale turbine	0.015
Canale di derivazione in c.a.	0.015
Canale di restituzione in terra	0.025

Tabella 5: Valori di scabrezza (coefficiente di Manning n) modificati per considerare lo stato di progetto.

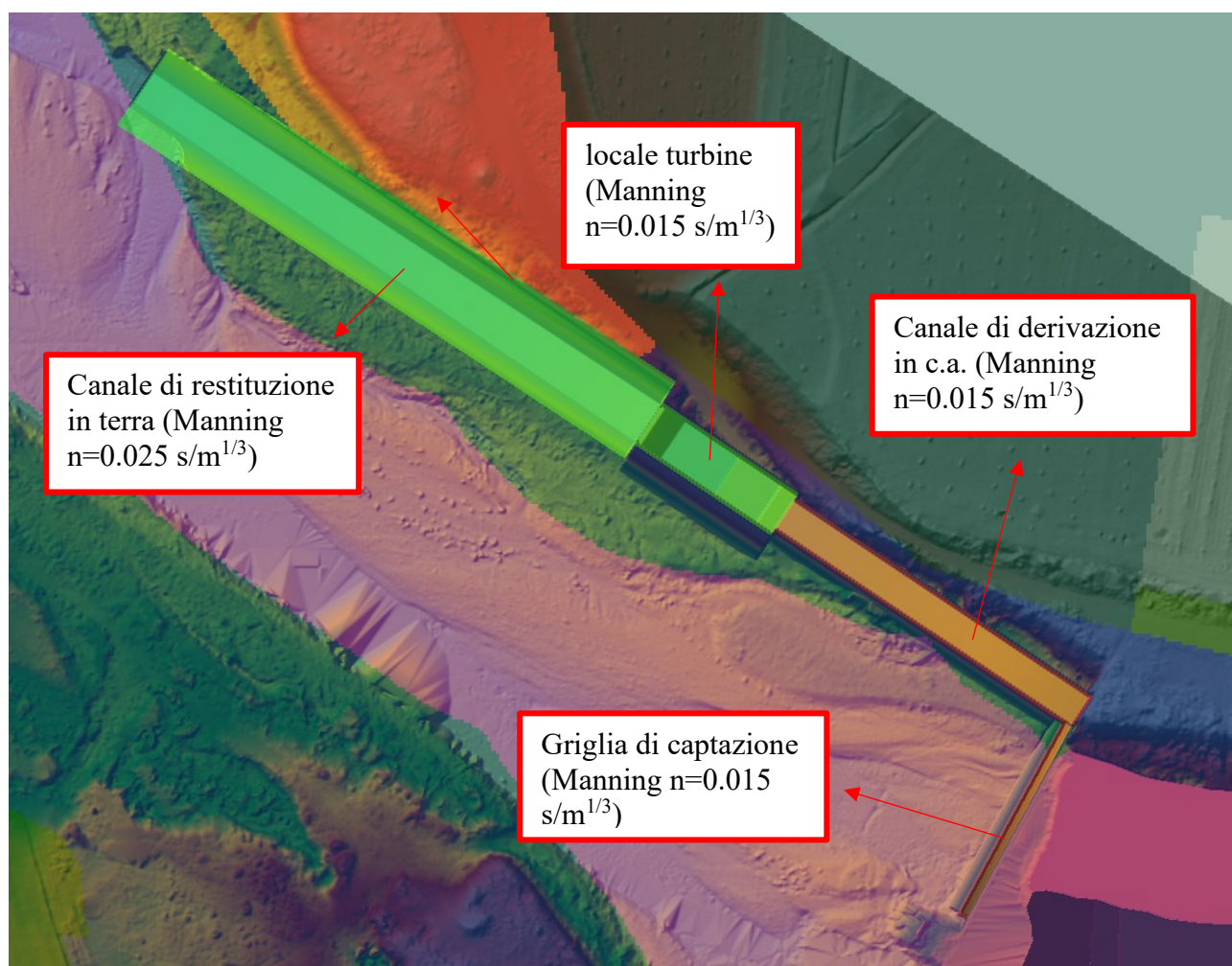


Figura 33: Valori di scabrezza modificati adattando l'area in progetto con l'ubicazione dell'impianto idroelettrico.

12.7 Risultati relativi allo stato di fatto & stato di progetto

Nel presente paragrafo si riportano i risultati relativi allo stato di fatto ed allo stato di progetto relativi alle simulazioni idrauliche effettuate:

- portata presente in alveo per 274 giorni l'anno, considerando le paratoie di ingresso all'impianto completamente aperte (paragrafo 13.7.1);
- portata presente in alveo per 91 giorni l'anno, considerando le paratoie di ingresso all'impianto completamente aperte (paragrafo 13.7.2);
- portata presente in alveo per 30 giorni l'anno, considerando le paratoie di ingresso all'impianto completamente aperte (paragrafo 13.7.3);
- portata statistica di tempo di ritorno pari a 20 anni, considerando le due condizioni limite in cui le paratoie sono completamente aperte e completamente chiuse (paragrafo 13.7.4);
- portata statistica di tempo di ritorno pari a 200 anni, considerando le due condizioni limite in cui le paratoie sono completamente aperte e completamente chiuse (paragrafo 13.7.5).

I risultati delle simulazioni idrauliche condotte sono relativi a:

- tiranti idrometrici (depth) presenti in alveo;
- velocità (velocity) presente in alveo;

entrambi si riferiscono alla condizione di massimo (max) avvenuta all'interno delle simulazioni.

12.7.1 Stato di fatto & stato di progetto: Portata storica 274 giorni ($0.55 \text{ m}^3/\text{s}$):



Figura 34: Portata media storica 274 giorni, stato di fatto.

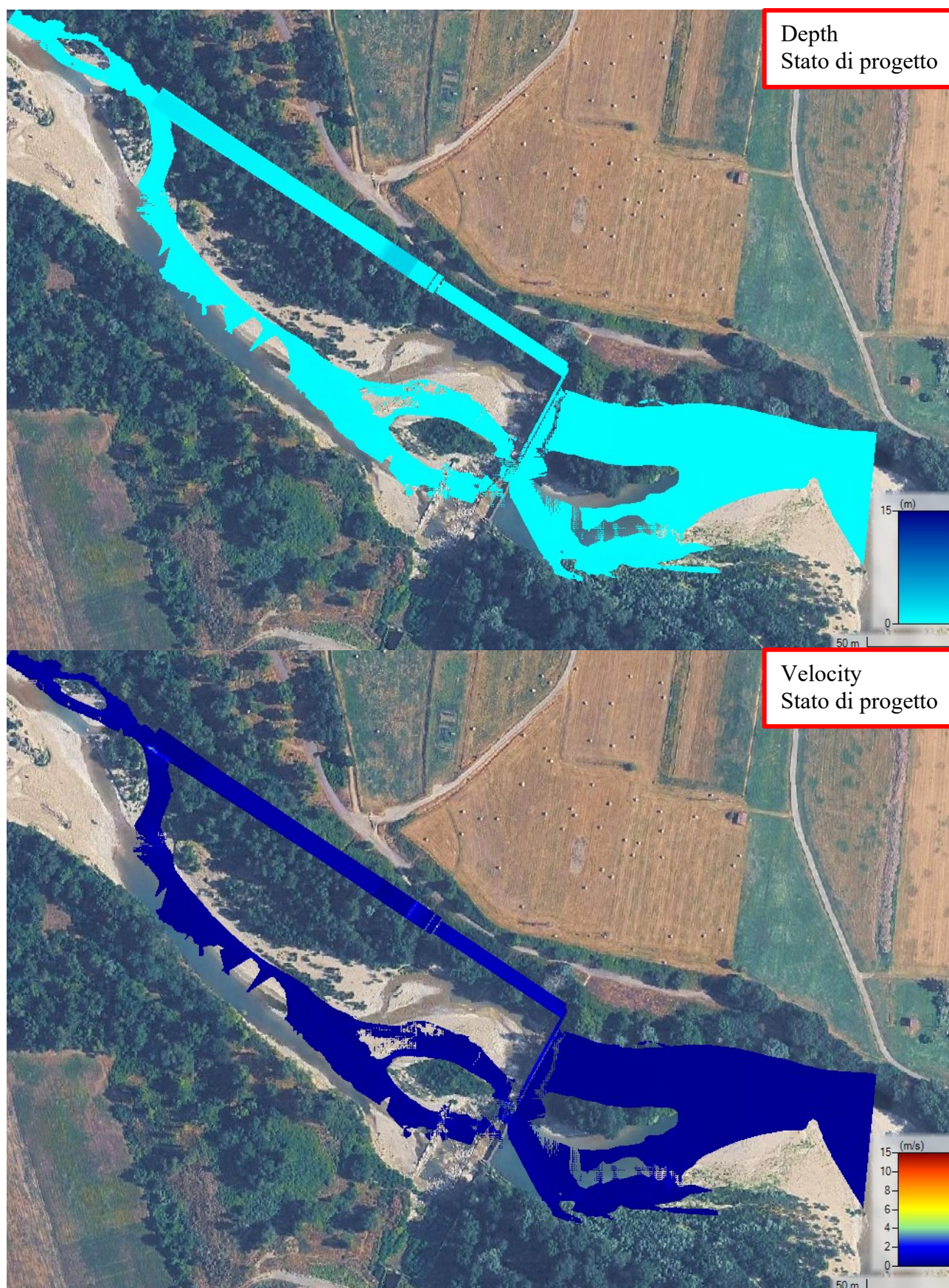


Figura 35: Portata media storica 274 giorni, stato di progetto.

12.7.2 Stato di fatto & stato di progetto: Portata storica 91 giorni ($12.50 \text{ m}^3/\text{s}$):

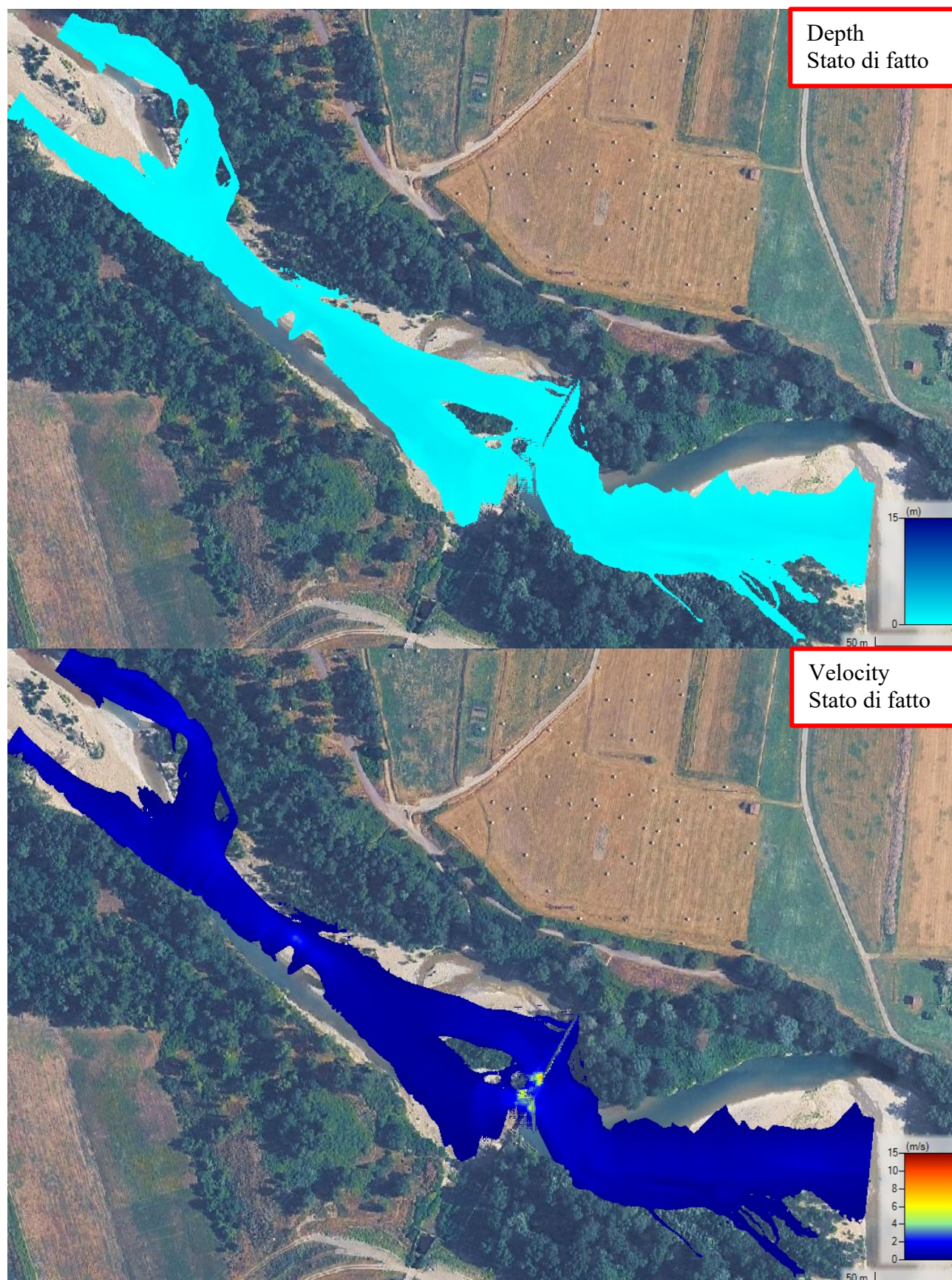


Figura 36: Portata media storica 91 giorni, stato di fatto.

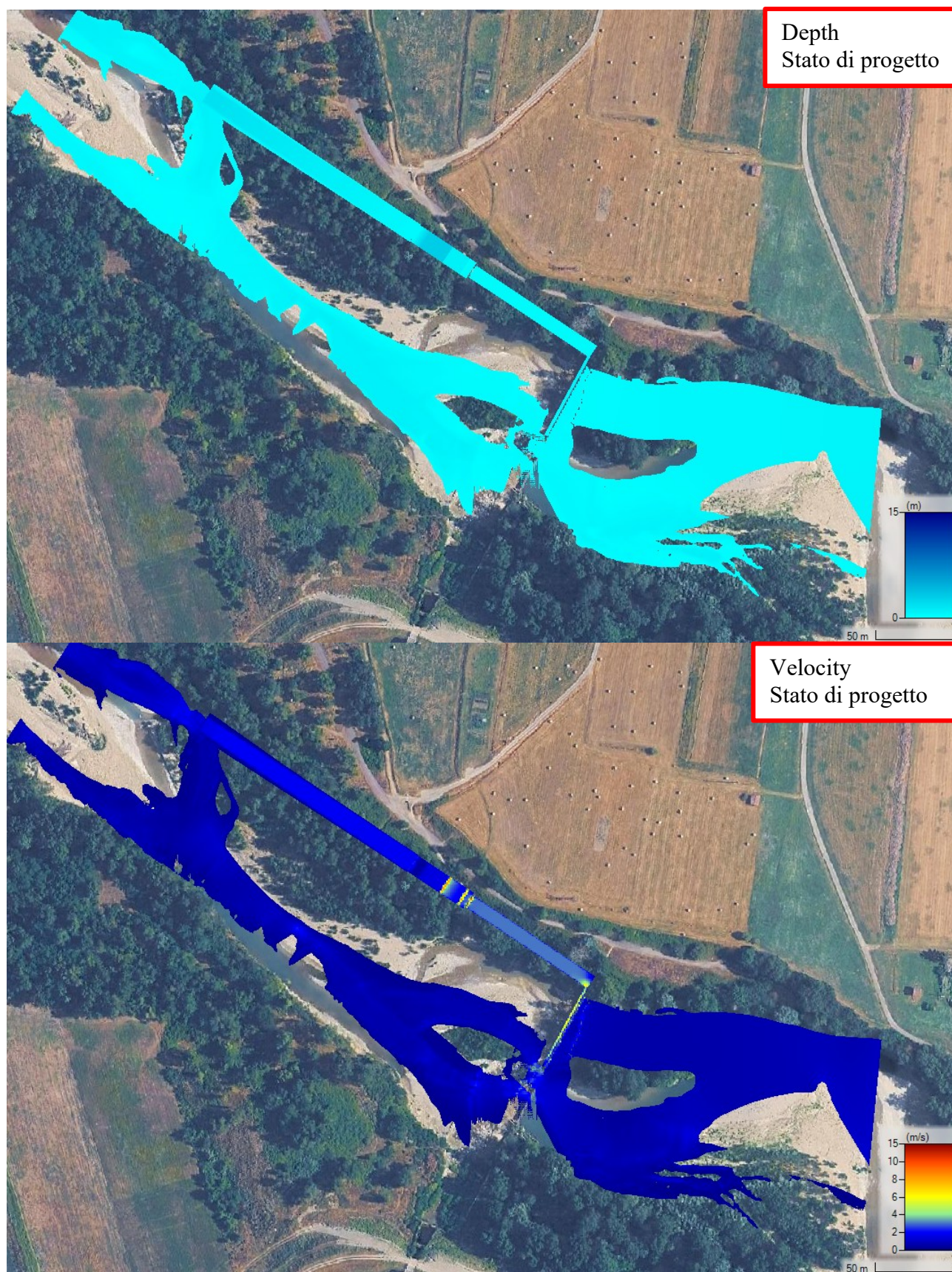


Figura 37: Portata media storica 91 giorni, stato di progetto.

12.7.3 Stato di fatto & stato di progetto: Portata storica 30 giorni (31.00 m³/s):

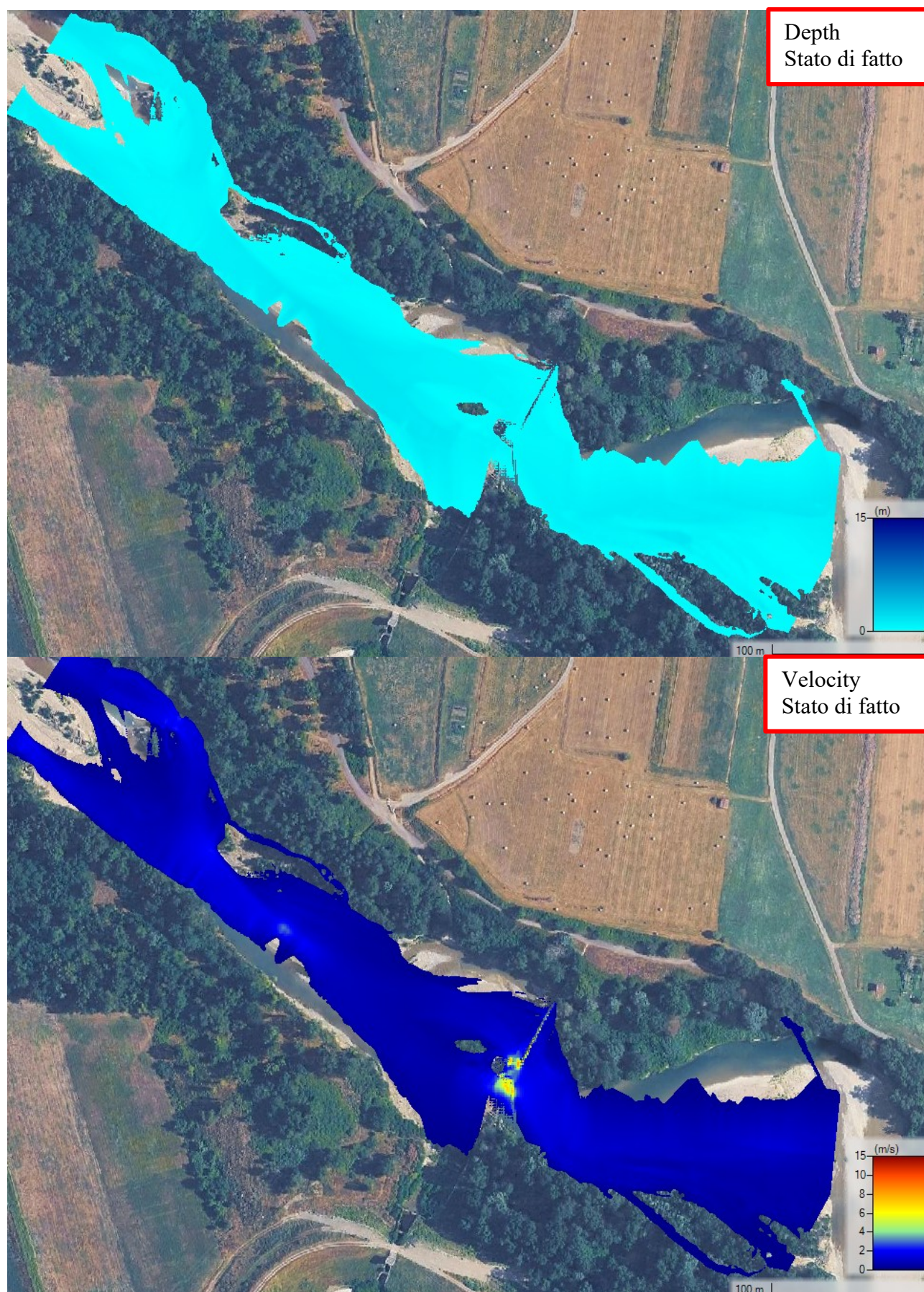


Figura 38: Portata media storica 30 giorni, stato di fatto.

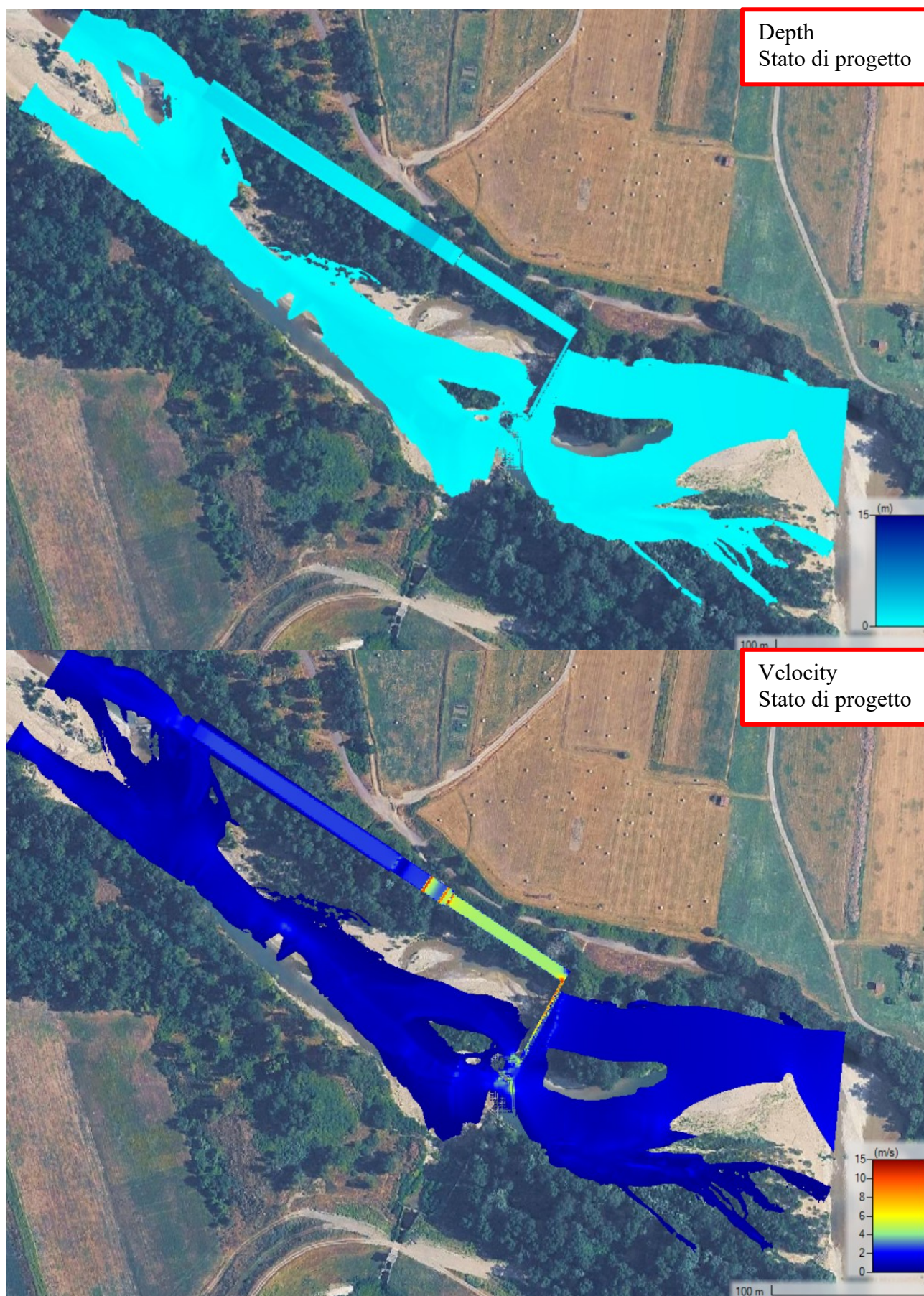


Figura 39: Portata media storica 30 giorni, stato di progetto.

12.7.4 Stato di fatto & stato di progetto: Portata statistica 20 anni ($612.16 \text{ m}^3/\text{s}$):

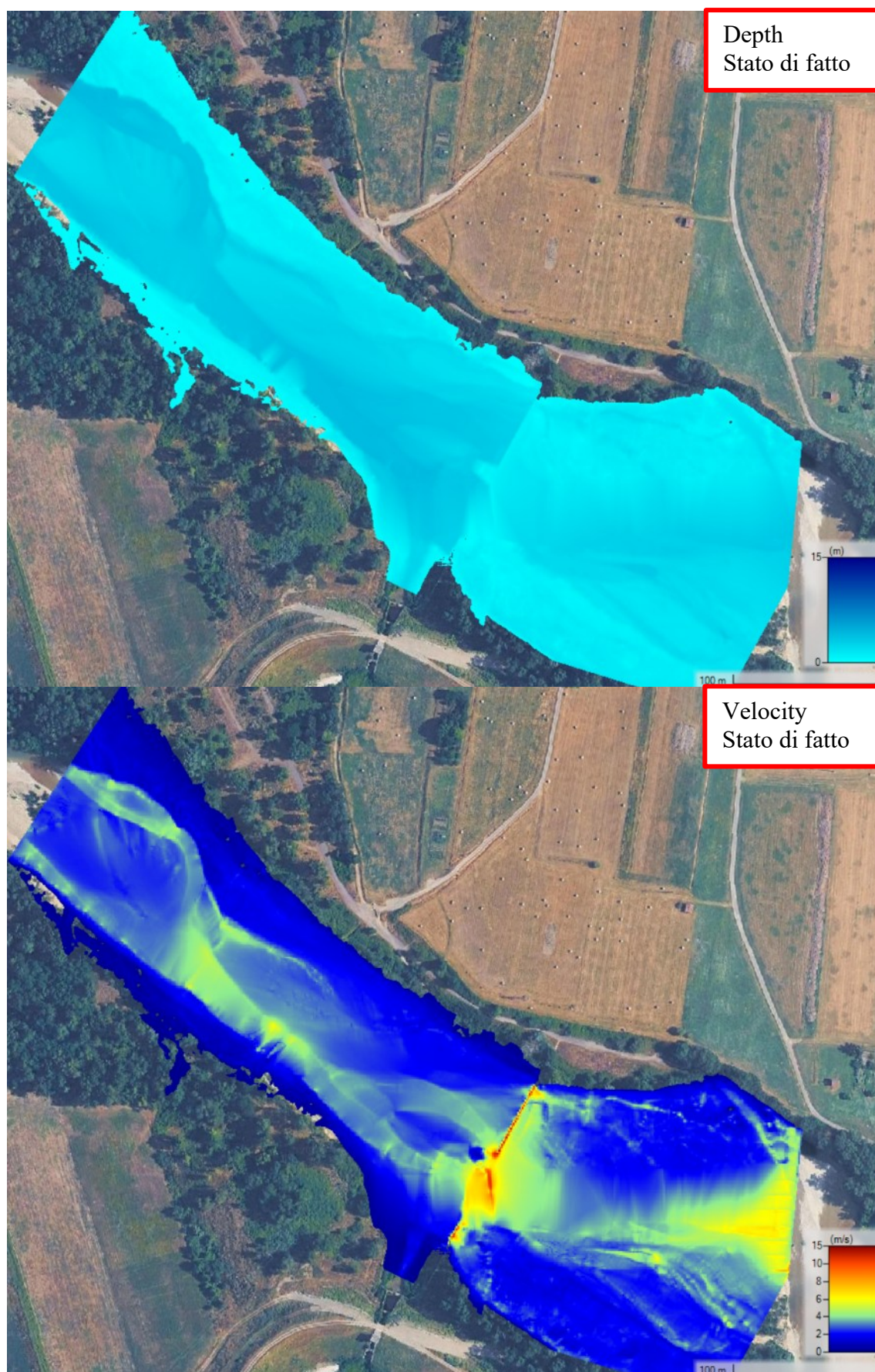


Figura 40: Portata statistica 20 anni, stato di fatto.

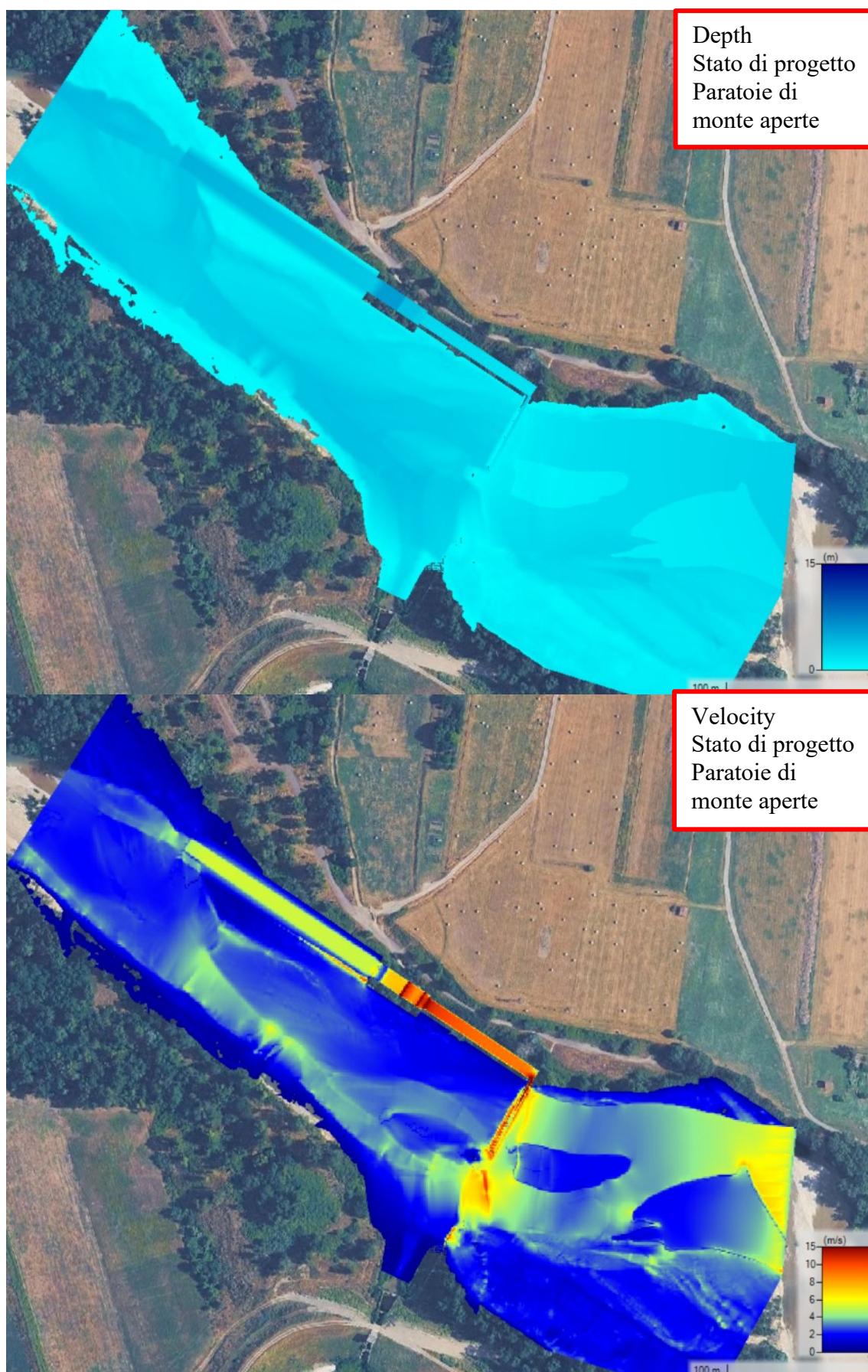


Figura 41: Portata statistica 20 anni, stato di progetto – paratoie di monte aperte.

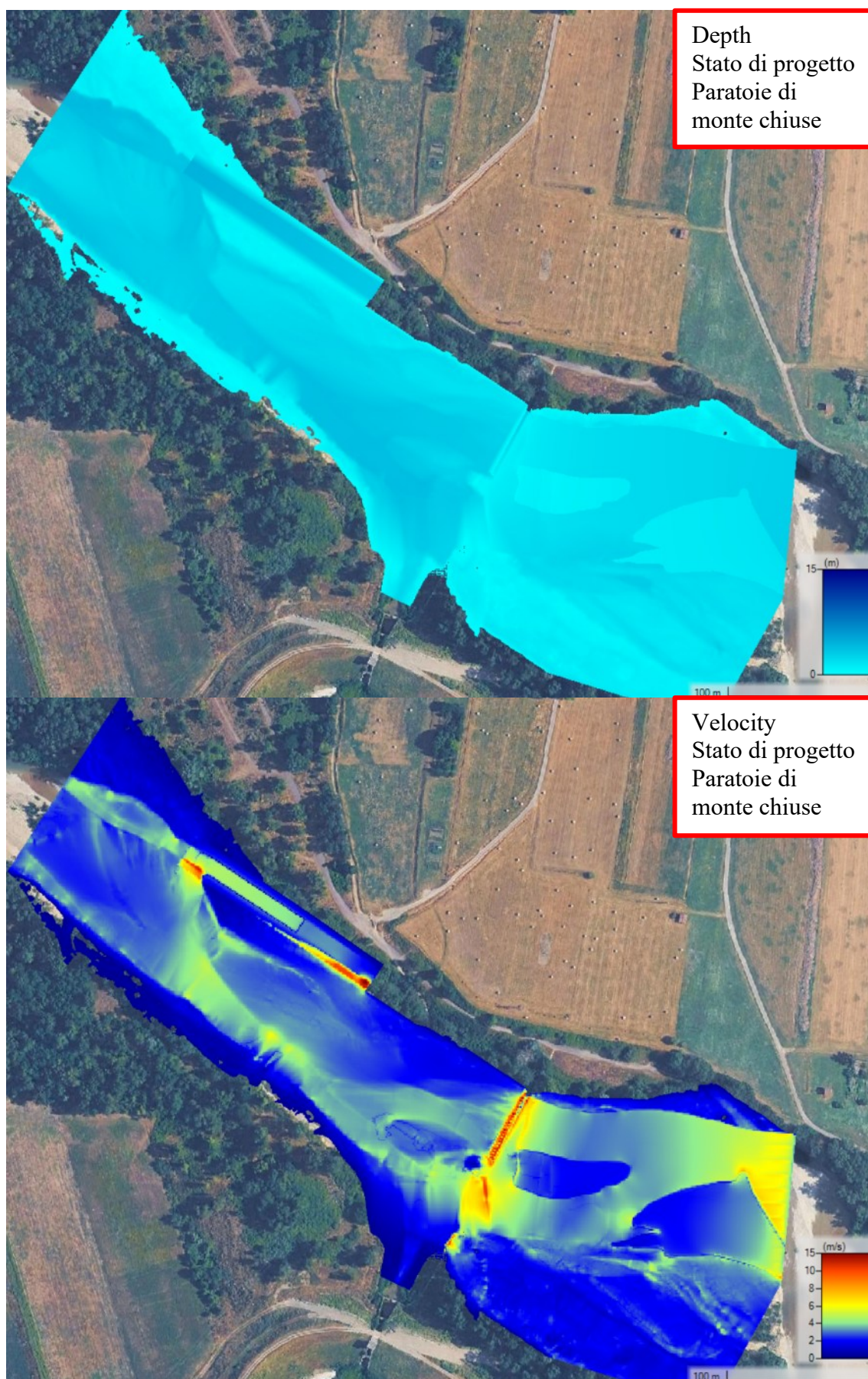


Figura 42: Portata statistica 20 anni, stato di progetto – paratoie di monte chiuse.

12.7.5 Stato di fatto & stato di progetto: Portata statistica 200 anni (941.99 m³/s):

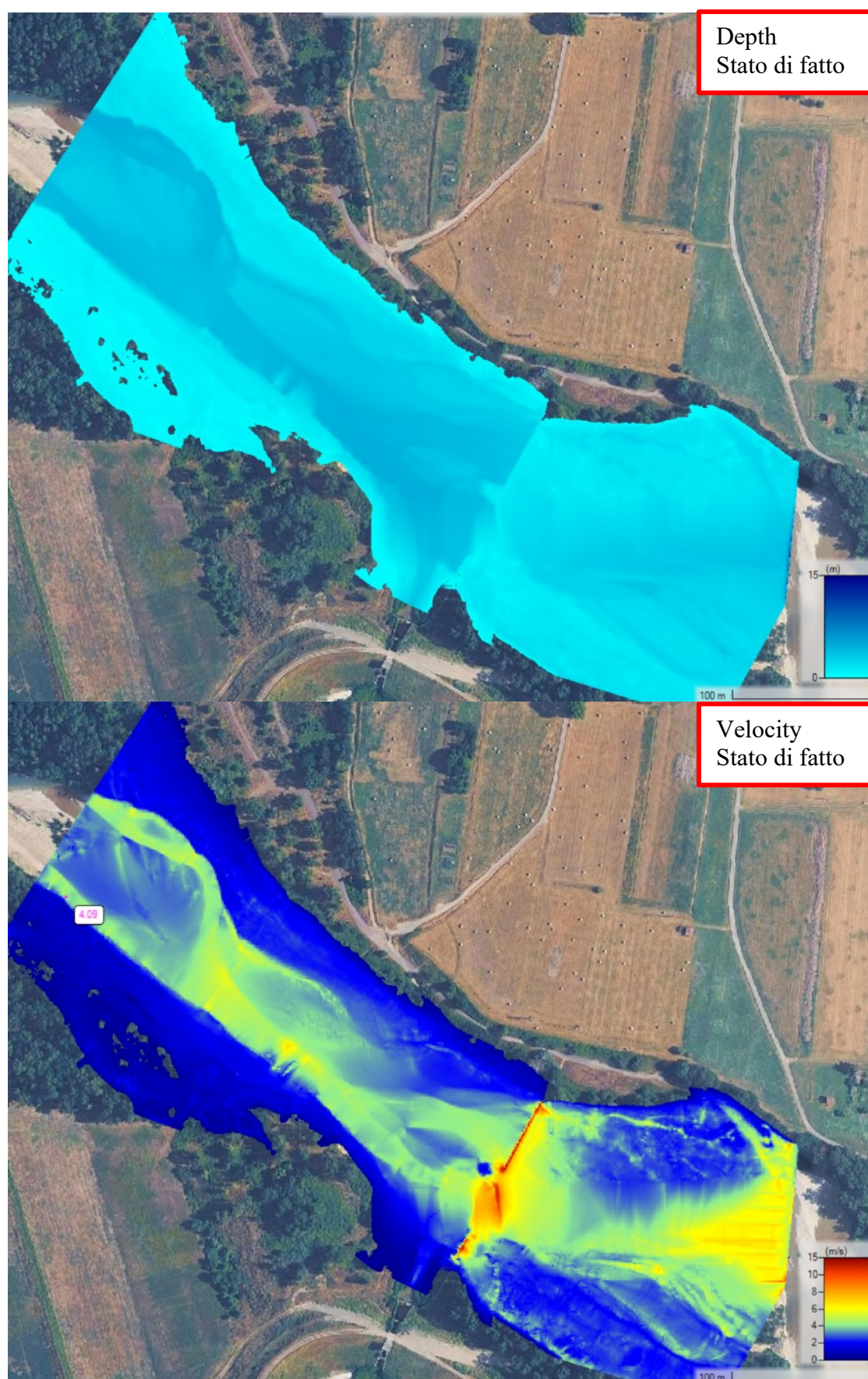


Figura 43: Portata statistica 200 anni, stato di fatto.

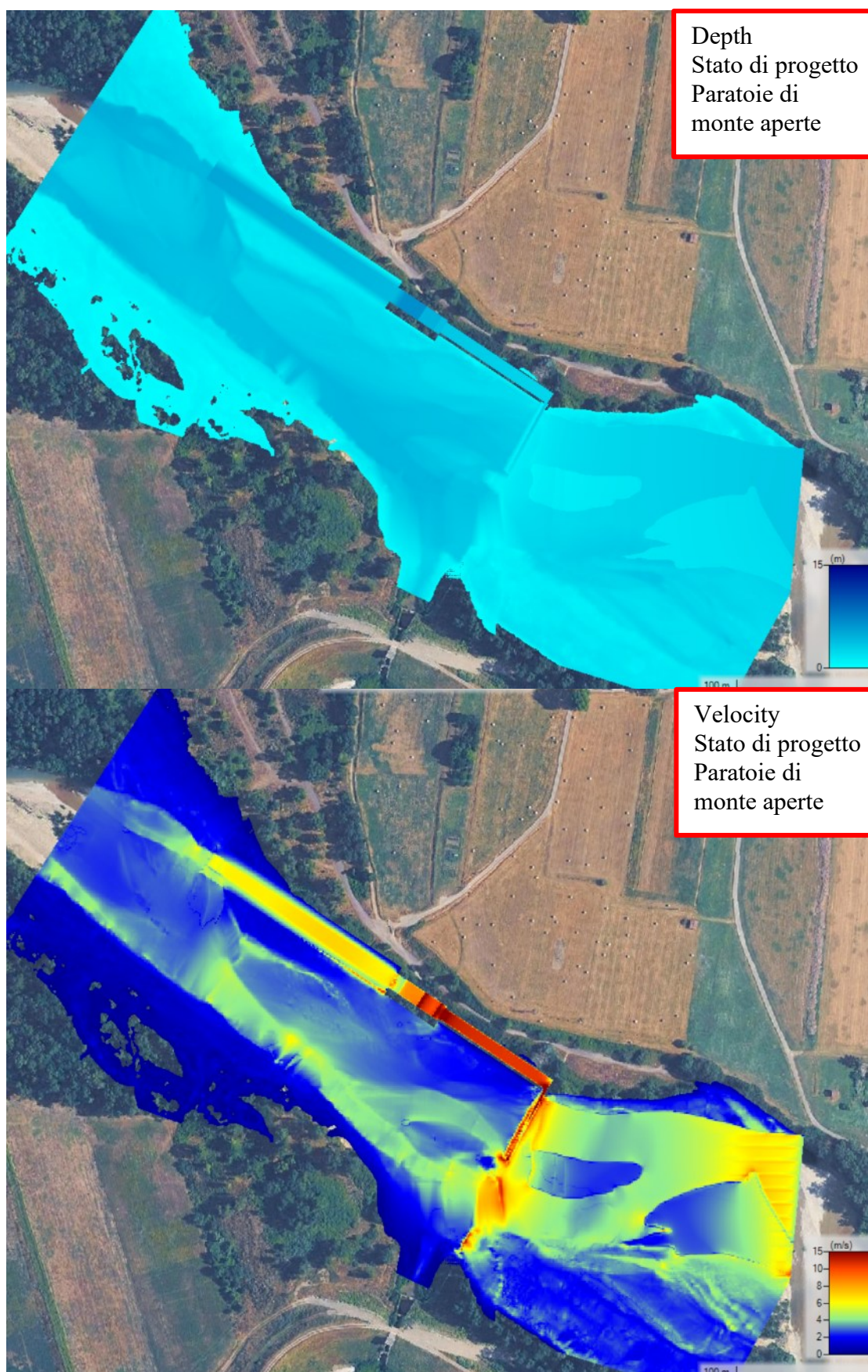


Figura 44: Portata statistica 200 anni, stato di progetto – paratoie di monte aperte.

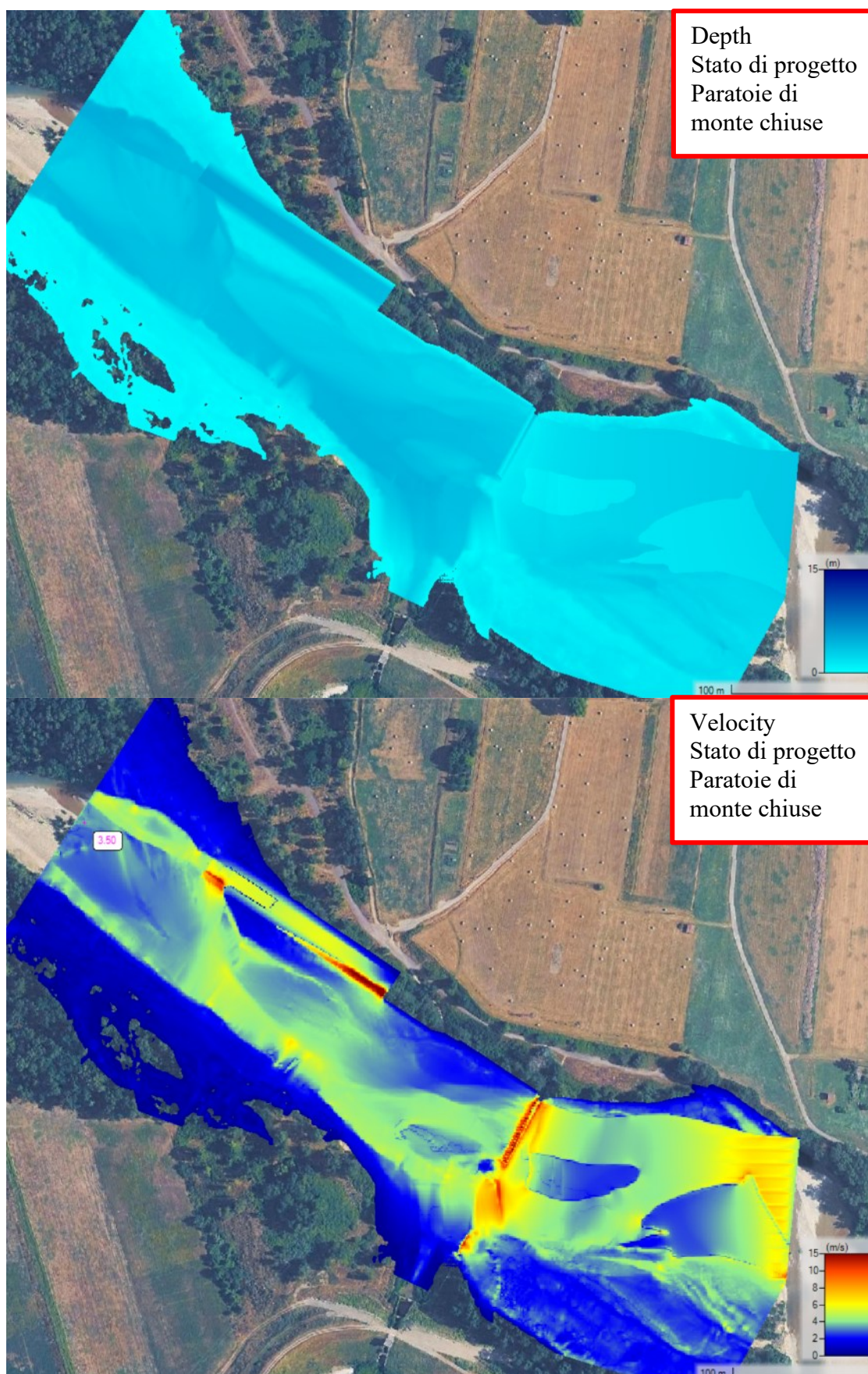


Figura 45: Portata statistica 200 anni, stato di progetto – paratoie di monte chiuse.

12.8 Confronti tra le simulazioni relative allo stato di fatto & stato di progetto

Al fine di verificare la variazione dell'assetto idraulico nell'area di interesse nelle condizioni post-operam (ovvero in presenza dell'impianto idroelettrico), si sono valutati i tiranti idrometrici e l'andamento delle velocità nell'intorno oggetto di valutazione, ovvero:

- in corrispondenza della griglia di captazione dell'impianto in progetto;
- a valle della briglia.

12.8.1 Tiranti idrometrici

Le sezioni trasversali analizzate sono visualizzabili in Figura 46.



Figura 46: Ubicazione delle sezioni trasversali analizzate.

Per tutte le simulazioni idrauliche effettuate e per tutte le sezioni trasversali analizzate, si denota:

- **un abbassamento generale del tirante idrometrico a valle della briglia nelle condizioni post operam;**
- **una diminuzione dell'abbassamento del tirante idrometrico nella configurazione di paratoie a monte dell'impianto chiuse rispetto alla configurazione in cui sono aperte**

(visualizzabile esclusivamente nei casi in cui si sono considerate le paratoie chiuse, ovvero le simulazioni con tempo di ritorno pari a 20; 200 anni, in cui si considera che l'impianto per ragioni di sicurezza rimanga chiuso).

- **un innalzamento generale del tirante idrometrico a monte della griglia di presa verso la destra idraulica (e conseguente abbassamento verso la sinistra idraulica), dovuto al rimodellamento dell'alveo come previsto in progetto.**

Nelle figure seguenti è possibile visualizzare l'andamento dei tiranti idrometrici per le due sezioni trasversali analizzate, relative alla portata presente in alveo per 30 giorni l'anno ($Q=31.00 \text{ m}^3/\text{s}$). La rappresentazione grafica di tutte le sezioni trasversali indagate è riportata in allegato alla presente relazione (Allegato 01).

All'interno delle figure è possibile visualizzare:

- in blu i tiranti idrometrici inerenti alle simulazioni idrauliche ante operam (stato di fatto);
- in azzurro i tiranti idrometrici inerenti alle simulazioni idrauliche post operam (stato di progetto);
- in marrone il DTM implementato (denominato "Terrain") per le simulazioni idrauliche ante operam (stato di fatto);
- in verde il DTM implementato (denominato "Terrain_SDP") per le simulazioni idrauliche post operam (stato di progetto).

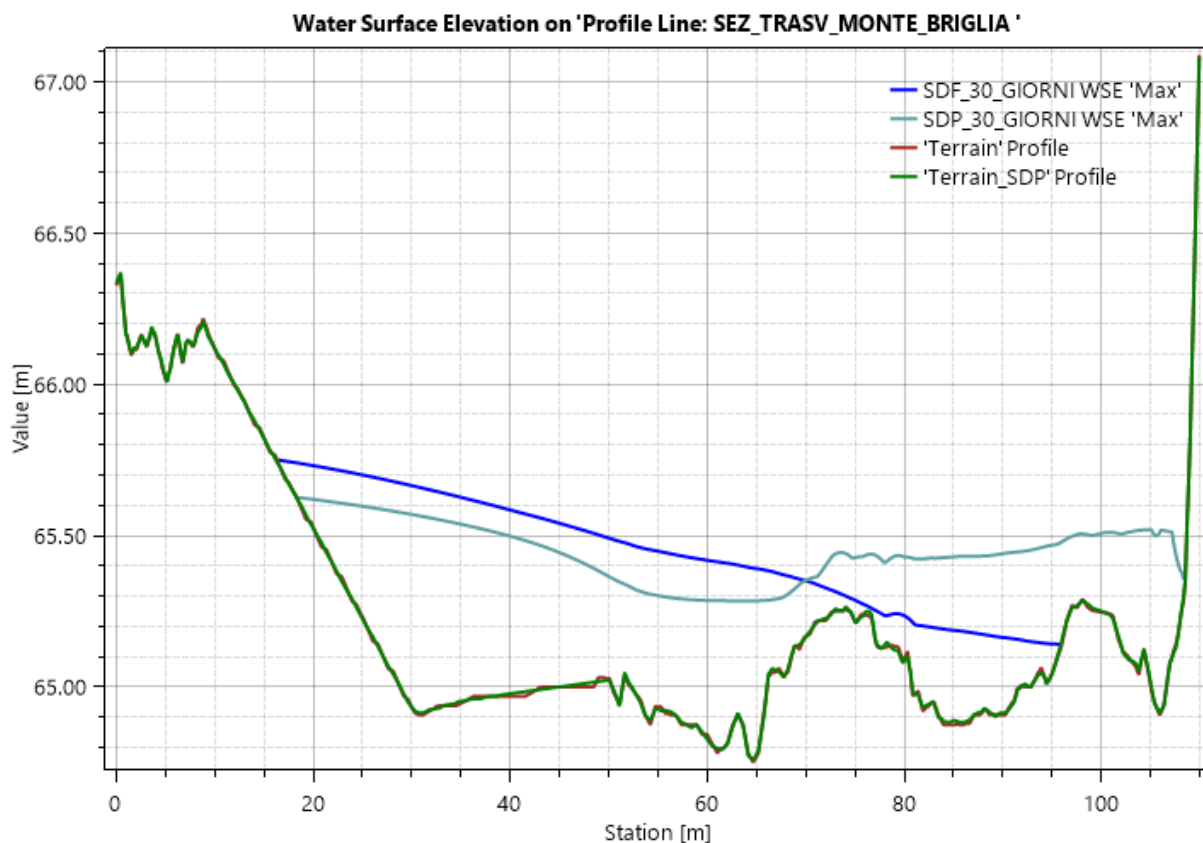


Figura 47: Sezione trasversale immediatamente a valle del ponte (sezione 1), portata presente in alveo per 30 giorni l'anno.

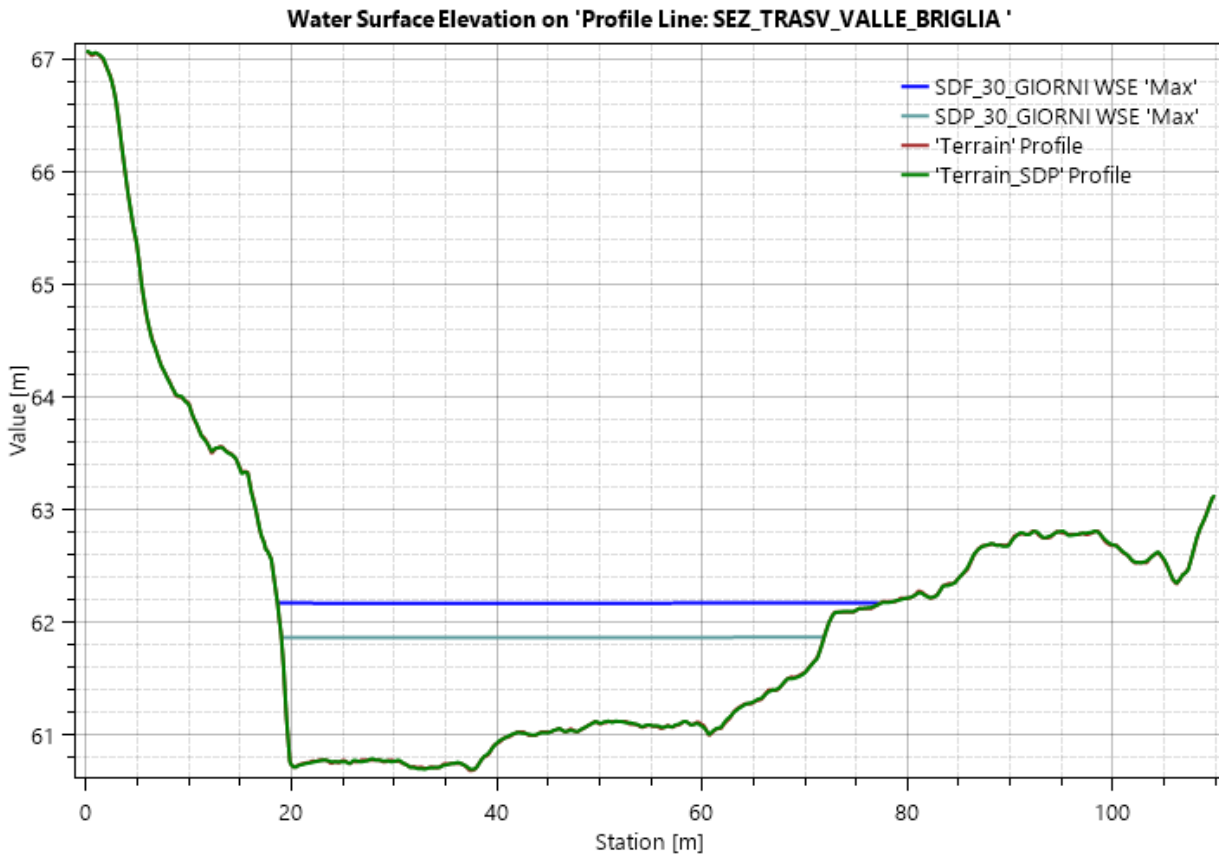


Figura 48: Sezione trasversale in corrispondenza del canale di presa del canale in progetto (sezione 2), portata presente in alveo per 30 giorni l'anno.

12.8.2 Campo delle velocità

In merito alle modifiche relative al campo delle velocità, si sono analizzate:

- **Velocità longitudinale:** la sezione longitudinale visualizzabile in Figura 49;
- **Velocità trasversale:** la sezione trasversale Sezione 1 visualizzabile in Figura 46.



Figura 49: Ubicazione della sezione longitudinale analizzata.

Velocità longitudinale:

In Figura 50 è possibile visualizzare l'andamento delle velocità per la sezione longitudinale analizzata (sezione 3), per la portata presente in alveo per 30 giorni l'anno ($Q=31.00 \text{ m}^3/\text{s}$): in blu viene riportato l'andamento delle velocità relative alla simulazione idraulica inerente allo stato di fatto, in azzurro invece l'andamento inerente allo stato di progetto.

Gli andamenti delle velocità per tutte le simulazioni idrauliche effettuate sono visualizzabili in allegato alla presente relazione (Allegato 02).

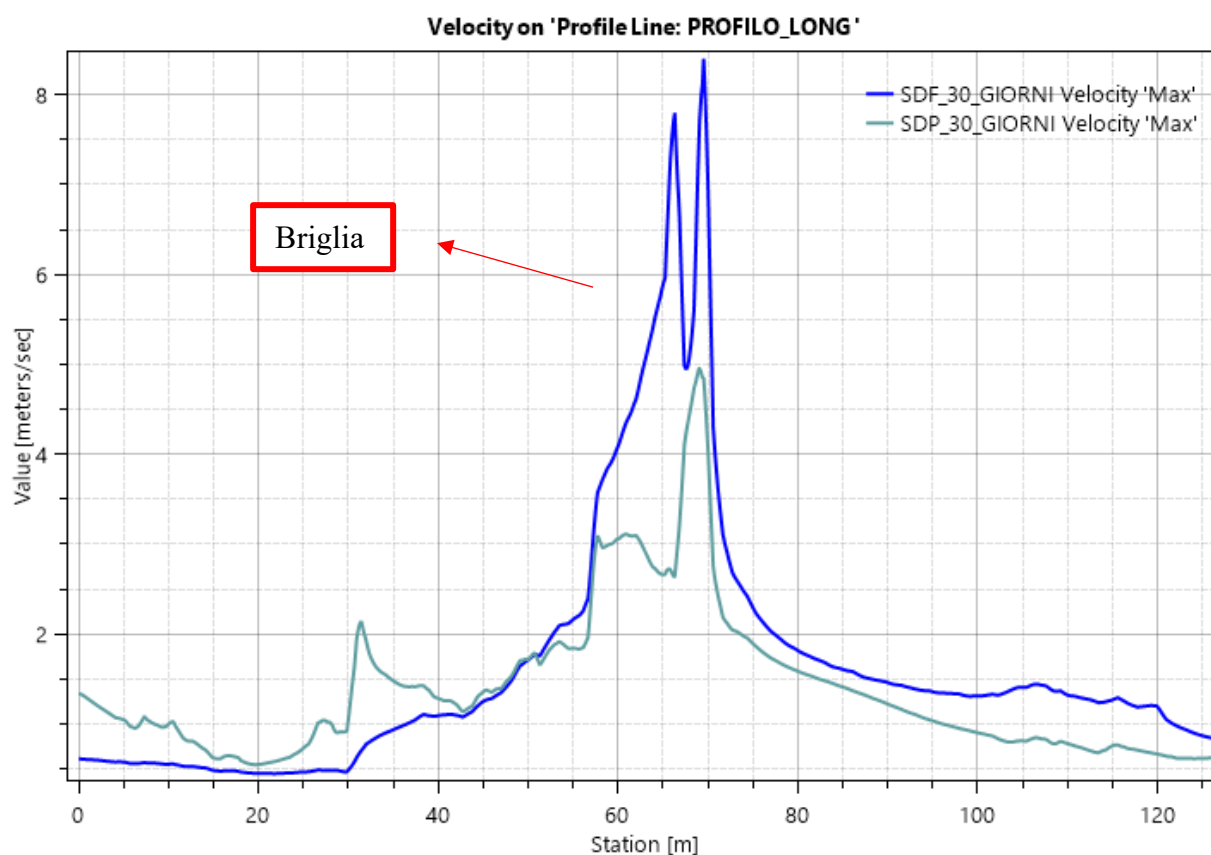


Figura 50: Andamento delle velocità relative al profilo longitudinale analizzato, per la portata presente in alveo per 30 giorni l'anno.

La maggior variazione di velocità la si ha nel profilo di richiamo vicino all'impianto in progetto, dove nel confronto effettuato si segnala:

- una diminuzione delle velocità in corrispondenza della griglia di presa e della briglia, nelle condizioni post operam;
- una diminuzione dell'abbassamento delle velocità nella configurazione di paratoie a monte dell'impianto chiuse rispetto alla configurazione in cui sono aperte (visualizzabile esclusivamente nei casi in cui si sono considerate le paratoie chiuse, ovvero le simulazioni con tempo di ritorno pari a 20; 200 anni, in cui si considera che l'impianto per ragioni di sicurezza rimanga chiuso).

Velocità trasversale:

La variazione trasversale del campo delle velocità nei pressi della briglia è visualizzabile invece nelle figure riportate in allegato alla presente relazione (Allegato 03), riferite alla Sezione 1 visualizzabile in Figura 46. In Figura 51 è possibile visualizzare l'andamento delle velocità per la sezione trasversale analizzata relativa alla portata presente in alveo per 30 giorni l'anno ($Q=31.00 \text{ m}^3/\text{s}$).

All'interno della figura è possibile visualizzare:

- in blu il campo delle velocità inerente alla simulazione idraulica ante operam (stato di fatto);
- in azzurro il campo delle velocità inerente alla simulazione idraulica post operam (stato di progetto);

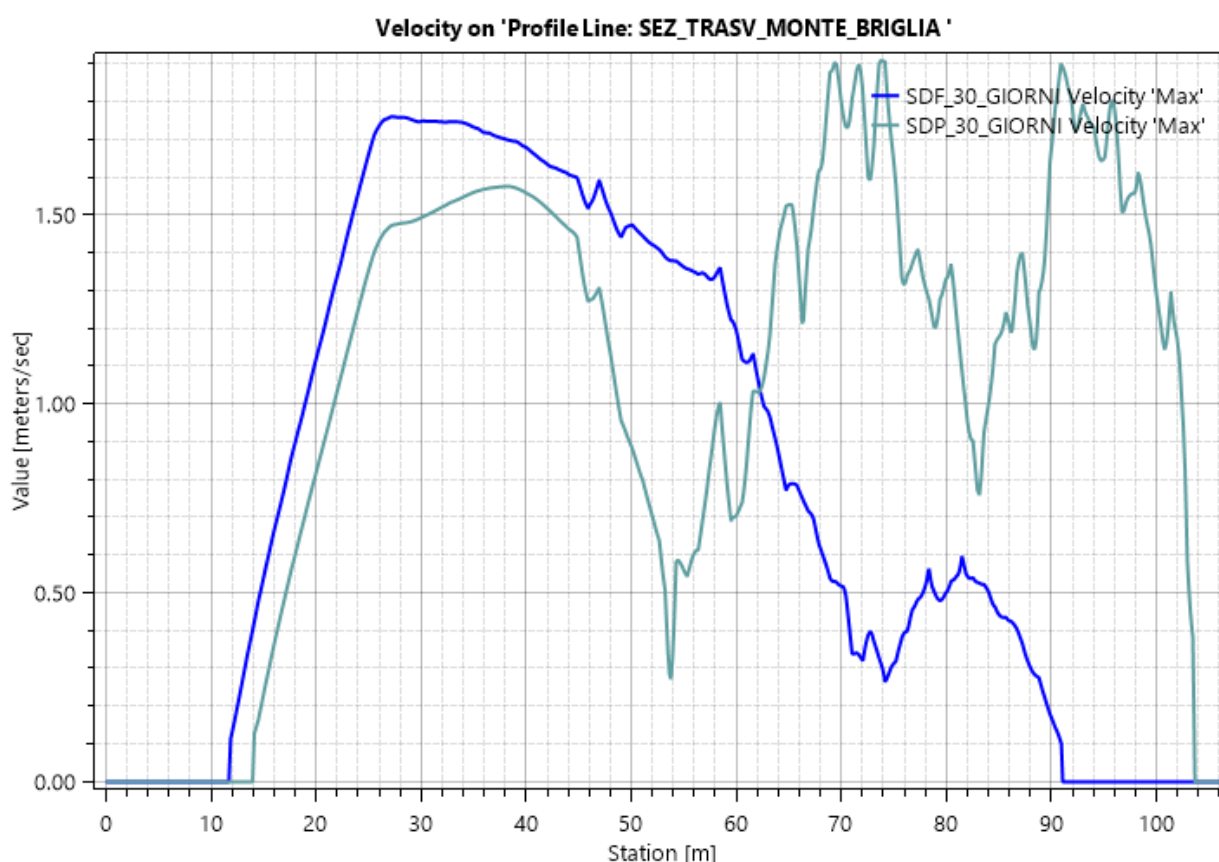


Figura 51: Sezione trasversale immediatamente a monte della briglia, portata presente in alveo per 30 giorni.

Nel confronto effettuato si segnala in particolare:

- **un innalzamento generale delle velocità trasversali a monte della griglia di presa verso la destra idraulica (e conseguente abbassamento verso la sinistra idraulica), dovuto al rimodellamento dell'alveo come previsto in progetto.**

12.9 Conclusioni legate alla modellazione bidimensionale

Visti i risultati delle simulazioni idrauliche esposte nei paragrafi precedenti si può concludere che la condizione post operam comporta nell'assetto idraulico una variazione locale immediatamente a monte dell'opera di presa e della briglia esistente, dove si riscontra:

- *un abbassamento del tirante idrometrico in alveo in sinistra idraulica fino ad un valore puntuale di 27 cm (riscontrato nella simulazione idraulica con tempo di ritorno pari a 20 anni, paratoie a monte dell'impianto aperte) e un innalzamento in destra idraulica fino ad un valore puntuale di 35 cm (riscontrato nella simulazione idraulica con portata presente in alveo per una durata di 30 giorni), in corrispondenza della sezione analizzata relativa alla presa dell'impianto idroelettrico in progetto.*
- *una diminuzione delle velocità in corrispondenza della griglia di presa e della briglia, nelle condizioni post operam;*
- *una variazione della distribuzione dei tiranti idraulici e delle velocità di deflusso in corrispondenza delle aree interessate dal rimodellamento dell'alveo, con un incremento di entrambe le grandezze verso la destra idraulica (e corrispondente diminuzione verso la sinistra idraulica);*
- *una diminuzione dell'abbassamento dei tiranti idrometrici e delle velocità nella configurazione di paratoie a monte dell'impianto chiuse rispetto alla configurazione in cui sono aperte (visualizzabile esclusivamente nei casi in cui si sono considerate le paratoie chiuse, ovvero le simulazioni con tempo di ritorno pari a 20; 200 anni, dove l'impianto per ragioni di sicurezza rimane chiuso).*

13. ALLEGATI

- Allegato 01: Confronti tra stato di fatto & stato di progetto – Tiranti idrometrici
- Allegato 02: Confronti tra stato di fatto & stato di progetto – Valori di velocità – Profili longitudinali
- Allegato 03: Confronti tra stato di fatto & stato di progetto – Valori di velocità – Sezione trasversale immediatamente a valle del ponte

ALLEGATO 03

Confronti tra stato di fatto & stato di progetto – Tiranti idrometrici

LEGENDA RELATIVA ALLE IMMAGINI:

- in **blu** i tiranti idrometrici inerenti alle simulazioni idrauliche ante operam (stato di fatto)
- in **azzurro** i tiranti idrometrici inerenti alle simulazioni idrauliche post operam (stato di progetto)
- in **marrone** il DTM implementato (denominato “Terrain”) per le simulazioni idrauliche ante operam (stato di fatto)
- in **verde** il DTM implementato (denominato “Terrain_SDP”) per le simulazioni idrauliche post operam (stato di progetto)

POSIZIONE DELLE SEZIONI ANALIZZATE:



- **Portata storica media 274 giorni – Sezione in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico (Sezione 1)**

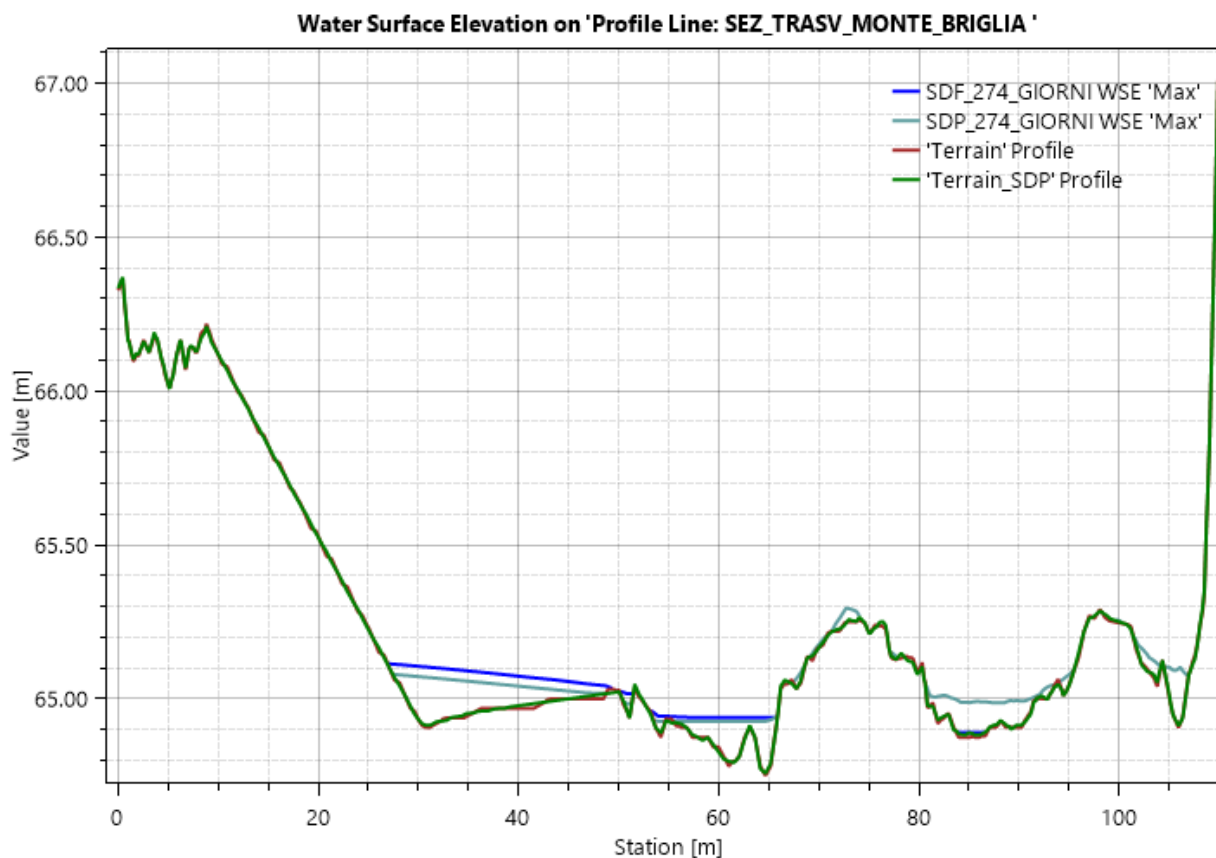


Figura 52: Confronto stato di fatto – stato di progetto in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico: Portata media presente in alveo per 274 giorni l'anno (fonte dati: curva di durata delle portate presente sugli Annali Idrologici, periodo di osservazione: 2004-2023).

- **Portata storica media 274 giorni – Sezione a valle della briglia (Sezione 2)**

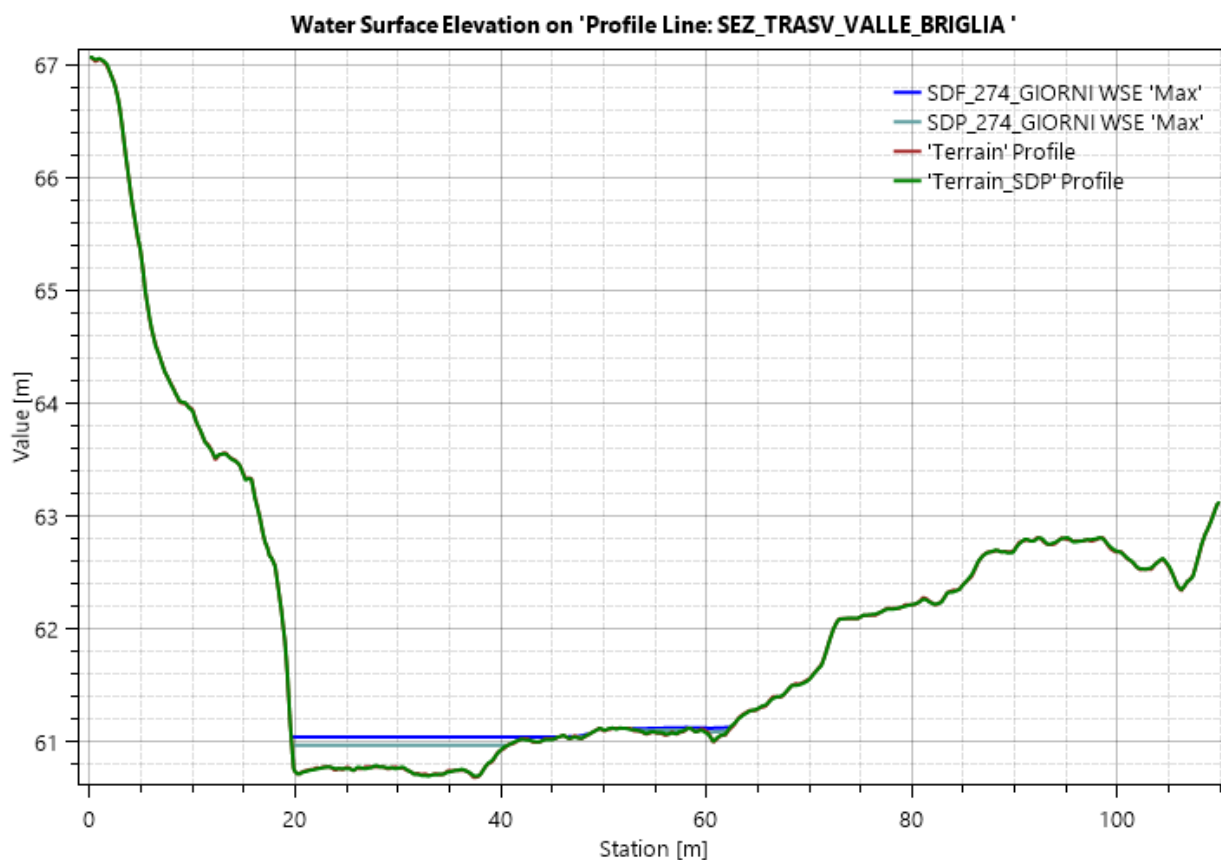


Figura 53: Confronto stato di fatto – stato di progetto a valle della briglia: Portata media presente in alveo per 274 giorni l'anno (fonte dati: curva di durata delle portate presente sugli Annali Idrologici, periodo di osservazione: 2004-2023).

- **Portata storica media 91 giorni – Sezione in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico (Sezione 1)**

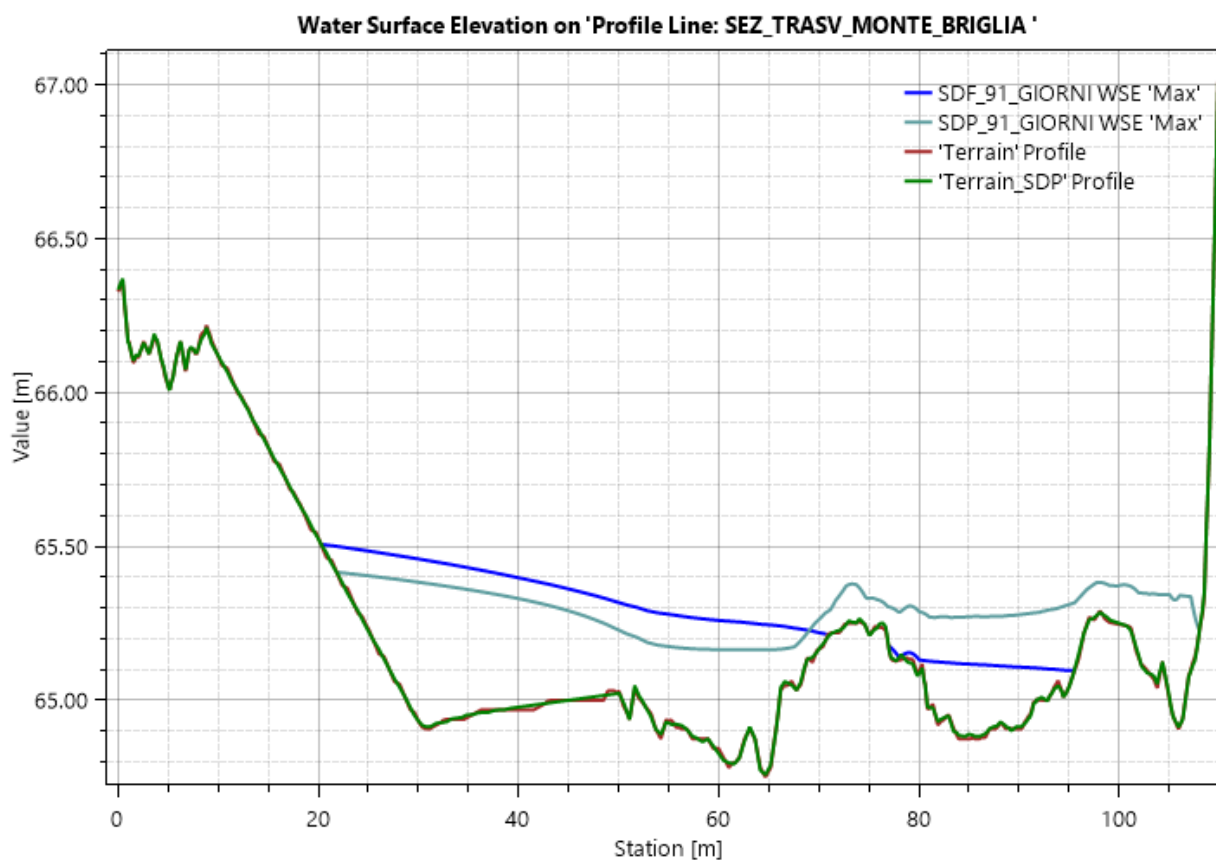


Figura 54: Confronto stato di fatto – stato di progetto in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico: Portata media presente in alveo per 91 giorni l'anno (fonte dati: curva di durata delle portate presente sugli Annali Idrologici, periodo di osservazione: 2004-2023).

- **Portata storica media 91 giorni – Sezione a valle della briglia (Sezione 2)**

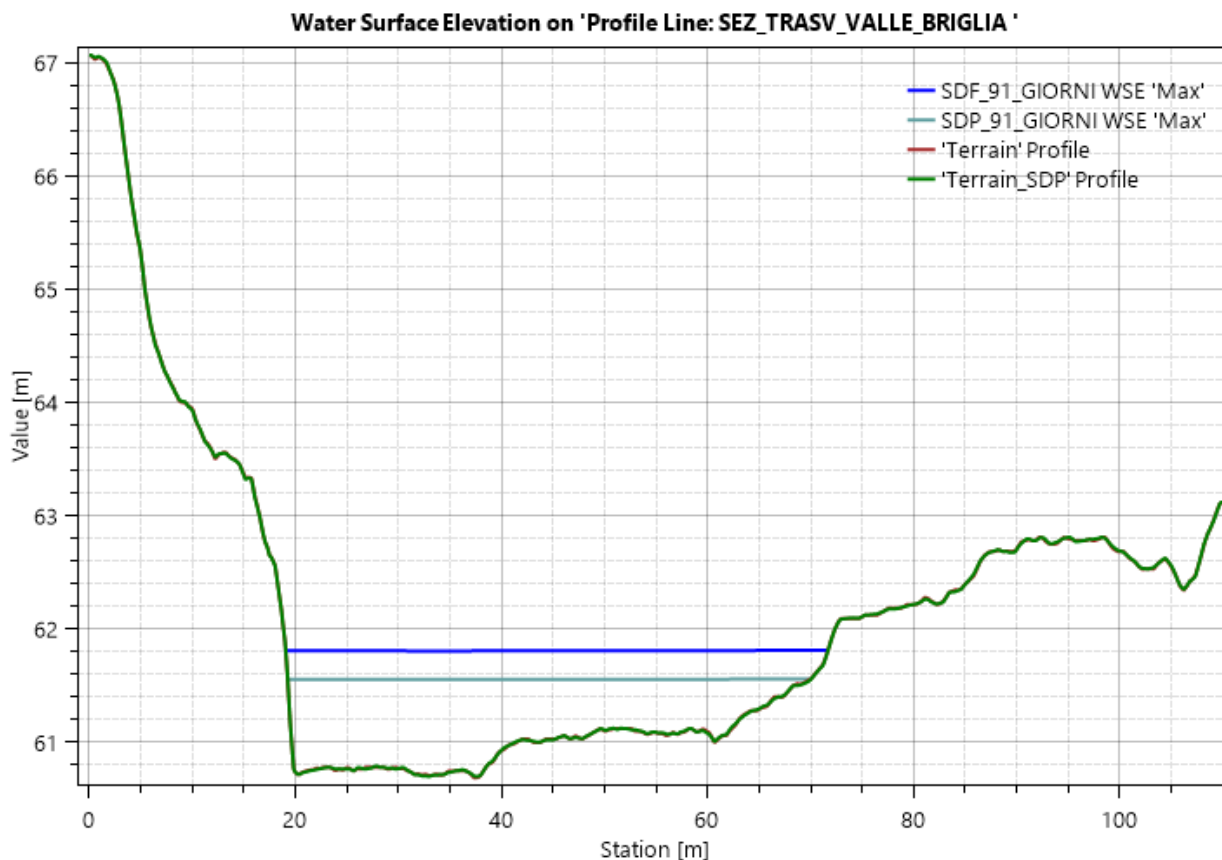


Figura 55: Confronto stato di fatto – stato di progetto a valle della briglia: Portata media presente in alveo per 91 giorni l'anno (fonte dati: curva di durata delle portate presente sugli Annali Idrologici, periodo di osservazione: 2004-2023).

- **Portata storica media 30 giorni – Sezione in corrispondenza della griglia di presa dell’impianto idroelettrico (Sezione 1)**

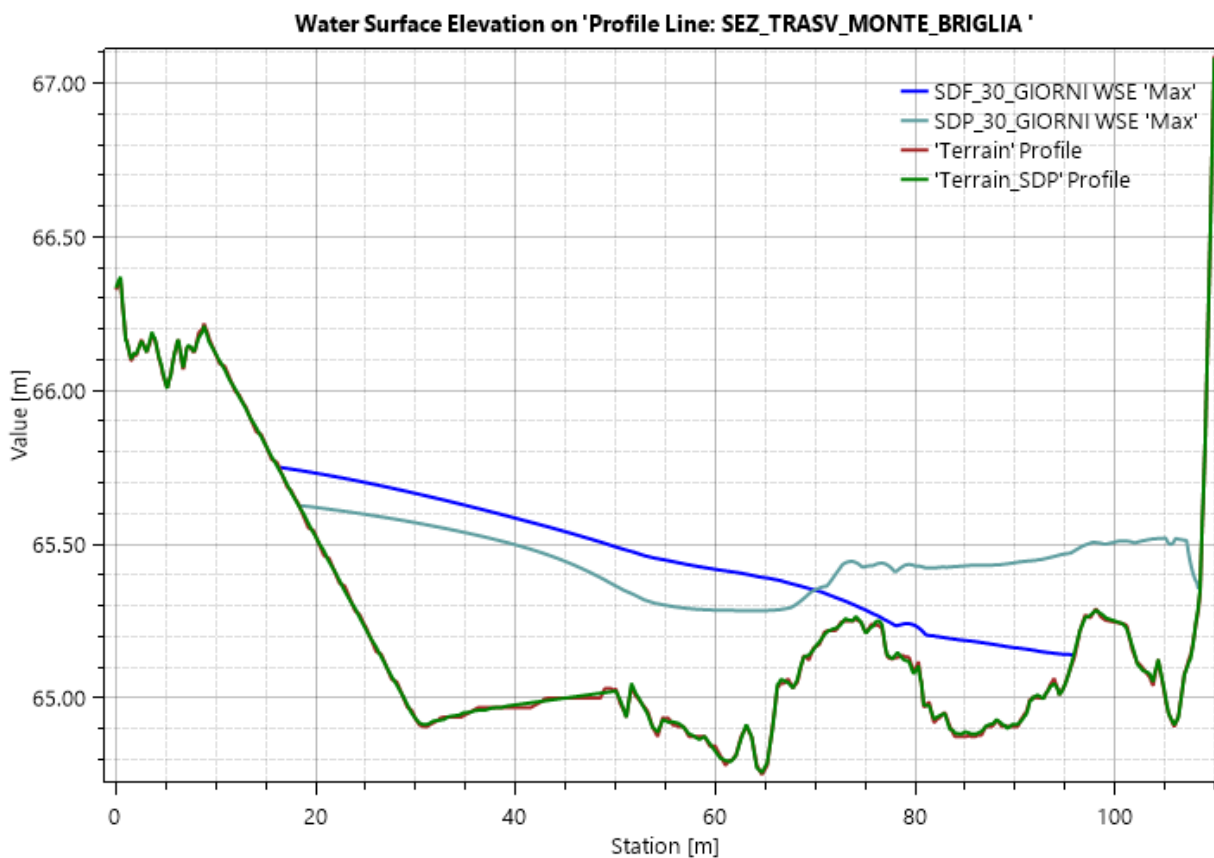


Figura 56: Confronto stato di fatto – stato di progetto in corrispondenza della griglia di presa dell’impianto idroelettrico: Portata media presente in alveo per 30 giorni l’anno (fonte dati: curva di durata delle portate presente sugli Annali Idrologici, periodo di osservazione: 2004-2023).

- **Portata storica media 30 giorni – Sezione a valle della briglia (Sezione 2)**

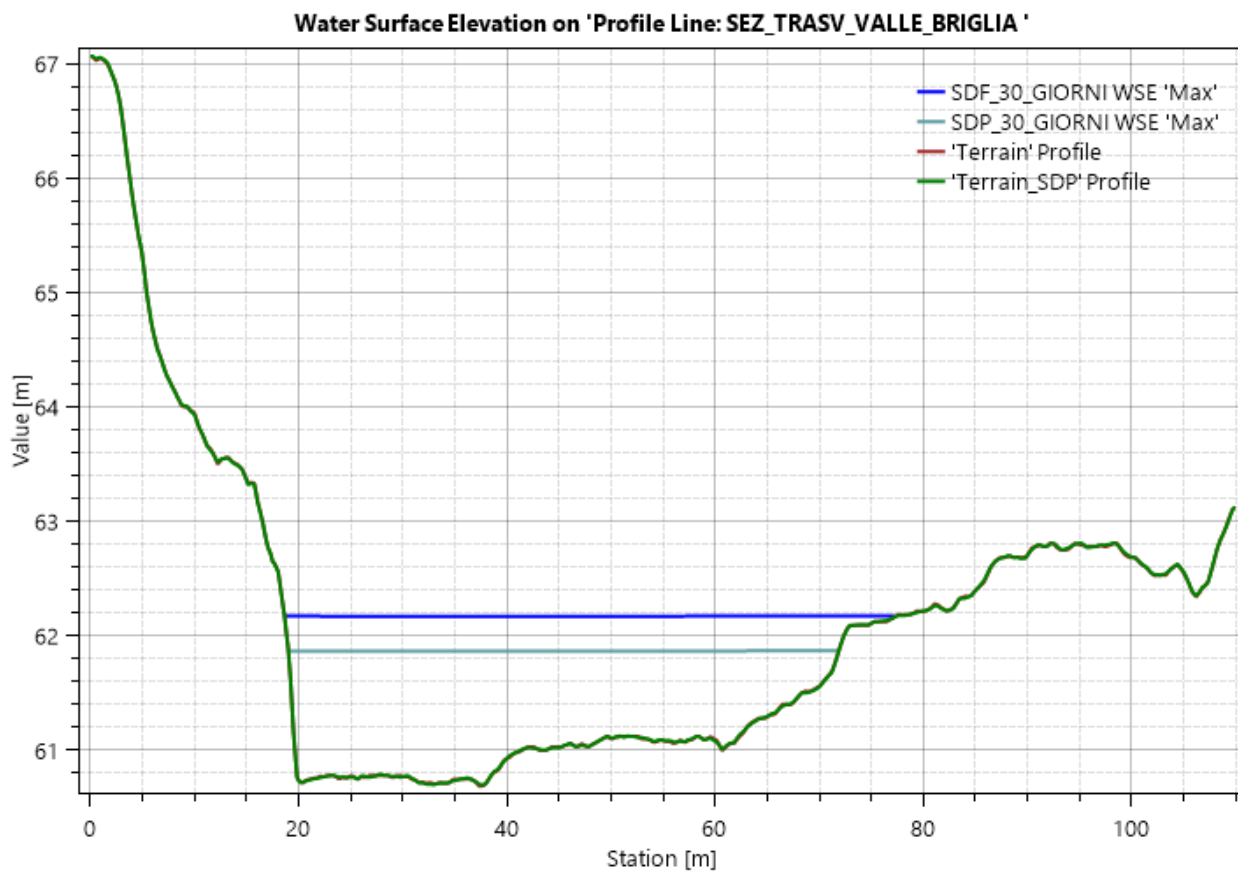


Figura 57: Confronto stato di fatto – stato di progetto a valle della briglia: Portata media presente in alveo per 30 giorni l’anno (fonte dati: curva di durata delle portate presente sugli Annali Idrologici, periodo di osservazione: 2004-2023).

- **Portata statistica 20 anni – Sezione in corrispondenza della griglia di presa dell’impianto idroelettrico (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

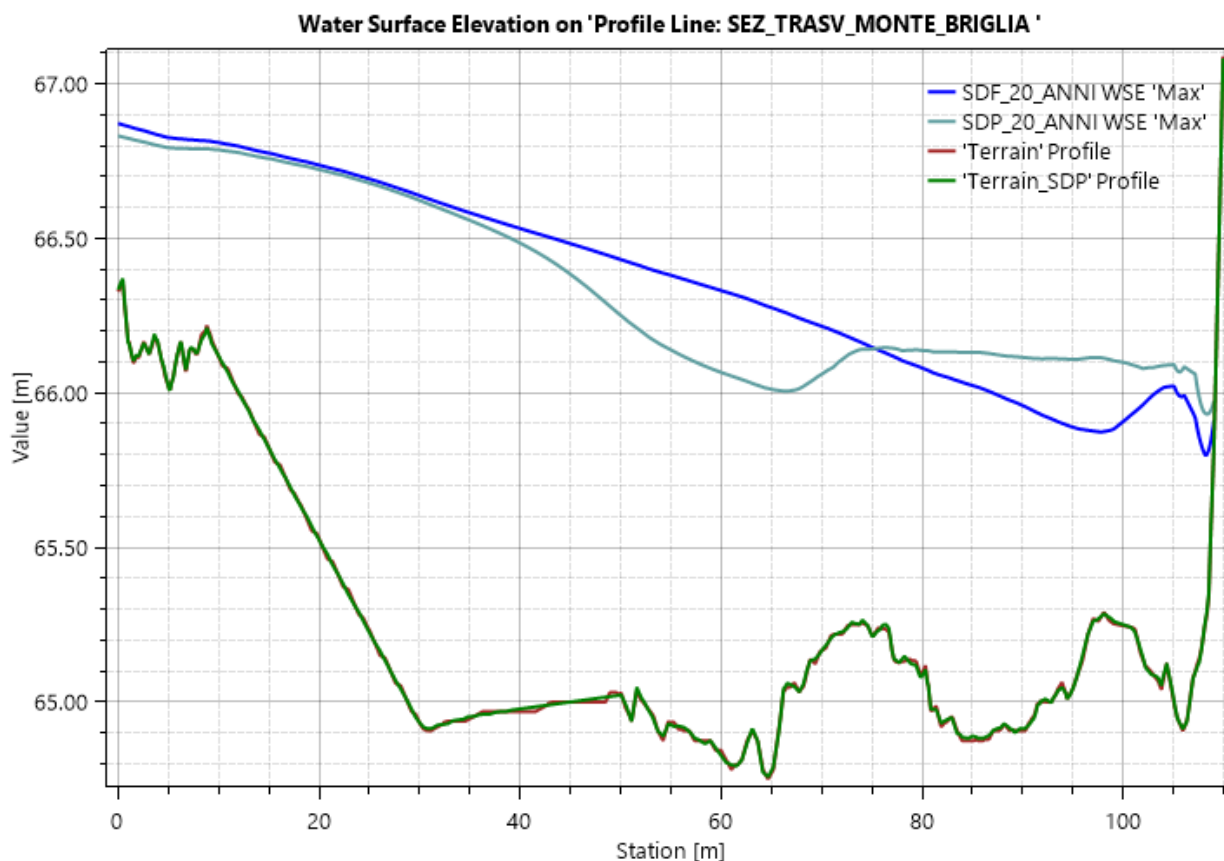


Figura 58: Confronto stato di fatto – stato di progetto in corrispondenza della griglia di presa dell’impianto idroelettrico: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 20 anni (fonte dati: “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell’evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all’aggiornamento dell’idrologia di piena del torrente Enza”).

- **Portata statistica 20 anni – Sezione a valle della briglia (Sezione 2) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

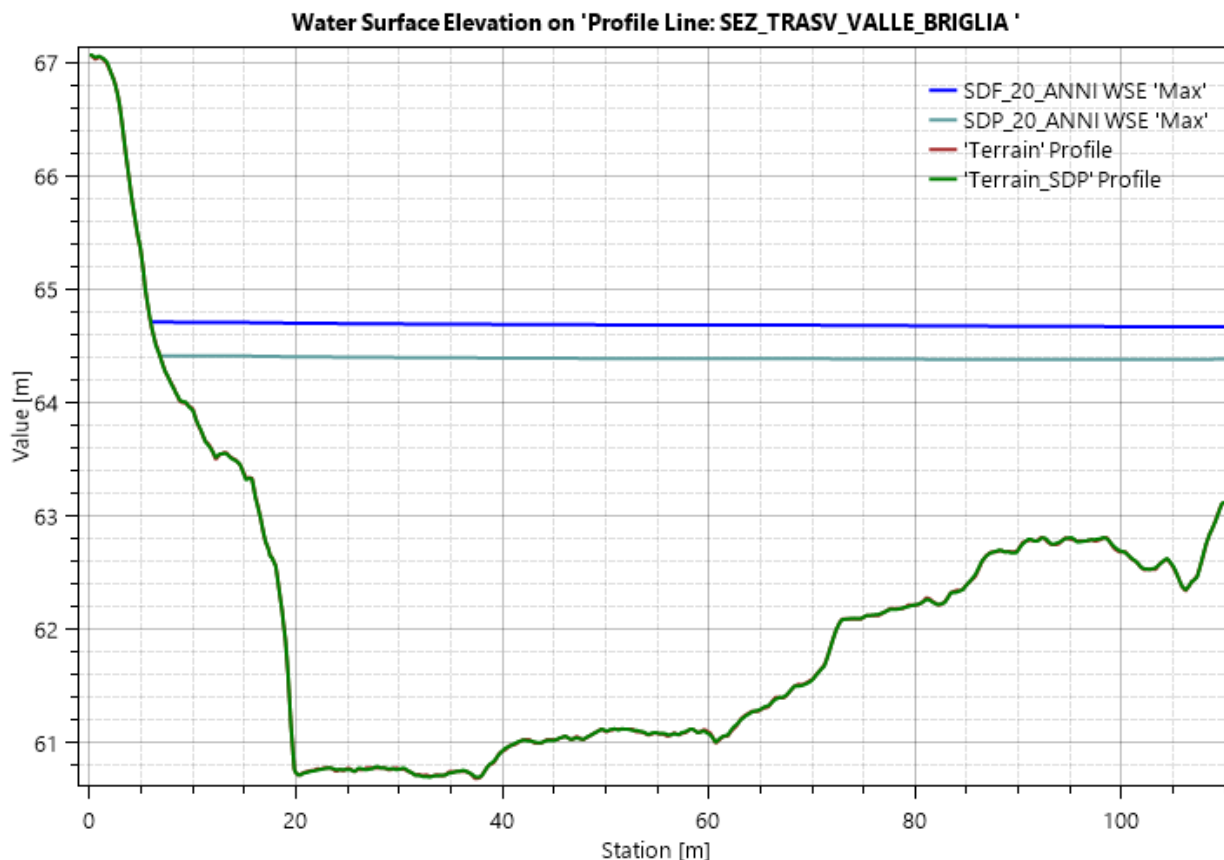


Figura 59: Confronto stato di fatto – stato di progetto a valle della briglia: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 20 anni (fonte dati: “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell’evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all’aggiornamento dell’idrologia di piena del torrente Enza”).

- **Portata statistica 20 anni – Sezione in corrispondenza della griglia di presa dell’impianto idroelettrico (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

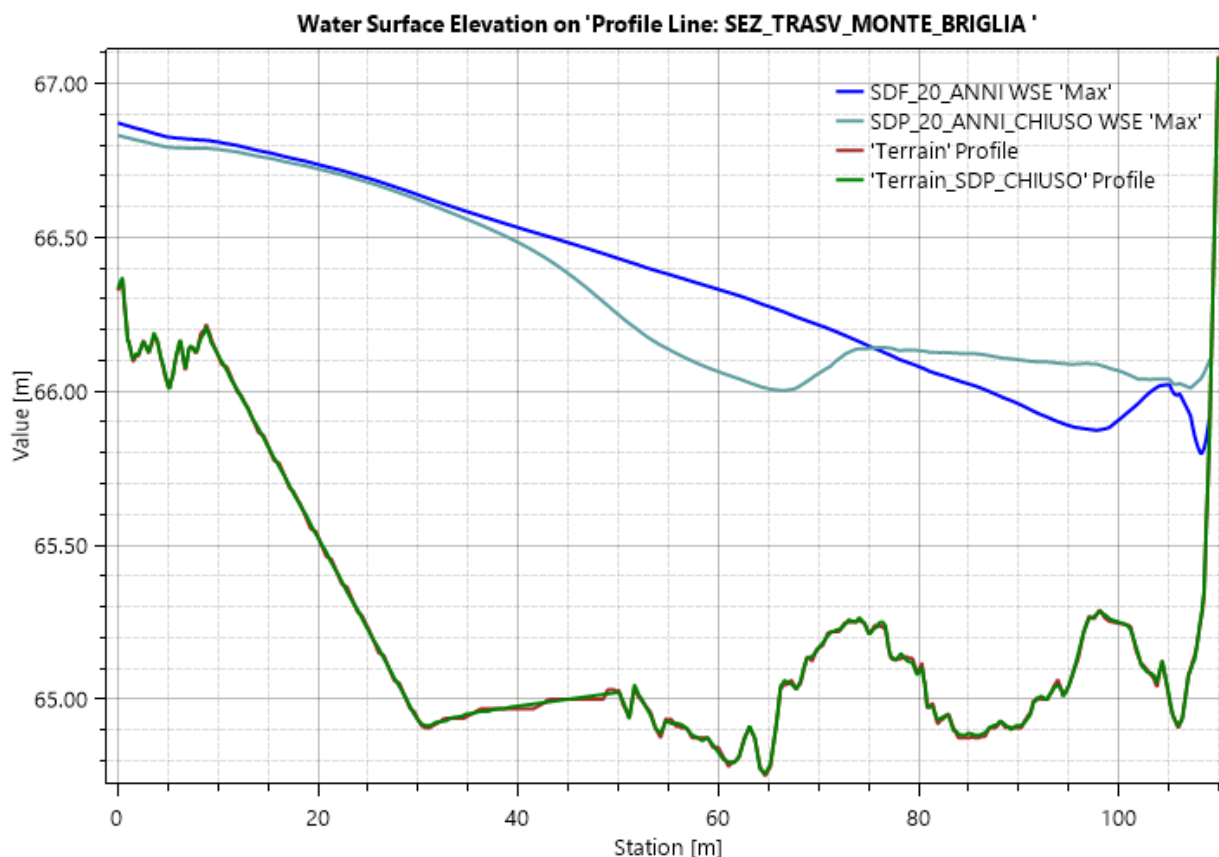


Figura 60: Confronto stato di fatto – stato di progetto in corrispondenza della griglia di presa dell’impianto idroelettrico: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 20 anni (fonte dati: “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell’evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all’aggiornamento dell’idrologia di piena del torrente Enza”) – Paratoie di monte chiuse.

- Portata statistica 20 anni – Sezione a valle della briglia (Sezione 2) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

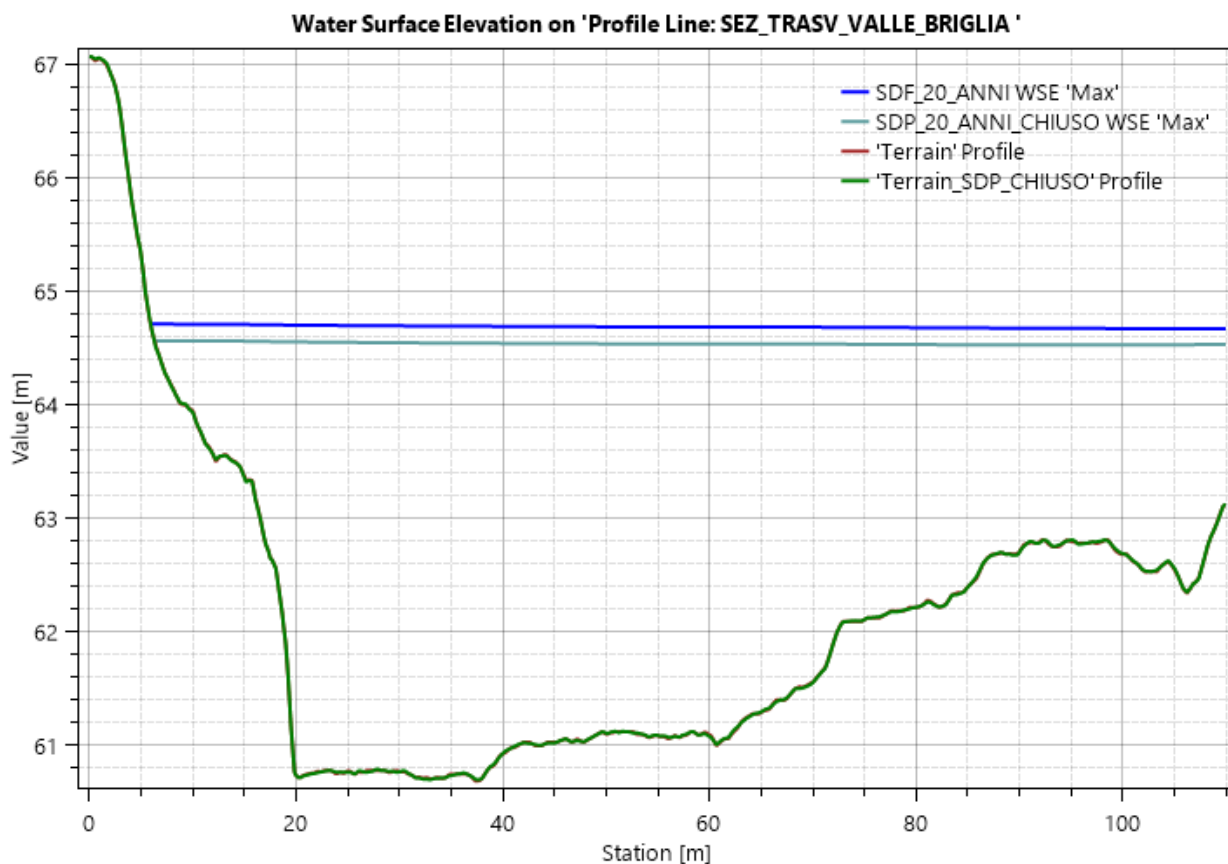


Figura 61: Confronto stato di fatto – stato di progetto a valle della briglia: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 20 anni (fonte dati: “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell’evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all’aggiornamento dell’idrologia di piena del torrente Enza”) – Paratoie di monte chiuse.

- **Portata statistica 200 anni – Sezione in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

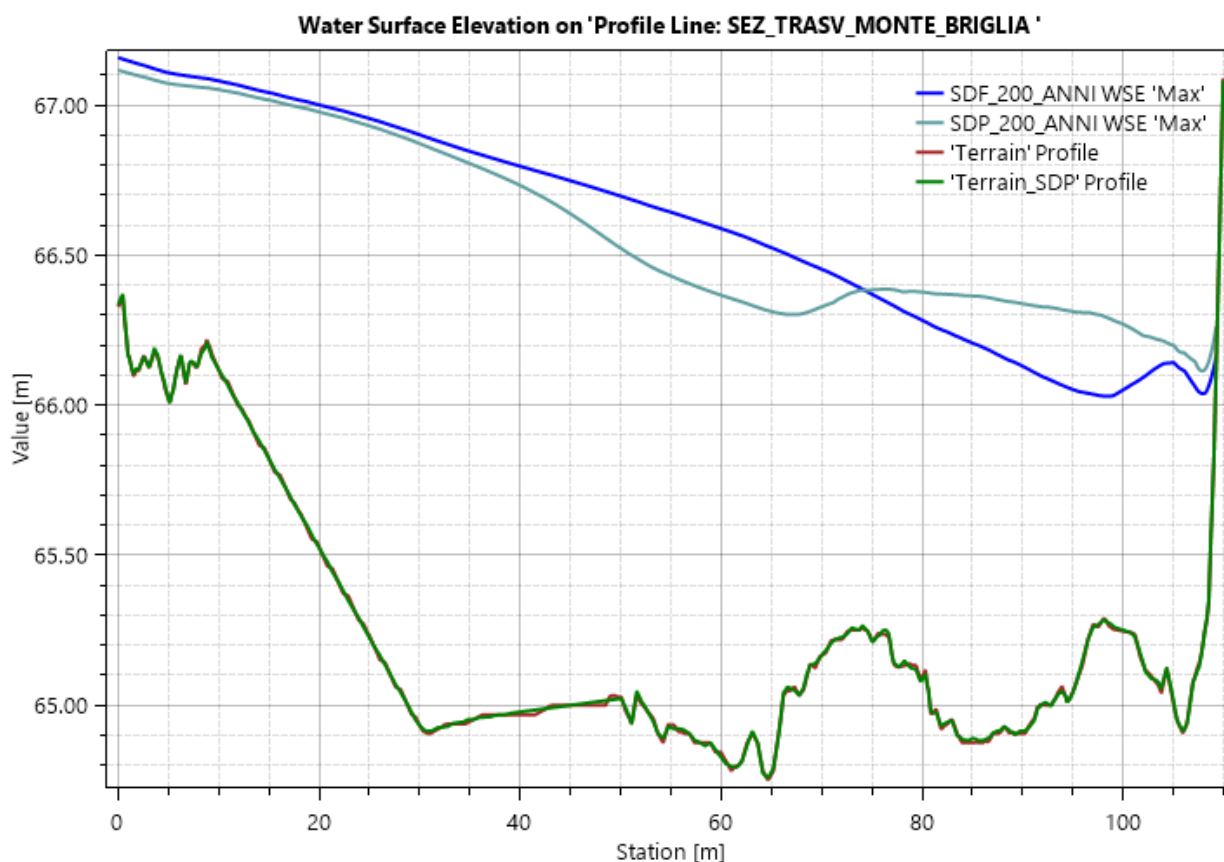


Figura 62: Confronto stato di fatto – stato di progetto in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 200 anni (fonte dati: “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell'evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all'aggiornamento dell'idrologia di piena del torrente Enza”) – Paratoie di monte aperte.

- **Portata statistica 200 anni – Sezione a valle della briglia (Sezione 2) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

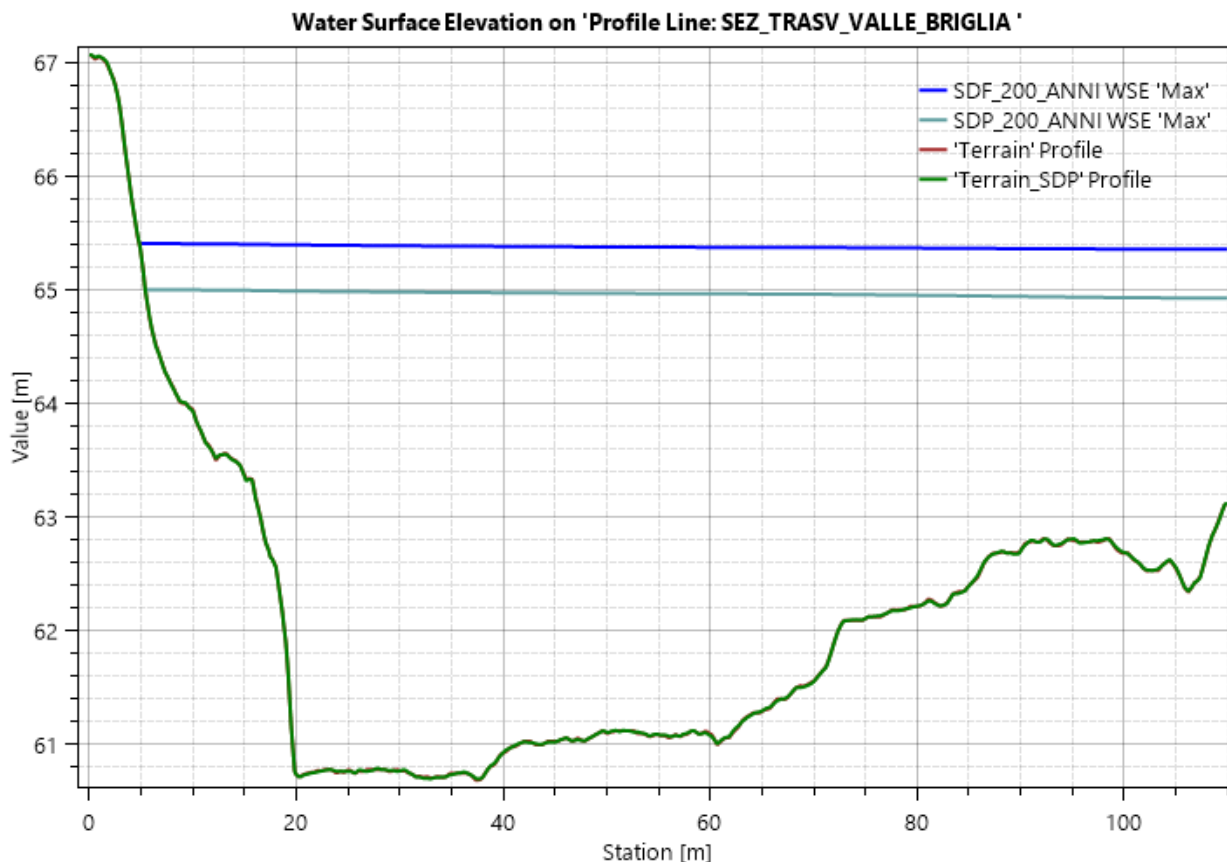


Figura 63: Confronto stato di fatto – stato di progetto a valle della briglia: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 200 anni (fonte dati: “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell’evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all’aggiornamento dell’idrologia di piena del torrente Enza”) – Paratoie di monte aperte.

- **Portata statistica 200 anni – Sezione in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

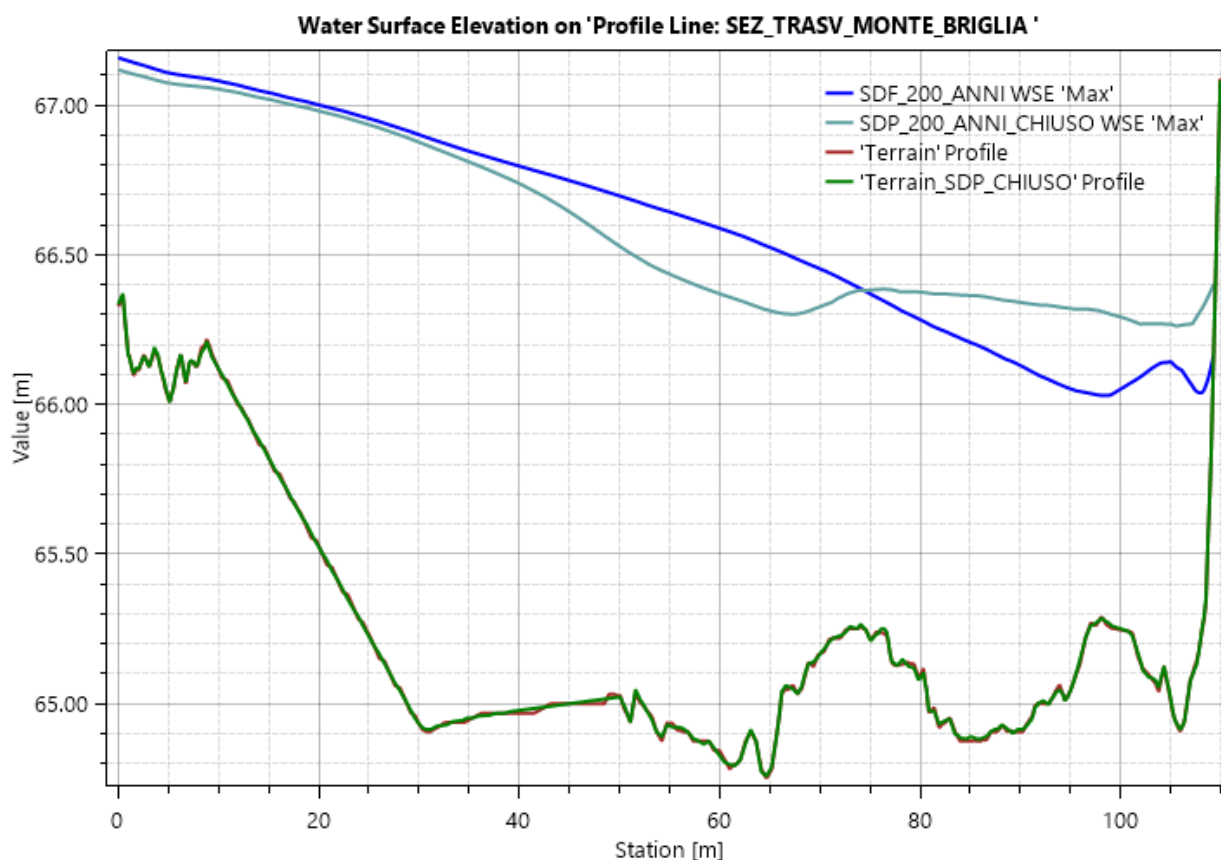


Figura 64: Confronto stato di fatto – stato di progetto in corrispondenza della griglia di presa dell'impianto idroelettrico: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 200 anni (fonte dati: "Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell'evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all'aggiornamento dell'idrologia di piena del torrente Enza") – Paratoie di monte chiuse.

- **Portata statistica 200 anni – Sezione a valle della briglia (Sezione 2) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

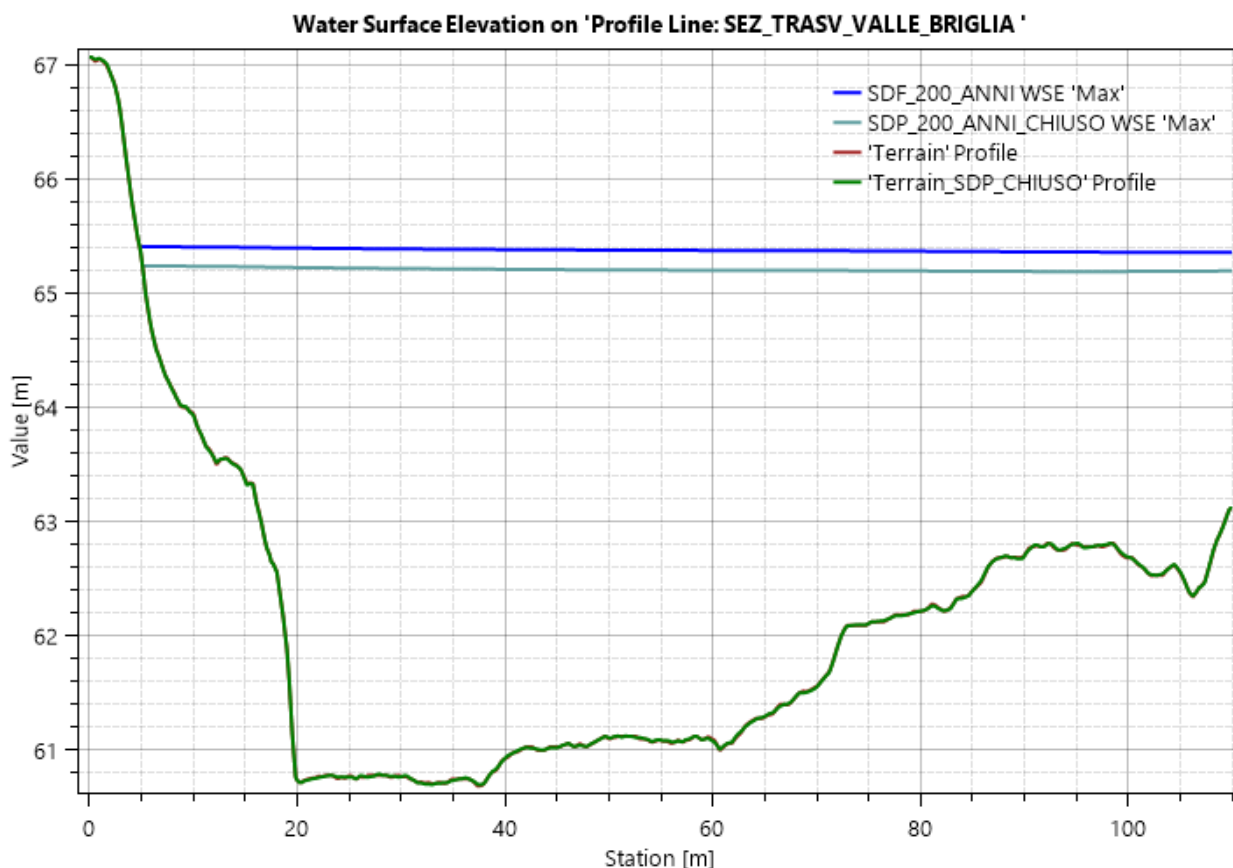


Figura 65: Confronto stato di fatto – stato di progetto a valle della briglia: Portata statistica di tempo di ritorno pari a 200 anni (fonte dati: “Attività di studio finalizzate alla ricostruzione idrologica dell’evento di piena del 11-12 dicembre 2017 e all’aggiornamento dell’idrologia di piena del torrente Enza”) – Paratoie di monte chiuse.

ALLEGATO 04

Confronti tra stato di fatto & stato di progetto – Valori di velocità

Profili longitudinali

LEGENDA RELATIVA ALLE IMMAGINI:

- in **blu** i valori di velocità inerenti alle simulazioni idrauliche ante operam (stato di fatto)
- in **azzurro** i valori di velocità inerenti alle simulazioni idrauliche post operam (stato di progetto)

POSIZIONE DELLA SEZIONE ANALIZZATA:



- **Portata presente in alveo per 274 giorni l'anno ($Q=0.55 \text{ m}^3/\text{s}$):**

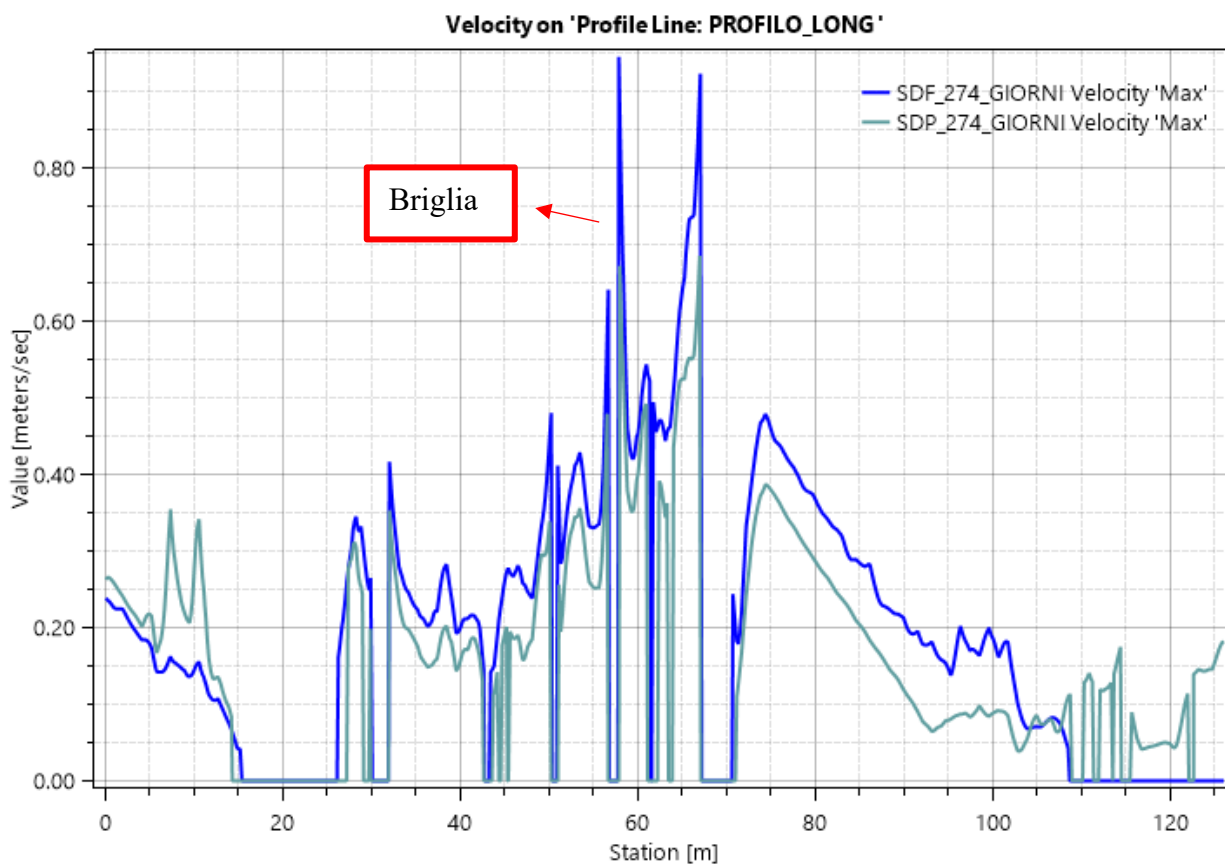


Figura 66: Andamento delle velocità relativi al profilo longitudinale analizzato, per la portata presente in alveo per 274 giorni l'anno.

- **Portata presente in alveo per 91 giorni l'anno ($Q=12.50 \text{ m}^3/\text{s}$):**

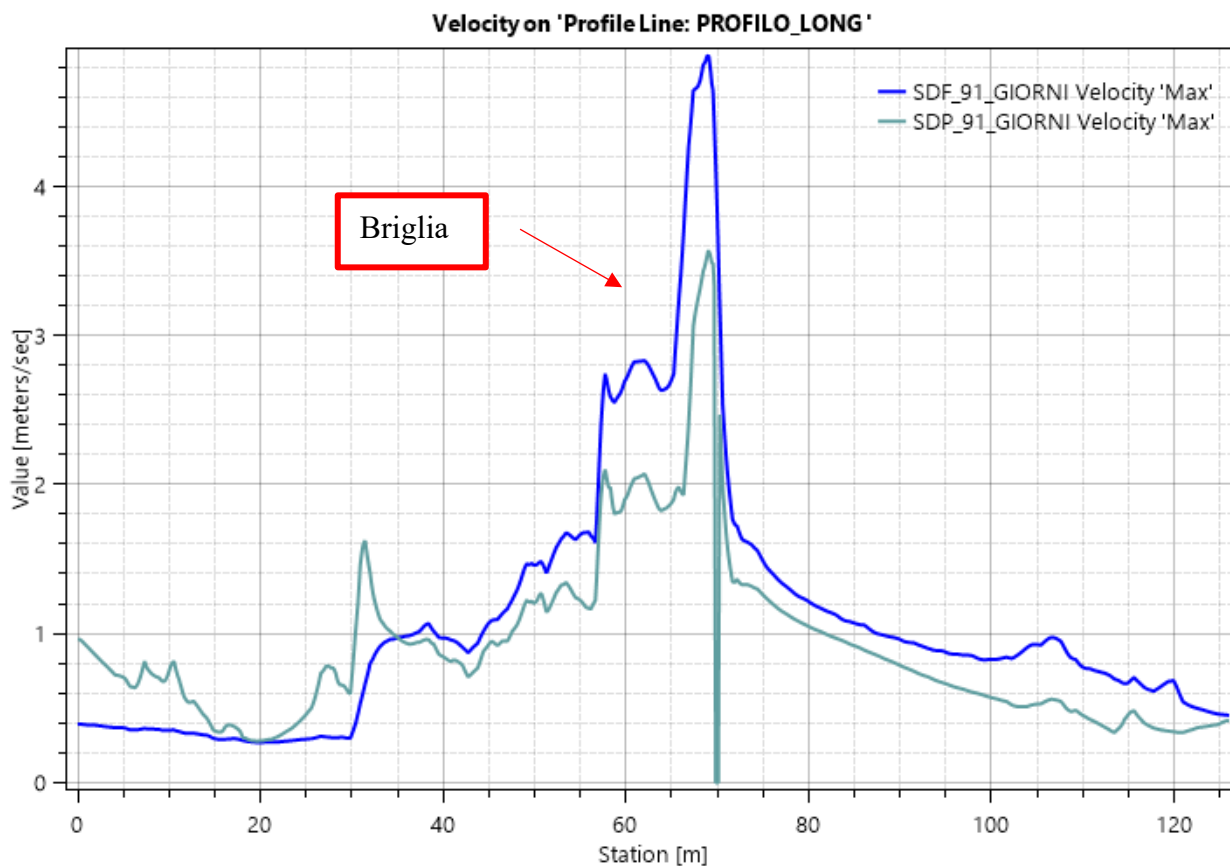


Figura 67: Andamento delle velocità relativi al profilo longitudinale analizzato, per la portata presente in alveo per 91 giorni l'anno.

- **Portata presente in alveo per 30 giorni l'anno ($Q=31.00 \text{ m}^3/\text{s}$):**

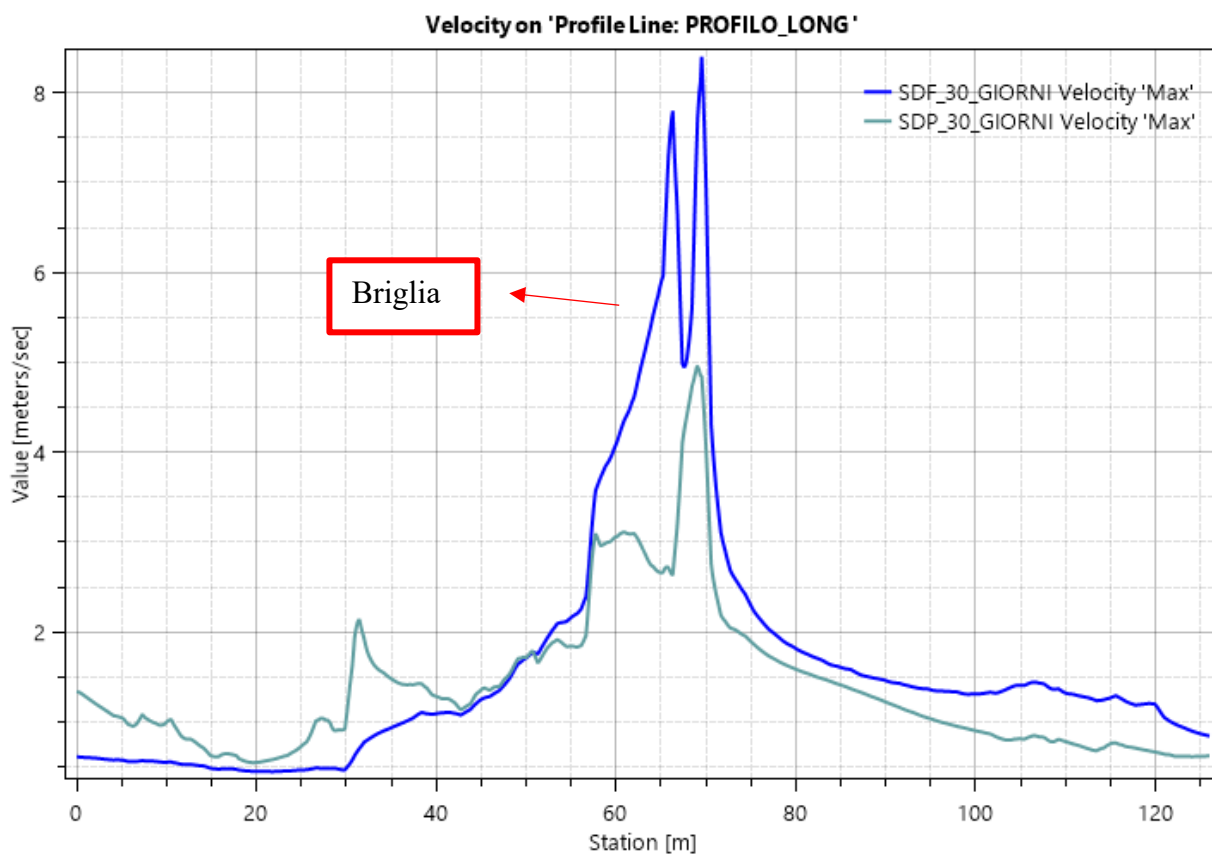


Figura 68: Andamento delle velocità relativi al profilo longitudinale analizzato, per la portata presente in alveo per 30 giorni l'anno.

- **Portata statistica 20 anni ($Q=612.16 \text{ m}^3/\text{s}$) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

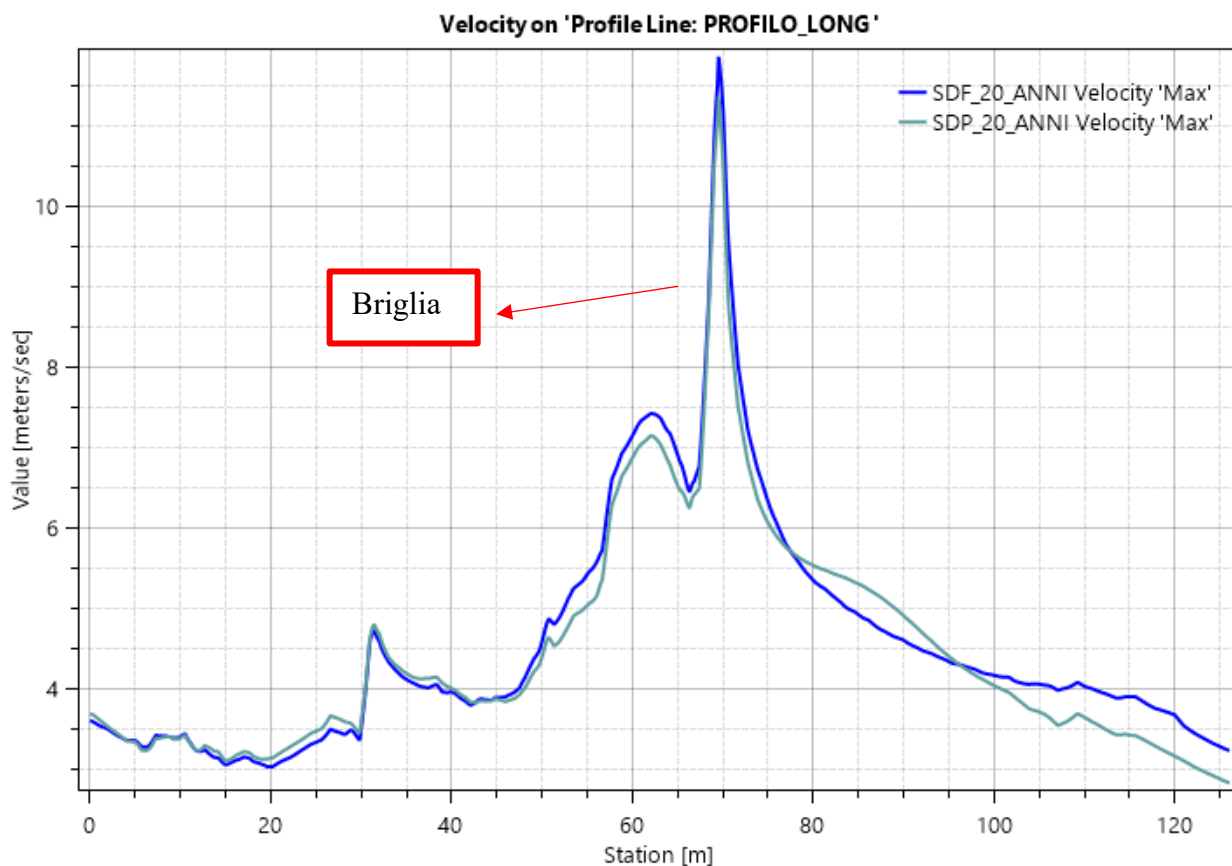


Figura 69: Andamento delle velocità relativi al profilo longitudinale analizzato, per la portata statistica di tempo di ritorno 20 anni - Paratoie a monte dell'impianto (in corrispondenza della briglia) aperte.

- **Portata statistica 20 anni ($Q=536.77 \text{ m}^3/\text{s}$) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

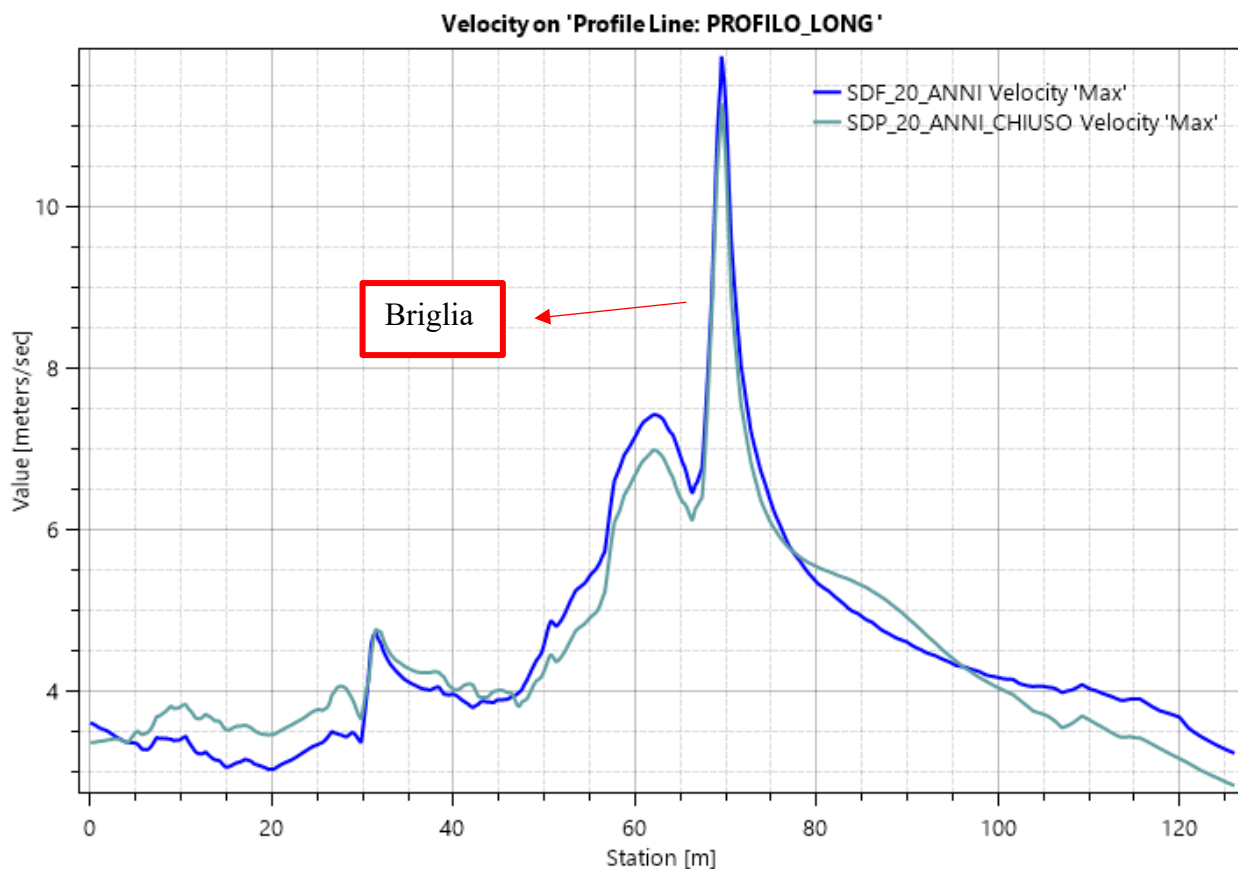


Figura 70: Andamento delle velocità relativi al profilo longitudinale analizzato, per la portata statistica di tempo di ritorno 20 anni - Paratoie a monte dell'impianto (in corrispondenza della briglia) chiuse.

- **Portata statistica 200 anni ($Q=941.99 \text{ m}^3/\text{s}$) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

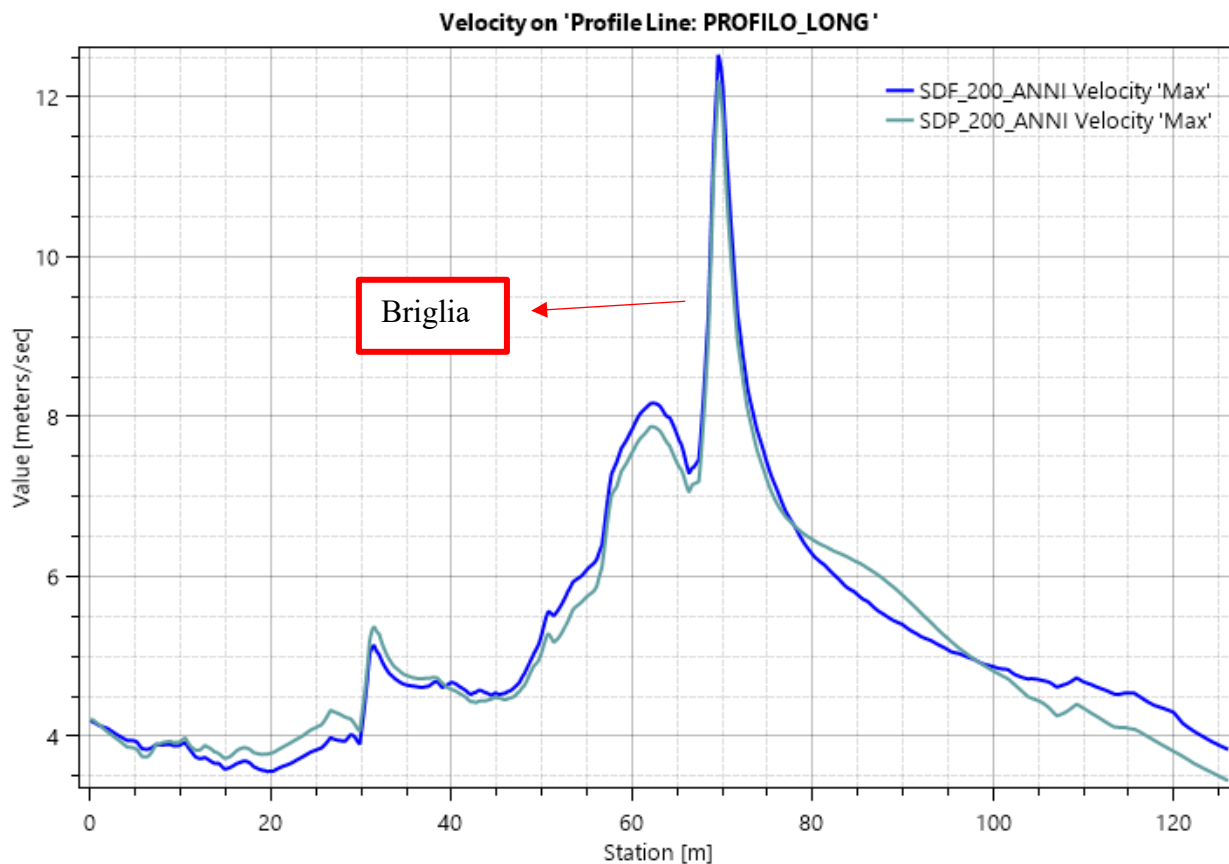


Figura 71: Andamento delle velocità relativi al profilo longitudinale analizzato, per la portata statistica di tempo di ritorno 200 anni – Paratoie a monte dell'impianto (in corrispondenza della briglia) aperte.

- **Portata statistica 200 anni ($Q=825.96 \text{ m}^3/\text{s}$) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

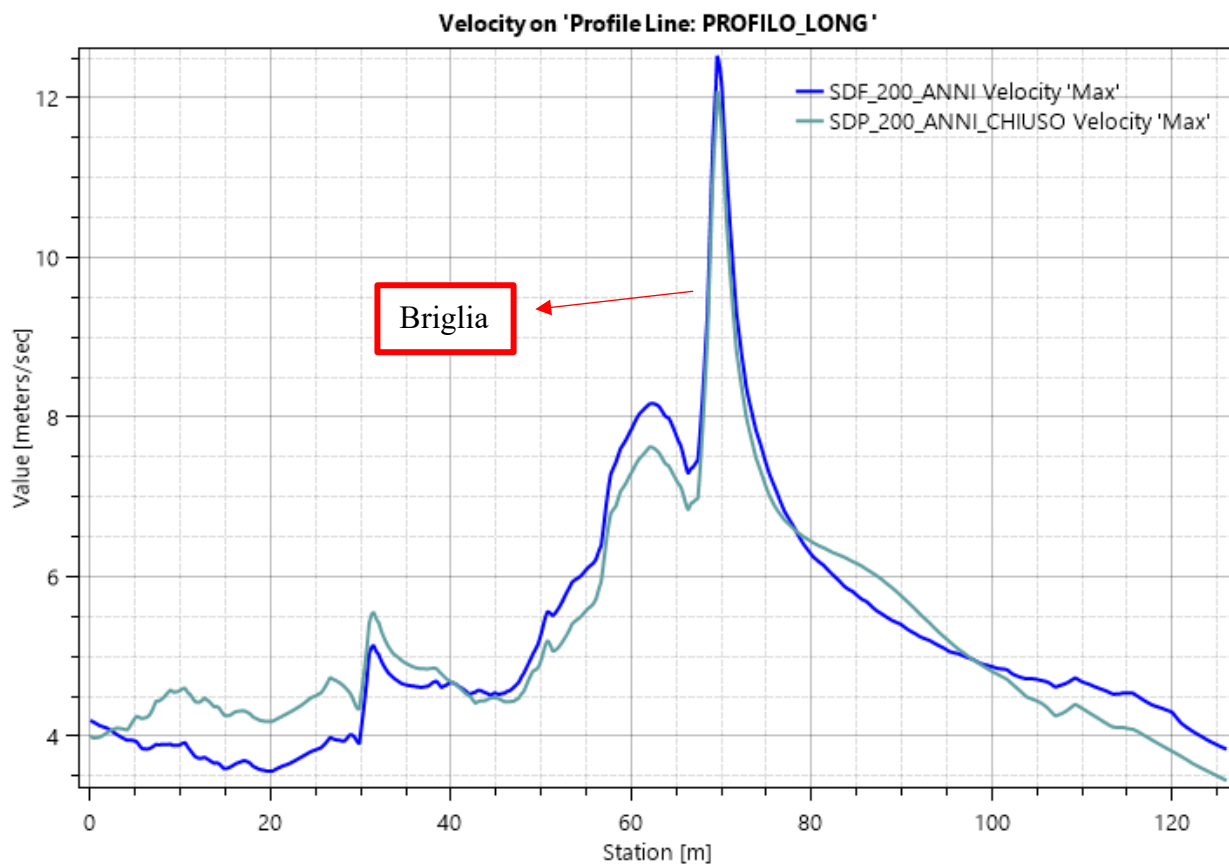


Figura 72: Andamento delle velocità relativi al profilo longitudinale analizzato, per la portata statistica di tempo di ritorno 200 anni – Paratoie a monte dell'impianto (in corrispondenza della briglia) chiuse.

ALLEGATO 05

Confronti tra stato di fatto & stato di progetto – Valori di velocità

Sezione trasversale a monte della briglia

LEGENDA RELATIVA ALLE IMMAGINI:

- in **blu** i valori di velocità inerenti alle simulazioni idrauliche ante operam (stato di fatto)
- in **azzurro** i valori di velocità inerenti alle simulazioni idrauliche post operam (stato di progetto)

POSIZIONE DELLA SEZIONE ANALIZZATA:



- **Portata storica media 274 giorni – Sezione a monte della briglia (Sezione 1)**

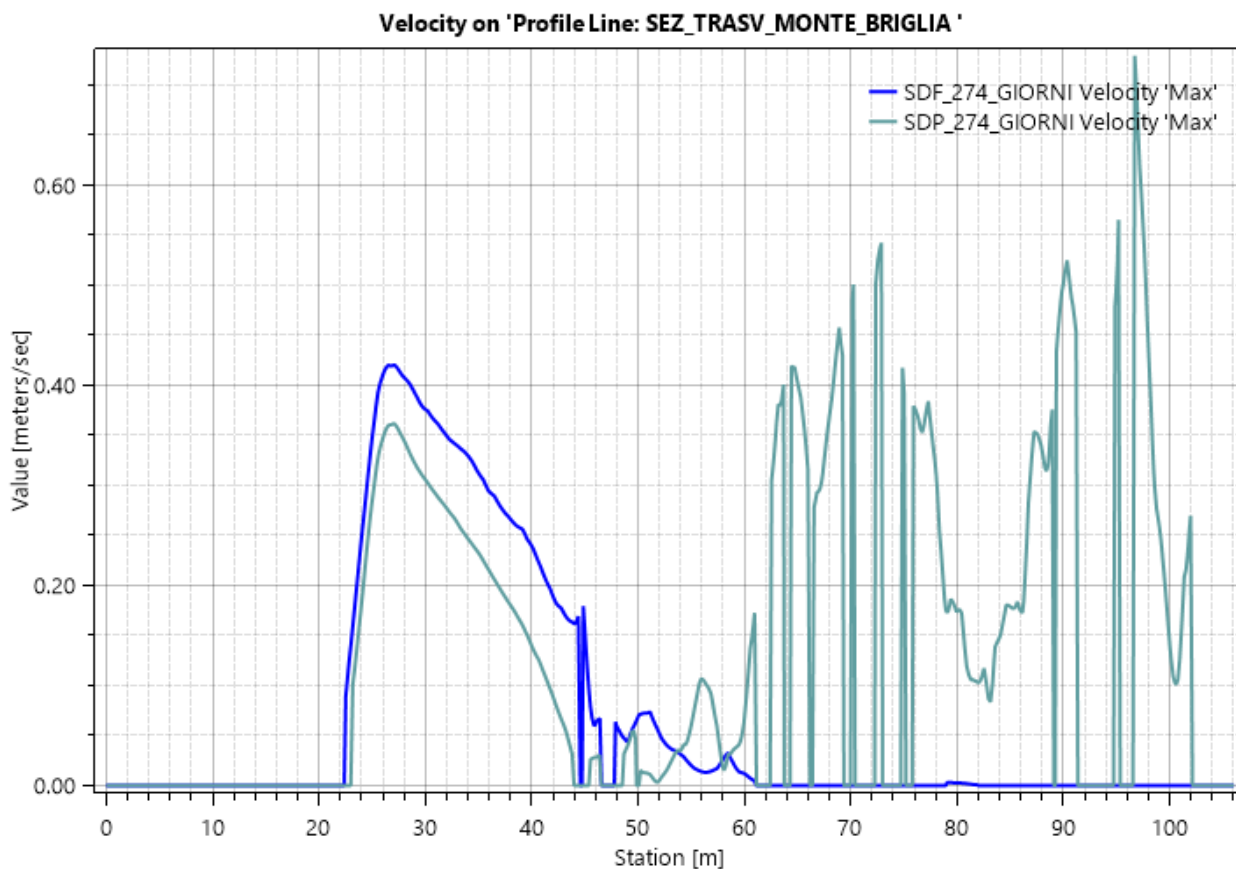


Figura 73: Confronto tra stato di fatto & stato di progetto: andamento delle velocità in corrispondenza della sezione trasversale della briglia, per la simulazione idraulica considerando la portata presente in alveo per 274 giorni.

- **Portata storica media 91 giorni – Sezione a monte della briglia (Sezione 1)**

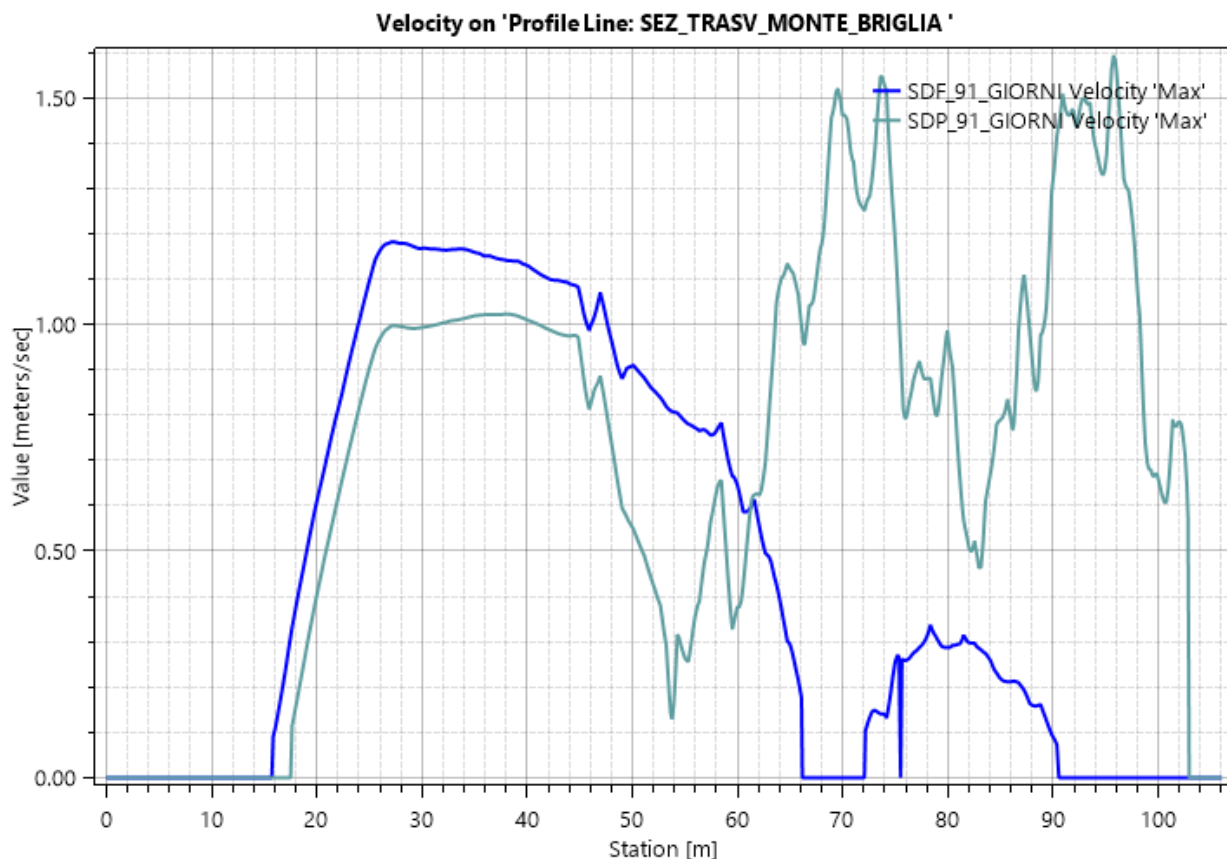


Figura 74: Confronto tra stato di fatto & stato di progetto: andamento delle velocità in corrispondenza della sezione trasversale della briglia, per la simulazione idraulica considerante la portata presente in alveo per 91 giorni.

- **Portata storica media 30 giorni – Sezione a monte della briglia (Sezione 1)**

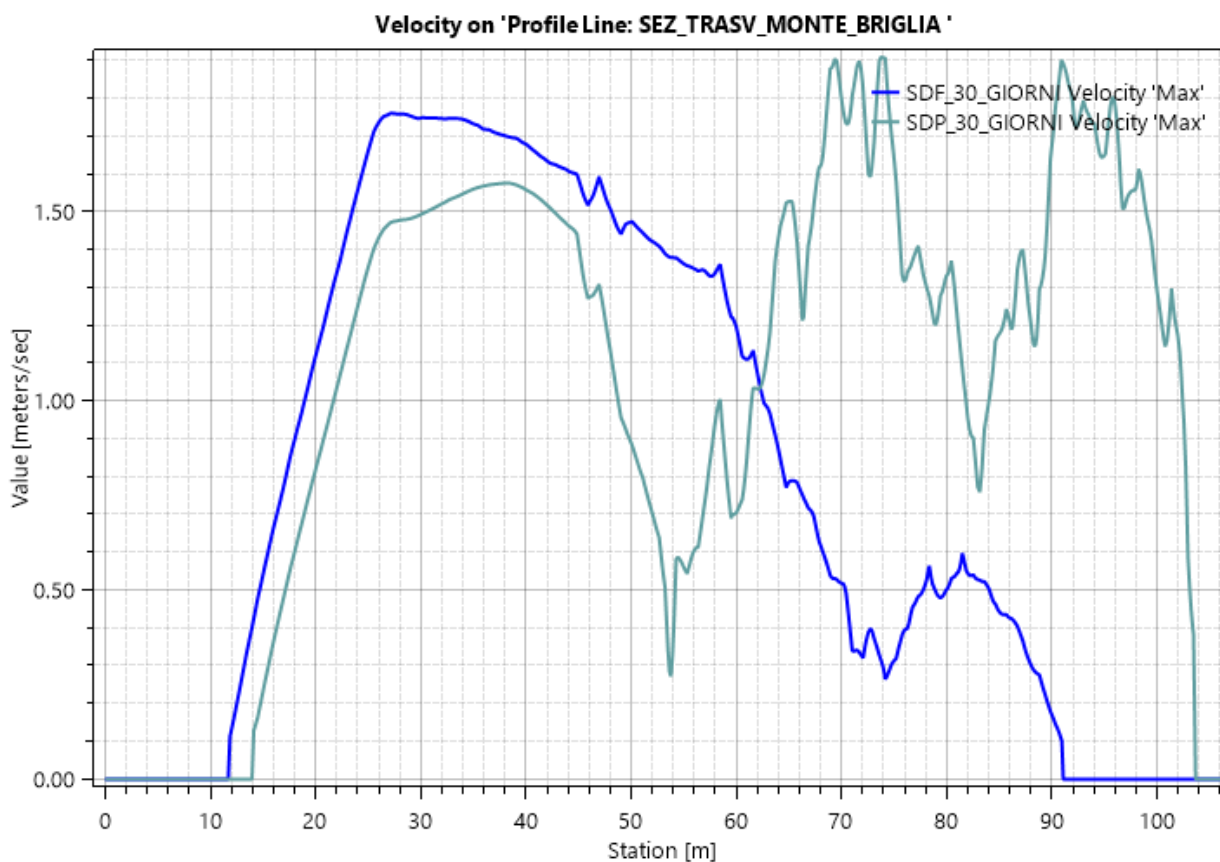


Figura 75: Confronto tra stato di fatto & stato di progetto: andamento delle velocità in corrispondenza della sezione trasversale della briglia, per la simulazione idraulica considerando la portata presente in alveo per 30 giorni.

- **Portata statistica 20 anni – Sezione a monte della briglia (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

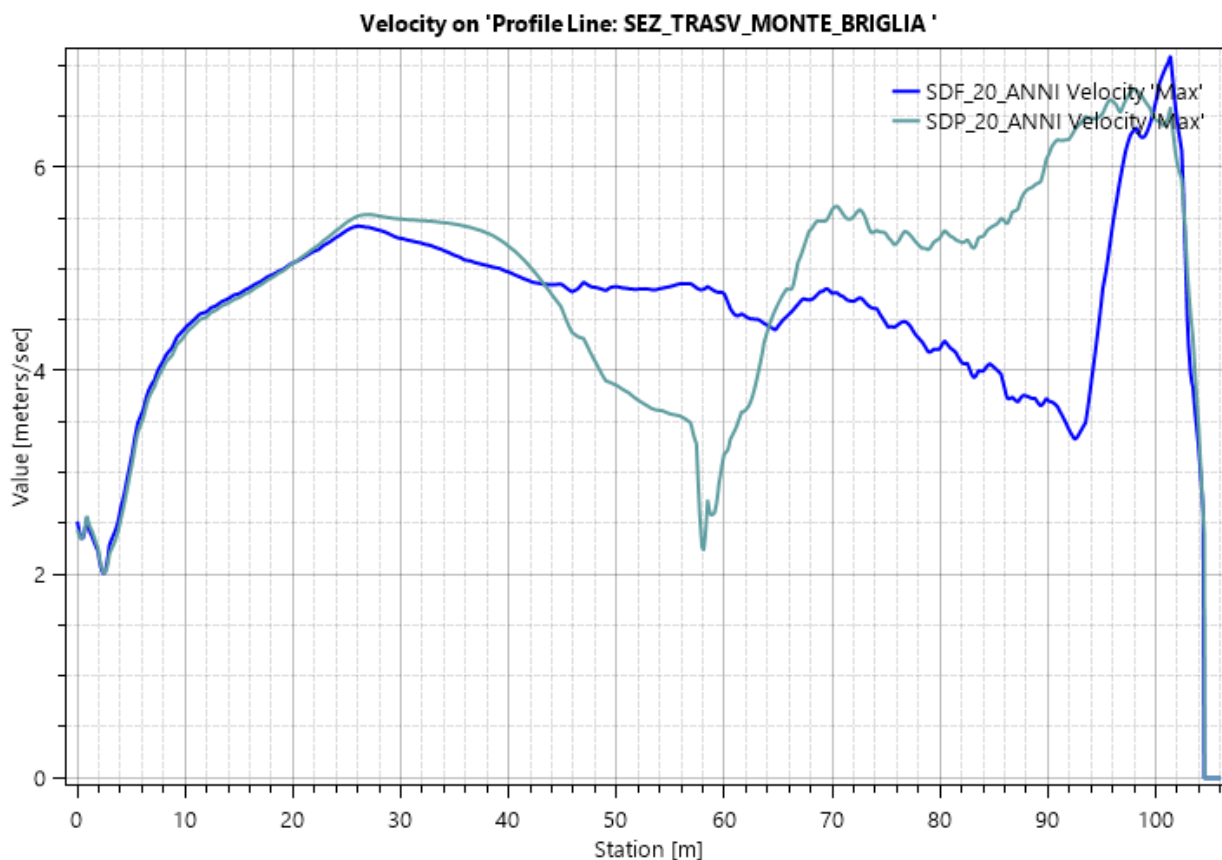


Figura 76: Confronto tra stato di fatto & stato di progetto: andamento delle velocità in corrispondenza della sezione trasversale della briglia, per la simulazione idraulica considerando la portata statistica di tempo di ritorno pari a 20 anni.

- **Portata statistica 20 anni – Sezione a monte della briglia (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

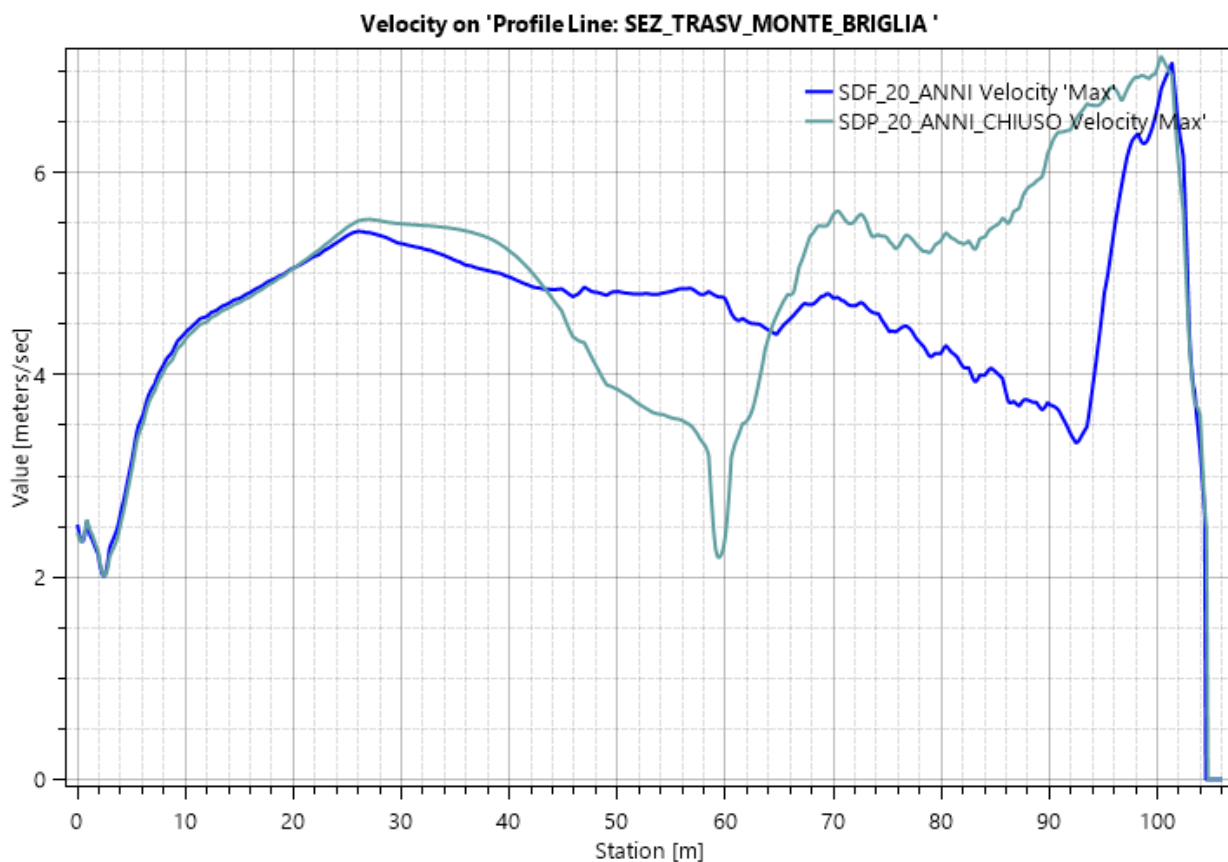


Figura 77: Confronto tra stato di fatto & stato di progetto: andamento delle velocità in corrispondenza della sezione trasversale della briglia, per la simulazione idraulica considerante la portata statistica di tempo di ritorno pari a 20 anni – Paratoie a monte dell’impianto (in corrispondenza della briglia) chiuse.

- **Portata statistica 200 anni – Sezione a monte della briglia (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE APERTE**

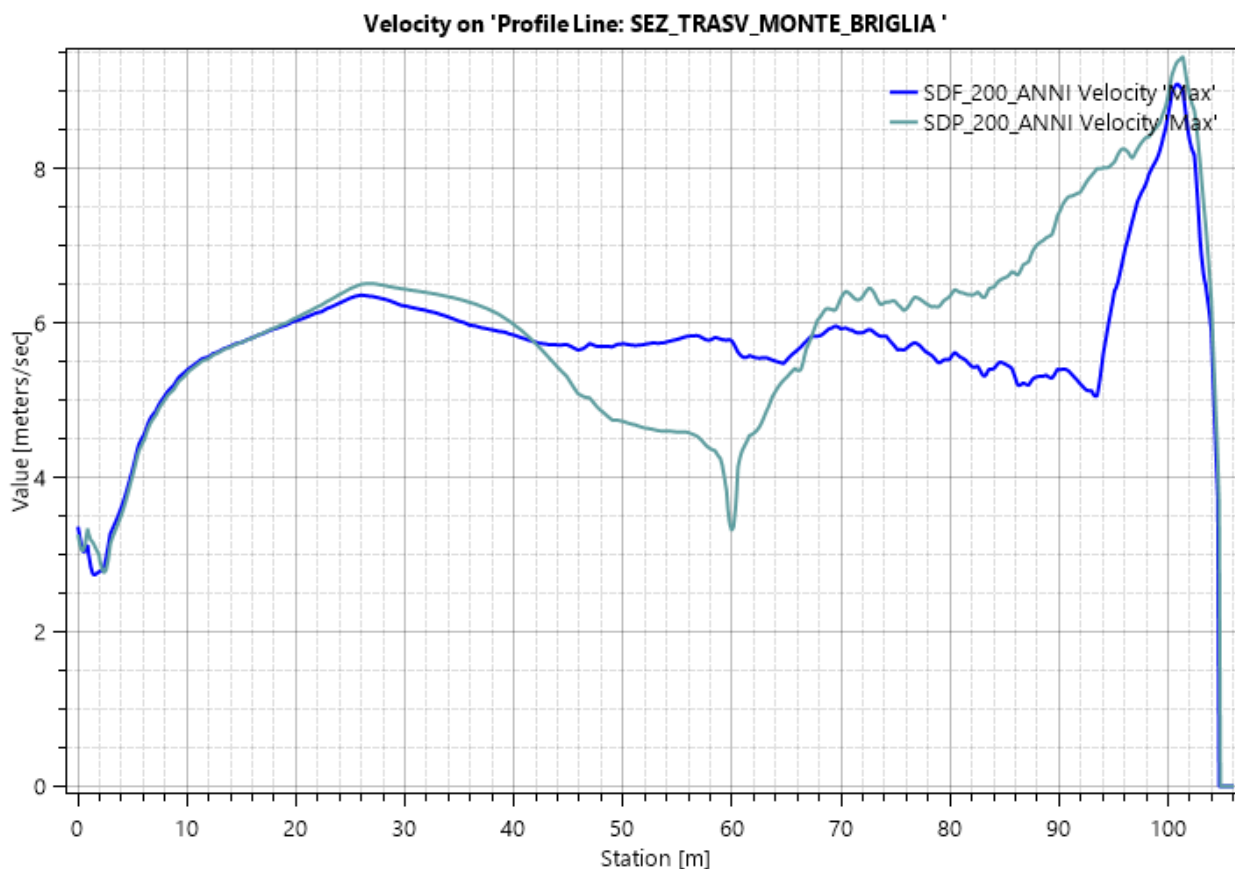


Figura 78: Confronto tra stato di fatto & stato di progetto: andamento delle velocità in corrispondenza della sezione trasversale della briglia, per la simulazione idraulica considerando la portata statistica di tempo di ritorno pari a 200 anni – Paratoie a monte dell’impianto (in corrispondenza della briglia) aperte.

- **Portata statistica 200 anni – Sezione a monte della briglia (Sezione 1) – PARATOIE DI MONTE CHIUSE**

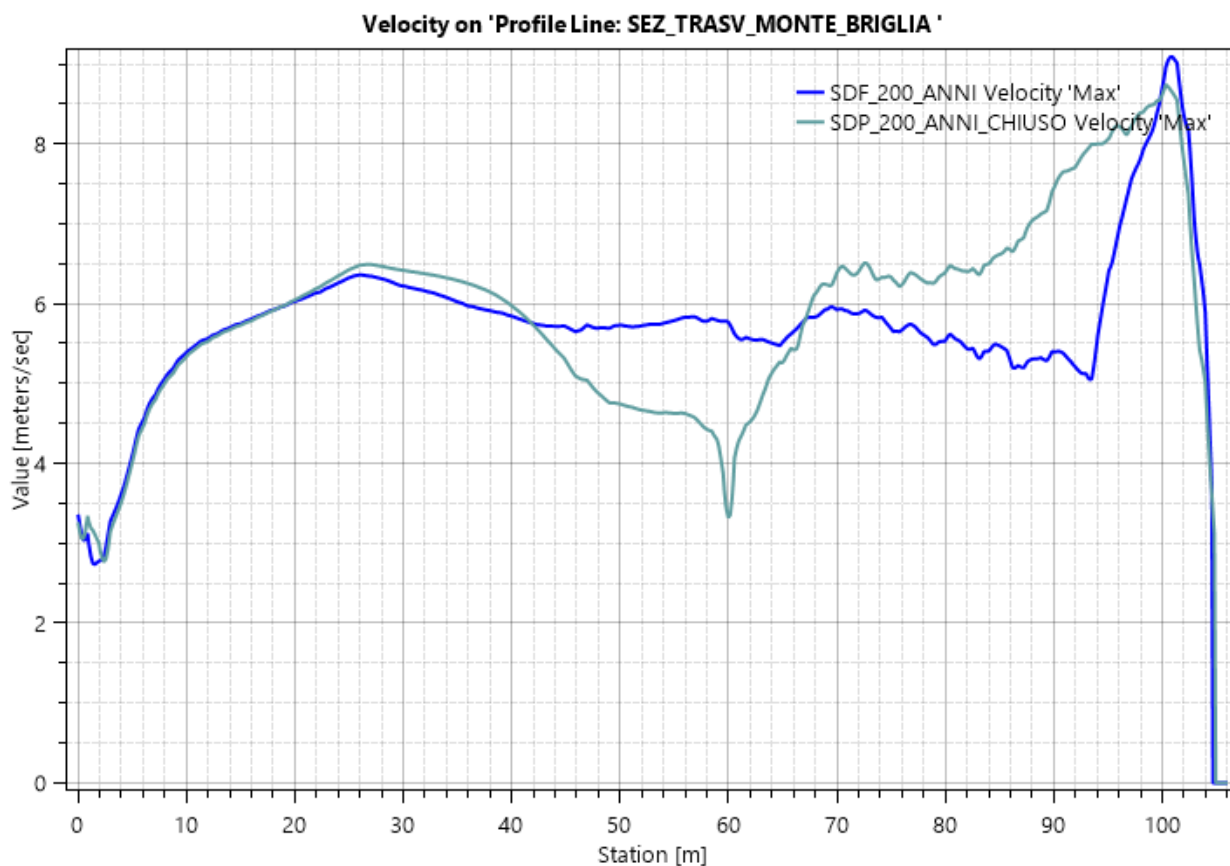


Figura 79: Confronto tra stato di fatto & stato di progetto: andamento delle velocità in corrispondenza della sezione trasversale della briglia, per la simulazione idraulica considerando la portata statistica di tempo di ritorno pari a 200 anni – Paratoie a monte dell'impianto (in corrispondenza della briglia) chiuse.