

PROGETTO DI DERIVAZIONE IDROELETTRICA PER LA
VALORIZZAZIONE ENERGETICA DEL SALTO IDRAULICO
DELLA TRAVERSA ESISTENTE SUL FIUME TANARO
A VALLE DEL PONTE DELLA SP39

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Capellino
Studio di Ingegneria

STUDIO DI INGEGNERIA
Dott. Ing. ANTONIO CAPELLINO

Via Rosa Bianca, 18
12084 Mondovì - (CN)

☎ 0174/551247

✉ info@studiocapellino.it

✉ antonio.capellino@ingpec.eu

Dott. Arch. DANIELE BORGNA

Via G. Pascoli, 39/6 - 12084 Mondovì (CN)

☎ 339-3131477

✉ daniele.borgna@studiocapellino.it

Dott. Ing. ALBERTO BONELLO

Strada di Pascomonti - 12084 Mondovì (CN)

☎ 328-4541205

✉ alberto.bonello@studiocapellino.it

Geom. ALBERTO BALSAMO

S.S. 28 Nord, 81 - 12084 Mondovì (CN)

☎ 347-4097196

✉ alberto.balsamo@studiocapellino.it

Dott. Arch. IVANO GARELLI

Via Sacheri 191 - 12080 Pianfei (CN)

☎ 331-8459912

✉ ivano.garelli@studiocapellino.it

RELAZIONE IDROLOGICA



IDENTIFICATORE:

RICHIEDENTE

B. Energie S.r.l.

Via Venezia 2, Mondovì (CN)

DATA PROGETTO

Dicembre 2020

LAVORO

CDA 001/01

DATA

SCALA

DATA

Elaborato

3

1.	Premessa	2
2.	Bacino imbrifero del fiume Tanaro	3
3.	Portate di riferimento (Base dati idrologica)	5
3.1.	Stazioni idrometriche.....	5
4.	Derivazioni esistenti	8
5.	Anno idrologico medio.....	10
6.	Deflusso minimo vitale e deflusso ecologico	16
6.1.	Ambito di applicazione	16
6.2.	DMV idrologico e DMV di base	16
6.3.	DMV ambientale.....	17
6.4.	Deroghe	17
6.5.	Nuovi prelievi e rinnovi	19
6.6.	Modalità di rilascio in alveo	19
6.7.	Controlli.....	20
6.8.	DMV sulle aste fluviali principali	20
6.9.	Modulazione del rilascio.....	21
6.9.1.	Modulazione di Tipo A	21
6.9.2.	Modulazione di Tipo B	21
6.10.	Determinazione del DMV nelle sezioni di interesse.....	22
6.11.	Modulazione del rilascio	23
6.12.	Modalità di rilascio del deflusso minimo vitale	23
6.13.	Deflusso ecologico	24
7.	Portate derivabili	25
7.1.	Regola operativa	25
7.2.	Distribuzione delle portate.....	26
8.	Anno idrologico scarso	40
9.	Analisi del regime di magra	43
9.1.	Analisi statistica.....	43
9.2.	Portata di magra.....	46
10.	Portate di massima piena.....	47

1. PREMESSA

La presente relazione è redatta al fine di valutare le portate del fiume Tanaro nella sezione di presa dell'impianto idroelettrico in progetto nel Comune di Castello di Annone (AT).

L'analisi riguarda vari aspetti del regime idrologico del fiume Tanaro, quindi si esaminano:

- deflussi dell'anno medio;
- deflusso minimo vitale;
- portate derivabili;
- deflusso dell'anno idrologico scarso;
- regime di magra;
- portate di massima piena.

Quest'analisi ad ampio spettro permette di avere un quadro completo dell'idrologia del fiume Tanaro. Ciò consente di ottimizzare il dimensionamento delle opere civili e dei macchinari della centrale idroelettrica in progetto. Inoltre è possibile valutare gli effetti dell'inserimento dell'opera nell'ambiente in condizioni di magra, ordinarie e di piena eccezionale.

2. BACINO IMBRIFERO DEL FIUME TANARO

Il fiume Tanaro è il principale affluente destro del fiume Po. Esso nasce al confine tra Piemonte e Liguria dalla confluenza dei torrenti Tanarello e Negrone.

Il fiume Tanaro principia con direzione Ovest ÷ Est per deviare verso Nord presso il Comune di Garessio. Dapprima il fiume scorre nel fondovalle alpino, mentre dopo il Comune di Ceva si sviluppa in una valle incisa ad “U” formando il confine dell’ambiente collinare della Langa. Qui riceve i principali affluenti dell’alto corso: i torrenti Corsaglia, Ellero e Pesio, tutti in sinistra orografica.

Nel Comune di Cherasco riceve in sinistra orografica il fiume Stura di Demonte che raddoppia quasi il bacino imbrifero complessivo. Poco dopo la confluenza il fiume si dirige verso Nord – Est, fino alla confluenza col torrente Borbore presso Asti.

Infine il fiume si dirige ad Est ed incontra il torrente Belbo ed il fiume Bormida, prima di affluire nel ricettore fiume Po.

L’impianto idroelettrico in progetto è previsto nel Comune di Castello di Annone in corrispondenza della traversa della derivazione energetica esistente a valle della Strada Provinciale 39.

La sezione di presa in progetto è localizzata tra Asti e Alessandria nel tratto compreso tra la confluenza del torrente Borbore e l’immissione del torrente Belbo.

Il bacino idrografico del fiume Tanaro con sezione di chiusura presso la derivazione in progetto ha le seguenti caratteristiche morfologiche:

- $S = 4'475,4 \text{ km}^2$;
- $H_{min} = 98 \text{ m s.l.m.}$;
- $H_{med} = 866 \text{ m s.l.m.}$;
- $H_{max} = 3'031 \text{ m s.l.m.}$.

I dati sono reperiti dal rilievo planoaltimetrico eseguito con strumento satellitare, dalla Carta Tecnica Regionale e dal Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte (sezione significativa 2474-1, in corrispondenza del ponte della S.P. 39).

La successiva Figura 1 riporta l’estratto della tavola monografica del “Basso Tanaro” del Piano di Tutela delle Acque della Regione Piemonte.

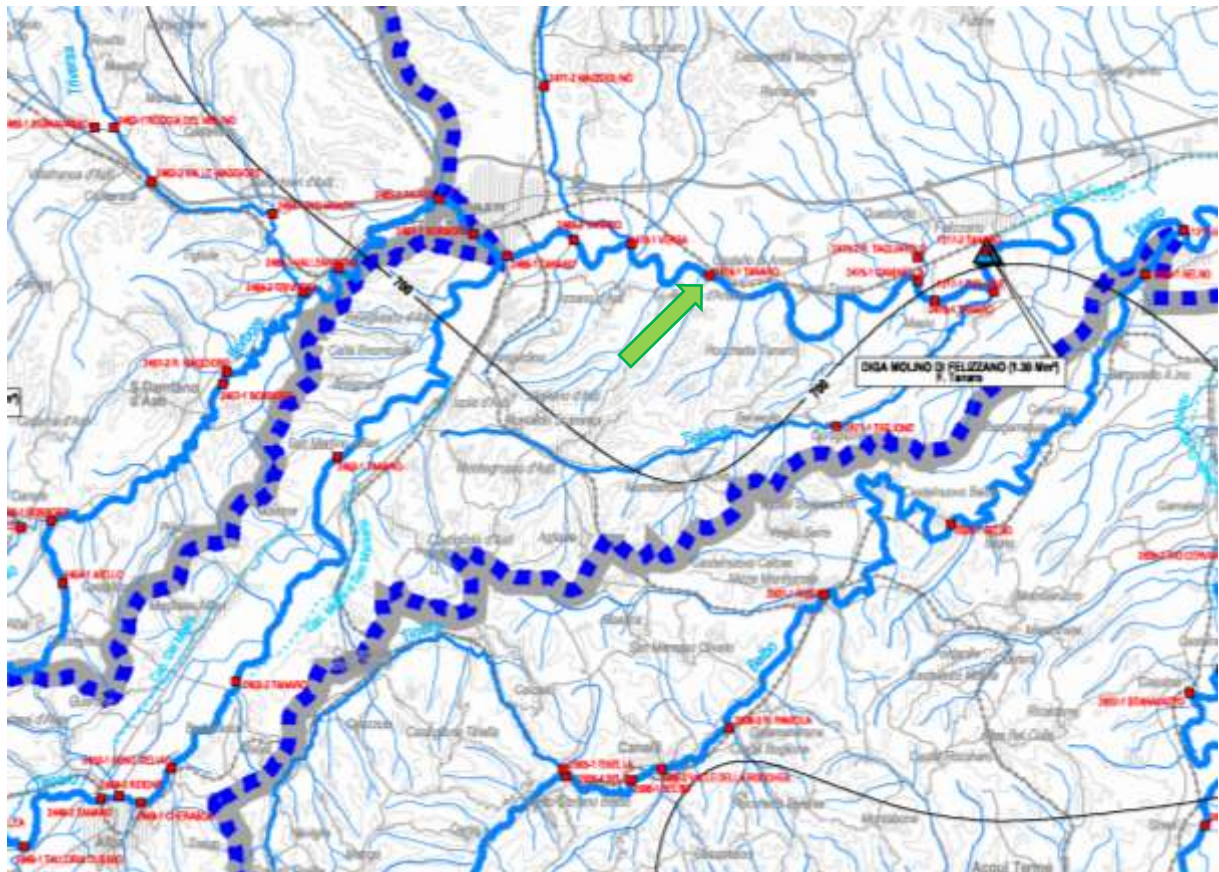


Figura 1: Inquadramento cartografico del bacino imbrifero del fiume Tanaro
(la derivazione in progetto è indicata dalla freccia verde)

3. PORTATE DI RIFERIMENTO (BASE DATI IDROLOGICA)

3.1. Stazioni idrometriche

La presa idroelettrica in progetto insiste sul fiume Tanaro nel tratto compreso tra le stazioni idrometriche dell'ARPA Piemonte di Asti e di Masio.

La successiva Tabella 1 mostra i dati caratteristici delle due stazioni di misura dell'ARPA Piemonte.

Tabella 1: Dati caratteristici delle stazioni idrografiche

Ente	Località	Superficie (km ²)	Periodo di misura
ARPA	Asti	4'100	2004÷2018
ARPA	Masio	4'534	2000÷2015

Entrambe le stazioni idrometriche offrono una serie di portate sufficientemente consistenti, formate da circa 15 anni di misure.

Nel tratto di fiume Tanaro compreso tra le stazioni di misura sono presenti delle derivazioni che influenzano il deflusso disponibile del corso d'acqua. Per la ricostruzione idrologica del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto è quindi preferibile utilizzare come base dati le serie di misure di portata di Asti. Infatti è preferibile considerare le potenziali sottrazioni idriche a monte invece che dover aggiungere le portate di prelievo a valle, poiché i diritti di concessione sono certi, mentre l'effettivo esercizio delle stesse è solo ipotizzabile.

Per contro, la stazione di Masio ha un bacino idrografico con estensione più simile a quello con sezione di chiusura presso la presa in progetto.

Infine, la stazione idrometrica di Asti è tutt'ora operante, mentre per quella di Masio, le serie di misura delle portate terminano nel 2015.

Per tutto quanto sopra esposto, l'analisi idrologica del fiume Tanaro per la definizione delle portate nella sezione di presa in progetto è basata sui deflussi misurati dall'ARPA Piemonte nella stazione idrometrica di Asti.

Nella Tabella 2 sono contenute le portate medie annue e mensili, mentre nella Tabella 3 sono riportati i valori delle curve di durata delle portate.

Tabella 2: Portate medie annue e mensili del fiume Tanaro a Asti (m³/s)

Periodo	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2004	66,18	66,15	67,23	98,64	109,22	176,32	95,47	24,19	12,19	18,19	31,05	53,50	42,47
2005	49,34	30,96	25,14	33,61	113,61	99,24	32,35	8,07	9,92	42,19	107,68	47,21	40,96
2006	43,98	35,56	64,35	75,58	80,64	53,12	11,90	7,98	9,23	60,95	45,60	33,28	51,94
2007	29,73	23,11	20,03	20,61	53,01	41,04	72,92	4,06	12,05	16,03	25,26	41,04	28,76
2008	77,65	51,17	43,98	53,36	94,22	192,46	193,41	32,00	16,56	21,13	24,51	84,65	124,89
2009	120,61	70,83	105,19	159,74	355,30	253,48	146,16	62,45	30,05	58,90	51,94	72,38	84,22
2010	104,83	54,10	65,94	156,76	155,73	185,13	139,98	37,81	33,00	21,95	43,62	241,61	123,07
2011	82,28	67,27	71,71	177,86	122,90	83,29	114,64	34,90	22,09	31,84	35,40	190,75	37,91
2012	68,04	39,80	43,97	75,95	97,48	140,60	58,29	16,96	9,94	77,49	43,87	139,14	74,70
2013	91,41	50,70	55,73	120,12	203,43	269,58	120,82	51,28	22,28	21,87	52,16	53,94	72,62
2014	114,38	98,95	120,61	167,48	170,73	147,84	139,48	66,55	36,17	26,59	33,98	181,99	184,77
2015	78,28	65,49	108,60	199,65	163,20	137,28	79,15	12,81	21,00	23,75	66,38	38,60	26,15
2016	65,61	22,44	45,26	108,33	103,91	78,23	57,75	11,28	10,31	12,08	33,04	217,84	89,75
2017	39,74	41,53	70,71	74,24	100,41	66,60	27,13	11,63	7,70	12,16	14,42	26,63	27,01
2018	98,40	57,97	39,76	101,23	177,12	262,97	160,96	36,97	16,97	23,19	62,89	181,42	58,46
Media	75,37	51,74	63,22	108,21	140,06	145,81	96,69	27,93	17,96	31,22	44,79	106,93	71,18

Tabella 3: Curve di durata delle portate del fiume Tanaro a Asti (m³/s)

D (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355
2004	174,00	140,00	119,00	92,80	72,10	53,20	28,00	8,01
2005	159,00	129,00	82,10	56,00	43,80	37,00	24,40	5,47
2006	132,00	84,40	72,30	62,40	48,00	34,40	13,30	5,72
2007	103,00	62,60	44,20	32,10	25,10	21,60	16,00	3,06
2008	297,00	215,00	129,00	95,70	59,00	46,50	25,70	12,90
2009	317,00	255,00	210,00	162,00	119,00	78,70	51,70	27,10
2010	301,00	213,00	178,00	137,00	112,00	87,20	38,00	10,40
2011	259,00	163,00	118,00	92,90	72,40	56,10	32,50	18,30
2012	209,00	142,00	109,00	89,30	68,60	55,80	35,00	9,06
2013	327,00	219,00	155,00	131,00	70,60	53,00	40,90	16,70
2014	293,00	198,00	170,00	156,00	129,00	111,00	49,00	20,80
2015	207,00	173,00	147,00	116,00	78,50	58,90	26,40	5,85
2016	202,00	128,00	98,90	80,70	65,50	37,20	16,60	5,19
2017	114,00	87,60	73,60	61,80	43,80	26,40	13,60	6,25
2018	385,00	225,00	189,00	156,00	84,40	53,30	32,00	14,10
Media	231,93	162,31	126,34	101,45	72,79	54,02	29,54	11,26

Nella successiva Tabella 4 sono riportate le curve mensili di durata delle portate ricavate dai deflussi misurati dall'ARPA Piemonte sul fiume Tanaro nella sezione di Asti.

Tabella 4: Curve mensili di durata delle portate del fiume Tanaro a Asti (m³/s)

D (gg)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	106,96	144,74	254,84	317,73	298,02	206,12	55,51	52,00	98,71	134,65	491,43	240,96
2	81,66	104,50	190,06	263,44	263,43	167,09	49,49	32,27	75,41	94,64	326,25	169,35
3	69,58	93,11	170,00	208,68	221,42	148,35	45,88	29,86	62,32	78,79	241,62	120,60
4	65,48	88,32	150,12	181,36	204,39	141,41	43,94	27,62	54,23	66,33	197,55	107,11
5	62,86	82,60	141,69	174,15	187,40	136,30	40,93	25,12	46,38	60,02	159,71	96,54
6	58,99	77,42	136,93	168,93	179,45	129,61	37,95	23,55	42,14	53,91	146,99	84,50
7	56,68	74,17	127,37	164,37	174,31	125,29	36,86	22,54	38,97	49,72	128,26	78,57
8	55,13	70,69	123,57	158,52	165,21	118,15	35,84	21,35	35,33	47,84	118,56	75,59
9	54,23	68,23	121,03	153,09	159,51	112,57	34,63	20,49	33,27	46,36	106,89	72,51
10	53,01	64,97	117,72	149,77	154,17	108,77	32,89	19,51	32,11	44,55	95,97	70,04
11	52,27	61,51	114,04	144,76	148,65	104,11	31,61	18,84	29,71	43,53	90,51	67,71
12	51,51	59,51	109,77	141,42	146,91	102,00	29,92	18,21	27,98	41,94	85,85	66,17
13	50,52	57,85	107,19	138,42	142,17	98,89	29,25	17,42	27,01	41,12	80,13	64,39
14	49,74	56,18	104,50	136,01	140,33	96,82	28,18	16,98	26,45	40,43	75,09	62,21
15	48,79	54,28	101,47	132,21	134,71	92,92	26,45	16,18	25,81	38,67	73,05	59,73
16	47,89	52,75	98,51	129,26	132,29	89,99	25,40	15,69	24,47	37,80	69,13	58,47
17	47,27	51,75	95,00	126,37	129,95	87,46	24,63	14,99	23,57	37,00	65,01	56,71
18	46,58	50,79	93,89	123,41	128,89	85,82	23,72	14,58	21,55	36,10	61,32	55,35
19	46,15	50,29	91,21	119,09	124,93	82,96	22,74	14,29	20,98	34,55	60,00	52,45
20	44,99	49,45	86,93	112,83	121,59	79,29	22,04	13,90	20,51	33,83	58,25	51,43
21	44,15	48,59	85,21	108,15	119,57	76,61	21,51	13,46	20,13	33,05	55,97	50,11
22	43,39	47,81	82,67	104,85	117,29	72,89	20,76	13,05	19,19	32,14	52,84	48,75
23	42,62	46,93	80,89	100,88	113,66	68,61	20,18	12,12	18,62	31,59	51,81	47,65
24	42,34	46,53	78,16	98,49	111,68	65,01	19,09	11,70	17,97	31,22	50,69	47,05
25	42,00	45,01	76,65	97,14	109,91	61,02	17,83	11,30	17,42	30,85	49,68	45,99
26	41,53	43,35	73,17	94,69	106,19	56,80	16,84	11,01	16,72	30,32	48,35	44,93
27	41,04	42,08	71,19	92,97	103,53	52,21	15,91	10,57	16,14	29,99	45,22	44,08
28	40,36	41,33	69,51	89,20	100,19	47,55	14,99	10,20	15,36	28,96	41,62	43,56
29	39,55	32,48	68,67	86,94	96,55	44,40	14,50	9,85	14,72	27,70	40,51	42,15
30	38,61		66,99	84,73	93,89	41,81	13,76	9,36	13,45	26,50	39,70	41,42
31	37,90		65,61		89,98		12,58	8,89		24,29		40,45

4. DERIVAZIONI ESISTENTI

Tra la stazione di misura dell'ARPA Piemonte di Asti e la presa idroelettrica in progetto sono presenti alcune derivazioni irrigue ed idroelettriche, di cui una utilizza la traversa fluviale esistente oggetto della valorizzazione energetica in progetto.

Attraverso il Sistema Informativo delle Risorse Idriche (S.I.R.I.) della Regione Piemonte sono state reperite le caratteristiche principali delle derivazioni insistenti sul tratto di fiume Tanaro compreso tra la stazione di misura dell'ARPA Piemonte e la sezione di presa in progetto. Tali dati sono riportati nella successiva Tabella 5.

La successiva Figura 2 mostra l'ubicazione della traversa oggetto della valorizzazione energetica in progetto (freccia rossa) e delle derivazioni esistenti.

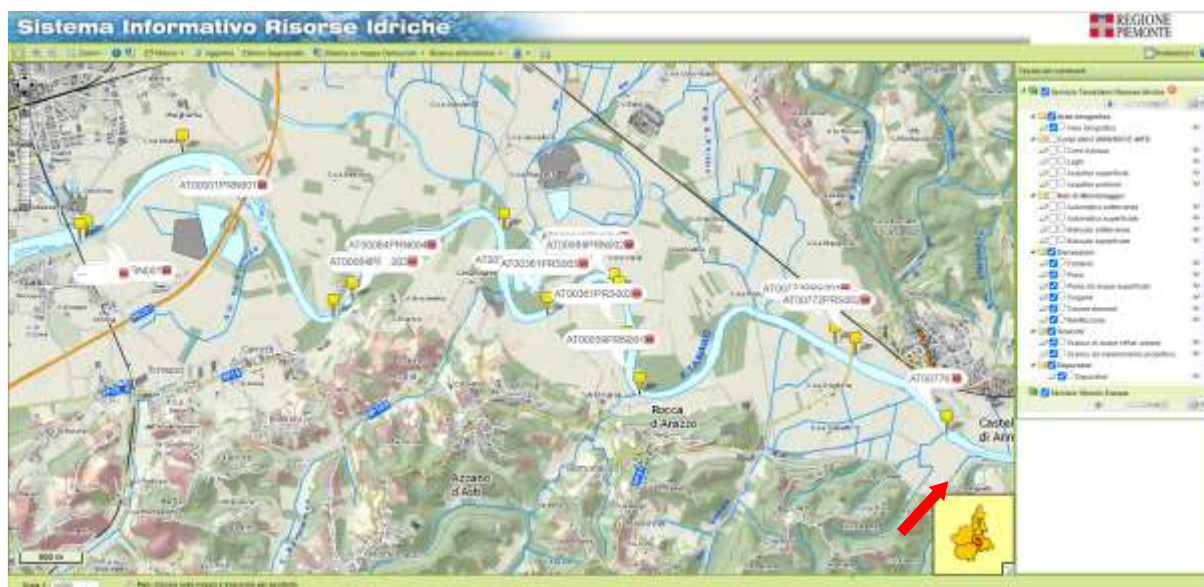


Figura 2: Estratto della mappa del S.I.R.I.

Tabella 5: Derivazioni esistenti sul fiume Tanaro

Codice Derivazione	Comune	Periodo di prelievo	Q _{max} (m ³ /s)	Q _{med} (m ³ /s)
AT00001PRN001	Asti	1 mag ÷ 30 set	43,3	
AT00059PRN001	Rocca d'Arazzo	1 giu ÷ 30 set	2	
AT00084PRN001	Rocca d'Arazzo	15 mag ÷ 30 set	5	
AT00084PRN002	Rocca d'Arazzo	15 mag ÷ 30 set	5	
AT00084PRN003	Azzano d'Asti	15 mag ÷ 30 set	5	
AT00084PRN004	Azzano d'Asti	15 mag ÷ 30 set	5	
AT00106PRN001	Asti	15 mag ÷ 30 set	100	
AT00361PRS001	Azzano d'Asti	1 apr ÷ 30 set		
AT00361PRS002	Rocca d'Arazzo	1 apr ÷ 30 set	20	
AT00361PRS004	Azzano d'Asti	1 apr ÷ 30 set	20	
AT00361PRS005	Azzano d'Asti	1 apr ÷ 30 set	20	
AT00772PRS001	Castello di Annone	15 apr ÷ 15 set	35	1,58
AT00772PRS002	Castello di Annone	15 apr ÷ 15 set	35	1,58
AT00778	Asti		80'000	
AT00776	Castello di Annone	1 gen ÷ 31 dic	55'000	31'900

Le derivazioni con codice AT00778 e AT00776 sono di tipo energetico, mentre le altre sono irrigue. Pertanto le derivazioni esistenti sul fiume Tanaro sottraggono la risorsa idrica alla sezione di presa in progetto con l'eccezione della derivazione AT00778, il cui prelievo è restituito a monte dell'impianto in progetto.

La derivazione idroelettrica AT00776, invece, deriva la portata in corrispondenza della traversa oggetto della valorizzazione idroelettrica in progetto. Di conseguenza, la derivazione sottende la presa in progetto e pertanto la portata disponibile è decurtata di tale prelievo. Tuttavia, nell'analisi idrologica per definire le portate del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto è tralasciato tale prelievo, che è decurtato in modo specifico nell'analisi delle portate derivabili.

5. ANNO IDROLOGICO MEDIO

Nel precedente capitolo 3. “Portate di riferimento (Base dati idrologica)” sono riportati i dati idrologici a disposizione per l’analisi dei deflussi del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto nel Comune di Castello di Annone.

Tali dati di base comprendono anche i deflussi delle derivazioni irrigue presenti a monte, che pertanto vanno decurtati dalle portate misurate dall’ARPA Piemonte.

Le derivazioni irrigue presenti a monte hanno periodi di esercizio particolarmente eterogenei, con date di inizio e di fine spesso ricadenti a metà mese. Pertanto non è possibile operare tali decurtazioni sui dati medi già elaborati, in special modo sulle curve mensili ed annua di durata delle portate.

Alla luce di quanto indicato, i prelievi concessionati sono decurtati dalle portate medie giornaliere misurate dall’ARPA Piemonte nella stazione idrometrica di Asti.

Operando in tale modo, si ottengono i deflussi riassunti nelle successive Tabella 6, Tabella 7 e Tabella 8.

Tabella 6: Portate medie annue e mensili del fiume Tanaro (m³/s)

Periodo	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2004	66,06	66,15	67,23	98,64	109,12	176,08	95,17	23,89	11,90	17,93	31,05	53,50	42,47
2005	49,21	30,96	25,14	33,61	113,52	99,00	32,05	7,78	9,63	41,93	107,68	47,21	40,96
2006	43,86	35,56	64,35	75,58	80,54	52,88	11,61	7,68	8,93	60,69	45,60	33,28	51,94
2007	29,61	23,11	20,03	20,61	52,91	40,80	72,62	3,76	11,75	15,77	25,26	41,04	28,76
2008	77,53	51,17	43,98	53,36	94,12	192,23	193,11	31,70	16,26	20,87	24,51	84,65	124,89
2009	120,48	70,83	105,19	159,74	355,20	253,24	145,86	62,15	29,76	58,64	51,94	72,38	84,22
2010	104,70	54,10	65,94	156,76	155,64	184,89	139,68	37,51	32,70	21,69	43,62	241,61	123,07
2011	82,16	67,27	71,71	177,86	122,80	83,05	114,35	34,60	21,80	31,58	35,40	190,75	37,91
2012	67,92	39,80	43,97	75,95	97,38	140,36	58,00	16,66	9,64	77,23	43,87	139,14	74,70
2013	91,28	50,70	55,73	120,12	203,34	269,34	120,52	50,98	21,99	21,61	52,16	53,94	72,62
2014	114,26	98,95	120,61	167,48	170,64	147,60	139,19	66,25	35,88	26,33	33,98	181,99	184,77
2015	78,16	65,49	108,60	199,65	163,10	137,04	78,85	12,51	20,70	23,49	66,38	38,60	26,15
2016	65,49	22,44	45,26	108,33	103,82	77,99	57,45	10,99	10,01	11,82	33,04	217,84	89,75
2017	39,62	41,53	70,71	74,24	100,31	66,36	26,84	11,34	7,40	11,90	14,42	26,63	27,01
2018	98,28	57,97	39,76	101,23	177,03	262,73	160,67	36,68	16,68	22,93	62,89	181,42	58,46
Media	75,24	51,74	63,22	108,21	139,96	145,57	96,40	27,63	17,67	30,96	44,79	106,93	71,18

Tabella 7: Curve di durata delle portate del fiume Tanaro (m³/s)

D (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355
2004	173,71	140,00	119,00	92,80	72,10	53,20	27,70	7,71
2005	159,00	129,00	82,10	56,00	43,74	37,00	24,30	5,17
2006	131,77	84,40	72,30	62,37	48,00	34,40	13,00	5,42
2007	102,94	62,50	44,20	32,10	25,10	21,50	15,80	2,76
2008	296,70	214,71	128,70	95,70	59,00	46,50	25,60	12,60
2009	316,87	254,71	209,94	161,70	118,70	78,70	51,57	26,80
2010	300,83	213,00	178,00	136,71	112,00	87,20	38,00	10,10
2011	259,00	162,94	117,83	92,90	72,30	56,10	32,37	18,00
2012	209,00	141,71	109,00	89,17	68,60	55,80	34,80	8,76
2013	326,71	218,83	155,00	130,94	70,30	52,70	40,90	16,40
2014	293,00	197,94	169,83	156,00	128,71	111,00	48,70	20,50
2015	207,00	172,94	146,71	116,00	78,20	58,90	26,20	5,55
2016	201,83	128,00	98,90	80,70	65,50	37,20	16,30	4,89
2017	114,00	87,47	73,47	61,60	43,71	26,40	13,60	5,95
2018	385,00	225,00	188,87	155,70	84,40	53,00	31,90	13,80
Media	231,82	162,21	126,26	101,36	72,69	53,97	29,39	10,97

Tabella 8: Curve mensili di durata delle portate del fiume Tanaro (m³/s)

D (gg)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	106,96	144,74	254,84	317,64	297,81	205,82	55,22	51,70	98,44	134,65	491,43	240,96
2	81,66	104,50	190,06	263,36	263,21	166,80	49,19	31,97	75,15	94,64	326,25	169,35
3	69,58	93,11	170,00	208,58	221,21	148,05	45,59	29,56	62,08	78,79	241,62	120,60
4	65,48	88,32	150,12	181,26	204,17	141,11	43,64	27,33	53,98	66,33	197,55	107,11
5	62,86	82,60	141,69	174,04	187,18	136,00	40,63	24,82	46,12	60,02	159,71	96,54
6	58,99	77,42	136,93	168,83	179,24	129,32	37,66	23,25	41,89	53,91	146,99	84,50
7	56,68	74,17	127,37	164,27	174,06	125,00	36,56	22,24	38,72	49,72	128,26	78,57
8	55,13	70,69	123,57	158,42	165,00	117,86	35,54	21,06	35,08	47,84	118,56	75,59
9	54,23	68,23	121,03	152,99	159,28	112,27	34,33	20,19	33,01	46,36	106,89	72,51
10	53,01	64,97	117,72	149,68	153,97	108,48	32,59	19,21	31,86	44,55	95,97	70,04
11	52,27	61,51	114,04	144,66	148,42	103,82	31,31	18,54	29,47	43,53	90,51	67,71
12	51,51	59,51	109,77	141,33	146,68	101,70	29,63	17,92	27,74	41,94	85,85	66,17
13	50,52	57,85	107,19	138,32	141,96	98,59	28,95	17,13	26,76	41,12	80,13	64,39
14	49,74	56,18	104,50	135,91	140,10	96,52	27,88	16,69	26,20	40,43	75,09	62,21
15	48,79	54,28	101,47	132,11	134,47	92,62	26,16	15,89	25,58	38,67	73,05	59,73
16	47,89	52,75	98,51	129,15	132,05	89,69	25,11	15,40	24,22	37,80	69,13	58,47
17	47,27	51,75	95,00	126,25	129,72	87,16	24,33	14,70	23,32	37,00	65,01	56,71
18	46,58	50,79	93,89	123,28	128,67	85,52	23,43	14,29	21,28	36,10	61,32	55,35
19	46,15	50,29	91,21	118,98	124,69	82,66	22,44	14,00	20,73	34,55	60,00	52,45
20	44,99	49,45	86,93	112,74	121,33	78,99	21,74	13,60	20,23	33,83	58,25	51,43
21	44,15	48,59	85,21	108,05	119,31	76,31	21,22	13,16	19,86	33,05	55,97	50,11
22	43,39	47,81	82,67	104,76	117,05	72,60	20,47	12,76	18,91	32,14	52,84	48,75
23	42,62	46,93	80,89	100,79	113,40	68,32	19,89	11,82	18,35	31,59	51,81	47,65
24	42,34	46,53	78,16	98,40	111,44	64,71	18,80	11,41	17,69	31,22	50,69	47,05
25	42,00	45,01	76,65	97,05	109,63	60,73	17,53	11,01	17,14	30,85	49,68	45,99
26	41,53	43,35	73,17	94,60	105,92	56,50	16,55	10,71	16,45	30,32	48,35	44,93
27	41,04	42,08	71,19	92,87	103,28	51,92	15,62	10,28	15,86	29,99	45,22	44,08
28	40,36	41,33	69,51	89,12	99,92	47,26	14,69	9,90	15,08	28,96	41,62	43,56
29	39,55	32,48	68,67	86,84	96,28	44,11	14,20	9,56	14,45	27,70	40,51	42,15
30	38,61		66,99	84,64	93,61	41,51	13,46	9,06	13,16	26,50	39,70	41,42
31	37,90		65,61		89,71		12,28	8,59		24,29		40,45

I deflussi antropizzati ricavati, sono riferiti alla sezione idrologica di Asti, mentre la presa in progetto è ubicata a Castello di Annone e sottende un bacino idrografico con estensione sensibilmente maggiore. Di conseguenza si definiscono i contributi specifici della sezione idrologica di Asti sulla base delle portate antropizzate calcolate in precedenza.

Tabella 9: Portate medie annue e mensili antropizzate del fiume Tanaro

Grandezza	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Q (m ³ /s)	75,24	51,74	63,22	108,21	139,96	145,57	96,40	27,63	17,67	30,96	44,79	106,93	71,18
q (l/s km ²)	18,35	12,62	15,42	26,39	34,14	35,51	23,51	6,74	4,31	7,55	10,92	26,08	17,36

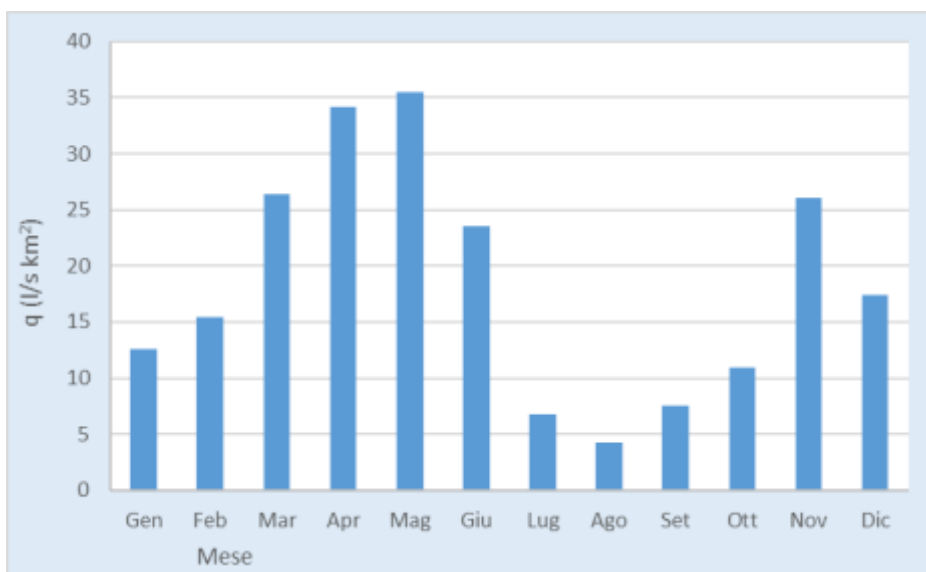


Grafico 1: Portate specifiche medie mensili del fiume Tanaro

Tabella 10: Curva di durata delle portate antropizzate del fiume Tanaro

Durata (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355
Q (m ³ /s)	231,82	162,21	126,26	101,36	72,69	53,97	29,39	10,97
q (l/s km ²)	56,54	39,56	30,79	24,72	17,73	13,16	7,17	2,67

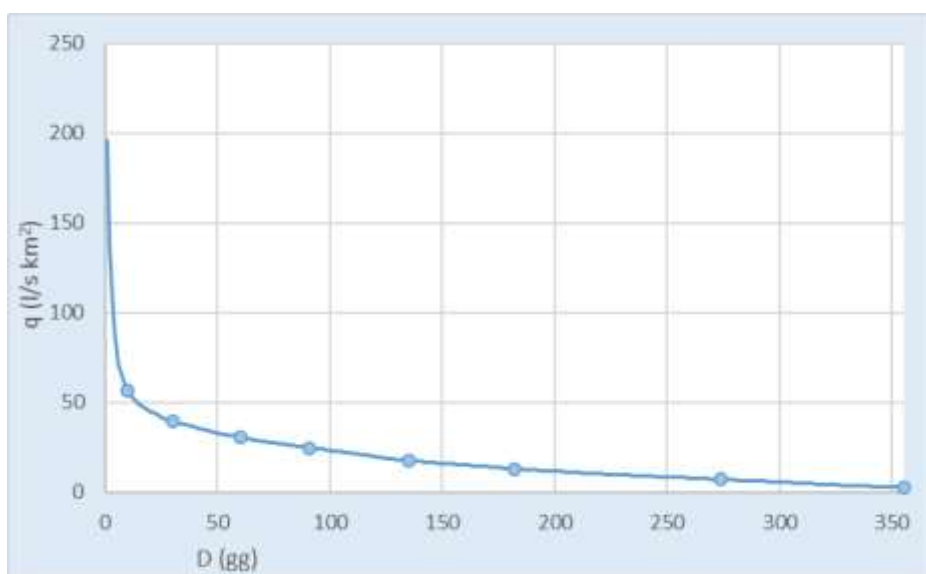


Grafico 2: Curva di durata delle portate specifiche del fiume Tanaro

Tabella 11: Curve mensili di durata delle portate del fiume Tanaro (l/s km²)

D (gg)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	26,09	35,30	62,16	77,47	72,64	50,20	13,47	12,61	24,01	32,84	119,86	58,77
2	19,92	25,49	46,36	64,23	64,20	40,68	12,00	7,80	18,33	23,08	79,57	41,31
3	16,97	22,71	41,46	50,87	53,95	36,11	11,12	7,21	15,14	19,22	58,93	29,41
4	15,97	21,54	36,61	44,21	49,80	34,42	10,64	6,67	13,17	16,18	48,18	26,13
5	15,33	20,15	34,56	42,45	45,65	33,17	9,91	6,05	11,25	14,64	38,95	23,55
6	14,39	18,88	33,40	41,18	43,72	31,54	9,18	5,67	10,22	13,15	35,85	20,61
7	13,82	18,09	31,07	40,07	42,45	30,49	8,92	5,42	9,44	12,13	31,28	19,16
8	13,45	17,24	30,14	38,64	40,24	28,75	8,67	5,14	8,56	11,67	28,92	18,44
9	13,23	16,64	29,52	37,32	38,85	27,38	8,37	4,92	8,05	11,31	26,07	17,69
10	12,93	15,85	28,71	36,51	37,55	26,46	7,95	4,69	7,77	10,87	23,41	17,08
11	12,75	15,00	27,81	35,28	36,20	25,32	7,64	4,52	7,19	10,62	22,07	16,51
12	12,56	14,52	26,77	34,47	35,77	24,81	7,23	4,37	6,77	10,23	20,94	16,14
13	12,32	14,11	26,14	33,74	34,62	24,05	7,06	4,18	6,53	10,03	19,54	15,70
14	12,13	13,70	25,49	33,15	34,17	23,54	6,80	4,07	6,39	9,86	18,32	15,17
15	11,90	13,24	24,75	32,22	32,80	22,59	6,38	3,88	6,24	9,43	17,82	14,57
16	11,68	12,87	24,03	31,50	32,21	21,88	6,12	3,76	5,91	9,22	16,86	14,26
17	11,53	12,62	23,17	30,79	31,64	21,26	5,93	3,58	5,69	9,02	15,86	13,83
18	11,36	12,39	22,90	30,07	31,38	20,86	5,71	3,48	5,19	8,80	14,96	13,50
19	11,26	12,27	22,25	29,02	30,41	20,16	5,47	3,41	5,06	8,43	14,63	12,79
20	10,97	12,06	21,20	27,50	29,59	19,27	5,30	3,32	4,94	8,25	14,21	12,54
21	10,77	11,85	20,78	26,35	29,10	18,61	5,18	3,21	4,84	8,06	13,65	12,22
22	10,58	11,66	20,16	25,55	28,55	17,71	4,99	3,11	4,61	7,84	12,89	11,89
23	10,40	11,45	19,73	24,58	27,66	16,66	4,85	2,88	4,47	7,71	12,64	11,62
24	10,33	11,35	19,06	24,00	27,18	15,78	4,58	2,78	4,32	7,61	12,36	11,48
25	10,24	10,98	18,69	23,67	26,74	14,81	4,28	2,68	4,18	7,52	12,12	11,22
26	10,13	10,57	17,85	23,07	25,83	13,78	4,04	2,61	4,01	7,40	11,79	10,96
27	10,01	10,26	17,36	22,65	25,19	12,66	3,81	2,51	3,87	7,32	11,03	10,75
28	9,84	10,08	16,95	21,74	24,37	11,53	3,58	2,41	3,68	7,06	10,15	10,62
29	9,65	7,92	16,75	21,18	23,48	10,76	3,46	2,33	3,52	6,76	9,88	10,28
30	9,42		16,34	20,64	22,83	10,12	3,28	2,21	3,21	6,46	9,68	10,10
31	9,24		16,00		21,88		3,00	2,10		5,93		9,87

Per la definizione delle portate del fiume Tanaro disponibili nella sezione di presa in progetto si considerano i medesimi contributi specifici calcolati per la sezione idrometrica di Asti. Come indicato in precedenza, le portate così calcolate comprendono anche i deflussi derivabili dall'impianto idroelettrico esistente che utilizza la medesima traversa fluviale della proposta di valorizzazione energetica in progetto.

Tabella 12: Portate medie annue e mensili antropizzate del fiume Tanaro

Grandezza	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
q (l/s km ²)	18,35	12,62	15,42	26,39	34,14	35,51	23,51	6,74	4,31	7,55	10,92	26,08	17,36
Q (m ³ /s)	82,130	56,473	69,003	118,119	152,779	158,902	105,225	30,164	19,287	33,795	48,888	116,723	77,697

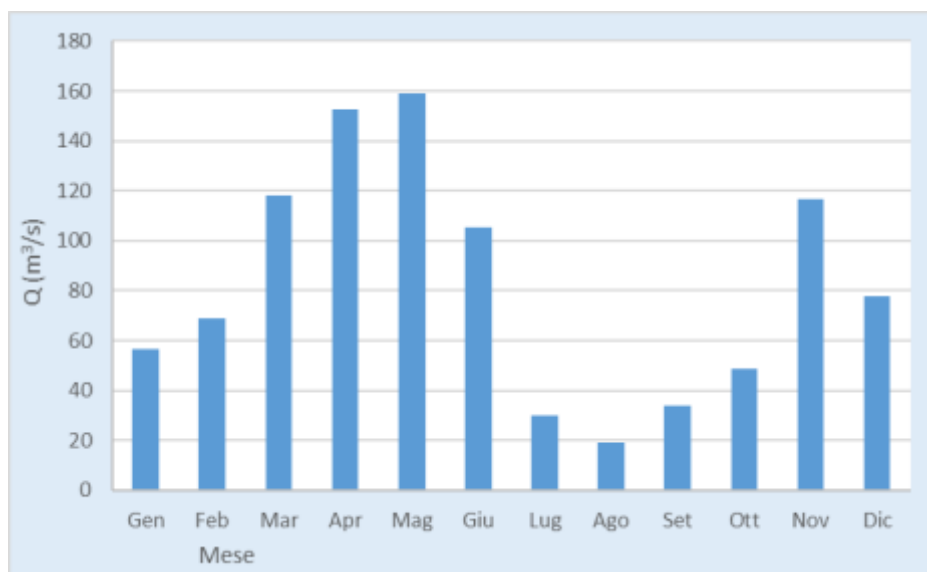


Grafico 3: Portate specifiche medie mensili del fiume Tanaro

Tabella 13: Curva di durata delle portate antropizzate del fiume Tanaro

Durata (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355
q (l/s km ²)	56,54	39,56	30,79	24,72	17,73	13,16	7,17	2,67
Q (m ³ /s)	253,050	177,061	137,816	110,640	79,347	58,916	32,076	11,969

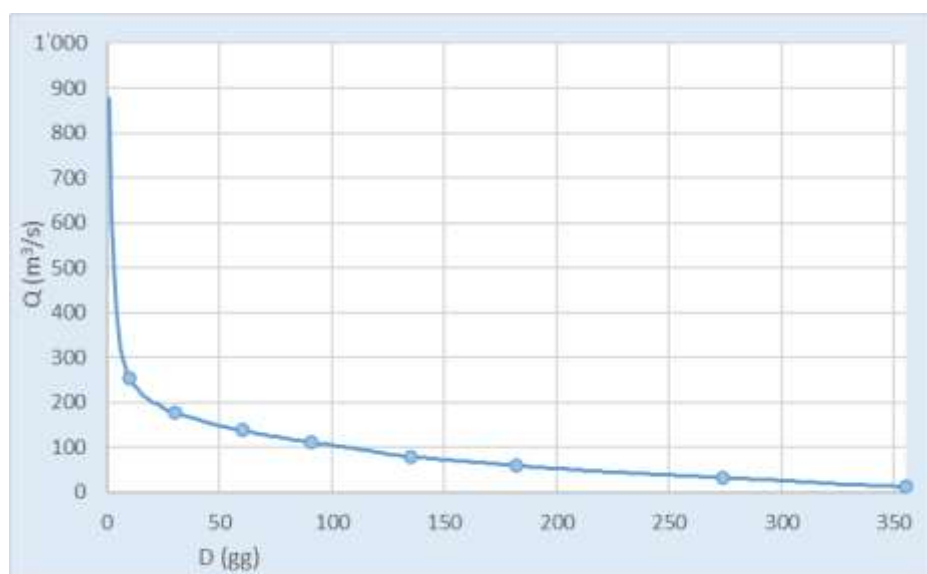


Grafico 4: Curva di durata delle portate specifiche del fiume Tanaro

Tabella 14: Curve mensili di durata delle portate del fiume Tanaro (l/s km²)

D (gg)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	116,753	157,993	278,173	346,719	325,083	224,670	60,271	56,439	107,453	146,982	536,429	263,023
2	89,137	114,068	207,462	287,470	287,313	182,070	53,695	34,899	82,032	103,305	356,118	184,859
3	75,951	101,632	185,565	227,681	241,469	161,607	49,760	32,272	67,760	86,000	263,743	131,642
4	71,475	96,407	163,865	197,854	222,868	154,032	47,640	29,830	58,922	72,400	215,642	116,921
5	68,616	90,163	154,667	189,980	204,317	148,457	44,351	27,093	50,340	65,515	174,330	105,379
6	64,395	84,509	149,464	184,285	195,651	141,159	41,106	25,379	45,727	58,842	160,452	92,237
7	61,870	80,957	139,036	179,310	189,997	136,443	39,909	24,276	42,260	54,272	140,004	85,768
8	60,181	77,159	134,881	172,928	180,108	128,649	38,795	22,985	38,295	52,220	129,415	82,515
9	59,199	74,481	132,115	167,002	173,868	122,551	37,477	22,040	36,036	50,605	116,673	79,153
10	57,867	70,915	128,499	163,380	168,065	118,410	35,577	20,970	34,777	48,625	104,753	76,453
11	57,060	67,138	124,482	157,908	162,005	113,324	34,180	20,242	32,173	47,519	98,794	73,906
12	56,230	64,962	119,824	154,267	160,107	111,017	32,341	19,558	30,281	45,780	93,707	72,232
13	55,146	63,143	117,008	150,983	154,958	107,618	31,604	18,695	29,210	44,885	87,470	70,282
14	54,294	61,324	114,068	148,358	152,932	105,363	30,436	18,214	28,597	44,135	81,969	67,910
15	53,261	59,250	110,757	144,208	146,780	101,106	28,552	17,343	27,926	42,214	79,735	65,195
16	52,271	57,576	107,526	140,979	144,138	97,904	27,408	16,807	26,435	41,261	75,463	63,820
17	51,602	56,485	103,698	137,810	141,594	95,146	26,560	16,042	25,455	40,388	70,959	61,899
18	50,845	55,437	102,483	134,569	140,455	93,355	25,571	15,593	23,228	39,405	66,935	60,422
19	50,379	54,898	99,558	129,874	136,105	90,234	24,497	15,278	22,629	37,710	65,494	57,256
20	49,113	53,981	94,893	123,058	132,434	86,224	23,733	14,850	22,087	36,931	63,587	56,143
21	48,196	53,043	93,016	117,942	130,236	83,299	23,162	14,366	21,682	36,080	61,098	54,702
22	47,366	52,191	90,236	114,353	127,765	79,245	22,344	13,923	20,645	35,083	57,678	53,217
23	46,522	51,223	88,293	110,021	123,782	74,571	21,707	12,904	20,026	34,486	56,550	52,009
24	46,217	50,787	85,316	107,408	121,647	70,636	20,517	12,450	19,315	34,079	55,335	51,362
25	45,846	49,135	83,665	105,933	119,667	66,288	19,136	12,014	18,714	33,671	54,229	50,205
26	45,336	47,323	79,866	103,260	115,615	61,675	18,060	11,692	17,952	33,096	52,781	49,047
27	44,798	45,933	77,712	101,378	112,738	56,669	17,049	11,217	17,309	32,740	49,360	48,116
28	44,055	45,111	75,871	97,276	109,066	51,584	16,035	10,808	16,456	31,612	45,431	47,548
29	43,175	35,448	74,954	94,794	105,091	48,145	15,505	10,434	15,768	30,236	44,215	46,006
30	42,149		73,120	92,388	102,180	45,311	14,698	9,892	14,365	28,926	43,335	45,212
31	41,370		71,614		97,925		13,408	9,379		26,518		44,157

6. DEFLUSSO MINIMO VITALE E DEFLUSSO ECOLOGICO

Il Consiglio Regionale della Regione Piemonte il 13 Marzo 2007 ha approvato definitivamente il Piano di Tutela delle Acque che definisce l'insieme degli interventi per mezzo dei quali conseguire gli obiettivi generali del D.lgs. 152/1999. In questo documento è contenuta la Norma di Piano per il calcolo del *D.M.V.*.

Il Decreto del Presidente della Giunta Regionale della Regione Piemonte 8/R del 17 luglio 2007 contenente le "Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale (Legge Regionale 61 del 29 dicembre 2000)" è stato emanato in attuazione della citata Legge Regionale e del Piano di Tutela delle Acque.

Nel presente capitolo è calcolato il valore di deflusso minimo vitale sia riferito alla sezione di presa in progetto sia a quella della derivazione idroelettrica Idreg Piemonte nel Comune di Settimo Vittone.

6.1. Ambito di applicazione

Il DMV di base si applica a tutti i prelievi d'acqua da sorgenti e da corsi d'acqua naturali, ivi compresi quelli che originano un invaso.

Il DMV ambientale si applica ai prelievi da corsi d'acqua soggetti agli obiettivi di qualità ambientale, da quelli ricadenti nelle aree ad elevata protezione, nonché dai corsi d'acqua che richiedono protezione e miglioramento per essere idonei alla vita dei pesci, come identificati dal Piano di tutela delle acque e relative disposizioni di attuazione.

Per il fiume Ticino il DMV è determinato d'intesa tra le Regioni interessate, secondo le modalità previste da appositi protocolli sottoscritti e approvati dalle rispettive amministrazioni.

Non sono soggette alle disposizioni del presente regolamento:

- a) i prelievi da fontanile;
- b) gli utilizzi dell'acqua per uso energetico attuati mediante turbine collocate nel corpo della traversa, a condizione che la continuità idraulica sia assicurata da un'apposita scala di risalita della fauna ittica;
- c) i prelievi di acque minerali e termali.

6.2. DMV idrologico e DMV di base

Il deflusso minimo vitale idrologico è la frazione della portata naturale media annua del corpo idrico in una data sezione, calcolata sulla base delle caratteristiche idrologiche peculiari delle diverse aree idrografiche.

Il DMV di base è il valore di DMV idrologico corretto in funzione della morfologia dell'alveo (M) e dei fenomeni di scambio idrico dei corsi d'acqua con la falda (A).

6.3. DMV ambientale

Il deflusso minimo vitale ambientale è il valore di DMV di base comprensivo degli eventuali fattori correttivi riguardanti la naturalità (N), la qualità dell'acqua (Q), la fruizione (F) e le esigenze di modulazione della portata residua a valle dei prelievi (T). Le misure di area del Piano di Tutela delle Acque definiscono i fattori correttivi ed il loro ambito territoriale di applicazione, tenendo conto anche dell'esigenza di mantenimento della continuità idraulica, ove perseguibile.

6.4. Deroghe

Nelle more del completamento delle azioni volte al riequilibrio del bilancio idrico, nei tratti dei corsi d'acqua di cui all'Allegato B del Regolamento Regionale 8/R, riportato nella Tabella 15 su cui incidono rilevanti prelievi irrigui e caratterizzati da ricorrenti deficit idrici stagionali, alle derivazioni ad uso agricolo destinate all'irrigazione e limitatamente al periodo di massima idro – esigenza si applica un DMV ridotto a un terzo del valore di quello di base. La deroga è estesa, limitatamente allo stesso periodo, alle altre utilizzazioni collocate sulla medesima asta fluviale a valle dell'ultima utenza irrigua.

Si considera periodo di massima idro – esigenza quello compreso:

- a) tra il 1° aprile e il 31 agosto per la coltivazione del riso;
- b) tra il 1° giugno e il 15 settembre per tutte le restanti colture.

La Giunta regionale provvede all'aggiornamento dell'allegato B sulla base degli esiti delle misure di riequilibrio del bilancio idrico e dell'evoluzione della dinamica dell' idro – esigenza irrigua.

Per le derivazioni destinate a soddisfare esigenze idropotabili é consentito l'esercizio della derivazione anche in deroga al valore del DMV qualora non siano disponibili fonti alternative o il reperimento delle stesse non sia sostenibile sotto l'aspetto tecnico o economico.

L'esercizio della derivazione anche in deroga al valore del DMV è altresì consentito:

- c) nel caso di utilizzazioni marginali della risorsa a servizio di alpeggi e rifugi montani;
- d) per le derivazioni da corpi idrici soggetti ad asciutte naturali di durata superiore a 60 giorni consecutivi all'anno, opportunamente documentate dal gestore della derivazione;
- e) per i prelievi di portata massima inferiore o uguale a 2 l/s.

L'autorità concedente, informate la Regione Piemonte e l'Autorità di Bacino del Fiume Po, può autorizzare motivate deroghe temporanee ai valori di DMV, in presenza di situazioni di particolare carenza idrica e per ragioni di interesse pubblico generale, a condizione che sia stata contestualmente attivata la regolazione delle portate derivate.

Tabella 15: Tratti di corsi d'acqua soggetti a ricorrenti deficit idrici estivi

Asta fluviale	Tratto
Grana Mellea	dalla presa del Canale dei Mulini di Caraglio alla presa del Consorzio Praterie Macra Vecchia
Maira	dalla presa del Canale Marchisa del comune di Dronero alla presa del Consorzio Massa Prati
Varaita	dalla presa del Bedale del Corso del Comune di Saluzzo alla presa Varaita Pasco
alto Po	dalla presa del Consorzio di Revello alla presa del Consorzio Martinianese
Asta Po (1)	dalla presa del Canale Cavour alla presa del canale Lanza Mellana Roggia Fuga
Pellice	dalla presa del canale comunale di Pralafero alla presa del Consorzio Bealera Mottura
Chisone	dalla presa del Consorzio Moirano Lemina alla presa del Consorzio di Zucchea
Dora Riparia	dalla presa del Consorzio balera di Cantarana alla presa del Consorzio canale Putea
Stura di Lanzo	dalla presa del Consorzio Della riva sinistra della Stura alla presa del Consorzio Canale Sturetta.
Orco	dalla presa del Consorzio di Favria Salassa San Ponso alla presa del Comune di Chiasso
Dora Baltea	dalla presa del Naviglio di Ivrea alla presa del canale Farini della Coutenza Canali Cavour
Cervo	dalla presa del Consorzio Roggia Rivalta alla presa AIOS del nuovo canale della Baraggia
Sesia	dalla presa del condominio Roggia Mora alla presa della Roggia Busca della Coutenza Canali Cavour
Agogna	dalla presa AIES di Borgomanero Cressa alla presa AIES di Borgolavezzaro
Alto Tanaro	dalla presa del Consorzio della Piana di Ceva e Lesegno alla presa del Consorzio Ghiare
Stura di Demonte	dalla presa del Consorzio canale Roero alla presa di valle del Consorzio Canali ex demaniali della pianura cuneese
Gesso	dalla presa del Consorzio Bealera Grossa e Praverio alla presa attuale del Naviglio di Boves e Vermenagna
Pesio	dalla prima presa di monte del Consorzio di Miglioramento fondiario delle acque del Pesio alla presa del consorzio Canale Brobbio Pesio
Bormida	dalla presa della Coutenza canale Carlo Alberto alla presa del Consorzio Pian Burio
Orba	dalla presa del Consorzio di Miglioramento fondiario di Capriata d'Orba alla presa del "Raggruppamento comunità irrigua"
Scrivia	Dalla presa della roggia Maghisello alla presa della Roggia Laciazuolo entrambe del comune di Tortona.

(1) a valle della confluenza Pellice

6.5. Nuovi prelievi e rinnovi

L'applicazione del DMV di base e degli ulteriori fattori correttivi riguardanti la naturalità (N), la qualità dell'acqua (Q), la fruizione (F) e le esigenze di modulazione della portata residua a valle dei prelievi (T) è condizione necessaria per il rilascio:

- f) delle nuove concessioni di derivazione di acqua pubblica;
- g) dei provvedimenti di rinnovo delle concessioni, tenuto conto della gradualità prevista per i prelievi esistenti.

Fino alla definizione delle misure di aree, i fattori correttivi riguardanti la naturalità (N), la qualità dell'acqua (Q) e la fruizione (F) hanno valore convenzionale uguale ad 1. Nel caso di nuovi prelievi l'autorità concedente può, motivatamente, imporre rilasci superiori al DMV di base in relazione a specifiche esigenze di tutela dell'ambiente idrico, valutate nell'ambito dell'istruttoria tecnica finalizzata al rilascio della concessione.

Sono soggetti alla modulazione dei rilasci, in modo da conservare, seppur attenuata, la naturale variabilità del regime dei deflussi, i nuovi prelievi di portata massima istantanea uguale o maggiore alla portata di durata di 120 giorni del corpo idrico alimentatore valutata in corrispondenza della sezione di prelievo e comunque superiori a 500 l/s.

Il fattore correttivo riguardante la modulazione della portata è applicato secondo le modalità di calcolo di cui al successivo paragrafo 6.9. "Modulazione del rilascio".

6.6. Modalità di rilascio in alveo

Le derivazioni dotate di opere di presa fisse o di dispositivi di regolazione delle portate derivate sono dotate di apparati fissi per la gestione dei rilasci, costituiti di norma da stramazzi, dotati almeno di un'asta idrometrica tarata che consenta un'immediata verifica del rispetto degli obblighi imposti anche da parte di personale non specializzato.

Le derivazioni soggette alla modulazione temporale di Tipo A descritta nel successivo paragrafo 6.9. "Modulazione del rilascio" sono dotate di dispositivi di misura in continuo e di registrazione delle portate in arrivo alla presa e dei rilasci a valle della stessa. Laddove risulti eccessivamente onerosa la misurazione delle portate istantanee in arrivo alla traversa è ammessa la misura delle sole portate derivate e rilasciate.

Ove siano prescritte opere per la risalita dell'ittiofauna, il DMV o quota parte del medesimo è fatto defluire tramite le predette opere.

6.7. Controlli

Il controllo del rispetto degli obblighi di rilascio di cui al presente regolamento è effettuato dall'autorità concedente attraverso una misura diretta della portata istantanea immediatamente a valle della derivazione, eseguita con modalità conformi alla normativa ISO vigente o a prassi idrometriche riconosciute.

In caso di rilascio di una portata costante realizzato attraverso apparati fissi ad esso finalizzati, il controllo è effettuato mediante il semplice riscontro visivo dell'asta idrometrica di cui gli stessi sono dotati o di dispositivi che consentono di controllare i livelli idrici o attraverso la verifica del posizionamento degli organi di rilascio.

Nel caso in cui la derivazione sia dotata di un misuratore in continuo delle portate rilasciate, i dati registrati sono conservati per almeno cinque anni a disposizione dell'autorità concedente.

6.8. DMV sulle aste fluviali principali

Sulle aste principali del Fiume Po e del Fiume Tanaro, considerata la sostanziale costanza della portata naturale media annua fluente nei tratti di corpo idrico compresi tra una confluenza e quella successiva, il deflusso minimo vitale di base per ciascuno dei tratti sotto elencati è così stabilito:

Tabella 16: DMV sull'asta principale del Fiume Po

Asta del Fiume Po	
6,3 m ³ /s	tra confluenza Pellice e confluenza Maira
10,7 m ³ /s	tra confluenza Maira e confluenza Sangone
13,0 m ³ /s	tra confluenza Sangone e confluenza Dora Riparia
20,8 m ³ /s	tra confluenza Dora Riparia ÷ Stura di Lanzo e confluenza Orco
27,3 m ³ /s	tra confluenza Orco e confluenza Dora Baltea
41,6 m ³ /s	tra confluenza Dora Baltea e confluenza Sesia
51,2 m ³ /s	tra confluenza Sesia e confluenza Tanaro
78,2 m ³ /s	a valle confluenza Tanaro

Tabella 17: DMV sull'asta principale del Fiume Tanaro

Asta del Fiume Tanaro	
8,5 m ³ /s	tra confluenza Stura di Demonte e confluenza Bobore
8,7 m ³ /s	tra confluenza Bobore e confluenza Belbo
9,6 m ³ /s	tra confluenza Belbo e confluenza Bormida
14,6 m ³ /s	a valle confluenza Bormida

6.9. Modulazione del rilascio

Nel caso di nuovi prelievi aventi una portata massima istantanea superiore alla portata naturale di durata 120 gg del corpo idrico alimentatore e comunque superiore a 500 l/s, la modulazione temporale dei rilasci è effettuata adeguando la portata di rilascio del DMV a valle della traversa di derivazione alla portata istantanea in arrivo alla medesima (Modulazione di Tipo A).

In subordine l'autorità concedente può consentire una modulazione su basi temporali definite a priori, in relazione a specifici obiettivi identificati nell'ambito del procedimento di concessione (Modulazione di Tipo B).

6.9.1. Modulazione di Tipo A

La modulazione temporale del deflusso minimo secondo la presente modalità comporta l'adattamento della portata istantanea rilasciata in alveo alle fluttuazioni del regime idrologico misurate immediatamente a monte della traversa di captazione.

In tal caso la portata da rilasciare nel corpo idrico a valle della presa sarà la seguente:

Portata istantanea in arrivo alla traversa Q_t	Regime di rilascio Q_r
$Q_t \leq DMV_{base}$	$Q_r = Q_t$
$Q_t > DMV_{base}$	$Q_r = DMV_{base} + X \cdot (Q_t - DMV_{base})$

dove X rappresenta una percentuale variabile dal 10% al 20%.

6.9.2. Modulazione di Tipo B

La modulazione temporale dei rilasci secondo la presente modalità comporta l'obbligo di gestire rilasci a gradini con valori differenziati, ciascuno dei quali applicabile per periodi di tempo di durata predefinita, di norma, non inferiore a 30 gg.

L'entità dei gradini di portata superiore al DMV di base e la durata di ciascuno di essi è stabilita dall'autorità concedente nell'ambito del procedimento di concessione tenendo presente i seguenti criteri:

- h) entità, durata e decorrenza di ciascun gradino di rilascio maggiorato sono rapportate agli specifici obiettivi di qualità del corpo idrico interessato dal prelievo;
- i) in mancanza dei predetti obiettivi, la modulazione è orientata ad assicurare valori di portata minima più elevati nei mesi in cui la portata media mensile naturale del corpo d'acqua supera il valore medio annuo;
- j) le variazioni delle portate di rilascio del DMV sono effettuate attraverso opportune manovre sui dispositivi di regolazione di cui è dotata l'opera di presa.

Le modalità di modulazione potranno essere riviste, in accordo col gestore della derivazione, all'atto dell'applicazione del DMV ambientale.

6.10. Determinazione del DMV nelle sezioni di interesse

Il Regolamento Regionale 8/R ed il Piano di Tutela delle Acque prevedono valori univoci del deflusso minimo vitale di base per il fiume Tanaro a valle della confluenza col fiume Stura di Demonte.

In particolare i documenti indicati prevedono i seguenti valori di deflusso minimo vitale di base:

- 8,5 m³/s tra confluenza Stura di Demonte e confluenza Bobore
- 8,7 m³/s tra confluenza Bobore e confluenza Belbo
- 9,6 m³/s tra confluenza Belbo e confluenza Bormida
- 14,6 m³/s a valle confluenza Bormida

La presa idroelettrica in progetto è situata tra le confluenze del torrente Bobore e del torrente Belbo, pertanto il deflusso minimo vitale di base è pari a 8,7 m³/s.

Tuttavia, sul portale internet della Regione Piemonte relativo al Sistema Informativo delle Risorse Idriche, per la derivazione energetica esistente in corrispondenza della traversa fluviale oggetto della proposta idroelettrica in progetto è indicato un rilascio minimo di 9,6 m³/s, corrispondente al deflusso minimo vitale previsto a valle dell'immissione del torrente Belbo.

Per coerenza, valutato che la sezione idraulica del fiume Tanaro è la medesima, anche per il progetto idroelettrico presente, si considera che il deflusso minimo vitale di base sia pari a 9,6 m³/s.

Fattori correttivi

L'Allegato B alla deliberazione n. 7 del 13 marzo 2002 "Criteri di regolazione delle portate in alveo" dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, indica quale fattore correttivo per il calcolo del deflusso minimo vitale ambientale il parametro Z , così definito:

$$Z = \max(N; F; Q)$$

Il fiume Tanaro, presso la sezione di presa di interesse, appartiene ad un tratto di corso d'acqua per il quale non sono previsti fattori correttivi di tipo naturalistico, di fruizione o di qualità dell'acqua. Da ciò consegue:

- $N = 1,00$
- $F = 1,00$
- $Q = 1,00$

pertanto:

$$Z = \max(N; F; Q) = \max(1,00; 1,00; 1,00) = 1,00$$

I fattori di correzione di tipo naturalistico, di fruizione o di qualità dell'acqua sono tutti unitari, pertanto il deflusso minimo vitale ambientale corrisponde a quello di base.

6.11. Modulazione del rilascio

La portata massima d'esercizio dell'impianto idroelettrico in progetto (30,000 m³/s) è superiore a 500 l/s, ma non maggiore di quella naturale di durata 120 gg (89,108 m³/s), per cui la norma non prevede la modulazione dei rilasci.

Inoltre, la derivazione idroelettrica in progetto non prevede la sottensione di tratti di alveo naturale. Quindi, anche sulla base dell'interpretazione del R.R. 8/R del 2007 espressa recentemente dalla Regione Piemonte, la derivazione idroelettrica in progetto è tenuta al rilascio della sola componente di base del deflusso minimo vitale.

6.12. Modalità di rilascio del deflusso minimo vitale

La derivazione idroelettrica esistente AT00776 è tenuta al rilascio della componente modulata del deflusso minimo vitale, con modulazione di tipo A e rapporto di rilascio aggiuntivo del 10%. Invece, la derivazione energetica in progetto, come valutato nel precedente paragrafo 6.11. "Modulazione del rilascio", è soggetta al rilascio della sola componente di base del deflusso minimo vitale.

Inoltre, l'impianto idroelettrico in progetto è dotato di turbina installata nel corpo della traversa fluviale, così la stessa turbina è dispositivo di rilascio del deflusso minimo vitale, ai sensi del R.R. 8/R del 2007 espressa recentemente dalla Regione Piemonte.

Attualmente, l'impianto idroelettrico esistente rilascia il deflusso minimo vitale attraverso il passaggio artificiale per l'ittiofauna e la vena di mascheramento dello sbarramento mobile. Ordinariamente, il passaggio artificiale per l'ittiofauna rilascia una portata di circa 0,460 m³/s. La modulazione avviene modulando l'altezza della vena idraulica sullo sbarramento mobile.

Il progetto idroelettrico prevede il rilascio del deflusso minimo vitale attraverso i seguenti dispositivi idraulici:

-	passaggio per l'ittiofauna esistente	0,460 m ³ /s	
-	passaggio per l'ittiofauna in progetto	0,484 m ³ /s	
-	vena di mascheramento della traversa	1,740 m ³ /s	(5 cm)
-	turbina installata in corpo traversa	6,916 m ³ /s + modulazione	

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna esistente è ubicato in sponda destra orografica, in prossimità dell'impianto idroelettrico esistente. Il dispositivo di risalita per i pesci in progetto è previsto in sinistra orografica in corrispondenza della derivazione oggetto della proposta di valorizzazione energetica.

6.13. Deflusso ecologico

Il **Deflusso Minimo Vitale (DMV)** 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.

Invece, il **Deflusso Ecologico (DE)** è 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.

Con D.G.R. n. 28-7049 del 14 giugno 2018, la Regione Piemonte stabilisce che il Regolamento Regionale n. 8/R del 17 luglio 2007 risulta coerente con la Direttiva sul Deflusso Ecologico.

Alla luce di quanto indicato, il Deflusso Ecologico corrisponde al Deflusso Minimo Vitale stabilito dal D.P.G.R. n. 8/R del 17 luglio 2007.

Comunque, il deflusso minimo vitale di base stabilito per la derivazione energetica esistente ed adottato anche per il prelievo idroelettrico in progetto ($9,6 \text{ m}^3/\text{s}$) risulta maggiore del valore di D.M.V. e di D.E. definito dal R.R. n. 8/R del 2007 ($8,7 \text{ m}^3/\text{s}$).

7. PORTATE DERIVABILI

La valorizzazione energetica media giornaliera è definita sulla base delle curve mensili di durata delle portate definite nel precedente capitolo 5. "Anno idrologico medio".

7.1. Regola operativa

Le curve mensili di durata delle portate definite sono riferite al deflusso disponibile del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto, al netto delle derivazioni esistenti a monte.

L'impianto idroelettrico esistente rilascia il deflusso minimo vitale modulato, con modulazione di tipo A in base alla portata disponibile. La componente di base è pari a 9,600 m³/s e quella modulata ha rapporto pari al 10%.

La derivazione idroelettrica in progetto è dotata di turbina installata nel corpo della traversa fluviale, che pertanto costituisce un dispositivo di rilascio del deflusso minimo vitale.

Di conseguenza, la derivazione energetica in progetto è soggetta al rilascio delle portate di alimentazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna ed alla vena di mascheramento della traversa mobile. Complessivamente, il rilascio indisponibile alla derivazione idroelettrica attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e la vena idraulica di mascheramento della traversa mobile somma a minimi 2,684 m³/s.

L'intervallo di portate derivabili dall'impianto idroelettrico in progetto è:

- $Q_{max} = 30,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata massima d'esercizio;
- $Q_{min} = 6,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata minima d'esercizio.

Lo sbarramento fluviale è mantenuto sollevato alla quota massima di regolazione (101,60 m s.l.m.) fino al raggiungimento del livello idrometrico massimo di progetto di 102,80 m s.l.m.; dopodiché, lo sbarramento è abbattuto. La situazione di massima idraulicità della traversa fluviale corrisponde alla portata complessiva rilasciata di 205,615 m³/s e disponibile di 290,615 m³/s.

Dall'analisi delle curve di durata delle portate disponibili nel fiume si sono ricavate le seguenti portate derivabili.

Nelle tabelle sono utilizzate le seguenti diciture:

- D durata;
- H_w quota idrometrica a monte dello sbarramento;
- Q_{tot} portata totale del fiume a monte della traversa;
- Q_{es} portata derivata dalla centrale idroelettrica esistente;
- Q_{disp} portata disponibile nel fiume al netto del prelievo esistente;
- Q_{der} portata derivata dall'impianto idroelettrico in progetto;
- Q_{ril} portata rilasciata.

7.2. Distribuzione delle portate

Tabella 18: Distribuzione delle portate a Gennaio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	101,49	116,753	55,000	61,753	30,000	31,753
2	101,22	89,137	55,000	34,137	30,000	4,137
3	101,20	75,951	55,000	20,951	18,267	2,684
4	101,20	71,475	55,000	16,475	13,792	2,684
5	101,20	68,616	53,114	15,502	12,818	2,684
6	101,20	64,395	49,315	15,079	12,396	2,684
7	101,20	61,870	47,043	14,827	12,143	2,684
8	101,20	60,181	45,523	14,658	11,975	2,684
9	101,20	59,199	44,639	14,560	11,876	2,684
10	101,20	57,867	43,441	14,427	11,743	2,684
11	101,20	57,060	42,714	14,346	11,662	2,684
12	101,20	56,230	41,967	14,263	11,579	2,684
13	101,20	55,146	40,991	14,155	11,471	2,684
14	101,20	54,294	40,225	14,069	11,386	2,684
15	101,20	53,261	39,295	13,966	11,282	2,684
16	101,20	52,271	38,404	13,867	11,184	2,684
17	101,20	51,602	37,802	13,800	11,117	2,684
18	101,20	50,845	37,120	13,724	11,041	2,684
19	101,20	50,379	36,701	13,678	10,994	2,684
20	101,20	49,113	35,562	13,551	10,868	2,684
21	101,20	48,196	34,736	13,460	10,776	2,684
22	101,20	47,366	33,990	13,377	10,693	2,684
23	101,20	46,522	33,230	13,292	10,609	2,684
24	101,20	46,217	32,955	13,262	10,578	2,684
25	101,20	45,846	32,621	13,225	10,541	2,684
26	101,20	45,336	32,163	13,174	10,490	2,684
27	101,20	44,798	31,678	13,120	10,436	2,684
28	101,20	44,055	31,010	13,046	10,362	2,684
29	101,20	43,175	30,217	12,957	10,274	2,684
30	101,20	42,149	29,294	12,855	10,171	2,684
31	101,20	41,370	28,593	12,777	10,093	2,684

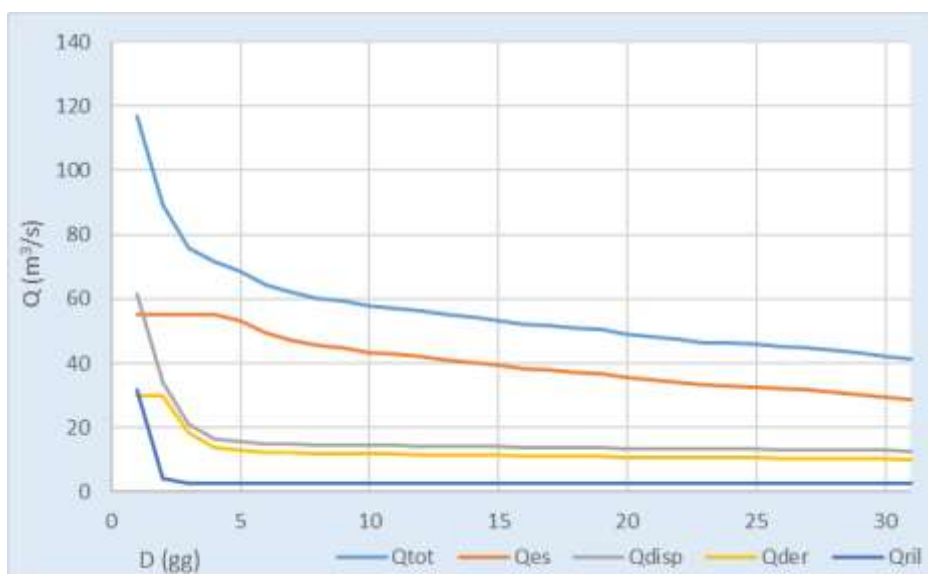


Grafico 5: Distribuzione delle portate a Gennaio

Tabella 19: Distribuzione delle portate a Febbraio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	101,75	157,993	55,000	102,993	30,000	72,993
2	101,47	114,068	55,000	59,068	30,000	29,068
3	101,37	101,632	55,000	46,632	30,000	16,632
4	101,31	96,407	55,000	41,407	30,000	11,407
5	101,24	90,163	55,000	35,163	30,000	5,163
6	101,20	84,509	55,000	29,509	26,825	2,684
7	101,20	80,957	55,000	25,957	23,274	2,684
8	101,20	77,159	55,000	22,159	19,475	2,684
9	101,20	74,481	55,000	19,481	16,797	2,684
10	101,20	70,915	55,000	15,915	13,231	2,684
11	101,20	67,138	51,784	15,354	12,670	2,684
12	101,20	64,962	49,826	15,136	12,453	2,684
13	101,20	63,143	48,189	14,954	12,271	2,684
14	101,20	61,324	46,552	14,772	12,089	2,684
15	101,20	59,250	44,685	14,565	11,881	2,684
16	101,20	57,576	43,179	14,398	11,714	2,684
17	101,20	56,485	42,196	14,288	11,605	2,684
18	101,20	55,437	41,253	14,184	11,500	2,684
19	101,20	54,898	40,768	14,130	11,446	2,684
20	101,20	53,981	39,943	14,038	11,355	2,684
21	101,20	53,043	39,098	13,944	11,261	2,684
22	101,20	52,191	38,332	13,859	11,175	2,684
23	101,20	51,223	37,461	13,762	11,079	2,684
24	101,20	50,787	37,068	13,719	11,035	2,684
25	101,20	49,135	35,581	13,553	10,870	2,684
26	101,20	47,323	33,951	13,372	10,689	2,684
27	101,20	45,933	32,700	13,233	10,550	2,684
28	101,20	45,111	31,960	13,151	10,467	2,684

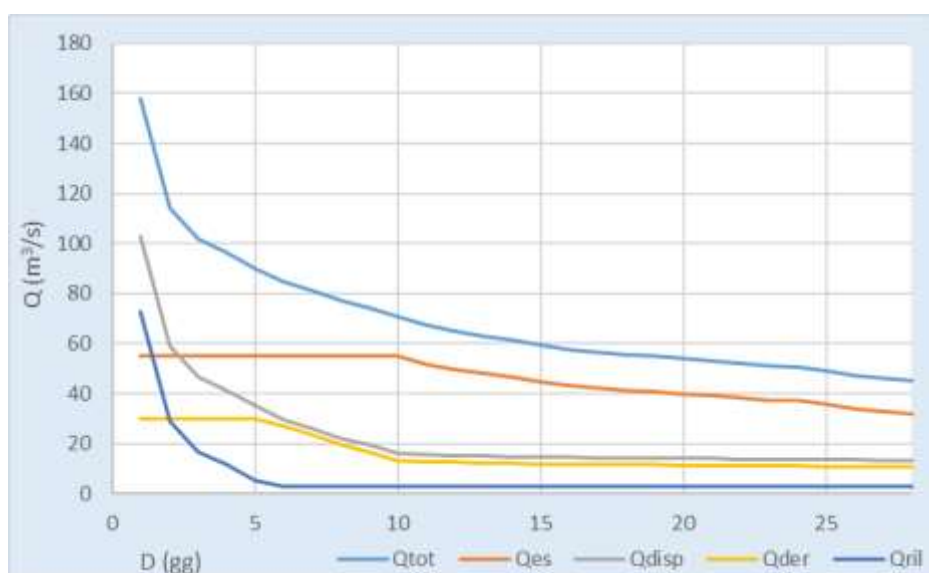


Grafico 6: Distribuzione delle portate a Febbraio

Tabella 20: Distribuzione delle portate a Marzo

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	102,30	278,173	55,000	223,173	30,000	193,173
2	102,00	207,462	55,000	152,462	30,000	122,462
3	101,89	185,565	55,000	130,565	30,000	100,565
4	101,78	163,865	55,000	108,865	30,000	78,865
5	101,73	154,667	55,000	99,667	30,000	69,667
6	101,70	149,464	55,000	94,464	30,000	64,464
7	101,64	139,036	55,000	84,036	30,000	54,036
8	101,61	134,881	55,000	79,881	30,000	49,881
9	101,59	132,115	55,000	77,115	30,000	47,115
10	101,57	128,499	55,000	73,499	30,000	43,499
11	101,54	124,482	55,000	69,482	30,000	39,482
12	101,51	119,824	55,000	64,824	30,000	34,824
13	101,49	117,008	55,000	62,008	30,000	32,008
14	101,47	114,068	55,000	59,068	30,000	29,068
15	101,44	110,757	55,000	55,757	30,000	25,757
16	101,42	107,526	55,000	52,526	30,000	22,526
17	101,38	103,698	55,000	48,698	30,000	18,698
18	101,37	102,483	55,000	47,483	30,000	17,483
19	101,35	99,558	55,000	44,558	30,000	14,558
20	101,30	94,893	55,000	39,893	30,000	9,893
21	101,28	93,016	55,000	38,016	30,000	8,016
22	101,24	90,236	55,000	35,236	30,000	5,236
23	101,21	88,293	55,000	33,293	30,000	3,293
24	101,20	85,316	55,000	30,316	27,633	2,684
25	101,20	83,665	55,000	28,665	25,981	2,684
26	101,20	79,866	55,000	24,866	22,182	2,684
27	101,20	77,712	55,000	22,712	20,028	2,684
28	101,20	75,871	55,000	20,871	18,187	2,684
29	101,20	74,954	55,000	19,954	17,270	2,684
30	101,20	73,120	55,000	18,120	15,436	2,684
31	101,20	71,614	55,000	16,614	13,930	2,684

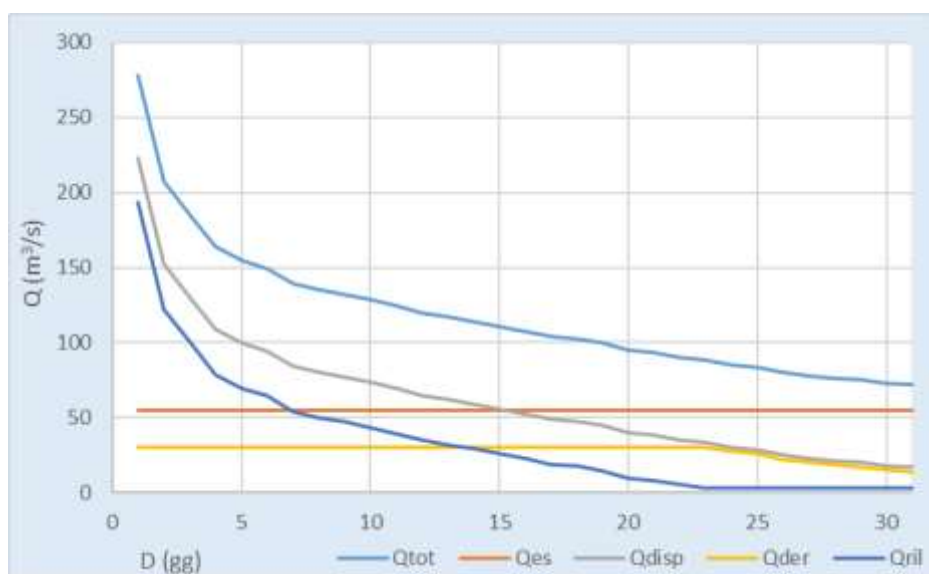


Grafico 7: Distribuzione delle portate a Marzo

Tabella 21: Distribuzione delle portate a Aprile

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1		346,719	0,000	346,719	0,000	346,719
2	102,34	287,470	55,000	232,470	30,000	202,470
3	102,09	227,681	55,000	172,681	30,000	142,681
4	101,95	197,854	55,000	142,854	30,000	112,854
5	101,91	189,980	55,000	134,980	30,000	104,980
6	101,88	184,285	55,000	129,285	30,000	99,285
7	101,86	179,310	55,000	124,310	30,000	94,310
8	101,83	172,928	55,000	117,928	30,000	87,928
9	101,80	167,002	55,000	112,002	30,000	82,002
10	101,78	163,380	55,000	108,380	30,000	78,380
11	101,75	157,908	55,000	102,908	30,000	72,908
12	101,73	154,267	55,000	99,267	30,000	69,267
13	101,71	150,983	55,000	95,983	30,000	65,983
14	101,69	148,358	55,000	93,358	30,000	63,358
15	101,67	144,208	55,000	89,208	30,000	59,208
16	101,65	140,979	55,000	85,979	30,000	55,979
17	101,63	137,810	55,000	82,810	30,000	52,810
18	101,61	134,569	55,000	79,569	30,000	49,569
19	101,58	129,874	55,000	74,874	30,000	44,874
20	101,53	123,058	55,000	68,058	30,000	38,058
21	101,50	117,942	55,000	62,942	30,000	32,942
22	101,47	114,353	55,000	59,353	30,000	29,353
23	101,44	110,021	55,000	55,021	30,000	25,021
24	101,42	107,408	55,000	52,408	30,000	22,408
25	101,40	105,933	55,000	50,933	30,000	20,933
26	101,38	103,260	55,000	48,260	30,000	18,260
27	101,36	101,378	55,000	46,378	30,000	16,378
28	101,32	97,276	55,000	42,276	30,000	12,276
29	101,30	94,794	55,000	39,794	30,000	9,794
30	101,27	92,388	55,000	37,388	30,000	7,388

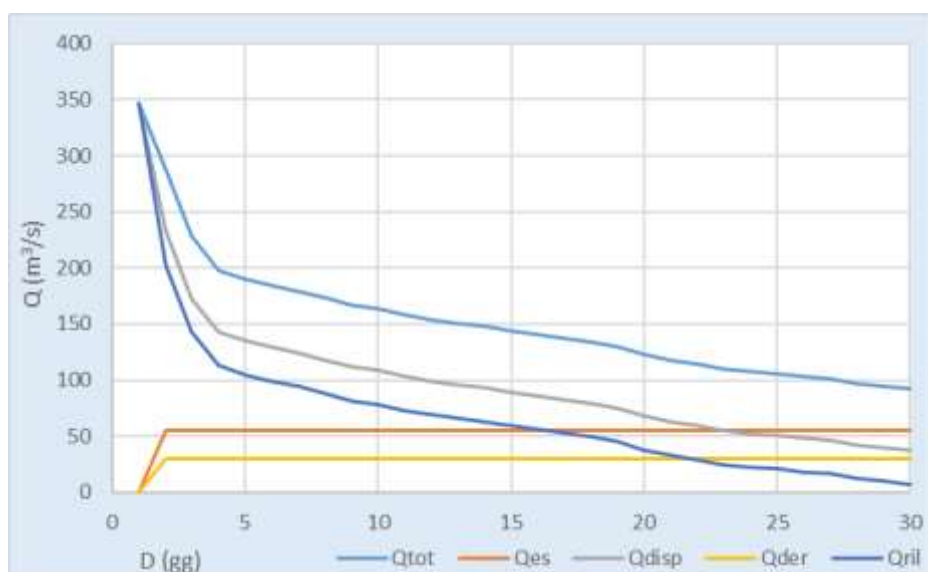


Grafico 8: Distribuzione delle portate a Aprile

Tabella 22: Distribuzione delle portate a Maggio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1		325,083	0,000	325,083	0,000	325,083
2	102,34	287,313	55,000	232,313	30,000	202,313
3	102,15	241,469	55,000	186,469	30,000	156,469
4	102,07	222,868	55,000	167,868	30,000	137,868
5	101,98	204,317	55,000	149,317	30,000	119,317
6	101,94	195,651	55,000	140,651	30,000	110,651
7	101,91	189,997	55,000	134,997	30,000	104,997
8	101,86	180,108	55,000	125,108	30,000	95,108
9	101,83	173,868	55,000	118,868	30,000	88,868
10	101,80	168,065	55,000	113,065	30,000	83,065
11	101,77	162,005	55,000	107,005	30,000	77,005
12	101,76	160,107	55,000	105,107	30,000	75,107
13	101,73	154,958	55,000	99,958	30,000	69,958
14	101,72	152,932	55,000	97,932	30,000	67,932
15	101,68	146,780	55,000	91,780	30,000	61,780
16	101,67	144,138	55,000	89,138	30,000	59,138
17	101,65	141,594	55,000	86,594	30,000	56,594
18	101,65	140,455	55,000	85,455	30,000	55,455
19	101,62	136,105	55,000	81,105	30,000	51,105
20	101,60	132,434	55,000	77,434	30,000	47,434
21	101,58	130,236	55,000	75,236	30,000	45,236
22	101,57	127,765	55,000	72,765	30,000	42,765
23	101,54	123,782	55,000	68,782	30,000	38,782
24	101,52	121,647	55,000	66,647	30,000	36,647
25	101,51	119,667	55,000	64,667	30,000	34,667
26	101,48	115,615	55,000	60,615	30,000	30,615
27	101,46	112,738	55,000	57,738	30,000	27,738
28	101,43	109,066	55,000	54,066	30,000	24,066
29	101,40	105,091	55,000	50,091	30,000	20,091
30	101,37	102,180	55,000	47,180	30,000	17,180
31	101,33	97,925	55,000	42,925	30,000	12,925

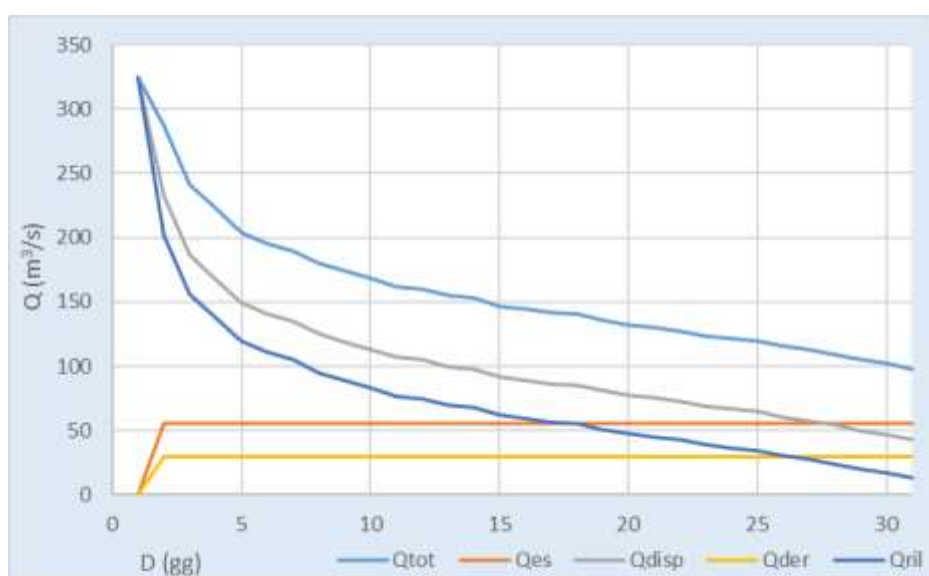


Grafico 9: Distribuzione delle portate a Maggio

Tabella 23: Distribuzione delle portate a Giugno

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	102,07	224,670	55,000	169,670	30,000	139,670
2	101,87	182,070	55,000	127,070	30,000	97,070
3	101,77	161,607	55,000	106,607	30,000	76,607
4	101,72	154,032	55,000	99,032	30,000	69,032
5	101,69	148,457	55,000	93,457	30,000	63,457
6	101,65	141,159	55,000	86,159	30,000	56,159
7	101,62	136,443	55,000	81,443	30,000	51,443
8	101,57	128,649	55,000	73,649	30,000	43,649
9	101,53	122,551	55,000	67,551	30,000	37,551
10	101,50	118,410	55,000	63,410	30,000	33,410
11	101,46	113,324	55,000	58,324	30,000	28,324
12	101,45	111,017	55,000	56,017	30,000	26,017
13	101,42	107,618	55,000	52,618	30,000	22,618
14	101,40	105,363	55,000	50,363	30,000	20,363
15	101,36	101,106	55,000	46,106	30,000	16,106
16	101,33	97,904	55,000	42,904	30,000	12,904
17	101,30	95,146	55,000	40,146	30,000	10,146
18	101,28	93,355	55,000	38,355	30,000	8,355
19	101,24	90,234	55,000	35,234	30,000	5,234
20	101,20	86,224	55,000	31,224	28,540	2,684
21	101,20	83,299	55,000	28,299	25,615	2,684
22	101,20	79,245	55,000	24,245	21,562	2,684
23	101,20	74,571	55,000	19,571	16,887	2,684
24	101,20	70,636	54,933	15,704	13,020	2,684
25	101,20	66,288	51,020	15,269	12,585	2,684
26	101,20	61,675	46,868	14,808	12,124	2,684
27	101,20	56,669	42,362	14,307	11,623	2,684
28	101,20	51,584	37,786	13,798	11,115	2,684
29	101,20	48,145	34,691	13,455	10,771	2,684
30	101,20	45,311	32,140	13,171	10,487	2,684

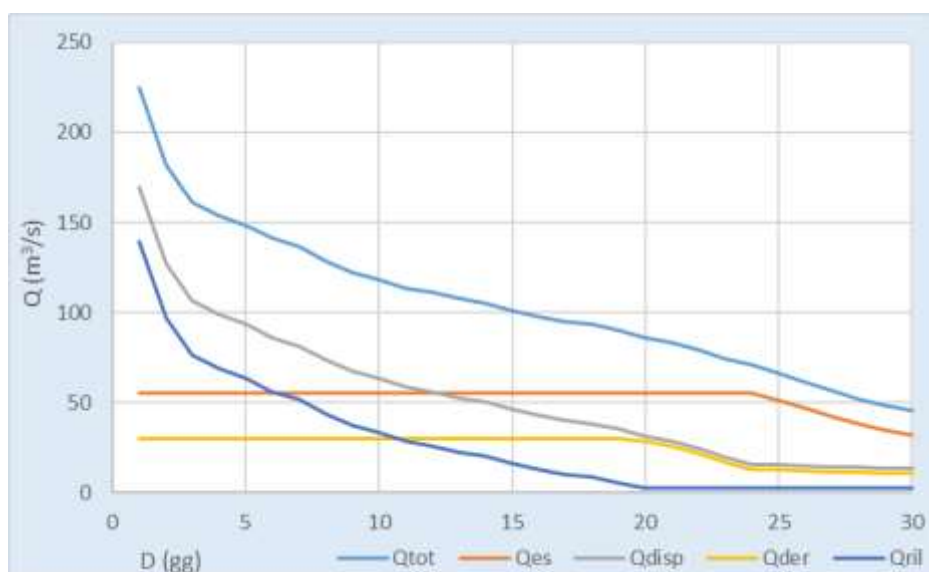


Grafico 10: Distribuzione delle portate a Giugno

Tabella 24: Distribuzione delle portate a Luglio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	101,20	60,271	45,604	14,667	11,983	2,684
2	101,20	53,695	39,685	14,009	11,326	2,684
3	101,20	49,760	36,144	13,616	10,932	2,684
4	101,20	47,640	34,236	13,404	10,720	2,684
5	101,20	44,351	31,276	13,075	10,391	2,684
6	101,20	41,106	28,355	12,751	10,067	2,684
7	101,20	39,909	27,278	12,631	9,947	2,684
8	101,20	38,795	26,275	12,519	9,836	2,684
9	101,20	37,477	25,089	12,388	9,704	2,684
10	101,20	35,577	23,379	12,198	9,514	2,684
11	101,20	34,180	22,122	12,058	9,374	2,684
12	101,20	32,341	20,467	11,874	9,190	2,684
13	101,20	31,604	19,804	11,800	9,117	2,684
14	101,20	30,436	18,752	11,684	9,000	2,684
15	101,20	28,552	17,056	11,495	8,812	2,684
16	101,20	27,408	16,027	11,381	8,697	2,684
17	101,20	26,560	15,264	11,296	8,612	2,684
18	101,20	25,571	14,374	11,197	8,513	2,684
19	101,20	24,497	13,407	11,090	8,406	2,684
20	101,20	23,733	12,720	11,013	8,330	2,684
21	101,20	23,162	12,206	10,956	8,273	2,684
22	101,20	22,344	11,469	10,874	8,191	2,684
23	101,20	21,707	10,896	10,811	8,127	2,684
24	101,20	20,517	9,825	10,692	8,008	2,684
25	101,20	19,136	8,582	10,554	7,870	2,684
26	101,20	18,060	7,614	10,446	7,762	2,684
27	101,20	17,049	6,705	10,345	7,661	2,684
28	101,20	16,035	5,792	10,244	7,560	2,684
29	101,20	15,505	5,315	10,191	7,507	2,684
30	101,20	14,698	4,588	10,110	7,426	2,684
31	101,20	13,408	3,427	9,981	7,297	2,684

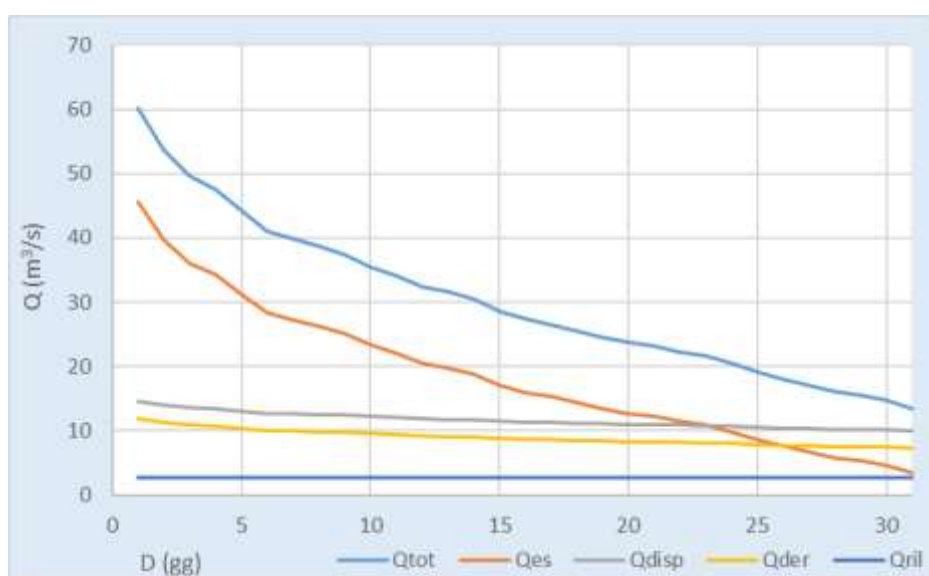


Grafico 11: Distribuzione delle portate a Luglio

Tabella 25: Distribuzione delle portate a Agosto

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	101,20	56,439	42,155	14,284	11,600	2,684
2	101,20	34,899	22,769	12,130	9,446	2,684
3	101,20	32,272	20,405	11,867	9,184	2,684
4	101,20	29,830	18,207	11,623	8,939	2,684
5	101,20	27,093	15,743	11,349	8,666	2,684
6	101,20	25,379	14,201	11,178	8,494	2,684
7	101,20	24,276	13,209	11,068	8,384	2,684
8	101,20	22,985	12,047	10,939	8,255	2,684
9	101,20	22,040	11,196	10,844	8,160	2,684
10	101,20	20,970	10,233	10,737	8,053	2,684
11	101,20	20,242	9,578	10,664	7,981	2,684
12	101,20	19,558	8,962	10,596	7,912	2,684
13	101,20	18,695	8,185	10,509	7,826	2,684
14	101,20	18,214	7,752	10,461	7,778	2,684
15	101,20	17,343	6,969	10,374	7,691	2,684
16	101,20	16,807	6,486	10,321	7,637	2,684
17	101,20	16,042	5,797	10,244	7,561	2,684
18	101,20	15,593	5,394	10,199	7,516	2,684
19	101,20	15,278	5,110	10,168	7,484	2,684
20	101,20	14,850	4,725	10,125	7,441	2,684
21	101,20	14,366	4,290	10,077	7,393	2,684
22	101,20	13,923	3,891	10,032	7,349	2,684
23	101,20	12,904	2,974	9,930	7,247	2,684
24	101,20	12,450	2,565	9,885	7,201	2,684
25	101,20	12,014	2,173	9,841	7,158	2,684
26	101,20	11,692	1,883	9,809	7,126	2,684
27	101,20	11,217	1,455	9,762	7,078	2,684
28	101,20	10,808	1,087	9,721	7,037	2,684
29	101,20	10,434	0,751	9,683	7,000	2,684
30	101,20	9,892	0,263	9,629	6,946	2,684
31	101,20	9,379	0,000	9,379	6,696	2,684

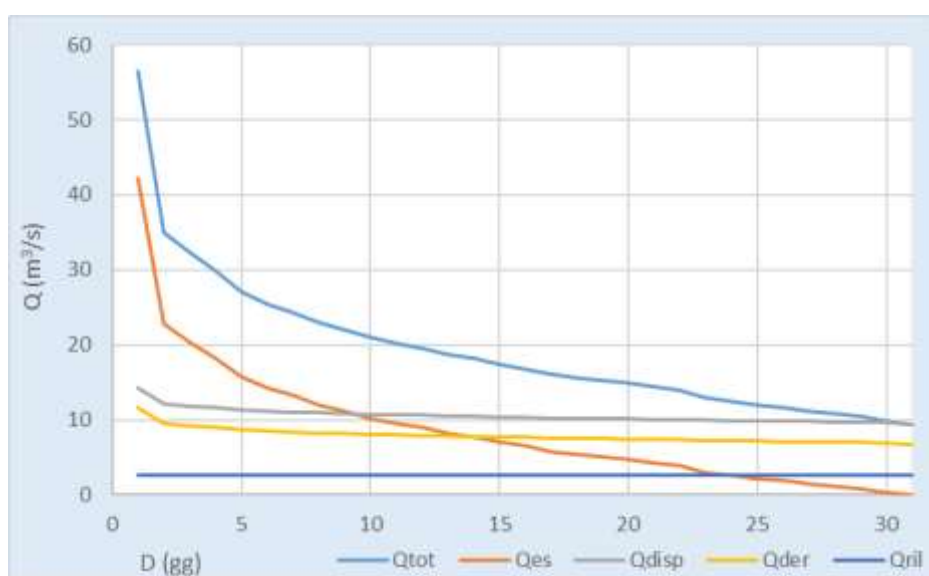


Grafico 12: Distribuzione delle portate a Agosto

Tabella 26: Distribuzione delle portate a Settembre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	101,42	107,453	55,000	52,453	30,000	22,453
2	101,20	82,032	55,000	27,032	24,348	2,684
3	101,20	67,760	52,344	15,416	12,732	2,684
4	101,20	58,922	44,390	14,532	11,849	2,684
5	101,20	50,340	36,666	13,674	10,990	2,684
6	101,20	45,727	32,514	13,213	10,529	2,684
7	101,20	42,260	29,394	12,866	10,182	2,684
8	101,20	38,295	25,825	12,469	9,786	2,684
9	101,20	36,036	23,792	12,244	9,560	2,684
10	101,20	34,777	22,659	12,118	9,434	2,684
11	101,20	32,173	20,315	11,857	9,174	2,684
12	101,20	30,281	18,613	11,668	8,984	2,684
13	101,20	29,210	17,649	11,561	8,877	2,684
14	101,20	28,597	17,097	11,500	8,816	2,684
15	101,20	27,926	16,493	11,433	8,749	2,684
16	101,20	26,435	15,152	11,284	8,600	2,684
17	101,20	25,455	14,270	11,186	8,502	2,684
18	101,20	23,228	12,265	10,963	8,279	2,684
19	101,20	22,629	11,726	10,903	8,219	2,684
20	101,20	22,087	11,238	10,849	8,165	2,684
21	101,20	21,682	10,874	10,808	8,125	2,684
22	101,20	20,645	9,941	10,705	8,021	2,684
23	101,20	20,026	9,383	10,643	7,959	2,684
24	101,20	19,315	8,743	10,571	7,888	2,684
25	101,20	18,714	8,202	10,511	7,828	2,684
26	101,20	17,952	7,517	10,435	7,752	2,684
27	101,20	17,309	6,938	10,371	7,687	2,684
28	101,20	16,456	6,170	10,286	7,602	2,684
29	101,20	15,768	5,551	10,217	7,533	2,684
30	101,20	14,365	4,288	10,076	7,393	2,684

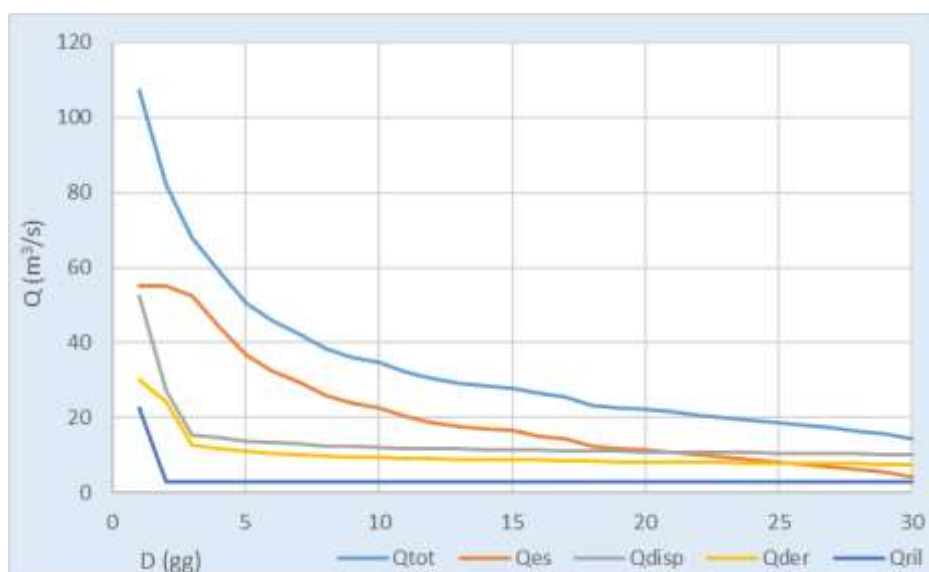


Grafico 13: Distribuzione delle portate a Settembre

Tabella 27: Distribuzione delle portate a Ottobre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	101,68	146,982	55,000	91,982	30,000	61,982
2	101,38	103,305	55,000	48,305	30,000	18,305
3	101,20	86,000	55,000	31,000	28,317	2,684
4	101,20	72,400	55,000	17,400	14,716	2,684
5	101,20	65,515	50,324	15,192	12,508	2,684
6	101,20	58,842	44,318	14,524	11,841	2,684
7	101,20	54,272	40,205	14,067	11,384	2,684
8	101,20	52,220	38,358	13,862	11,178	2,684
9	101,20	50,605	36,904	13,700	11,017	2,684
10	101,20	48,625	35,123	13,503	10,819	2,684
11	101,20	47,519	34,127	13,392	10,708	2,684
12	101,20	45,780	32,562	13,218	10,534	2,684
13	101,20	44,885	31,756	13,128	10,445	2,684
14	101,20	44,135	31,082	13,054	10,370	2,684
15	101,20	42,214	29,353	12,861	10,178	2,684
16	101,20	41,261	28,495	12,766	10,082	2,684
17	101,20	40,388	27,709	12,679	9,995	2,684
18	101,20	39,405	26,825	12,581	9,897	2,684
19	101,20	37,710	25,299	12,411	9,727	2,684
20	101,20	36,931	24,598	12,333	9,649	2,684
21	101,20	36,080	23,832	12,248	9,564	2,684
22	101,20	35,083	22,934	12,148	9,465	2,684
23	101,20	34,486	22,397	12,089	9,405	2,684
24	101,20	34,079	22,031	12,048	9,364	2,684
25	101,20	33,671	21,664	12,007	9,323	2,684
26	101,20	33,096	21,147	11,950	9,266	2,684
27	101,20	32,740	20,826	11,914	9,230	2,684
28	101,20	31,612	19,810	11,801	9,118	2,684
29	101,20	30,236	18,573	11,664	8,980	2,684
30	101,20	28,926	17,394	11,533	8,849	2,684
31	101,20	26,518	15,226	11,292	8,608	2,684

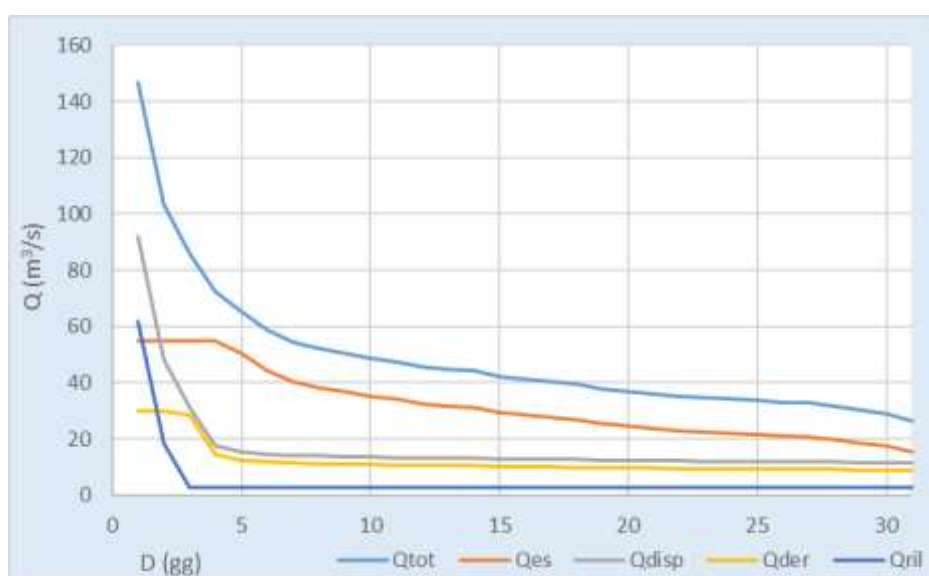


Grafico 14: Distribuzione delle portate a Ottobre

Tabella 28: Distribuzione delle portate a Novembre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1		536,429	0,000	536,429	0,000	536,429
2		356,118	0,000	356,118	0,000	356,118
3	102,24	263,743	55,000	208,743	30,000	178,743
4	102,03	215,642	55,000	160,642	30,000	130,642
5	101,83	174,330	55,000	119,330	30,000	89,330
6	101,76	160,452	55,000	105,452	30,000	75,452
7	101,64	140,004	55,000	85,004	30,000	55,004
8	101,58	129,415	55,000	74,415	30,000	44,415
9	101,49	116,673	55,000	61,673	30,000	31,673
10	101,39	104,753	55,000	49,753	30,000	19,753
11	101,34	98,794	55,000	43,794	30,000	13,794
12	101,29	93,707	55,000	38,707	30,000	8,707
13	101,20	87,470	55,000	32,470	29,787	2,684
14	101,20	81,969	55,000	26,969	24,285	2,684
15	101,20	79,735	55,000	24,735	22,051	2,684
16	101,20	75,463	55,000	20,463	17,780	2,684
17	101,20	70,959	55,000	15,959	13,275	2,684
18	101,20	66,935	51,601	15,333	12,650	2,684
19	101,20	65,494	50,304	15,189	12,506	2,684
20	101,20	63,587	48,588	14,999	12,315	2,684
21	101,20	61,098	46,348	14,750	12,066	2,684
22	101,20	57,678	43,270	14,408	11,724	2,684
23	101,20	56,550	42,255	14,295	11,611	2,684
24	101,20	55,335	41,161	14,173	11,490	2,684
25	101,20	54,229	40,166	14,063	11,379	2,684
26	101,20	52,781	38,863	13,918	11,234	2,684
27	101,20	49,360	35,784	13,576	10,892	2,684
28	101,20	45,431	32,248	13,183	10,499	2,684
29	101,20	44,215	31,154	13,062	10,378	2,684
30	101,20	43,335	30,361	12,973	10,290	2,684

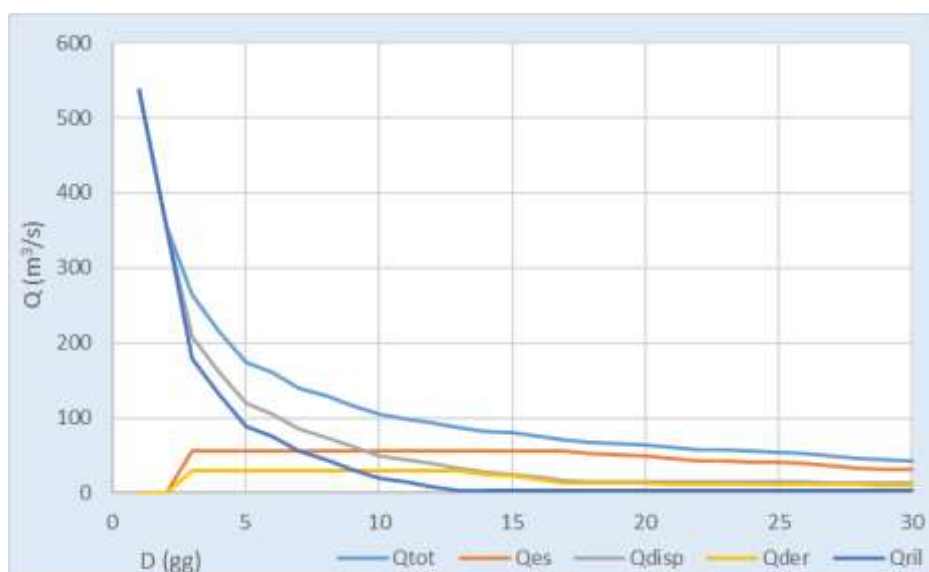


Grafico 15: Distribuzione delle portate a Novembre

Tabella 29: Distribuzione delle portate a Dicembre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	102,24	263,023	55,000	208,023	30,000	178,023
2	101,89	184,859	55,000	129,859	30,000	99,859
3	101,59	131,642	55,000	76,642	30,000	46,642
4	101,49	116,921	55,000	61,921	30,000	31,921
5	101,40	105,379	55,000	50,379	30,000	20,379
6	101,27	92,237	55,000	37,237	30,000	7,237
7	101,20	85,768	55,000	30,768	28,084	2,684
8	101,20	82,515	55,000	27,515	24,831	2,684
9	101,20	79,153	55,000	24,153	21,469	2,684
10	101,20	76,453	55,000	21,453	18,769	2,684
11	101,20	73,906	55,000	18,906	16,222	2,684
12	101,20	72,232	55,000	17,232	14,549	2,684
13	101,20	70,282	54,614	15,668	12,985	2,684
14	101,20	67,910	52,479	15,431	12,747	2,684
15	101,20	65,195	50,036	15,160	12,476	2,684
16	101,20	63,820	48,798	15,022	12,338	2,684
17	101,20	61,899	47,069	14,830	12,146	2,684
18	101,20	60,422	45,739	14,682	11,999	2,684
19	101,20	57,256	42,890	14,366	11,682	2,684
20	101,20	56,143	41,888	14,254	11,571	2,684
21	101,20	54,702	40,592	14,110	11,427	2,684
22	101,20	53,217	39,256	13,962	11,278	2,684
23	101,20	52,009	38,168	13,841	11,157	2,684
24	101,20	51,362	37,585	13,776	11,093	2,684
25	101,20	50,205	36,544	13,660	10,977	2,684
26	101,20	49,047	35,503	13,545	10,861	2,684
27	101,20	48,116	34,664	13,452	10,768	2,684
28	101,20	47,548	34,154	13,395	10,711	2,684
29	101,20	46,006	32,765	13,241	10,557	2,684
30	101,20	45,212	32,051	13,161	10,478	2,684
31	101,20	44,157	31,102	13,056	10,372	2,684

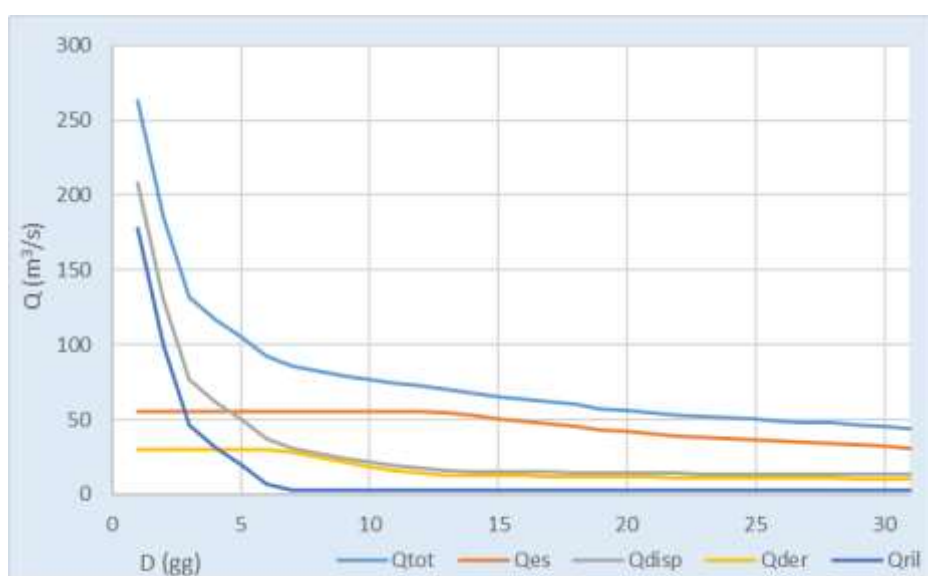


Grafico 16: Distribuzione delle portate a Dicembre

Dalle curve di durata delle portate si sono ricavati i valori medi mensili ed annui di portata. Di seguito se ne riportano i valori ed i rapporti di prelievo rispetto alla disponibilità nel fiume.

Tabella 30: Portate medie mensili ed annua

Periodo	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)	$\frac{Q_{der}}{Q_{disp}}$
Gen	56,473	40,140	16,333	12,665	3,668	78%
Feb	69,187	45,876	23,311	16,275	7,035	70%
Mar	118,119	55,000	63,119	27,440	35,679	43%
Apr	152,779	53,167	99,613	29,000	70,613	29%
Mag	158,902	53,226	105,676	29,032	76,644	27%
Giu	105,225	52,160	53,065	24,811	28,254	47%
Lug	30,164	18,508	11,656	8,973	2,684	77%
Ago	19,287	8,724	10,562	7,879	2,684	75%
Set	33,795	20,334	13,461	10,119	3,343	75%
Ott	48,888	31,706	17,182	12,082	5,100	70%
Nov	116,723	45,237	71,486	18,540	52,946	26%
Dic	77,697	46,319	31,377	16,824	14,553	54%
Anno	82,160	39,106	43,054	17,785	25,268	41%

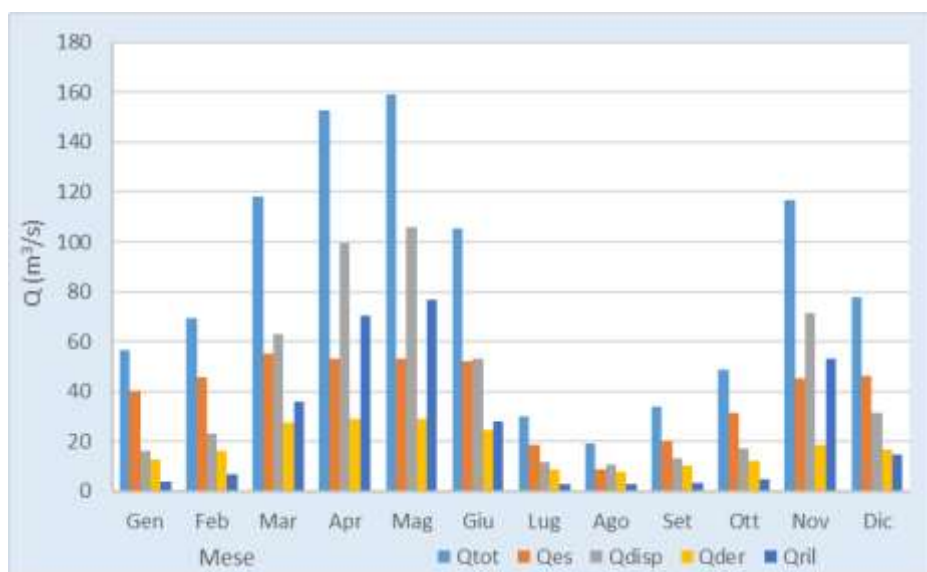


Grafico 17: Portate medie mensili

Nell'anno idrologico medio l'impianto deriva la portata massima d'esercizio della centrale idroelettrica per la durata di 127 gg e per 234 gg la centrale produce energia idroelettrica con portate comprese tra quella minima (6,000 m³/s) e quella massima (30,000 m³/s). Quindi la centrale idroelettrica in progetto nell'anno idrologico medio rimane inattiva per la durata di 4 gg, per eccessiva disponibilità idrica.

Organizzando i dati ponendo le portate disponibili in ordine decrescente, si ottengono le curve annue di durata delle portate, riassunte nella successiva Tabella 31 e nel Grafico 18 che segue.

Tabella 31: Curve di durata delle portate

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{es} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)	$\frac{Q_{der}}{Q_{disp}}$
10	102,20	253,05	55,00	198,05	30,00	168,05	15%
30	101,85	177,06	55,00	122,06	30,00	92,06	25%
60	101,63	137,82	55,00	82,82	30,00	52,82	36%
91	101,44	110,64	55,00	55,64	30,00	25,64	54%
135	101,20	79,35	55,00	24,35	21,66	2,68	89%
182	101,20	58,92	44,38	14,53	11,85	2,68	82%
274	101,20	32,08	20,23	11,85	9,16	2,68	77%
355	101,20	11,97	2,13	9,84	7,15	2,68	73%
Anno		82,160	39,106	43,054	17,785	25,268	41%

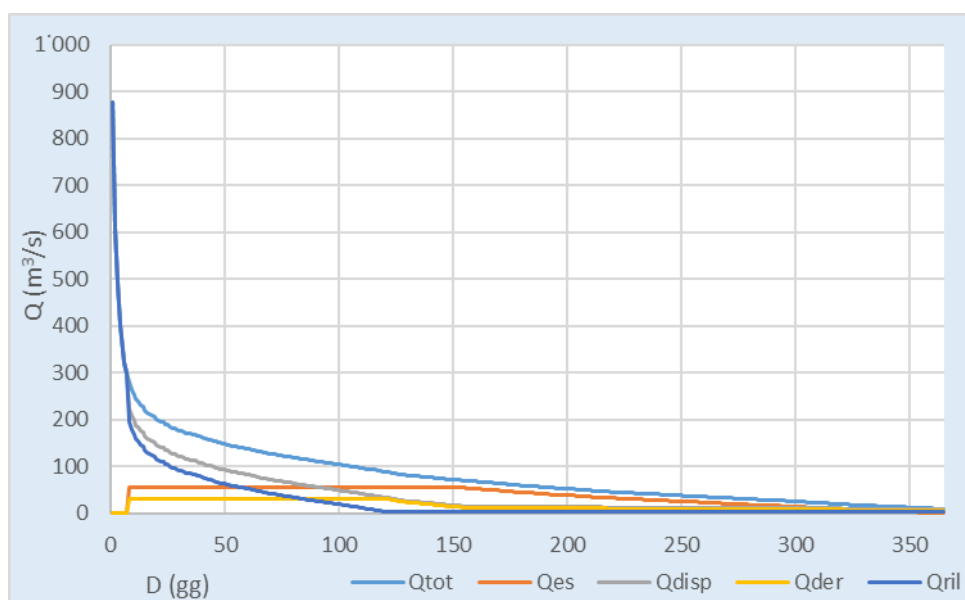


Grafico 18: Curve di durata delle portate

8. ANNO IDROLOGICO SCARSO

L'anno idrologico scarso è quello caratterizzato da portate medie con frequenza di superamento dell'80%.

L'analisi dell'anno idrologico scarso è svolta sulla base delle portate medie giornaliere misurate dall'ARPA Piemonte nella stazione idrometrica di Asti, decurtate dei prelievi irrigui presenti tra la sezione di misura e quella della presa idroelettrica in progetto.

La Tabella 32 contiene le portate specifiche medie mensili disposte in ordine decrescente del fiume Tanaro. La frequenza cumulata di non superamento è data dal rapporto tra il numero di anni con portate maggiori od uguali a quella considerata ed il numero totale di anni analizzati incrementato di 1.

Tabella 32: Valori ordinati delle portate medie mensili

Frequenza	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
6,25%	98,95	120,61	199,65	355,20	269,34	193,11	66,25	35,88	77,23	107,68	241,61	184,77
12,50%	70,83	108,60	177,86	203,34	262,73	160,67	62,15	32,70	60,69	66,38	217,84	124,89
18,75%	67,27	105,19	167,48	177,03	253,24	145,86	50,98	29,76	58,64	62,89	190,75	123,07
25,00%	66,15	71,71	159,74	170,64	192,23	139,68	37,51	21,99	41,93	52,16	181,99	89,75
31,25%	65,49	70,71	156,76	163,10	184,89	139,19	36,68	21,80	31,58	51,94	181,42	84,22
37,50%	57,97	67,23	120,12	155,64	176,08	120,52	34,60	20,70	26,33	45,60	139,14	74,70
43,75%	54,10	65,94	108,33	122,80	147,60	114,35	31,70	16,68	23,49	43,87	84,65	72,62
50,00%	51,17	64,35	101,23	113,52	140,36	95,17	23,89	16,26	22,93	43,62	72,38	58,46
56,25%	50,70	55,73	98,64	109,12	137,04	78,85	16,66	11,90	21,69	35,40	53,94	51,94
62,50%	41,53	45,26	75,95	103,82	99,00	72,62	12,51	11,75	21,61	33,98	53,50	42,47
68,75%	39,80	43,98	75,58	100,31	83,05	58,00	11,34	10,01	20,87	33,04	47,21	40,96
75,00%	35,56	43,97	74,24	97,38	77,99	57,45	10,99	9,64	17,93	31,05	41,04	37,91
81,25%	30,96	39,76	53,36	94,12	66,36	32,05	7,78	9,63	15,77	25,26	38,60	28,76
87,50%	23,11	25,14	33,61	80,54	52,88	26,84	7,68	8,93	11,90	24,51	33,28	27,01
93,75%	22,44	20,03	20,61	52,91	40,80	11,61	3,76	7,40	11,82	14,42	26,63	26,15
80%	31,88	40,60	57,53	94,77	68,69	37,13	8,42	9,63	16,20	26,42	39,08	30,59

Le portate relative alla frequenza del 80% sono ricavate per interpolazione lineare di quelle con frequenza più prossima.

Come per l'anno idrologico medio, si ricavano i valori di contributo specifico corrispondenti alle portate medie mensili ed annua del regime idrologico scarso.

Tabella 33: Portate medie annue e mensili del fiume Tanaro nell'anno idrologico scarso

Grandezza	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Q (m ³ /s)	38,30	31,88	40,60	57,53	94,77	68,69	37,13	8,42	9,63	16,20	26,42	39,08	30,59
q (l/s km ²)	9,34	7,78	9,90	14,03	23,12	16,75	9,06	2,05	2,35	3,95	6,44	9,53	7,46

Le portate del fiume Tanaro dell'anno idrologico scarso nella sezione di presa in progetto sono definite sulla base dei medesimi contributi specifici riportati nella precedente Tabella 33.

*Tabella 34: Portate medie del fiume Tanaro nell'anno idrologico scarso
nella sezione di presa in progetto*

Grandezza	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
q (l/s km ²)	9,34	7,78	9,90	14,03	23,12	16,75	9,06	2,05	2,35	3,95	6,44	9,53	7,46
Q (m ³ /s)	41,811	34,802	44,320	62,801	103,452	74,976	40,535	9,191	10,510	17,685	28,839	42,663	33,395

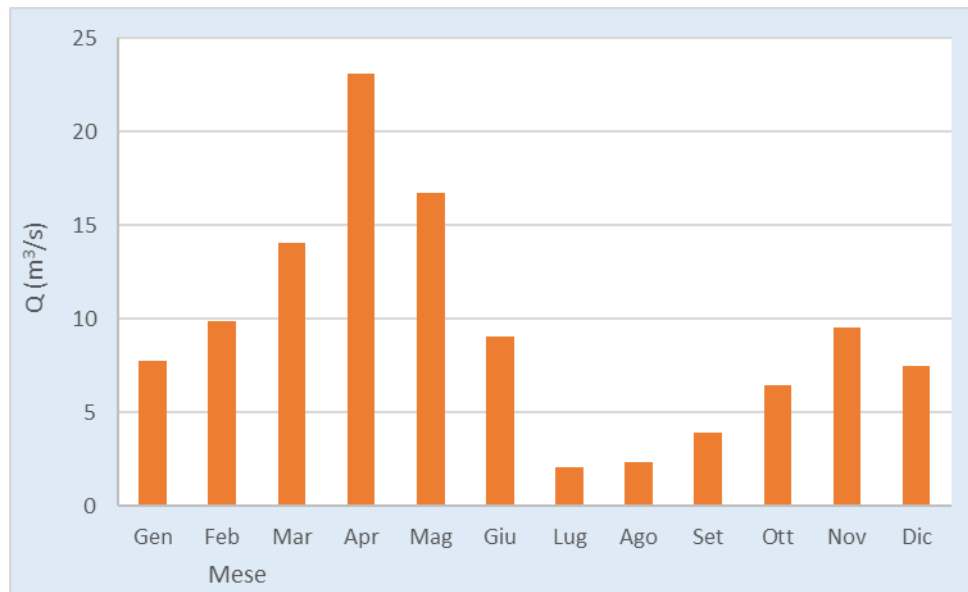


Grafico 19: Portate medie mensili dell'anno idrologico scarso

Nella Tabella 35 che segue, sono confrontate le portate medie mensili ed annue degli anni idrologici medio e scarso.

*Tabella 35: Portate medie annue e mensili del fiume Tanaro
nella sezione di presa in progetto (m³/s)*

Periodo	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Medio	82,130	56,473	69,003	118,119	152,779	158,902	105,225	30,164	19,287	33,795	48,888	116,723	77,697
Scarso	41,811	34,802	44,320	62,801	103,452	74,976	40,535	9,191	10,510	17,685	28,839	42,663	33,395
S / M	51%	62%	64%	53%	68%	47%	39%	30%	54%	52%	59%	37%	43%

Il rapporto è calcolato come frazione tra i dati medi dell'anno idrologico scarso e quelli dell'anno medio.

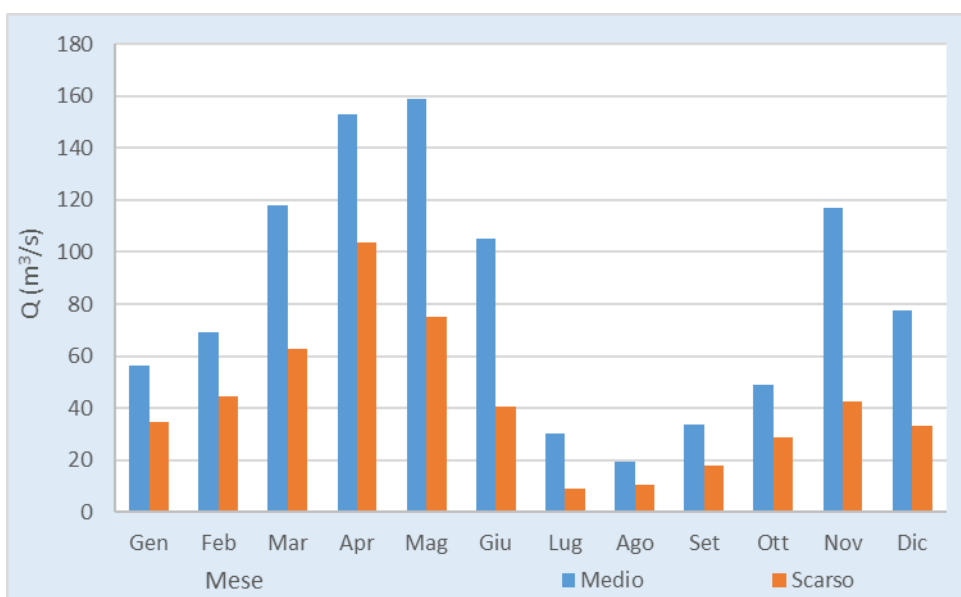


Grafico 20: Portate medie mensili dell'anno idrologico medio e di quello scarso

Le portate specifiche dell'anno idrologico scarso sono mediamente pari al 51% di quelle dell'anno medio. La differenza è più elevata in estate, infatti, a Luglio il rapporto è pari al 30%. Invece il rapporto massimo è primaverile, a Aprile cresce al 68%.

9. ANALISI DEL REGIME DI MAGRA

9.1. Analisi statistica

Di seguito si procede alla ricostruzione dei regimi di magra in termini di frequenza e di persistenza del fiume Tanaro. L'elaborazione idrologica è svolta con le portate medie giornaliere dello stesso corso d'acqua desunte dalle misure idrometriche del Consorzio Tanaro presso la briglia del ponte della Strada Provinciale 45bis a Pontevico.

Il tempo di permanenza di un fenomeno di magra può essere definito come il tempo per cui la portata media giornaliera rimane inferiore ad un valore di soglia prefissato. L'analisi sviluppata sulle serie storiche giornaliere dei dati di portata misurati è stata volta a definire, anno per anno, alcuni valori di portata di riferimento legati a diverse durate consecutive in giorni; sono stati cioè individuati i valori soglia di portata (minimi annui) che, su differenti estensioni di durata consecutiva, individuano periodi con portate di entità minore.

L'analisi è stata svolta applicando, per ogni anno di misura il metodo della media mobile su 365 valori, con finestre temporali di 7, 15 e 30 gg (L'analisi con finestra temporale di 30 giorni è stata condotta su anni fittizi non solari, nel senso che la media mobile è stata calcolata sempre su 30 giorni consecutivi, quindi considerando sempre anche l'anno successivo a quello in esame).

Partendo dalla serie dei dati rilevati X_i si eseguono le medie $Y_{i,N}$ per gruppi di termini successivi:

$$Y_{i,N} = \frac{X_i + X_{i+1} + \dots + X_{i+N-1}}{N}$$

in cui:

- N durata della finestra temporale, {7;15;30}gg;
- i indica il giorno di inizio della finestra temporale, $[1;365 - N]$;
- $Y_{i,N}$ valore medio della portata per l'i-esimo intervallo;
- X_j dato di portata media giornaliera rilevato nell'i-esimo intervallo, $j \in [i; i + N - 1]$.

L'analisi del regime di magra è svolta sulla base delle portate medie giornaliere misurate dall'ARPA Piemonte nella stazione idrometrica di Asti, decurtate dei prelievi irrigui presenti tra la sezione di misura e quella della presa idroelettrica in progetto.

Nelle serie di valori medi, per ogni anno e per ogni finestra temporale analizzati, si è cercata la portata minima. La Tabella 36 riassume i dati calcolati come specificato e li confronta col deflusso giornaliero minimo annuo.

Tabella 36: Portate di magra misurate nel fiume Tanaro (m^3/s)

Anno	min	7 gg	15 gg	30 gg
2004	4,77	7,25	7,91	9,16
2005	4,13	5,03	5,44	5,83
2006	3,93	4,50	5,84	5,98
2007	2,08	2,60	2,82	3,20
2008	9,24	10,78	11,83	15,51
2009	20,60	23,65	27,06	28,52
2010	5,87	8,69	10,82	14,85
2011	13,00	14,80	16,68	20,08
2012	6,76	7,88	8,52	9,54
2013	14,10	16,23	17,70	20,94
2014	13,20	15,59	18,39	24,64
2015	4,12	5,05	5,27	7,20
2016	2,75	4,10	6,02	8,47
2017	4,25	6,13	6,78	7,26
2018	11,50	12,86	14,06	16,64

Nella seguente Tabella 37, per ogni finestra temporale considerata, si sono riportati i valori della portata di magra e minima riferiti agli anni analizzati affiancati dal valore della frequenza cumulata di non superamento.

Tabella 37: Analisi della frequenza delle portate di magra del fiume Tanaro (m^3/s)

Frequenza cumulata	min	7 gg	15 gg	30 gg
93,8%	20,60	23,65	27,06	28,52
87,5%	14,10	16,23	18,39	24,64
81,3%	13,20	15,59	17,70	20,94
75,0%	13,00	14,80	16,68	20,08
68,8%	11,50	12,86	14,06	16,64
62,5%	9,24	10,78	11,83	15,51
56,3%	6,76	8,69	10,82	14,85
50,0%	5,87	7,88	8,52	9,54
43,8%	4,77	7,25	7,91	9,16
37,5%	4,25	6,13	6,78	8,47
31,3%	4,13	5,05	6,02	7,26
25,0%	4,12	5,03	5,84	7,20
18,8%	3,93	4,50	5,44	5,98
12,5%	2,75	4,10	5,27	5,83
6,3%	2,08	2,60	2,82	3,20

Dalle portate di magra si definiscono gli equivalenti contributi specifici, come riportato nella prossima Tabella 38.

Tabella 38: Analisi della frequenza delle portate di magra del fiume Tanaro (l/s km²)

Frequenza cumulata	min	7 gg	15 gg	30 gg
93,8%	5,03	5,77	6,60	6,96
87,5%	3,44	3,96	4,49	6,01
81,3%	3,22	3,80	4,32	5,11
75,0%	3,17	3,61	4,07	4,90
68,8%	2,81	3,14	3,43	4,06
62,5%	2,25	2,63	2,88	3,78
56,3%	1,65	2,12	2,64	3,62
50,0%	1,43	1,92	2,08	2,33
43,8%	1,16	1,77	1,93	2,23
37,5%	1,04	1,49	1,65	2,07
31,3%	1,01	1,23	1,47	1,77
25,0%	1,01	1,23	1,43	1,76
18,8%	0,96	1,10	1,33	1,46
12,5%	0,67	1,00	1,28	1,42
6,3%	0,51	0,63	0,69	0,78

Le portate di magra del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto sono calcolate considerando i medesimi contributi specifici della Tabella 38.

Nella seguente Tabella 39, sono indicate le portate di magra del fiume Tanaro calcolati come indicato.

*Tabella 39: Portate di magra del fiume Tanaro (m³/s)
nella sezione di presa in progetto*

Frequenza cumulata	min	7 gg	15 gg	30 gg
93,8%	22,491	25,813	29,535	31,136
87,5%	15,396	17,720	20,075	26,900
81,3%	14,414	17,018	19,326	22,862
75,0%	14,195	16,160	18,212	21,916
68,8%	12,558	14,039	15,345	18,161
62,5%	10,091	11,769	12,910	16,929
56,3%	7,384	9,486	11,816	16,208
50,0%	6,413	8,604	9,304	10,415
43,8%	5,212	7,911	8,636	9,994
37,5%	4,644	6,690	7,406	9,249
31,3%	4,513	5,513	6,569	7,924
25,0%	4,502	5,488	6,380	7,855
18,8%	4,295	4,917	5,935	6,525
12,5%	3,007	4,477	5,748	6,363
6,3%	2,276	2,840	3,078	3,493

Il Grafico 21 rappresenta la variazione del valore di magra in funzione della frequenza cumulata di non superamento e della finestra temporale considerata.

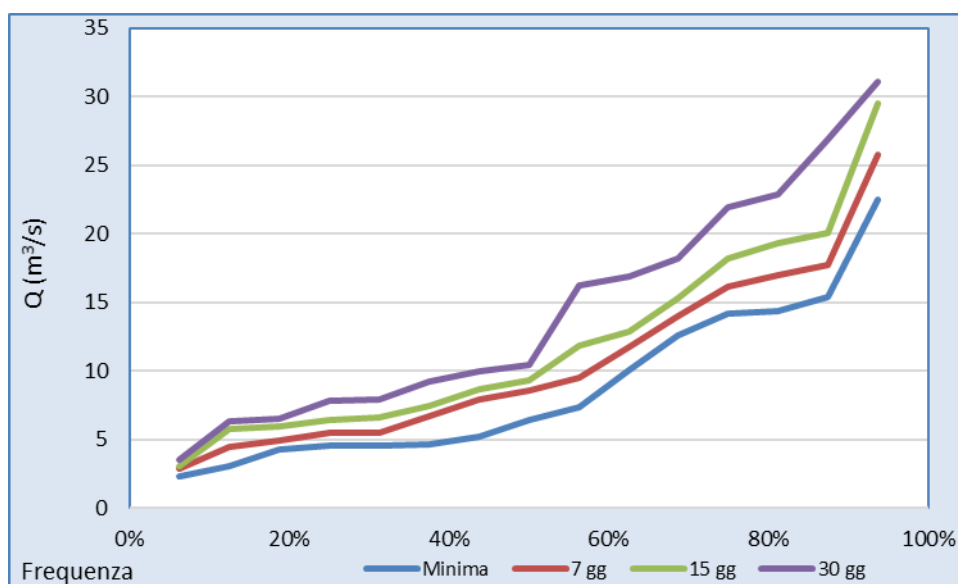


Grafico 21: Portate di magra del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto

Durante l'elaborazione dei dati è emerso che i periodi di magra sono principalmente concentrati nel periodo estivo.

9.2. Portata di magra

Per la verifica idraulica del fiume Tanaro è necessario stabilire un valore univoco della portata di magra, perciò si ricorre ad un procedimento empirico. La portata di magra corrisponde alla portata minima con un tempo di ritorno biennale, quindi con frequenza di superamento del 50%.

Facendo riferimento alla precedente Tabella 39 si ottiene una portata di magra pari a 6,413 m³/s.

10. PORTATE DI MASSIMA PIENA

La Direttiva “Criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B” del Piano Stralcio delle Fasce fluviali, al paragrafo 2.5. “Portate di piena”, specifica:

“La portata di piena di riferimento da assumere per le valutazioni idrauliche è quella per cui è stata condotta la delimitazione della fascia B.

I valori di riferimento delle portate di piena nelle diverse sezioni dei corsi d’acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali sono definiti dall’Autorità di bacino nell’ambito di apposita direttiva. ...”

L’Autorità di Bacino del Fiume Po attraverso la “Direttiva sulla piena da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica” contenuta nel “Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico” (P.A.I.) ha definito le portate di massima piena per la definizione delle fasce fluviali.

Nella Tabella 20 del sopracitato documento sono riassunte le portate di massima piena utilizzate per delimitare le fasce A e B sul fiume Tanaro ed i relativi affluenti. La derivazione idroelettrica in progetto è situata in prossimità della sezione 37, mentre nel P.A.I. sono definite le portate nelle sezioni:

- Sezione 44 Asti
 - $S = 4'241 \text{ km}^2$
 - $Q_{20} = 2'650 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{100} = 3'300 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{200} = 3'550 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{500} = 3'900 \text{ m}^3/\text{s}$
- Sezione 19 Alessandria
 - $S = 5'258 \text{ km}^2$
 - $Q_{20} = 2'850 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{100} = 3'550 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{200} = 3'800 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{500} = 4'200 \text{ m}^3/\text{s}$

Il deflusso di massima piena con tempo di ritorno di 200 anni nella sezione di presa in progetto è definito attraverso l'interpolazione lineare in funzione della superficie del bacino idrografico, ottenendo i risultati riporti nella successiva Tabella 40.

Tabella 40: Portate di piena del fiume Tanaro (fonte P.A.I.)

Sezione	S (km ²)	Q ₂₀ (m ³ /s)	Q ₁₀₀ (m ³ /s)	Q ₂₀₀ (m ³ /s)	Q ₅₀₀ (m ³ /s)
Asti	4'241	2'650	3'300	3'550	3'900
Alessandria	5'258	2'850	3'550	3'800	4'200
Presa	4'475.4	2'700	3'350	3'600	3'950

Nel Piano per la valutazione e la Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A.) sono indicati i profili di piena dei corsi d'acqua del reticolo principale e le relative portate. Nelle sezioni di riferimento sono indicati i seguenti deflussi:

- Sezione 45 Asti
 - $S = 4'241 \text{ km}^2$
 - $Q_{20} = 2'650 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{200} = 3'550 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{500} = 3'900 \text{ m}^3/\text{s}$
- Sezione 18 Alessandria
 - $S = 5'258 \text{ km}^2$
 - $Q_{20} = 2'850 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{200} = 3'400 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $Q_{500} = 4'200 \text{ m}^3/\text{s}$

Le portate di piena del P.G.R.A. coincidono con quelle del P.A.I. con l'unica eccezione della piena duecentennale nella sezione di Alessandria. Infatti, tale valore è indicato pari a $3'400 \text{ m}^3/\text{s}$ nel P.G.R.A. ed a $3'800 \text{ m}^3/\text{s}$ nel P.A.I.. Siccome è l'unico valore della sezione di Alessandria ad essere minore di quello corrispondente ad Asti, si ritiene che la discrepanza possa essere attribuita ad un errore, poiché per gli altri tempi di ritorno non è prevista la laminazione della piena tra le sezioni di Asti e Alessandria.

Alla luce di quanto indicato, si confermano le portate indicate nel Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico e, per la sezione della presa idroelettrica in progetto, si adottano i seguenti deflussi di piena:

- $Q_{20} = 2'700 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 3'350 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{200} = 3'600 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{500} = 3'950 \text{ m}^3/\text{s}$