



**NUOVO IMPIANTO IDROELETTRICO
PRESSO LA TRAVERSA ESISTENTE A MONTE
DEL PONTE DELLA FERROVIA E DI CORSO CANALE
IN COMUNE DI ALBA**

ELABORATO N°	TITOLO ELABORATO	SCALA
R02	RELAZIONE IDROLOGICA	
		DATA
		Luglio 2024
PRIMA EMISSIONE		

PROGETTISTI	FIRMA
 <p>e3STUDIO DI CAPELLINO E ASSOCIATI ENGINEERING ENVIRONMENT ENERGY</p> <p>Corso Armando Diaz 23/1 - 12084 - Mondovi (CN) ☎ 0174 55 12 47 ✉ info@e3studio.it ✉ e3studio@legalmail.it</p> <p>Dott. Ing. ANTONIO CAPELLINO ☎ 335 65 60 172 ✉ antonio.capellino@e3studio.it</p> <p>Dott. Arch. DANIELE BORGNA ☎ 339 31 31 477 ✉ daniele.borgna@e3studio.it</p> <p>Geom. ALBERTO BALSAMO ☎ 347 40 97 196 ✉ alberto.balsamo@e3studio.it</p> <p>Dott. Ing. ALBERTO BONELLO ☎ 328 45 41 205 ✉ alberto.bonello@e3studio.it</p> <p>Dott. Arch. IVANO GARELLI ☎ 331 84 59 912 ✉ ivano.garelli@e3studio.it</p>	

COMMITTENTE	FIRMA
 <p>EDISON Spa Foro Buonaparte, n. 31 - 20121 Milano Partita IVA 08263330014 ☎ 02/6222.1 www.edison.it</p>	

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. BACINO IMBRIFERO DEL FIUME TANARO	3
3. PORTATE DELL'ANNO IDROLOGICO MEDIO	5
4. DERIVAZIONI ESISTENTI	8
5. DEFLUSSO ECOLOGICO	9
5.1. Ambito di applicazione	10
5.2. Componente idrologica e componente ambientale del DE, DMV di base	10
5.3. Rilasci da sorgente	11
5.4. Deroghe	11
5.5. Nuovi prelievi e rinnovi	11
5.6. Prelievi esistenti	12
5.7. Modalità di rilascio in alveo	12
5.8. Controlli	12
5.9. Corrispondenza tra sottobacini idrografici e aree idrografiche	13
5.10. Calcolo del DMV idrologico e DMV di base	14
5.10.1. Aste principali del fiume Po e del fiume Tanaro	14
5.10.2. Altri corsi d'acqua naturali del territorio piemontese	14
5.11. Calcolo del Deflusso Ecologico	19
5.12. Deflusso Ecologico della sezione di presa in progetto	22
5.13. Modalità di rilascio del deflusso ecologico	22
6. PORTATE DERIVABILI	23
6.1. Regola operativa	23
6.2. Distribuzione delle portate	24
7. ANNO IDROLOGICO SCARSO	39
8. ANALISI DEL REGIME DI MAGRA	43
8.1. Analisi statistica	43
8.2. Portata di magra	45
9. PORTATE DI MASSIMA PIENA	46

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 Alba (CN).

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.

Questa 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 Bobore 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 Alba in corrispondenza della traversa della derivazione per la produzione di beni e servizi della Ferrero Industriale Italia S.r.l..

La sezione di presa in progetto è localizzata nel tratto compreso tra la confluenza del fiume Stura di Demonte e l’immissione del torrente Bobore.

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

- $S = 3'450,8 \text{ km}^2$;
- $H_{min} = 156 \text{ m s.l.m.}$;
- $H_{med} = 1'058 \text{ m s.l.m.}$;
- $H_{max} = 3'297 \text{ m s.l.m.}$.

I dati sono reperiti dal rilievo planoaltimetrico eseguito con strumento satellitare, dalla Carta Tecnica Regionale e dal Piano di Tutela delle Acque del 2007 della Regione Piemonte (sezione significativa 2448-2, in corrispondenza del ponte doppio della ferrovia e di Corso Casale).

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

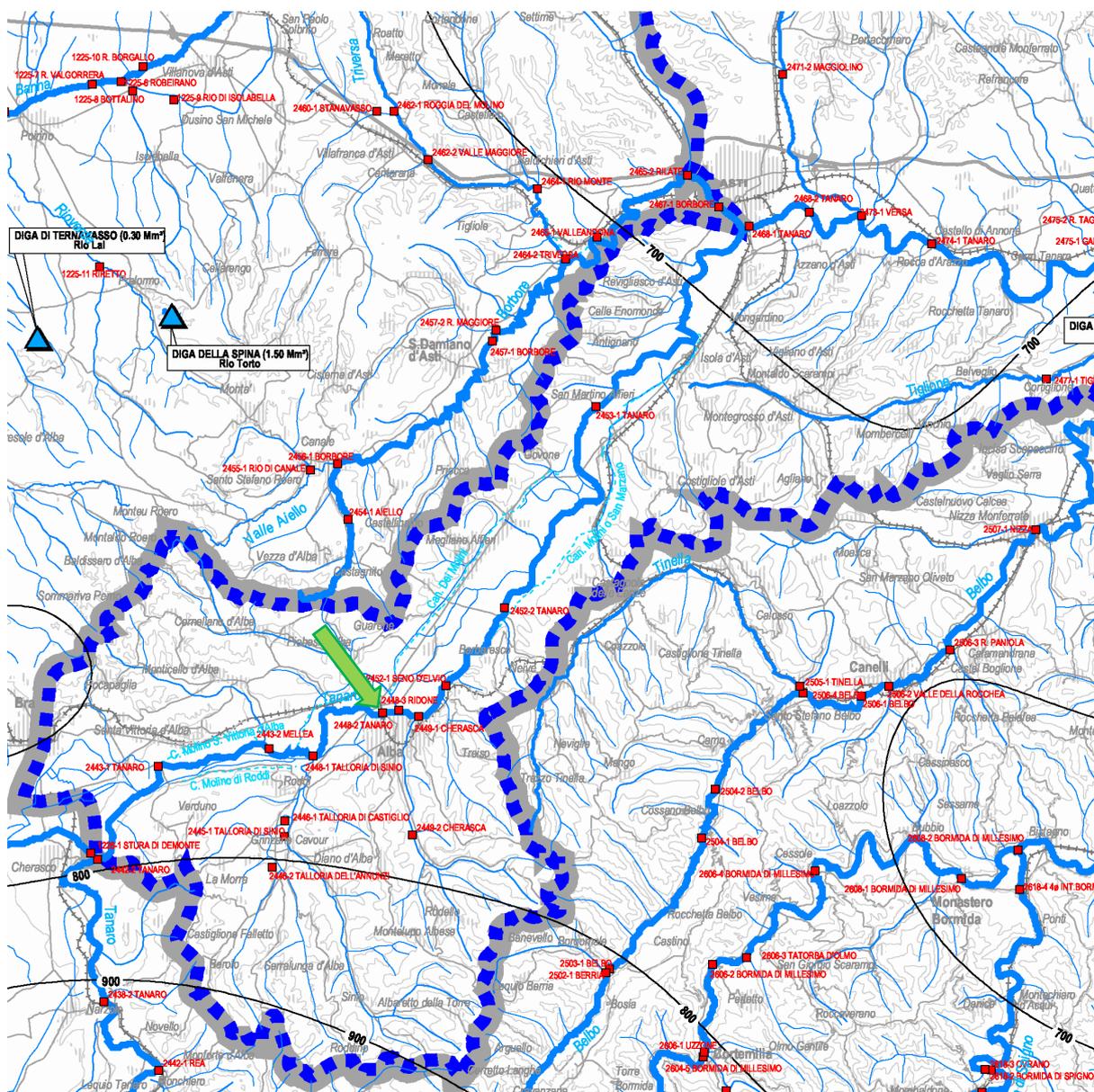


Figura 1: Inquadramento cartografico del bacino imbrifero del fiume Tanaro (la derivazione in progetto è indicata dalla freccia verde)

3. PORTATE DELL'ANNO IDROLOGICO MEDIO

La presa idroelettrica in progetto insiste sul fiume Tanaro appena a monte della stazione idrometrica dell'ARPA Piemonte di Alba. La distanza risulta tra la stazione di misura e la sezione di presa è trascurabile e pertanto si può ritenere che la serie storica delle misure sia riferibile direttamente al punto di prelievo in progetto.

La successiva Tabella 1 mostra i dati caratteristici della stazione di misura dell'ARPA Piemonte.

Tabella 1: Dati caratteristici delle stazioni idrografiche

Ente	Località	Superficie (km ²)	Periodo di misura
ARPA	Alba	3'379	2007 ÷ 2022

La stazione di misura dell'ARPA Piemonte coincide con la sezione significativa del P.T.A. 2007 con codice 2448-2. La lieve discrepanza che si riscontra nel valore dell'estensione della superficie del bacino idrografico, pari a circa il 2%, è imputabile alla differente approssimazione nella ricostruzione del perimetro.

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

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

Periodo	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2007	29,94	24,50	21,63	22,78	51,09	40,45	75,07	5,54	12,13	17,04	24,51	38,28	27,43
2008	76,29	50,62	45,22	55,34	95,13	192,66	192,57	30,48	16,86	20,06	25,66	84,17	107,56
2009	110,84	75,36	101,44	152,81	357,63	273,45	113,95	44,00	15,04	41,84	39,76	54,13	63,71
2010	90,35	50,84	56,73	134,82	138,39	160,94	123,20	34,99	31,45	22,25	38,39	195,92	96,91
2011	80,81	70,86	69,96	174,65	129,55	90,93	126,20	23,69	13,18	21,44	23,25	189,47	40,11
2012	57,11	31,57	33,79	57,66	75,90	116,93	44,16	11,69	6,87	72,47	34,46	136,90	64,70
2013	89,53	44,15	49,59	109,49	214,55	292,16	108,79	45,12	20,72	21,16	49,16	48,32	68,39
2014	102,67	85,14	98,28	144,18	160,47	127,25	127,22	59,87	32,86	25,19	31,18	180,30	162,40
2015	74,53	56,64	84,72	179,27	158,15	134,57	79,34	14,61	26,02	28,32	66,86	40,27	26,78
2016	56,30	19,04	41,46	91,03	94,52	72,39	55,03	12,01	12,13	14,30	33,73	198,80	34,60
2017	33,26	34,48	56,87	59,51	83,67	54,86	25,63	10,15	6,45	11,88	15,37	22,24	20,59
2018	89,18	50,70	28,90	78,00	168,26	257,08	148,22	38,56	17,38	21,47	56,04	151,80	52,19
2019	70,50	37,55	39,36	34,69	86,06	104,29	68,71	41,38	24,01	34,25	73,09	193,63	109,23
2020	52,60	46,55	36,86	37,38	71,44	143,38	75,53	30,63	19,07	20,38	79,09	30,38	39,08
2021	35,30	51,03	63,67	45,36	49,48	64,50	41,05	9,16	8,39	8,70	17,53	40,35	27,09
2022	19,73	21,49	19,76	17,85	21,56	55,53	14,60	8,02	9,79	10,41	16,60	19,25	21,45
Media	66,81	46,91	53,02	87,18	122,24	136,34	88,70	26,24	17,02	24,45	39,04	101,51	60,14

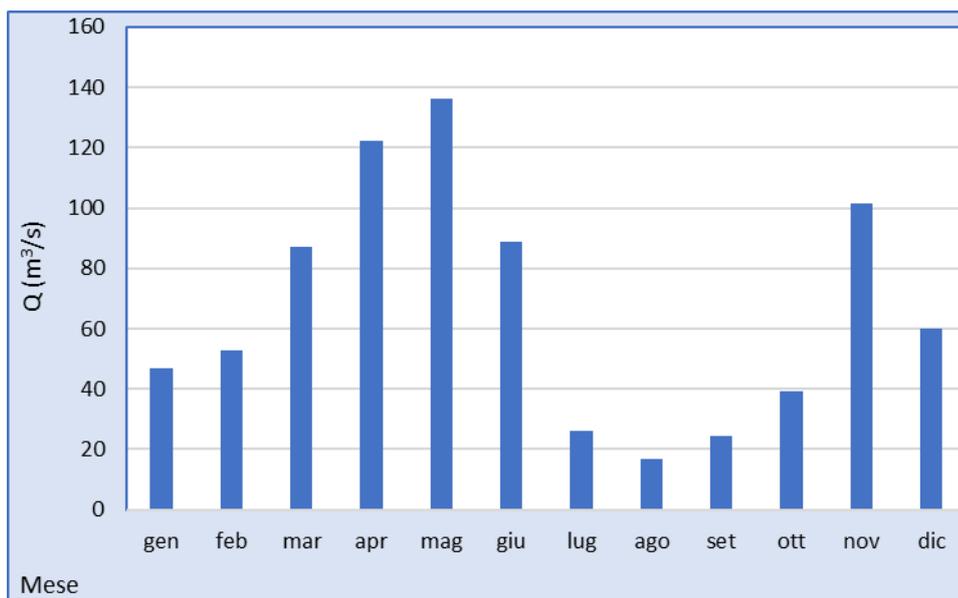


Grafico 1: Portate medie mensili del fiume Tanaro

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

D (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355
2007	89,80	59,30	42,90	32,00	25,50	23,00	18,50	3,81
2008	307,00	198,00	125,00	97,00	60,40	47,70	26,60	12,40
2009	335,00	281,00	207,00	140,00	98,90	74,40	38,40	11,10
2010	294,00	205,00	141,00	110,00	93,40	71,70	36,80	10,30
2011	268,00	171,00	119,00	93,90	76,50	60,60	22,50	10,60
2012	204,41	119,21	89,38	70,99	55,05	43,65	26,89	5,93
2013	370,37	244,40	145,30	120,24	63,57	46,27	37,64	15,56
2014	299,86	187,97	149,42	128,73	109,16	93,72	43,71	18,35
2015	207,59	169,52	133,24	106,06	71,33	52,72	29,45	8,34
2016	143,90	104,07	80,81	66,45	50,53	31,31	17,32	6,44
2017	91,61	71,94	58,55	52,12	36,91	21,75	14,43	5,46
2018	362,02	211,14	176,08	132,63	73,05	48,40	27,72	14,71
2019	247,99	141,71	99,83	78,87	61,71	41,71	32,88	18,50
2020	201,43	96,16	67,71	47,09	39,96	35,95	28,60	15,46
2021	84,78	63,86	53,91	49,90	45,88	37,73	13,88	6,85
2022	68,85	27,68	22,93	20,86	19,75	18,88	11,91	3,87
Media	223,54	147,00	107,00	84,18	61,35	46,84	26,70	10,48

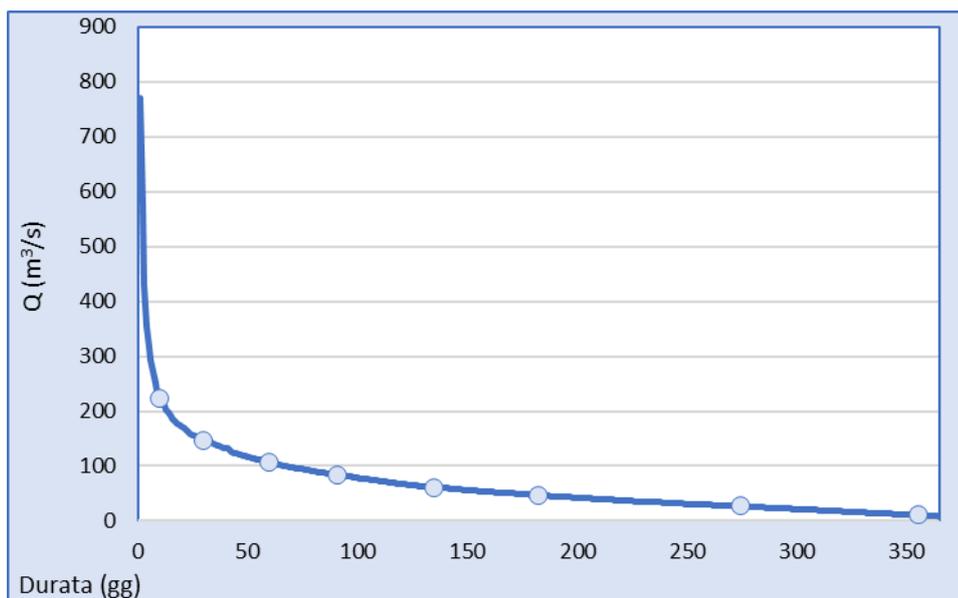


Grafico 2: Curva di durata delle portate del fiume Tanaro

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

D (gg)	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
1	91,66	117,19	197,54	286,86	292,91	199,90	59,63	43,03	66,86	171,49	494,49	214,31
2	67,43	79,32	153,04	244,76	263,23	156,51	50,19	30,03	51,99	85,01	360,53	141,58
3	60,54	70,86	138,12	194,25	223,08	142,42	46,02	27,90	40,44	64,84	239,57	105,58
4	58,50	67,46	121,62	170,40	202,43	133,38	42,28	25,78	38,51	55,05	193,81	86,21
5	55,62	63,39	115,95	163,47	184,93	127,63	39,81	24,21	32,53	51,24	162,36	78,91
6	53,06	60,67	109,94	153,78	172,67	119,53	36,86	22,62	29,89	44,15	139,54	73,87
7	51,01	59,81	104,32	149,57	166,01	113,63	35,16	21,08	28,46	41,30	119,81	69,10
8	49,90	58,15	100,76	140,58	159,97	106,91	33,97	20,41	27,24	39,47	107,23	64,77
9	48,99	56,32	99,22	134,60	149,64	102,00	32,43	19,83	25,96	38,47	94,83	62,96
10	48,43	54,35	95,11	130,71	145,23	99,68	30,79	18,99	24,79	36,73	86,74	59,66
11	47,64	52,21	91,87	127,97	139,67	96,34	29,04	18,52	23,88	35,23	80,51	56,61
12	47,01	50,73	87,71	122,11	135,71	92,15	27,12	17,44	23,11	34,04	75,67	55,88
13	46,36	49,79	86,01	117,45	131,02	88,46	26,20	16,97	22,59	33,14	69,63	53,09
14	45,42	48,37	83,94	114,98	128,89	87,01	24,82	16,44	22,07	31,96	65,22	51,32
15	44,38	47,06	81,28	109,22	123,73	83,63	23,55	15,98	21,37	31,37	63,21	48,86
16	43,88	46,50	79,40	106,69	120,46	81,56	22,74	15,28	20,48	30,94	60,01	47,98
17	43,22	45,55	75,45	104,30	118,55	78,48	22,07	14,67	19,89	30,37	56,29	46,50
18	42,81	44,98	74,42	101,13	116,60	76,69	21,37	14,41	19,48	29,12	53,62	44,83
19	42,48	44,41	73,14	98,04	113,19	73,63	20,39	14,09	19,09	28,05	51,96	43,35
20	41,88	43,81	69,80	93,99	109,95	70,94	19,83	13,63	18,64	27,53	50,40	42,41
21	40,70	43,17	67,84	90,30	107,39	68,69	19,28	13,21	18,08	26,99	48,53	41,66
22	40,20	42,64	66,53	87,66	104,57	65,63	18,51	12,78	17,42	26,31	46,29	40,69
23	39,66	42,03	65,10	84,47	101,57	61,53	17,91	11,61	16,89	26,10	45,22	40,22
24	39,43	41,60	63,16	82,43	100,41	58,65	17,17	11,15	16,55	25,75	44,53	39,47
25	39,21	40,84	61,67	80,98	97,01	55,02	16,26	10,73	15,99	25,40	43,58	38,54
26	38,84	39,87	59,85	79,57	93,97	51,19	15,62	10,51	15,51	25,03	42,78	37,63
27	38,30	38,35	57,74	78,39	91,64	47,32	14,65	10,14	14,92	24,72	40,80	37,01
28	37,88	38,00	57,14	74,78	88,64	43,09	13,79	9,61	14,32	23,75	36,96	36,47
29	37,04	27,34	56,11	72,80	84,92	40,83	12,92	9,33	13,88	23,10	36,44	35,70
30	36,51		54,71	70,98	81,48	38,70	12,03	9,03	12,61	22,79	34,88	34,99

31	36,12	53,91	76,97	11,11	8,26	20,92	34,18
----	-------	-------	-------	-------	------	-------	-------

4. DERIVAZIONI ESISTENTI

Nel brevissimo tratto di fiume Tanaro compreso tra la stazione di misura dell'ARPA Piemonte di Alba e la presa idroelettrica in progetto è presente la derivazione industriale della Ferrero Industriale Italia S.p.a., che 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 della derivazione insistente sul fiume Tanaro nella 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 della derivazione esistente.

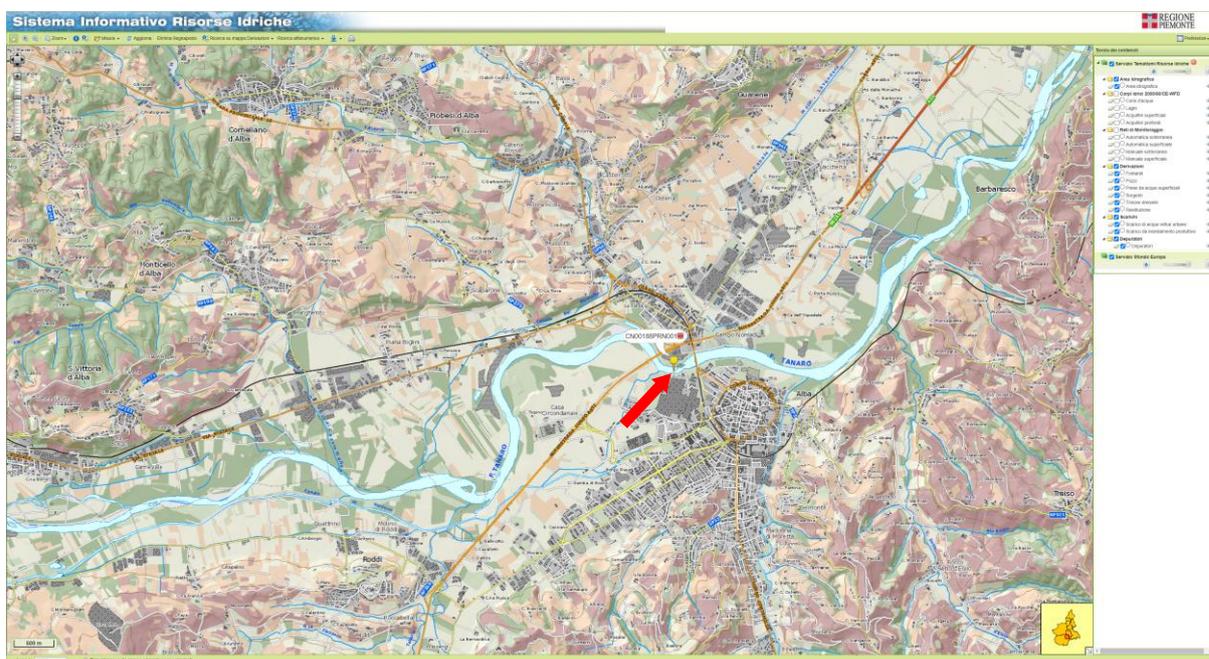


Figura 2: Estratto della mappa del S.I.R.I.

Tabella 5: Derivazioni esistenti sul fiume Tanaro

Codice Rilievo	Codice univoco	Comune	Periodo di prelievo	Q _{max} (m ³ /s)	Q _{med} (m ³ /s)
CN01480	CNA10568	Alba	1 gen ÷ 31 dic	100	60
CN00188					

La derivazione industriale individuata dal codice univoco CNA10568 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. DEFLUSSO ECOLOGICO

Nella Regione Piemonte, l'implementazione del Deflusso Ecologico (DE) è normata dal Regolamento regionale recante: "Disposizioni per l'implementazione del deflusso ecologico", approvato con Deliberazione della Giunta regionale n. 26-4394 del 22 dicembre 2021 ed emanato con Decreto del Presidente della Giunta regionale 27 dicembre 2021, n. 14/R.

Il Regolamento regionale è stato sviluppato in attuazione della legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61 (Disposizioni per la prima attuazione del decreto legislativo 11 maggio 1999, n. 152, in materia di tutela delle acque) e in coerenza con quanto stabilito dal Piano di tutela delle acque e dalla deliberazione 14 dicembre 2017, n. 4 della Conferenza istituzionale permanente dell'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po (DDE).

Il Regolamento regionale, ferme restando le disposizioni della legge regionale 29 dicembre 2006, n. 37 (Norme per la gestione della fauna acquatica, degli ambienti acquatici e regolamentazione della pesca) e dei relativi provvedimenti attuativi, persegue l'obiettivo di mantenere nei corsi d'acqua un regime di deflusso ecologico finalizzato a garantire la tutela delle biocenosi acquatiche compatibilmente con un equilibrato utilizzo della risorsa idrica e, in generale, concorrere al raggiungimento e al mantenimento degli obiettivi ambientali dei corpi idrici fissati nel Piano di Gestione del Distretto Idrografico del fiume Po (PdGPO).

5.1. Ambito di applicazione

Il DE si applica a tutti i prelievi di acqua pubblica da corpi idrici naturali e fortemente modificati, così come definiti nel PdGPO vigente e nei successivi riesami e aggiornamenti, tenuto conto dei fattori correttivi idrologici e ambientali di cui al successivo paragrafo 5.2. “Componente idrologica e componente ambientale del DE, DMV di base”.

Ai prelievi di acqua pubblica da sorgente si applica il DMV idrologico di cui al successivo paragrafo 5.3. “Rilasci da sorgente”, mentre a quelli da corpi idrici naturali che originano un vaso si applica il DE con esclusione del fattore correttivo T. I corpi idrici artificiali soggetti ad obiettivi di qualità e i corpi idrici ad uso “artificiale/misto” di cui alla tabella dell’Allegato C, restano soggetti agli obblighi di rilascio del DMV definiti ai sensi del regolamento regionale 17 luglio 2007, n. 8 (Disposizioni per la prima attuazione delle norme in materia di deflusso minimo vitale - Legge regionale 29 dicembre 2000, n. 61) o agli eventuali obblighi di maggior rilascio già previsti.

Sono soggetti alla modulazione della portata (T) i prelievi che ricadono nell’asta principale di corpi idrici il cui bacino idrografico ha un’area superiore a 100 km², valutata in corrispondenza della sezione di prelievo.

Per i corpi idrici interregionali la determinazione del DE avviene di concerto tra le Regioni interessate, al fine di omogenizzare le strategie di regolazione delle portate a livello di asta e garantire la coerenza dei DE applicati. Per il fiume Ticino il DE è pari ai valori di rilascio definiti dai protocolli sottoscritti e approvati d’intesa tra le Regioni interessate, ai sensi dell’articolo 3 del regolamento regionale 8/R/2007.

Il DE non può essere inferiore a 20 litri al secondo nelle aree idrografiche Basso Tanaro, Bormida, Orba, Scrivia, Curone, Bobore, Belbo e Banna e a 50 litri al secondo nelle restanti aree idrografiche, come individuate dal Piano di tutela delle acque di cui alla D.C.R. n. 117-10731 del 13 marzo 2007 e riportate nel paragrafo 5.9. “Corrispondenza tra sottobacini idrografici e aree idrografiche”.

Non sono soggetti alle disposizioni del presente regolamento:

1. i prelievi da fontanile;
2. 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;
3. i prelievi di acque minerali e termali.

5.2. Componente idrologica e componente ambientale del DE, DMV di base

La quantificazione della componente idrologica del DE e del DMV di base è effettuata secondo le modalità specificate nel successivo paragrafo 5.10. “Calcolo del DMV idrologico e DMV di base”.

I valori dei fattori correttivi della componente ambientale del DE da utilizzare, 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), sono riportati, per ogni corpo idrico, nell’allegato C del D.P.G.R. 14/R del 27 dicembre 2021.

5.3. Rilasci da sorgente

Nel caso di prelievi da sorgenti è richiesto il rilascio del solo DMV idrologico pari:

1. ad un terzo della portata istantanea nel caso di sorgenti caratterizzate da una portata media annua inferiore o uguale 10 l/s;
2. al 10% della portata istantanea nel caso di sorgenti caratterizzate da una portata media annua superiore a 10 l/s e comunque in misura non inferiore a 3 l/s.

5.4. Deroghe

In attuazione di quanto previsto dall'articolo 35, comma 7 delle norme di piano del Piano di Tutela delle Acque, La Giunta regionale, sentita l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e le autorità concedenti, emana un atto di indirizzo per la gestione delle situazioni di particolare carenza idrica, individuando le modalità di autorizzazione temporanea a minori rilasci di DE, in conformità alla direttiva deflussi ecologici (DDE), nell'ambito dell'attuazione delle strategie di adattamento ai cambiamenti climatici.

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

1. nel caso di utilizzazioni marginali della risorsa a servizio di alpeggi e rifugi montani;
2. 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;
3. per i prelievi di portata massima inferiore o uguale a 5 litri al secondo.

Le deroghe al rilascio del DMV previste ai sensi dell'articolo 9, comma 1 del regolamento regionale 8/R/2007 non risultano più applicabili.

5.5. Nuovi prelievi e rinnovi

L'applicazione del DE è condizione necessaria per il rilascio:

1. delle nuove concessioni di derivazione di acqua pubblica;
2. dei provvedimenti di rinnovo delle concessioni, tenuto conto della gradualità prevista per i prelievi esistenti.

5.6. Prelievi esistenti

Entro il 22 dicembre 2024 tutti i prelievi esistenti rilasciano il DE, fermi restando eventuali obblighi di maggior rilascio già previsti nei disciplinari di concessione.

La relazione di calcolo del DE di cui al comma 1 è trasmessa all'autorità concedente entro un anno dall'entrata in vigore del presente regolamento, fermo restando l'obbligo di realizzare l'adeguamento delle opere di presa entro il 22 dicembre 2024.

Prima dell'inizio dei lavori per l'adeguamento delle opere di presa i concessionari, fatta salva l'acquisizione delle autorizzazioni prescritte dalle norme vigenti, sono tenuti a depositare i relativi progetti redatti secondo i criteri di cui all'allegato D presso l'autorità concedente, che procede ad effettuare controlli a campione per accertare la funzionalità dei dispositivi di rilascio realizzati.

I titolari di derivazioni di portata massima inferiore o uguale al 10 per cento del valore del DE o comunque inferiore o uguale a 100 litri al secondo, esercitate mediante accumulo precario di materiale d'alveo o mediante organi mobili, sono tenuti a depositare presso l'autorità concedente unicamente la relazione di calcolo del DE entro un anno dalla data di entrata in vigore del presente regolamento.

Fermi restando eventuali obblighi di maggior rilascio, le prescrizioni dei disciplinari di concessione dei prelievi in atto sono automaticamente sostituite o integrate dagli obblighi previsti dal presente regolamento a far data dall'entrata in vigore del medesimo.

Ai prelievi esistenti da sorgente e fino alla scadenza della relativa concessione, si applica il rilascio del dieci per cento della portata istantanea.

5.7. 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 che assicurino le esigenze di modulazione della portata residua a valle dei prelievi e sono dotate, altresì, almeno di un'asta idrometrica tarata che consenta un'immediata verifica del rispetto degli obblighi previsti, anche da parte di personale non specializzato.

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

5.8. 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 alle norme ISO vigenti o a prassi idrometriche riconosciute.

Il controllo del rilascio della portata a gradini, realizzato attraverso apparati mobili ad esso finalizzati, 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.

5.9. Corrispondenza tra sottobacini idrografici e aree idrografiche

Nel PTA della Regione Piemonte, approvato nel 2007, venne utilizzata quale base territoriale di riferimento, per le risorse idriche superficiali, una compartimentazione in unità sistemiche composta da 34 Aree idrografiche.

Nel Piano, il territorio era stato suddiviso nei 17 sottobacini idrografici principali caratterizzati dalla confluenza diretta nel Po piemontese. Questi a loro volta erano composti di una o più aree idrografiche, di dimensioni e caratteristiche più funzionali alla descrizione, caratterizzazione e gestione delle acque e divenute le 34 unità territoriali di riferimento.

In occasione della stesura del primo Piano di Gestione del Distretto idrografico del fiume Po, il territorio del Distretto ha assunto il sottobacino come unità spaziale idrografica in cui suddividere il bacino padano, scelta che ha portato alla identificazione di 35 sottobacini complessivi, di cui fanno parte i 17 sottobacini idrografici piemontesi (Tabella 6).

Tabella 6: Corrispondenza sottobacini idrografici piemontesi del PdGPo e Aree Idrografiche del PTA 2007

Sottobacini PdGPo	Aree Idrografiche PTA 2007
Agogna	Agogna
Dora Baltea	Dora Baltea
Dora Riparia	Dora Riparia
Maira	Maira
	Grana Mellea
	Malone
Pellice - Chisone	Orco
	Pellice
	Chisone
Po Piemontese	Alto Po
	Basso Po
	Banna - Tepice
Sangone - Chisola - Lemina	Sangone
	Chisola
Scivia - Curone	Scivia
	Curone
Sesia	Alto Sesia
	Basso Sesia
	Cervo
Stura Di Lanzo	Stura Di Lanzo
Tanaro	Alto Tanaro
	Basso Tanaro
	Stura di Demonte
	Gesso
	Borbore
	Belbo
	Basso Bormida
	Bormida di Millesimo
Bormida di Spigno	
Terdoppio Novarese	Terdoppio Novarese
Toce	Toce
Varaita	Varaita
Ticino	Ticino

5.10. Calcolo del DMV idrologico e DMV di base

5.10.1. Aste principali del fiume Po e del fiume Tanaro

Per le aste principali del fiume Po, dalla confluenza Pellice fino al confine regionale e del fiume Tanaro, dalla confluenza Stura di Demonte fino alla confluenza in Po, considerata la sostanziale costanza della portata naturale media annua fluente nei tratti di corpo idrico compresi tra una confluenza e la successiva, il DE per ciascuno dei tratti omogenei è stabilito come riportato nelle successive Tabella 7 e Tabella 8.

Tabella 7: DMV sull'asta principale del Fiume Po a valle della confluenza con il torrente Pellice

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 8: DMV sull'asta principale del Fiume Tanaro a valle della confluenza con il fiume Stura di Demonte

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

5.10.2. Altri corsi d'acqua naturali del territorio piemontese

Il deflusso minimo vitale di base in una determinata sezione del corpo idrico è calcolato con la formula seguente:

$$DMV_{idrologico} = K \cdot q_{med a} \cdot S$$

$$DMV_{base} = DMV_{idrologico} \cdot M \cdot A$$

dove

- $DMV_{idrologico}$ deflusso minimo vitale idrologico;
- DMV_{base} deflusso minimo vitale di base;
- K frazione della portata media annua (parametro sperimentale determinato per singole aree omogenee);
- $q_{med a}$ portata specifica media annua in regime naturale;
- S superficie del bacino sotteso dalla derivazione;
- M parametro morfologico;
- A parametro dell'interazione tra acque superficiali e sotterranee.

Parametro sperimentale K

Il parametro *K* esprime la percentuale della portata media annua naturale che deve essere considerata nel calcolo della componente idrologica del deflusso minimo vitale.

I valori del parametro *K*, variabili tra 0 ed 1 estremi esclusi e diversificati per aree omogenee in relazione ai regimi idrologici di magra, in coerenza con gli esiti degli studi finalizzati alla redazione del Piano di Tutela delle Acque, sono stabiliti come riportato nella successiva Tabella 9.

Tabella 9: Parametro sperimentale K

Area idrografica (PTA 2007)	Fattore K
Gesso, Stura di Demonte, Grana Mellea, Maira, Varaita, Alto Po, Pellice, Chisone, Sangone, Chisola, Dora Riparia, Stura di Lanzo, Malone, Orco, Basso Po in sponda sinistra fino alla confluenza Dora Baltea	0,15
Dora Baltea, Basso Sesia, Toce, Alto Sesia, Ticino lacuale, Basso Po in sponda sinistra dalla confluenza Dora Baltea fino alla confluenza Sesia	0,13
Cervo, Agogna, Terdoppio	0,11
area idrografica afferente al Ticino sub lacuale, esclusa l'asta principale, Basso Po in sponda sinistra dalla confluenza Sesia al confine regionale	0,10
Alto Tanaro, Basso Tanaro, Bobore, Belbo, Bormida, Orba, Scrivia, Curone, Banna e asso Po in sponda destra	0,07 per bacini di estensione superiore a 50 km ² 0,10 per bacini di estensione inferiore od uguale a 50 km ²

Portata specifica media annua

La valutazione della portata specifica media annua naturale di un corso d'acqua per unità di superficie del bacino (detta $q_{med\ a}$) è definita secondo una delle modalità di seguito descritte:

1. calcolando la portata media annua naturale specifica della sezione di prelievo, a partire dai dati di $q_{med\ a}$ elaborati da Arpa Piemonte e riportati, per ogni corpo idrico, nell'appendice "Portate medie naturali" dell'Allegato 3A del Piano di Tutela delle Acque "Bilancio idrico regionale delle acque superficiali" (aggiornamento 2021).
2. Utilizzando il modello di regionalizzazione delle portate e cioè la formula

$$q_{med\ a} = 0,0086 \cdot H + 0,03416 \cdot A - 24,5694$$

dove

- a) H altitudine media del bacino idrografico;
- b) A afflusso meteorico medio annuo.

L'altitudine media del bacino può essere calcolata, in alternativa al classico metodo ipsografico, per mezzo della seguente relazione semplificata:

$$H = \frac{0,9 \cdot H_{max} + H_{min}}{2}$$

con

- H_{max} altezza della vetta più elevata del bacino considerato;
- H_{min} altezza del fondo dell'alveo nella sezione di prelievo.

Il valore dell'afflusso meteorico medio annuo può essere dedotto dalla carta delle isoiete allegata alla Monografia di ciascuna area idrografica, costituente parte integrante del Piano di Tutela delle Acque, ovvero documentato attraverso elaborazioni ad hoc con riferimento ad un arco temporale più ampio, includendo anche le precipitazioni degli anni più recenti.

3. Ricostruendo, attraverso criteri di similitudine idrologica, la portata media annua naturale specifica della sezione di prelievo a partire dalle informazioni rilevate alle stazioni idrometriche che dispongono di una serie storica di rilevazione di dati giornalieri di sufficiente estensione (almeno 10 anni), previa quantificazione degli effetti che i prelievi attuati a monte producono sulla generazione delle portate fluenti nella sezione monitorata.
4. Impiantando una stazione di monitoraggio ad hoc nella sezione di alveo in cui si prevede di prelevare acqua con acquisizione in continuo delle misure di deflusso giornaliero relative ad almeno un anno, da rapportare alla situazione naturale di riferimento, attraverso un'analisi idrologica avanzata che presenti contestualmente i seguenti requisiti:
 - a) utilizzi adeguati modelli di simulazione operanti su dati a piccola base tempo (giornaliera), di tipo concettuale deterministico relativamente alla parte di simulazione idrologica;
 - b) documenti il livello di calibrazione dei modelli numerici, sulla base del riscontro con dati sperimentali;

- c) oggettivi la significatività della $q_{med a}$, che dovrà essere rappresentativa di condizioni idrologiche medie in situazioni di deflusso naturale.

Considerato il grado crescente di alterazione dei deflussi naturali che si riscontra procedendo da monte verso valle, è consigliabile applicare le modalità descritte ai punti c) e d) solo per caratterizzare in modo più preciso i deflussi nelle parti superiori dei bacini in cui le modificazioni antropiche sono meno rilevanti e più facilmente ricostruibili.

Per i bacini regolati la $q_{med a}$ deve rappresentare, con la migliore approssimazione consentita dai dati idrometrici disponibili, il valore medio annuale delle portate specifiche naturali che defluirebbero nella sezione del corso d'acqua, in assenza delle derivazioni idriche e di invasi.

Superficie del bacino sotteso dalla derivazione

Il parametro S rappresenta la superficie del bacino idrografico sotteso dalla sezione di presa nella quale è calcolato il deflusso ecologico. Nel delimitare il bacino idrografico si fa riferimento alle linee di displuvio individuate in base all'orografia del territorio, prescindendo quindi dalla circolazione idrica sotterranea.

In alternativa alla puntuale quantificazione della superficie effettivamente sottesa dalla sezione di presa, detta informazione può essere dedotta, in via speditiva, interpolando i dati di superficie sottesa da sezioni di chiusura di corpo idrico collocate immediatamente a monte e a valle rispetto a quella di interesse tenuto conto dei contributi di superficie delle confluenze presenti nel tratto compreso tra le due sezioni. Tali valori sono stati elaborati da Arpa Piemonte e riportati, per ogni corpo idrico, nell'appendice "Portate medie naturali" dell'Allegato 3A del Piano di Tutela delle Acque "Bilancio idrico regionale delle acque superficiali" (aggiornamento 2021).

Fattore morfologico

Il valore del fattore morfologico M da applicare per il calcolo del DMV di base è quello riportato nella seguente Tabella 10.

Tabella 10: Fattore morfologico

Categoria	Valore del fattore morfologico
Classe morfologica 1	0,90
Classe morfologica 2	1,10
Classe morfologica 3	1,10
Classe morfologica 4	1,30

La classe morfologica nella quale ricade la sezione di presa, cui fare riferimento per la quantificazione del deflusso ecologico, è identificabile dalla specifica cartografia riportata alla *Tavola A 2.12* della Cartografia del Piano di Tutela delle Acque del 2007.

Fattore di interscambio idrico con la falda

Il fattore *A* di interscambio idrico con la falda determina una correzione del DMV idrologico nei tratti di corsi d'acqua evidenziati nella Tabella 11.

Tabella 11: Classe di interscambio con la falda

Area idrografica	Corso d'acqua	Tratto interessato	Classe di interscambio
AI01 Alto Po	Po	da confluenza Rio Albeta a confluenza Rio Torto	4
AI03 Pellice	Pellice	da confluenza Chisone a Confluenza Po	5
AI07 Grana – Mellea	Grana – Mellea	da ponte stradale Caraglio – Bernezzo a ponte Strada Provinciale Centallo – Tarantasca	4
AI15 Dora Baltea	Dora Baltea	da ponte Strada Statale 26 della Valle d'Aosta a confluenza Nuova dei Cagnoni	4
AI17 Basso Sesia	Sesia	da confluenza Cervo a confluenza roggia Lampora	1
AI21 Stura di Demonte	Stura di Demonte	da bealera Leona a ponte Strada Provinciale 45 Fossano – Salmour	1
AI22 Gesso	Gesso	da confluenza canale Vermenagna a confluenza Stura di Demonte	5
AI32 Ticino	Ticino	da ponte di Oleggio a ponte ferrovia Novara Busto Arsizio	1

Per tutti i rimanenti corsi d'acqua e tratti di essi in riferimento ai prelievi esistenti si applica un valore pari ad 1,00.

Nel caso di nuovi prelievi è comunque fatta salva la possibilità per l'autorità concedente di chiedere al soggetto istante di documentare l'effettivo valore dell'interscambio con la falda attraverso campagne di misure differenziali delle portate in alveo e di riportare il valore del fattore *A* alle risultanze sperimentali secondo le modalità specificate nella seguente Tabella 12.

Tabella 12: Fattore di interscambio con la falda

Portata di interscambio	Tipo di interscambio	Classe di interscambio	Fattore di interscambio <i>A</i>
>300 l/s km	drenaggio elevato	1	0,70
tra 100 e 300 l/s km	drenaggio medio	2	1,00
< 100 l/s km	equilibrio	3	1,00
tra 100 e 300 l/s km	dispersione media	4	1,20
>300 l/s km	dispersione elevata	5	1,50

5.11. Calcolo del Deflusso Ecologico

Il deflusso ecologico (DE) in una determinata sezione del corpo idrico è calcolato con la formula seguente:

$$DE = DMV_{base} \cdot Z \cdot T = K \cdot q_{med a} \cdot S \cdot M \cdot A \cdot Z \cdot T$$

dove

- DE deflusso ecologico;
- DMV_{base} deflusso minimo vitale di base;
- K frazione della portata media annua (parametro sperimentale determinato per singole aree omogenee);
- $q_{med a}$ portata specifica media annua in regime naturale;
- S superficie del bacino sotteso dalla derivazione;
- M parametro morfologico;
- A parametro dell'interazione tra acque superficiali e sotterranee;
- Z parametro ambientale;
- T modulazione su base mensile.

Parametro ambientale

Il parametro ambientale è definito attraverso l'espressione:

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

con

- Z parametro ambientale;
- N parametro di naturalità;
- F parametro di fruizione;
- Q parametro di qualità dell'acqua.

Ai fini della componente ambientale del Deflusso Ecologico, per i fattori correttivi riguardanti la naturalità (N), la qualità dell'acqua (Q) e la fruizione (F), si deve fare riferimento alla tabella "Sintesi parametri Q, N, F, funzione Z e regione idrografica di appartenenza per applicazione fattore T" dell'Allegato C del D.P.G.R. 14/R del 27 dicembre 2021.

Fattore di modulazione su base mensile

La tabella “Sintesi parametri Q, N, F, funzione Z e regione idrografica di appartenenza per applicazione fattore T” dell’Allegato C del D.P.G.R. 14/R del 27 dicembre 2021 individua per ciascun Corpo Idrico la regione idrografica omogenea relativa all’applicazione del fattore di modulazione T del deflusso ecologico.

L’individuazione delle regioni idrografiche omogenee della succitata tabella è coerente alla rappresentazione della successiva Figura 3.

Ai fini della componente ambientale del Deflusso Ecologico, per il fattore T di modulazione delle portate da rilasciare si deve fare riferimento alla seguente Tabella 13.

Tabella 13: Fattore di modulazione mensile per ogni regione idrografica omogenea

Gruppo	A	B	C	D	E	F
Regione	Collina H (esclusa asta Tanaro)	Appennino	Alpi meridionali	Alpi C.S.	Alpi occidentali	Prealpi e settori bassa quota (esclusa asta Po)
Gen	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0
Feb	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0
Mar	2,0	2,0	1,0	1,0	0,9	1,0
Apr	2,0	2,0	2,0	1,0	0,9	1,8
Mag	2,0	1,0	2,0	1,8	2,0	1,8
Giu	0,7	1,0	2,0	1,8	2,0	1,8
Lug	0,7	0,7	0,7	1,0	0,9	0,7
Ago	0,7	0,7	0,7	1,0	0,9	0,7
Set	0,7	0,7	0,7	1,0	0,9	0,7
Ott	0,7	0,7	0,7	1,0	0,9	0,7
Nov	1,0	1,0	0,7	1,0	0,9	1,0
Dic	1,0	1,0	1,0	0,7	0,7	1,0

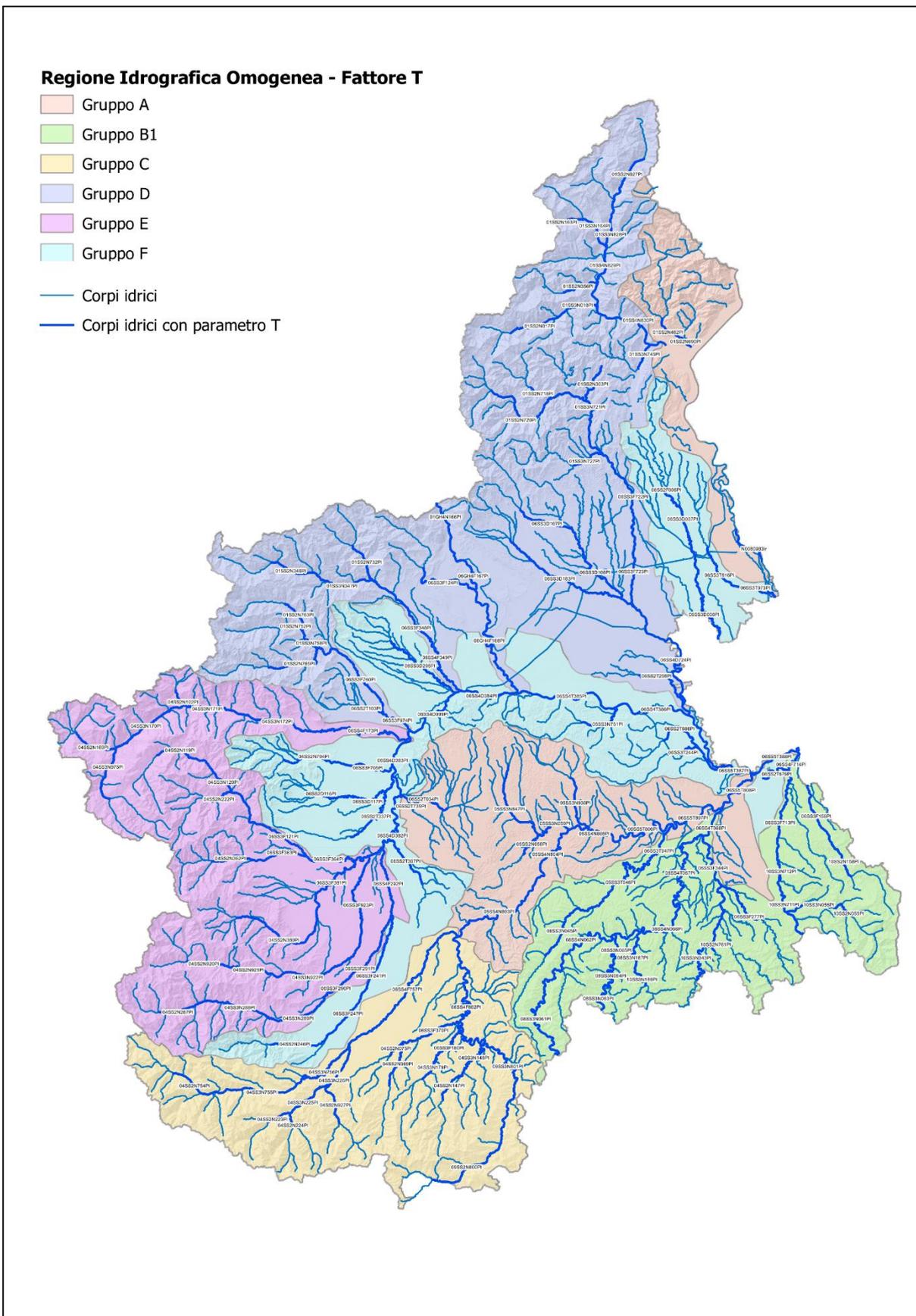


Figura 3: Rappresentazione delle regioni idrografiche omogenee

5.12. Deflusso Ecologico della sezione di presa in progetto

Per l'asta del fiume Tanaro, a partire dalla confluenza con il fiume Stura di Demonte, considerata la sostanziale costanza della portata naturale media annua fluente nei tratti di corpo idrico compresi tra una confluenza e la successiva, il Regolamento Regionale 14/R del 2021 stabilisce valori univoci di deflusso ecologico per ciascuno dei tratti omogenei è stabilito come riportato nelle successive Tabella 7 e Tabella 8.

I valori di deflusso ecologico attribuito ai tratti omogenei del fiume Tanaro sono quelli riportati nella Tabella 8 del precedente paragrafo 5.10.1. "Aste principali del fiume Po e del fiume Tanaro":

- 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 fiume Stura di Demonte e del torrente Bobore, pertanto il deflusso ecologico è pari a 8,5 m³/s.

Come indicato in precedenza, considerata la sostanziale costanza della portata naturale media annua fluente, nel fiume Tanaro a valle della confluenza con il fiume Stura di Demonte non è prevista la modulazione del rilascio del deflusso ecologico.

5.13. Modalità di rilascio del deflusso ecologico

Nella sezione di presa, il valore del deflusso ecologico è stabilito in modo univoco dal Regolamento Regionale 14/R del 2021. Pertanto, sia la derivazione industriale esistente CNA10568 sia il prelievo idroelettrico in progetto sono soggetti al rilascio della portata costante minima di 8,5 m³/s.

Il progetto prevede il rilascio del deflusso ecologico attraverso i seguenti dispositivi idraulici:

- passaggio artificiale per l'ittiofauna 0,501 m³/s
- luce sottobattente 3,751 m³/s
- vena di mascheramento della traversa 4,249 m³/s

6. PORTATE DERIVABILI

La valorizzazione energetica media giornaliera è definita sulla base delle curve mensili di durata delle portate definite nel precedente capitolo 3. “Portate dell’anno idrologico medio”.

6.1. 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 della derivazione esistente in destra orografica.

Sia la derivazione industriale esistente sia il prelievo idroelettrico in progetto rilasciano il deflusso ecologico costante pari a 8,500 m³/s. In condizioni ordinarie, attraverso gli appositi dispositivi idraulici sono rilasciate le seguenti portate:

- | | |
|--|-------------------------|
| - passaggio artificiale per l’ittiofauna | 0,501 m ³ /s |
| - luce sottobattente | 3,751 m ³ /s |
| - vena di mascheramento della traversa | 4,249 m ³ /s |

La portata massima della Concessione di derivazione del prelievo esistente è di soli 0,100 m³/s. Vista il ridotto prelievo industriale rispetto alle portate disponibili nel fiume, per la derivazione esistente è considerata una portata costante media di 0,060 m³/s, corrispondente al dato di Concessione.

L’impianto idroelettrico in progetto è dotato di due turbine idrauliche identiche tra di loro, che complessivamente operano coi i seguenti limiti di esercizio:

- | | |
|---|------------------------------|
| - $Q_{\min} = 10,000 \text{ m}^3/\text{s}$ | portata minima di esercizio |
| - $Q_{\max} = 100,000 \text{ m}^3/\text{s}$ | portata massima di esercizio |

Lo sbarramento fluviale è mantenuto sollevato alla quota massima di regolazione (158,85 m s.l.m.) fino al raggiungimento del livello idrometrico massimo di progetto di 159,35 m s.l.m., corrispondente al rilascio di una vena idraulica spessa 0,50 m. Dopodiché, lo sbarramento è regolato in altezza per mantenere il livello idrometrico di progetto di 159,35 m s.l.m..

Lo sbarramento mobile è mantenuto sollevato fino a quando la vena idraulica stramazzone raggiunge lo spessore di 1,50 m, che corrisponde ad una portata disponibile di 418,347 m³/s, di cui 100,000 m³/s derivati e 318,347 m³/s rilasciati.

Per portate disponibili maggiori, l’impianto è disattivato e lo sbarramento mobile è progressivamente abbattuto per favorire il deflusso di piena del fiume Tanaro.

6.2. Distribuzione delle portate

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_{Ferr} portata derivata dalla Ferrero Industriale Italia S.p.a.;
- Q_{disp} portata disponibile nel fiume al netto del prelievo esistente;
- Q_{der} portata derivata dall'impianto idroelettrico in progetto;
- Q_{ril} portata rilasciata.

Tabella 14: Distribuzione delle portate a Gennaio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m^3/s)	Q_{Ferr} (m^3/s)	Q_{disp} (m^3/s)	Q_{der} (m^3/s)	Q_{ril} (m^3/s)
1	158,93	91,658	0,060	91,598	83,098	8,500
2	158,93	67,429	0,060	67,369	58,869	8,500
3	158,93	60,542	0,060	60,482	51,982	8,500
4	158,93	58,502	0,060	58,442	49,942	8,500
5	158,93	55,616	0,060	55,556	47,056	8,500
6	158,93	53,056	0,060	52,996	44,496	8,500
7	158,93	51,009	0,060	50,949	42,449	8,500
8	158,93	49,903	0,060	49,843	41,343	8,500
9	158,93	48,992	0,060	48,932	40,432	8,500
10	158,93	48,434	0,060	48,374	39,874	8,500
11	158,93	47,636	0,060	47,576	39,076	8,500
12	158,93	47,007	0,060	46,947	38,447	8,500
13	158,93	46,360	0,060	46,300	37,800	8,500
14	158,93	45,423	0,060	45,363	36,863	8,500
15	158,93	44,376	0,060	44,316	35,816	8,500
16	158,93	43,879	0,060	43,819	35,319	8,500
17	158,93	43,221	0,060	43,161	34,661	8,500
18	158,93	42,811	0,060	42,751	34,251	8,500
19	158,93	42,483	0,060	42,423	33,923	8,500
20	158,93	41,882	0,060	41,822	33,322	8,500
21	158,93	40,704	0,060	40,644	32,144	8,500
22	158,93	40,203	0,060	40,143	31,643	8,500
23	158,93	39,662	0,060	39,602	31,102	8,500
24	158,93	39,433	0,060	39,373	30,873	8,500
25	158,93	39,206	0,060	39,146	30,646	8,500
26	158,93	38,838	0,060	38,778	30,278	8,500
27	158,93	38,303	0,060	38,243	29,743	8,500
28	158,93	37,877	0,060	37,817	29,317	8,500
29	158,93	37,041	0,060	36,981	28,481	8,500
30	158,93	36,509	0,060	36,449	27,949	8,500
31	158,93	36,123	0,060	36,063	27,563	8,500

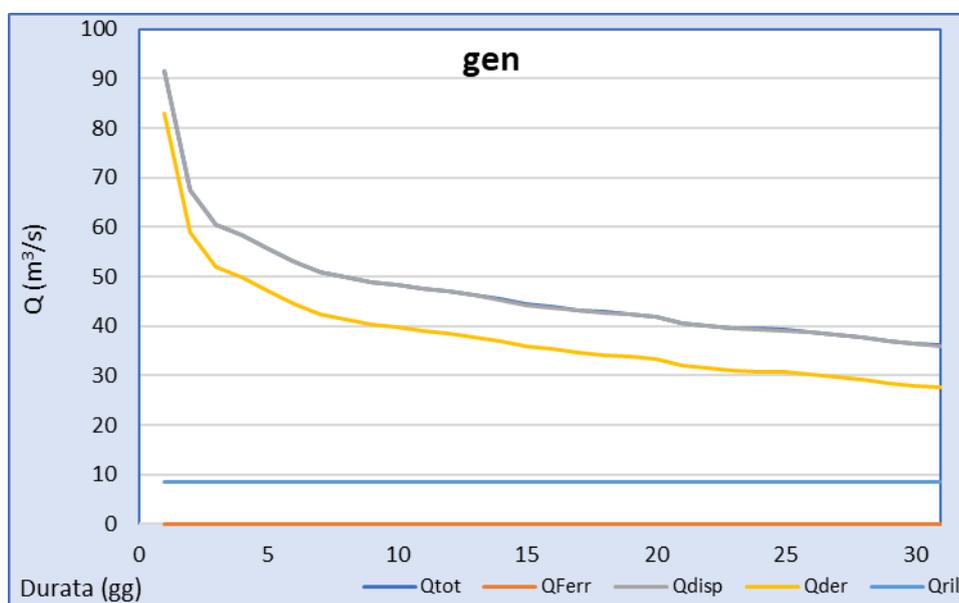


Grafico 3: Distribuzione delle portate a Gennaio

Tabella 15: Distribuzione delle portate a Febbraio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	159,03	117,191	0,060	117,131	100,000	17,131
2	158,93	79,315	0,060	79,255	70,755	8,500
3	158,93	70,864	0,060	70,804	62,304	8,500
4	158,93	67,459	0,060	67,399	58,899	8,500
5	158,93	63,393	0,060	63,333	54,833	8,500
6	158,93	60,666	0,060	60,606	52,106	8,500
7	158,93	59,811	0,060	59,751	51,251	8,500
8	158,93	58,148	0,060	58,088	49,588	8,500
9	158,93	56,321	0,060	56,261	47,761	8,500
10	158,93	54,354	0,060	54,294	45,794	8,500
11	158,93	52,208	0,060	52,148	43,648	8,500
12	158,93	50,729	0,060	50,669	42,169	8,500
13	158,93	49,786	0,060	49,726	41,226	8,500
14	158,93	48,373	0,060	48,313	39,813	8,500
15	158,93	47,055	0,060	46,995	38,495	8,500
16	158,93	46,498	0,060	46,438	37,938	8,500
17	158,93	45,548	0,060	45,488	36,988	8,500
18	158,93	44,984	0,060	44,924	36,424	8,500
19	158,93	44,412	0,060	44,352	35,852	8,500
20	158,93	43,806	0,060	43,746	35,246	8,500
21	158,93	43,166	0,060	43,106	34,606	8,500
22	158,93	42,644	0,060	42,584	34,084	8,500
23	158,93	42,033	0,060	41,973	33,473	8,500
24	158,93	41,604	0,060	41,544	33,044	8,500
25	158,93	40,836	0,060	40,776	32,276	8,500
26	158,93	39,866	0,060	39,806	31,306	8,500
27	158,93	38,352	0,060	38,292	29,792	8,500
28	158,93	38,003	0,060	37,943	29,443	8,500

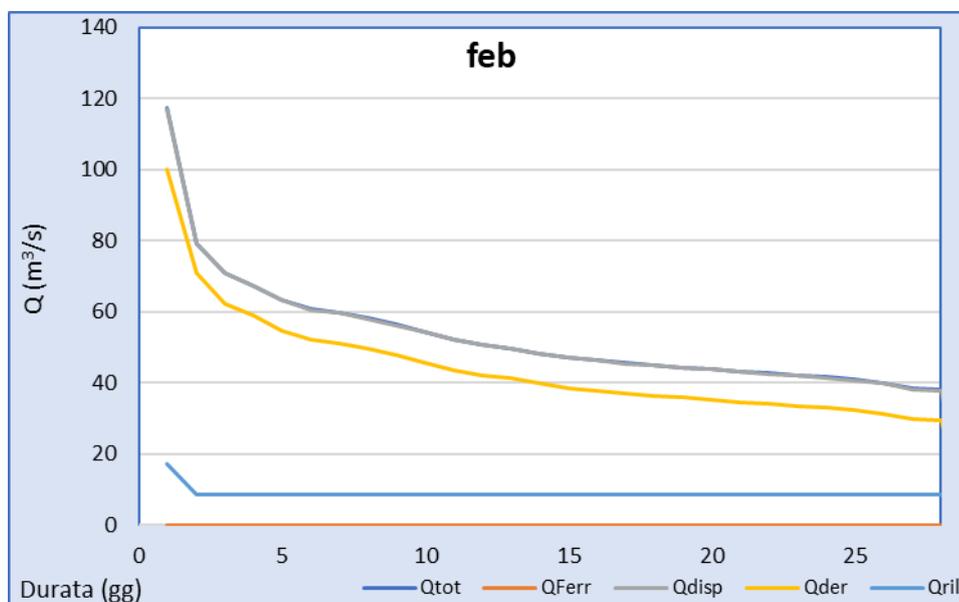


Grafico 4: Distribuzione delle portate a Febbraio

Tabella 16: Distribuzione delle portate a Marzo

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m^3/s)	Q_{Ferr} (m^3/s)	Q_{disp} (m^3/s)	Q_{der} (m^3/s)	Q_{ril} (m^3/s)
1	159,35	197,538	0,060	197,478	100,000	97,478
2	159,28	153,043	0,060	152,983	100,000	52,983
3	159,18	138,122	0,060	138,062	100,000	38,062
4	159,06	121,623	0,060	121,563	100,000	21,563
5	159,01	115,950	0,060	115,890	100,000	15,890
6	158,95	109,942	0,060	109,882	100,000	9,882
7	158,93	104,324	0,060	104,264	95,764	8,500
8	158,93	100,761	0,060	100,701	92,201	8,500
9	158,93	99,218	0,060	99,158	90,658	8,500
10	158,93	95,112	0,060	95,052	86,552	8,500
11	158,93	91,869	0,060	91,809	83,309	8,500
12	158,93	87,714	0,060	87,654	79,154	8,500
13	158,93	86,014	0,060	85,954	77,454	8,500
14	158,93	83,939	0,060	83,879	75,379	8,500
15	158,93	81,283	0,060	81,223	72,723	8,500
16	158,93	79,398	0,060	79,338	70,838	8,500
17	158,93	75,453	0,060	75,393	66,893	8,500
18	158,93	74,419	0,060	74,359	65,859	8,500
19	158,93	73,144	0,060	73,084	64,584	8,500
20	158,93	69,803	0,060	69,743	61,243	8,500
21	158,93	67,839	0,060	67,779	59,279	8,500
22	158,93	66,534	0,060	66,474	57,974	8,500
23	158,93	65,103	0,060	65,043	56,543	8,500
24	158,93	63,158	0,060	63,098	54,598	8,500
25	158,93	61,669	0,060	61,609	53,109	8,500
26	158,93	59,853	0,060	59,793	51,293	8,500
27	158,93	57,738	0,060	57,678	49,178	8,500
28	158,93	57,139	0,060	57,079	48,579	8,500
29	158,93	56,109	0,060	56,049	47,549	8,500
30	158,93	54,714	0,060	54,654	46,154	8,500
31	158,93	53,909	0,060	53,849	45,349	8,500

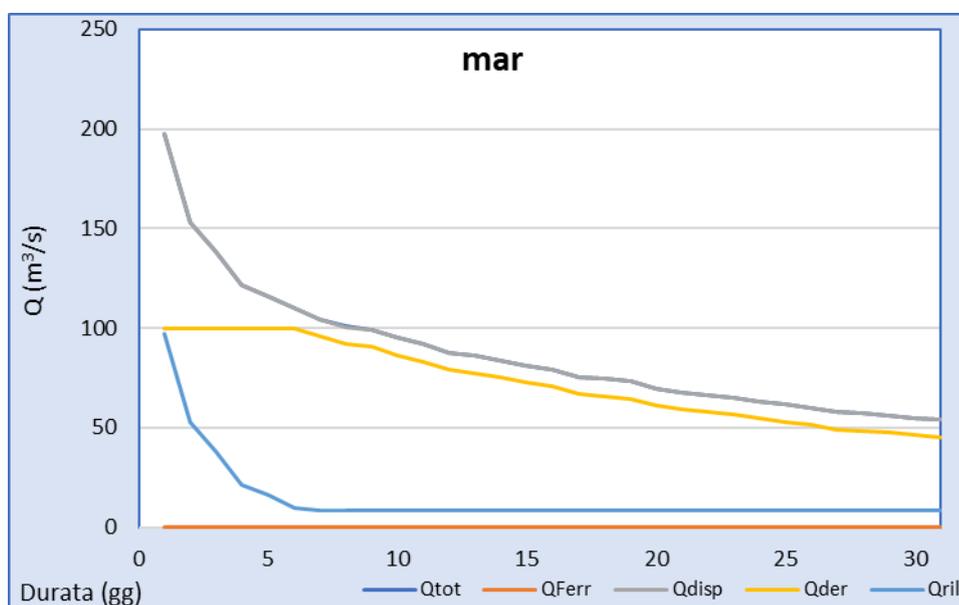


Grafico 5: Distribuzione delle portate a Marzo

Tabella 17: Distribuzione delle portate a Aprile

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	159,35	286,864	0,060	286,804	100,000	186,804
2	159,35	244,761	0,060	244,701	100,000	144,701
3	159,35	194,254	0,060	194,194	100,000	94,194
4	159,35	170,401	0,060	170,341	100,000	70,341
5	159,34	163,473	0,060	163,413	100,000	63,413
6	159,28	153,783	0,060	153,723	100,000	53,723
7	159,26	149,571	0,060	149,511	100,000	49,511
8	159,20	140,579	0,060	140,519	100,000	40,519
9	159,16	134,599	0,060	134,539	100,000	34,539
10	159,13	130,709	0,060	130,649	100,000	30,649
11	159,11	127,968	0,060	127,908	100,000	27,908
12	159,07	122,105	0,060	122,045	100,000	22,045
13	159,03	117,451	0,060	117,391	100,000	17,391
14	159,01	114,984	0,060	114,924	100,000	14,924
15	158,94	109,222	0,060	109,162	100,000	9,162
16	158,93	106,690	0,060	106,630	98,130	8,500
17	158,93	104,295	0,060	104,235	95,735	8,500
18	158,93	101,130	0,060	101,070	92,570	8,500
19	158,93	98,039	0,060	97,979	89,479	8,500
20	158,93	93,987	0,060	93,927	85,427	8,500
21	158,93	90,298	0,060	90,238	81,738	8,500
22	158,93	87,659	0,060	87,599	79,099	8,500
23	158,93	84,471	0,060	84,411	75,911	8,500
24	158,93	82,427	0,060	82,367	73,867	8,500
25	158,93	80,976	0,060	80,916	72,416	8,500
26	158,93	79,566	0,060	79,506	71,006	8,500
27	158,93	78,388	0,060	78,328	69,828	8,500
28	158,93	74,780	0,060	74,720	66,220	8,500
29	158,93	72,801	0,060	72,741	64,241	8,500
30	158,93	70,976	0,060	70,916	62,416	8,500

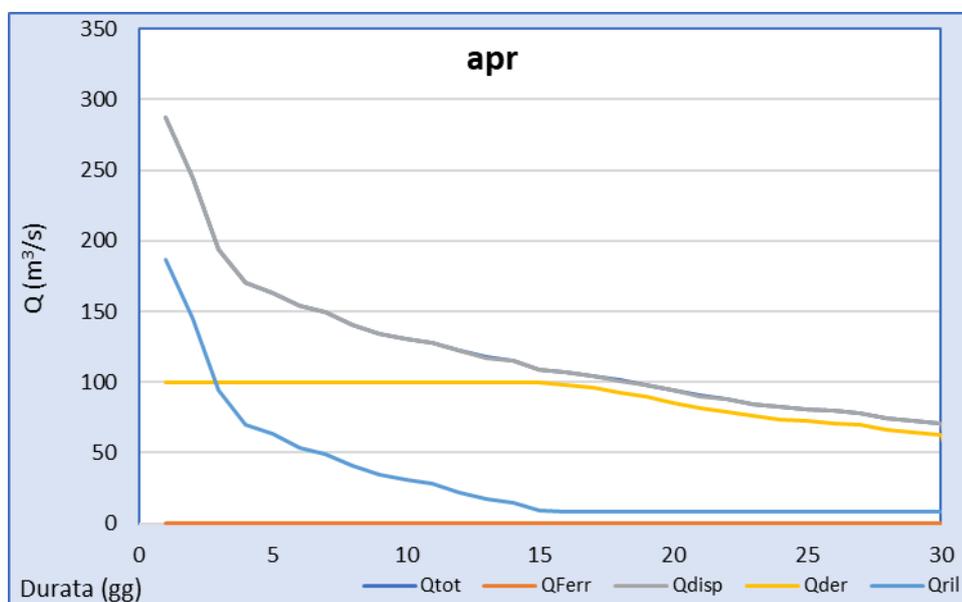


Grafico 6: Distribuzione delle portate a Aprile

Tabella 18: Distribuzione delle portate a Maggio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	159,35	292,913	0,060	292,853	100,000	192,853
2	159,35	263,226	0,060	263,166	100,000	163,166
3	159,35	223,084	0,060	223,024	100,000	123,024
4	159,35	202,425	0,060	202,365	100,000	102,365
5	159,35	184,930	0,060	184,870	100,000	84,870
6	159,35	172,673	0,060	172,613	100,000	72,613
7	159,35	166,012	0,060	165,952	100,000	65,952
8	159,32	159,965	0,060	159,905	100,000	59,905
9	159,26	149,644	0,060	149,584	100,000	49,584
10	159,23	145,228	0,060	145,168	100,000	45,168
11	159,19	139,665	0,060	139,605	100,000	39,605
12	159,17	135,709	0,060	135,649	100,000	35,649
13	159,14	131,021	0,060	130,961	100,000	30,961
14	159,12	128,886	0,060	128,826	100,000	28,826
15	159,08	123,728	0,060	123,668	100,000	23,668
16	159,05	120,459	0,060	120,399	100,000	20,399
17	159,04	118,552	0,060	118,492	100,000	18,492
18	159,02	116,596	0,060	116,536	100,000	16,536
19	158,99	113,187	0,060	113,127	100,000	13,127
20	158,95	109,951	0,060	109,891	100,000	9,891
21	158,93	107,385	0,060	107,325	98,825	8,500
22	158,93	104,574	0,060	104,514	96,014	8,500
23	158,93	101,565	0,060	101,505	93,005	8,500
24	158,93	100,409	0,060	100,349	91,849	8,500
25	158,93	97,006	0,060	96,946	88,446	8,500
26	158,93	93,969	0,060	93,909	85,409	8,500
27	158,93	91,638	0,060	91,578	83,078	8,500
28	158,93	88,637	0,060	88,577	80,077	8,500
29	158,93	84,917	0,060	84,857	76,357	8,500
30	158,93	81,484	0,060	81,424	72,924	8,500
31	158,93	76,966	0,060	76,906	68,406	8,500

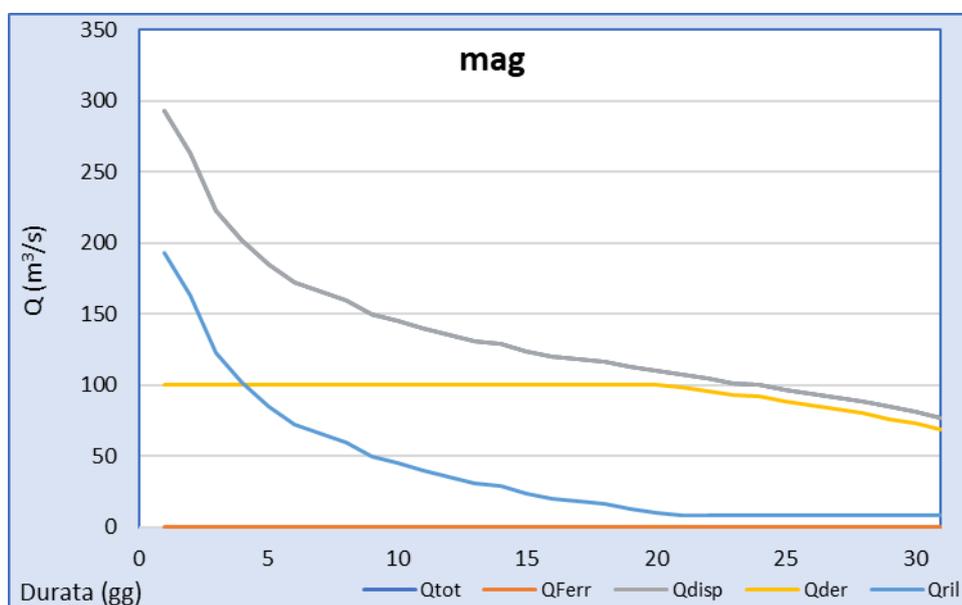


Grafico 7: Distribuzione delle portate a Maggio

Tabella 19: Distribuzione delle portate a Giugno

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	159,35	199,904	0,060	199,844	100,000	99,844
2	159,30	156,506	0,060	156,446	100,000	56,446
3	159,21	142,424	0,060	142,364	100,000	42,364
4	159,15	133,376	0,060	133,316	100,000	33,316
5	159,11	127,628	0,060	127,568	100,000	27,568
6	159,05	119,528	0,060	119,468	100,000	19,468
7	158,99	113,629	0,060	113,569	100,000	13,569
8	158,93	106,912	0,060	106,852	98,352	8,500
9	158,93	102,001	0,060	101,941	93,441	8,500
10	158,93	99,678	0,060	99,618	91,118	8,500
11	158,93	96,336	0,060	96,276	87,776	8,500
12	158,93	92,151	0,060	92,091	83,591	8,500
13	158,93	88,459	0,060	88,399	79,899	8,500
14	158,93	87,014	0,060	86,954	78,454	8,500
15	158,93	83,626	0,060	83,566	75,066	8,500
16	158,93	81,562	0,060	81,502	73,002	8,500
17	158,93	78,476	0,060	78,416	69,916	8,500
18	158,93	76,693	0,060	76,633	68,133	8,500
19	158,93	73,630	0,060	73,570	65,070	8,500
20	158,93	70,941	0,060	70,881	62,381	8,500
21	158,93	68,691	0,060	68,631	60,131	8,500
22	158,93	65,630	0,060	65,570	57,070	8,500
23	158,93	61,529	0,060	61,469	52,969	8,500
24	158,93	58,648	0,060	58,588	50,088	8,500
25	158,93	55,019	0,060	54,959	46,459	8,500
26	158,93	51,188	0,060	51,128	42,628	8,500
27	158,93	47,323	0,060	47,263	38,763	8,500
28	158,93	43,085	0,060	43,025	34,525	8,500
29	158,93	40,833	0,060	40,773	32,273	8,500
30	158,93	38,704	0,060	38,644	30,144	8,500

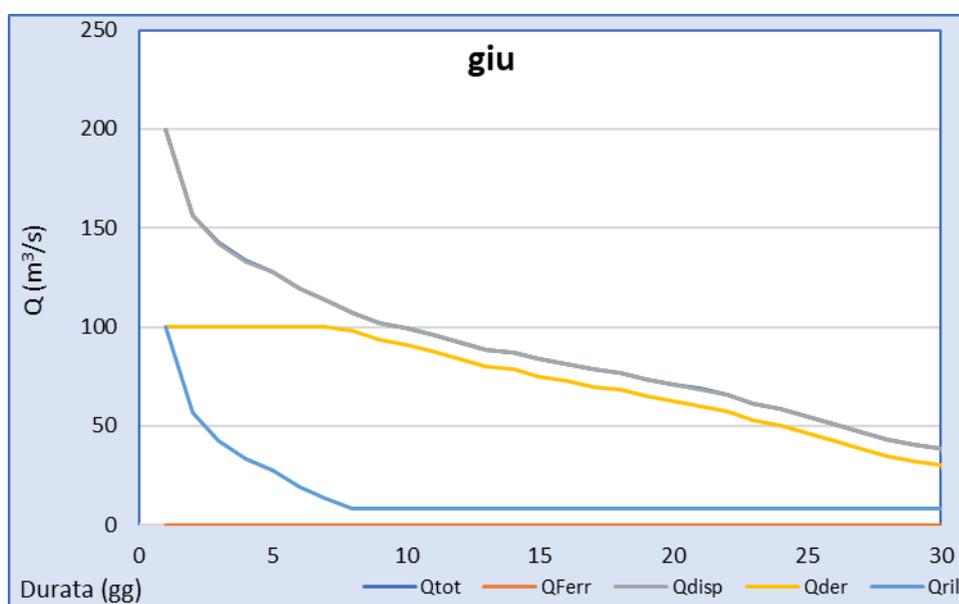


Grafico 8: Distribuzione delle portate a Giugno

Tabella 20: Distribuzione delle portate a Luglio

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	158,93	59,633	0,060	59,573	51,073	8,500
2	158,93	50,194	0,060	50,134	41,634	8,500
3	158,93	46,024	0,060	45,964	37,464	8,500
4	158,93	42,284	0,060	42,224	33,724	8,500
5	158,93	39,809	0,060	39,749	31,249	8,500
6	158,93	36,863	0,060	36,803	28,303	8,500
7	158,93	35,161	0,060	35,101	26,601	8,500
8	158,93	33,969	0,060	33,909	25,409	8,500
9	158,93	32,427	0,060	32,367	23,867	8,500
10	158,93	30,789	0,060	30,729	22,229	8,500
11	158,93	29,043	0,060	28,983	20,483	8,500
12	158,93	27,121	0,060	27,061	18,561	8,500
13	158,93	26,201	0,060	26,141	17,641	8,500
14	158,93	24,824	0,060	24,764	16,264	8,500
15	158,93	23,549	0,060	23,489	14,989	8,500
16	158,93	22,740	0,060	22,680	14,180	8,500
17	158,93	22,065	0,060	22,005	13,505	8,500
18	158,93	21,368	0,060	21,308	12,808	8,500
19	158,93	20,392	0,060	20,332	11,832	8,500
20	158,93	19,829	0,060	19,769	11,269	8,500
21	158,93	19,275	0,060	19,215	10,715	8,500
22	159,04	18,506	0,060	18,446	0,000	18,446
23	159,03	17,905	0,060	17,845	0,000	17,845
24	159,03	17,173	0,060	17,113	0,000	17,113
25	159,02	16,256	0,060	16,196	0,000	16,196
26	159,01	15,615	0,060	15,555	0,000	15,555
27	159,00	14,654	0,060	14,594	0,000	14,594
28	158,99	13,788	0,060	13,728	0,000	13,728
29	158,98	12,920	0,060	12,860	0,000	12,860
30	158,98	12,029	0,060	11,969	0,000	11,969
31	158,97	11,114	0,060	11,054	0,000	11,054

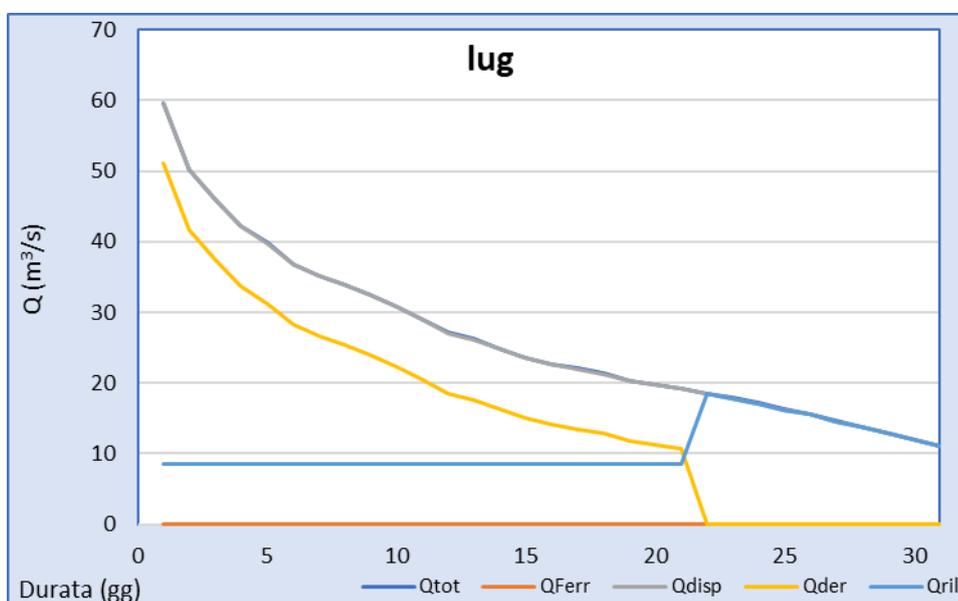


Grafico 9: Distribuzione delle portate a Luglio

Tabella 21: Distribuzione delle portate a Agosto

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	158,93	43,034	0,060	42,974	34,474	8,500
2	158,93	30,031	0,060	29,971	21,471	8,500
3	158,93	27,899	0,060	27,839	19,339	8,500
4	158,93	25,784	0,060	25,724	17,224	8,500
5	158,93	24,212	0,060	24,152	15,652	8,500
6	158,93	22,621	0,060	22,561	14,061	8,500
7	158,93	21,078	0,060	21,018	12,518	8,500
8	158,93	20,413	0,060	20,353	11,853	8,500
9	158,93	19,833	0,060	19,773	11,273	8,500
10	158,93	18,993	0,060	18,933	10,433	8,500
11	159,04	18,521	0,060	18,461	0,000	18,461
12	159,03	17,442	0,060	17,382	0,000	17,382
13	159,02	16,970	0,060	16,910	0,000	16,910
14	159,02	16,440	0,060	16,380	0,000	16,380
15	159,01	15,979	0,060	15,919	0,000	15,919
16	159,01	15,283	0,060	15,223	0,000	15,223
17	159,00	14,674	0,060	14,614	0,000	14,614
18	159,00	14,410	0,060	14,350	0,000	14,350
19	159,00	14,094	0,060	14,034	0,000	14,034
20	158,99	13,628	0,060	13,568	0,000	13,568
21	158,99	13,210	0,060	13,150	0,000	13,150
22	158,98	12,778	0,060	12,718	0,000	12,718
23	158,97	11,607	0,060	11,547	0,000	11,547
24	158,97	11,146	0,060	11,086	0,000	11,086
25	158,96	10,730	0,060	10,670	0,000	10,670
26	158,96	10,512	0,060	10,452	0,000	10,452
27	158,95	10,136	0,060	10,076	0,000	10,076
28	158,95	9,608	0,060	9,548	0,000	9,548
29	158,94	9,328	0,060	9,268	0,000	9,268
30	158,94	9,028	0,060	8,968	0,000	8,968
31	158,93	8,264	0,000	8,264	0,000	8,264

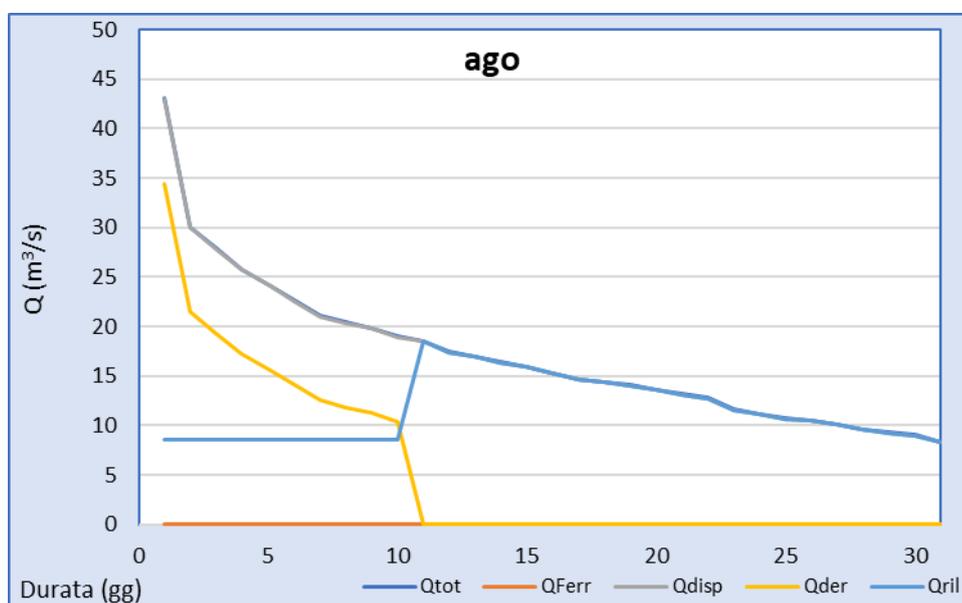


Grafico 10: Distribuzione delle portate a Agosto

Tabella 22: Distribuzione delle portate a Settembre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	158,93	66,863	0,060	66,803	58,303	8,500
2	158,93	51,993	0,060	51,933	43,433	8,500
3	158,93	40,444	0,060	40,384	31,884	8,500
4	158,93	38,508	0,060	38,448	29,948	8,500
5	158,93	32,532	0,060	32,472	23,972	8,500
6	158,93	29,890	0,060	29,830	21,330	8,500
7	158,93	28,456	0,060	28,396	19,896	8,500
8	158,93	27,242	0,060	27,182	18,682	8,500
9	158,93	25,958	0,060	25,898	17,398	8,500
10	158,93	24,792	0,060	24,732	16,232	8,500
11	158,93	23,879	0,060	23,819	15,319	8,500
12	158,93	23,111	0,060	23,051	14,551	8,500
13	158,93	22,588	0,060	22,528	14,028	8,500
14	158,93	22,070	0,060	22,010	13,510	8,500
15	158,93	21,371	0,060	21,311	12,811	8,500
16	158,93	20,475	0,060	20,415	11,915	8,500
17	158,93	19,889	0,060	19,829	11,329	8,500
18	158,93	19,482	0,060	19,422	10,922	8,500
19	158,93	19,086	0,060	19,026	10,526	8,500
20	158,93	18,638	0,060	18,578	10,078	8,500
21	159,03	18,079	0,060	18,019	0,000	18,019
22	159,03	17,418	0,060	17,358	0,000	17,358
23	159,02	16,894	0,060	16,834	0,000	16,834
24	159,02	16,548	0,060	16,488	0,000	16,488
25	159,01	15,989	0,060	15,929	0,000	15,929
26	159,01	15,508	0,060	15,448	0,000	15,448
27	159,00	14,916	0,060	14,856	0,000	14,856
28	159,00	14,322	0,060	14,262	0,000	14,262
29	158,99	13,881	0,060	13,821	0,000	13,821
30	158,98	12,607	0,060	12,547	0,000	12,547

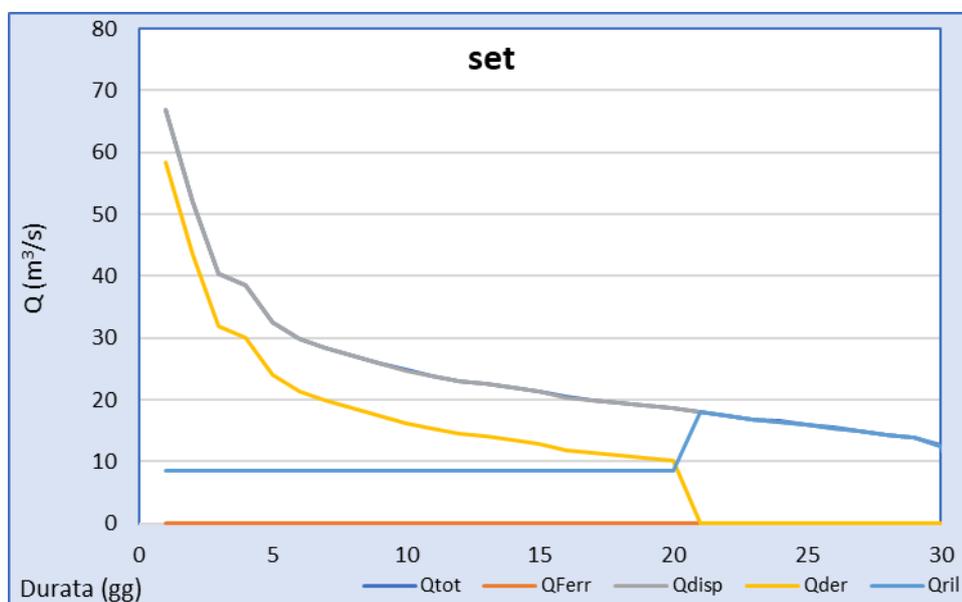


Grafico 11: Distribuzione delle portate a Settembre

Tabella 23: Distribuzione delle portate a Ottobre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	159,35	171,485	0,060	171,425	100,000	71,425
2	158,93	85,008	0,060	84,948	76,448	8,500
3	158,93	64,841	0,060	64,781	56,281	8,500
4	158,93	55,048	0,060	54,988	46,488	8,500
5	158,93	51,244	0,060	51,184	42,684	8,500
6	158,93	44,149	0,060	44,089	35,589	8,500
7	158,93	41,296	0,060	41,236	32,736	8,500
8	158,93	39,469	0,060	39,409	30,909	8,500
9	158,93	38,465	0,060	38,405	29,905	8,500
10	158,93	36,726	0,060	36,666	28,166	8,500
11	158,93	35,233	0,060	35,173	26,673	8,500
12	158,93	34,039	0,060	33,979	25,479	8,500
13	158,93	33,143	0,060	33,083	24,583	8,500
14	158,93	31,964	0,060	31,904	23,404	8,500
15	158,93	31,371	0,060	31,311	22,811	8,500
16	158,93	30,940	0,060	30,880	22,380	8,500
17	158,93	30,369	0,060	30,309	21,809	8,500
18	158,93	29,121	0,060	29,061	20,561	8,500
19	158,93	28,054	0,060	27,994	19,494	8,500
20	158,93	27,533	0,060	27,473	18,973	8,500
21	158,93	26,989	0,060	26,929	18,429	8,500
22	158,93	26,309	0,060	26,249	17,749	8,500
23	158,93	26,098	0,060	26,038	17,538	8,500
24	158,93	25,745	0,060	25,685	17,185	8,500
25	158,93	25,403	0,060	25,343	16,843	8,500
26	158,93	25,033	0,060	24,973	16,473	8,500
27	158,93	24,716	0,060	24,656	16,156	8,500
28	158,93	23,750	0,060	23,690	15,190	8,500
29	158,93	23,101	0,060	23,041	14,541	8,500
30	158,93	22,789	0,060	22,729	14,229	8,500
31	158,93	20,917	0,060	20,857	12,357	8,500

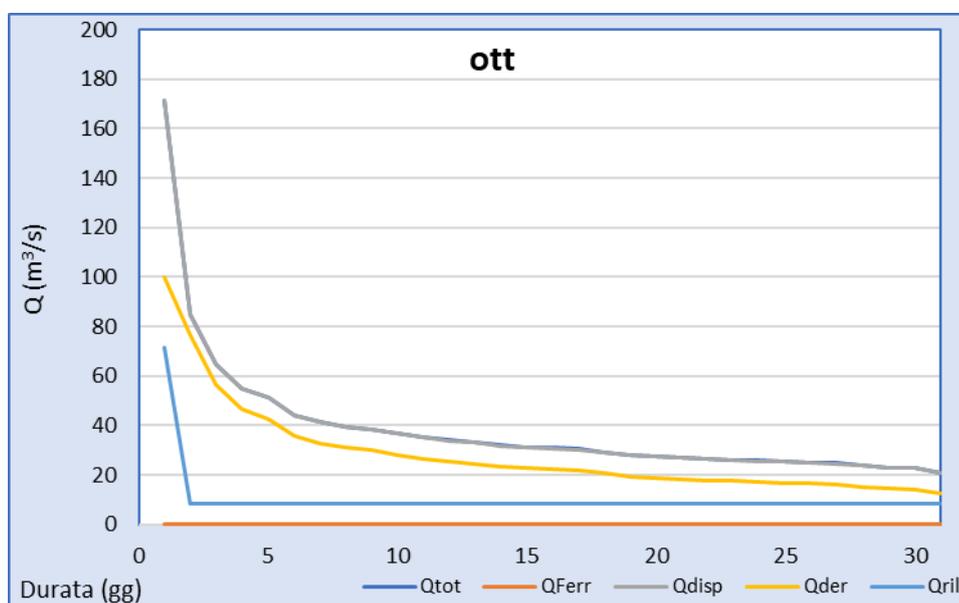


Grafico 12: Distribuzione delle portate a Ottobre

Tabella 24: Distribuzione delle portate a Novembre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	158,16	494,491	0,060	494,431	0,000	494,431
2	159,35	360,534	0,060	360,474	100,000	260,474
3	159,35	239,567	0,060	239,507	100,000	139,507
4	159,35	193,805	0,060	193,745	100,000	93,745
5	159,33	162,359	0,060	162,299	100,000	62,299
6	159,19	139,538	0,060	139,478	100,000	39,478
7	159,05	119,808	0,060	119,748	100,000	19,748
8	158,93	107,226	0,060	107,166	98,666	8,500
9	158,93	94,828	0,060	94,768	86,268	8,500
10	158,93	86,738	0,060	86,678	78,178	8,500
11	158,93	80,505	0,060	80,445	71,945	8,500
12	158,93	75,670	0,060	75,610	67,110	8,500
13	158,93	69,633	0,060	69,573	61,073	8,500
14	158,93	65,223	0,060	65,163	56,663	8,500
15	158,93	63,213	0,060	63,153	54,653	8,500
16	158,93	60,013	0,060	59,953	51,453	8,500
17	158,93	56,286	0,060	56,226	47,726	8,500
18	158,93	53,618	0,060	53,558	45,058	8,500
19	158,93	51,961	0,060	51,901	43,401	8,500
20	158,93	50,403	0,060	50,343	41,843	8,500
21	158,93	48,526	0,060	48,466	39,966	8,500
22	158,93	46,293	0,060	46,233	37,733	8,500
23	158,93	45,215	0,060	45,155	36,655	8,500
24	158,93	44,529	0,060	44,469	35,969	8,500
25	158,93	43,580	0,060	43,520	35,020	8,500
26	158,93	42,783	0,060	42,723	34,223	8,500
27	158,93	40,796	0,060	40,736	32,236	8,500
28	158,93	36,956	0,060	36,896	28,396	8,500
29	158,93	36,436	0,060	36,376	27,876	8,500
30	158,93	34,879	0,060	34,819	26,319	8,500

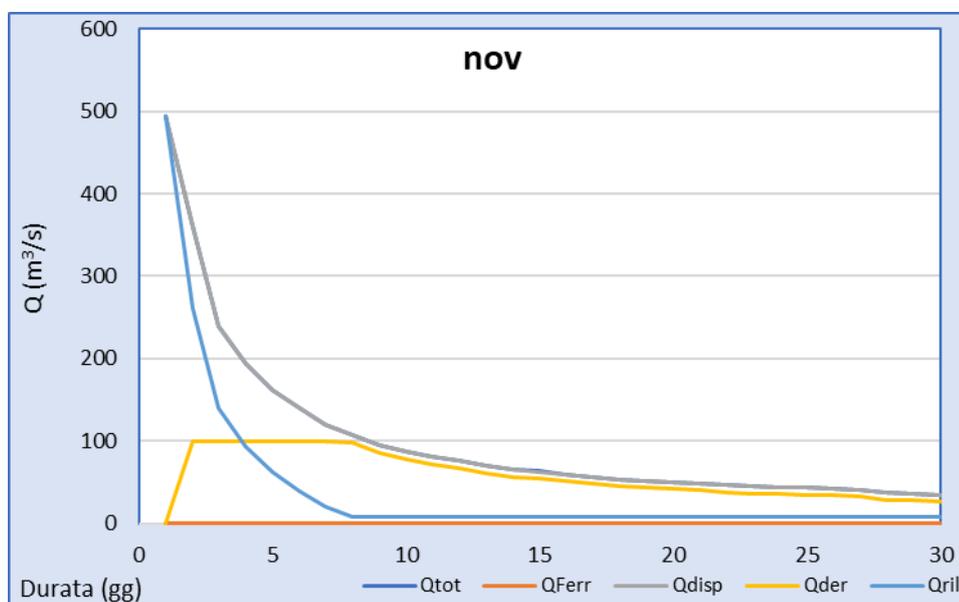


Grafico 13: Distribuzione delle portate a Novembre

Tabella 25: Distribuzione delle portate a Dicembre

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)
1	159,35	214,314	0,060	214,254	100,000	114,254
2	159,21	141,579	0,060	141,519	100,000	41,519
3	158,93	105,584	0,060	105,524	97,024	8,500
4	158,93	86,206	0,060	86,146	77,646	8,500
5	158,93	78,908	0,060	78,848	70,348	8,500
6	158,93	73,866	0,060	73,806	65,306	8,500
7	158,93	69,095	0,060	69,035	60,535	8,500
8	158,93	64,765	0,060	64,705	56,205	8,500
9	158,93	62,961	0,060	62,901	54,401	8,500
10	158,93	59,663	0,060	59,603	51,103	8,500
11	158,93	56,610	0,060	56,550	48,050	8,500
12	158,93	55,884	0,060	55,824	47,324	8,500
13	158,93	53,087	0,060	53,027	44,527	8,500
14	158,93	51,320	0,060	51,260	42,760	8,500
15	158,93	48,856	0,060	48,796	40,296	8,500
16	158,93	47,984	0,060	47,924	39,424	8,500
17	158,93	46,498	0,060	46,438	37,938	8,500
18	158,93	44,834	0,060	44,774	36,274	8,500
19	158,93	43,346	0,060	43,286	34,786	8,500
20	158,93	42,409	0,060	42,349	33,849	8,500
21	158,93	41,658	0,060	41,598	33,098	8,500
22	158,93	40,689	0,060	40,629	32,129	8,500
23	158,93	40,215	0,060	40,155	31,655	8,500
24	158,93	39,473	0,060	39,413	30,913	8,500
25	158,93	38,537	0,060	38,477	29,977	8,500
26	158,93	37,629	0,060	37,569	29,069	8,500
27	158,93	37,011	0,060	36,951	28,451	8,500
28	158,93	36,471	0,060	36,411	27,911	8,500
29	158,93	35,700	0,060	35,640	27,140	8,500
30	158,93	34,985	0,060	34,925	26,425	8,500
31	158,93	34,181	0,060	34,121	25,621	8,500

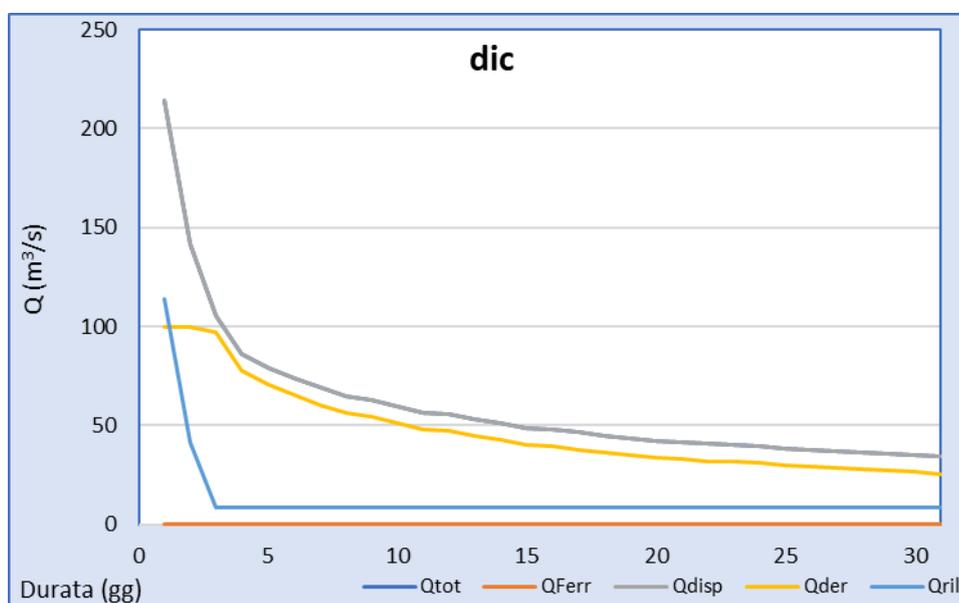


Grafico 14: Distribuzione delle portate a Dicembre

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 26: Portate medie mensili ed annua

Periodo	Q_{tot} (m ³ /s)	Q_{Ferr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)	$\frac{Q_{der}}{Q_{disp}}$
gen	46,907	0,060	46,847	38,347	8,500	82%
feb	53,122	0,060	53,062	44,254	8,808	83%
mar	87,175	0,060	87,115	72,652	14,463	83%
apr	122,240	0,060	122,180	89,269	32,911	73%
mag	136,336	0,060	136,276	94,658	41,618	69%
giu	88,704	0,060	88,644	72,375	16,269	82%
lug	26,243	0,060	26,183	15,606	10,576	60%
ago	17,022	0,058	16,964	5,429	11,535	32%
set	24,448	0,060	24,388	13,535	10,852	56%
ott	39,043	0,060	38,983	28,454	10,530	73%
nov	101,514	0,060	101,454	57,948	43,506	57%
dic	60,139	0,060	60,079	47,103	12,977	78%
anno	66,831	0,060	66,771	48,226	18,545	72%

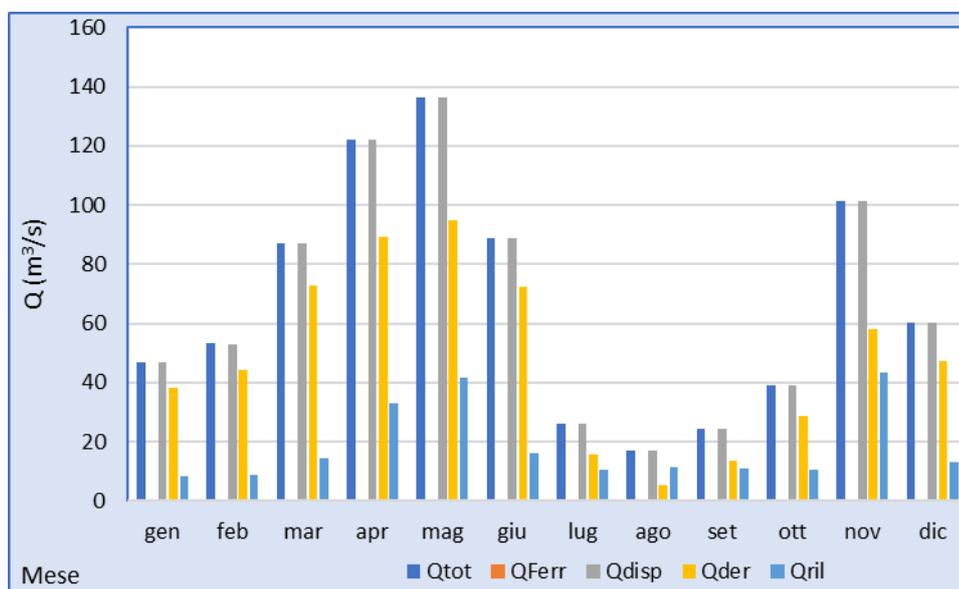


Grafico 15: Portate medie mensili

Nell'anno idrologico medio l'impianto deriva la portata massima d'esercizio della centrale idroelettrica per la durata di 58 gg e per 323 gg la centrale produce energia idroelettrica con portate comprese tra quella minima (10,000 m³/s) e quella massima (100,000 m³/s). Quindi la centrale idroelettrica in progetto nell'anno idrologico medio rimane inattiva per la durata di 42 gg, per scarsa disponibilità idrica o per mancanza di salto idraulico.

Organizzando i dati ponendo le portate disponibili in ordine decrescente, si ottengono le curve annue di durata delle portate, riassunte nella successiva Tabella 27 e nel Grafico 16 che segue.

Tabella 27: Curve di durata delle portate

D (gg)	H_w (m s.l.m.)	Q_{tot} (m^3/s)	Q_{Ferr} (m^3/s)	Q_{disp} (m^3/s)	Q_{der} (m^3/s)	Q_{ril} (m^3/s)	$\frac{Q_{der}}{Q_{disp}}$
10	159,35	223,538	0,060	223,478	100,000	123,478	45%
30	159,24	146,998	0,060	146,938	100,000	46,938	68%
60	158,93	107,004	0,060	106,944	98,444	8,500	92%
91	158,93	84,178	0,060	84,118	75,618	8,500	90%
135	158,93	61,350	0,060	61,290	52,790	8,500	86%
182	158,93	46,843	0,060	46,783	38,283	8,500	82%
274	158,93	26,702	0,060	26,642	18,142	8,500	68%
355	158,96	10,480	0,060	10,420	0,000	10,420	0%
anno		66,831	0,060	66,771	48,226	18,545	72%

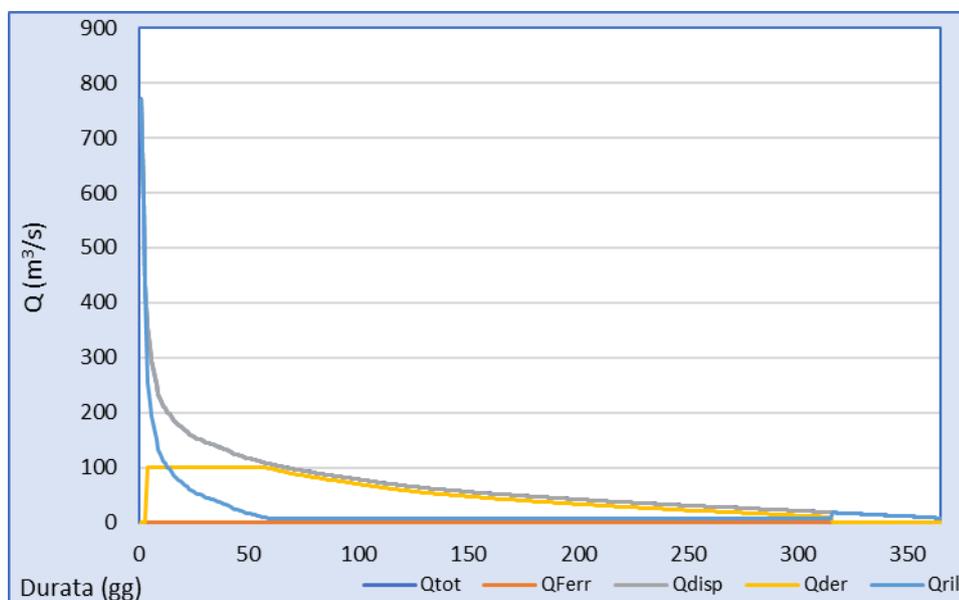


Grafico 16: Curve di durata delle portate

7. 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 Alba.

La Tabella 28 contiene le portate 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 28: Portate medie mensili del fiume Tanaro nell'anno idrologico scarso (m^3/s)

Frequenza	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
5,88%	85,14	101,44	179,27	357,63	292,16	192,57	59,87	32,86	72,47	79,09	198,80	162,40
11,76%	75,36	98,28	174,65	214,55	273,45	148,22	45,12	31,45	41,84	73,09	195,92	109,23
17,65%	70,86	84,72	152,81	168,26	257,08	127,22	44,00	26,02	34,25	66,86	193,63	107,56
23,53%	56,64	69,96	144,18	160,47	192,66	126,20	41,38	24,01	28,32	56,04	189,47	96,91
29,41%	51,03	63,67	134,82	158,15	160,94	123,20	38,56	20,72	25,19	49,16	180,30	68,39
35,29%	50,84	56,87	109,49	138,39	143,38	113,95	34,99	19,07	22,25	39,76	151,80	64,70
41,18%	50,70	56,73	91,03	129,55	134,57	108,79	30,63	17,38	21,47	38,39	136,90	63,71
47,06%	50,62	49,59	78,00	95,13	127,25	79,34	30,48	16,86	21,44	34,46	84,17	52,19
52,94%	46,55	45,22	59,51	94,52	116,93	75,53	23,69	15,04	21,16	33,73	54,13	40,11
58,82%	44,15	41,46	57,66	86,06	104,29	75,07	14,61	13,18	20,38	31,18	48,32	39,08
64,71%	37,55	39,36	55,34	83,67	90,93	68,71	12,01	12,13	20,06	25,66	40,35	34,60
70,59%	34,48	36,86	45,36	75,90	72,39	55,03	11,69	12,13	17,04	24,51	40,27	27,43
76,47%	31,57	33,79	37,38	71,44	64,50	44,16	10,15	9,79	14,30	23,25	38,28	27,09
82,35%	24,50	28,90	34,69	51,09	55,53	41,05	9,16	8,39	11,88	17,53	30,38	26,78
88,24%	21,49	21,63	22,78	49,48	54,86	25,63	8,02	6,87	10,41	16,60	22,24	21,45
94,12%	19,04	19,76	17,85	21,56	40,45	14,60	5,54	6,45	8,70	15,37	19,25	20,59
80%	27,33	30,86	35,77	59,23	59,12	42,30	9,55	8,95	12,85	19,82	33,54	26,91

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

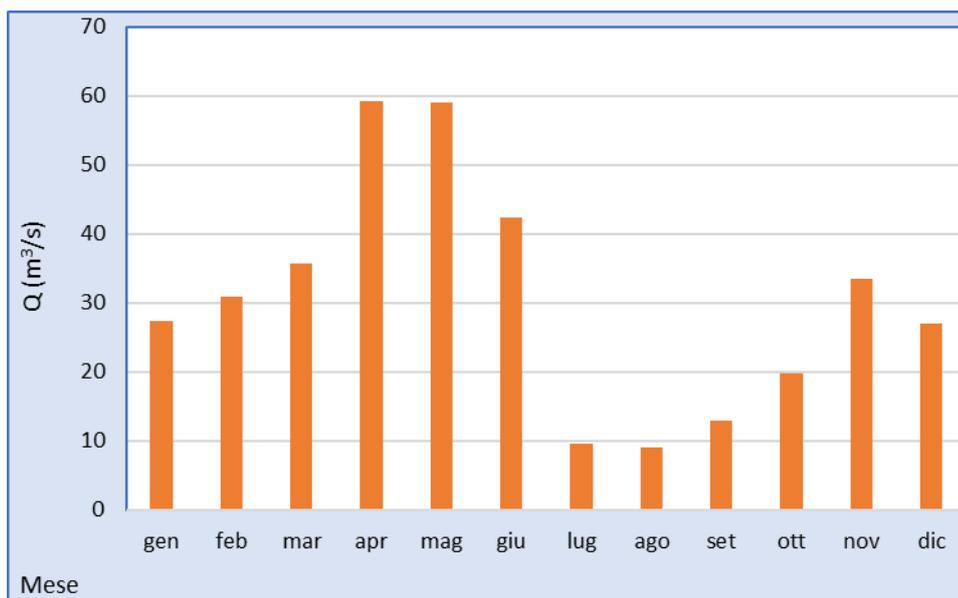


Grafico 17: Portate medie mensili del fiume Tanaro nell'anno idrologico scarso

Analogamente a quanto svolto per le portate medie mensili, la Tabella 29 riporta il calcolo della curva di durata delle portate dell'anno idrologico scarso.

Tabella 29: Curve di durata delle portate del fiume Tanaro nell'anno idrologico scarso (m^3/s)

Frequenza	10	30	60	91	135	182	274	355
5,88%	370,37	281,00	207,00	140,00	109,16	93,72	43,71	18,50
11,76%	362,02	244,40	176,08	132,63	98,90	74,40	38,40	18,35
17,65%	335,00	211,14	149,42	128,73	93,40	71,70	37,64	15,56
23,53%	307,00	205,00	145,30	120,24	76,50	60,60	36,80	15,46
29,41%	299,86	198,00	141,00	110,00	73,05	52,72	32,88	14,71
35,29%	294,00	187,97	133,24	106,06	71,33	48,40	29,45	12,40
41,18%	268,00	171,00	125,00	97,00	63,57	47,70	28,60	11,10
47,06%	247,99	169,52	119,00	93,90	61,71	46,27	27,72	10,60
52,94%	207,59	141,71	99,83	78,87	60,40	43,65	26,89	10,30
58,82%	204,41	119,21	89,38	70,99	55,05	41,71	26,60	8,34
64,71%	201,43	104,07	80,81	66,45	50,53	37,73	22,50	6,85
70,59%	143,90	96,16	67,71	52,12	45,88	35,95	18,50	6,44
76,47%	91,61	71,94	58,55	49,90	39,96	31,31	17,32	5,93
82,35%	89,80	63,86	53,91	47,09	36,91	23,00	14,43	5,46
88,24%	84,78	59,30	42,90	32,00	25,50	21,75	13,88	3,87
94,12%	68,85	27,68	22,93	20,86	19,75	18,88	11,91	3,81
80%	90,52	67,09	55,77	48,21	38,13	26,32	15,59	5,65

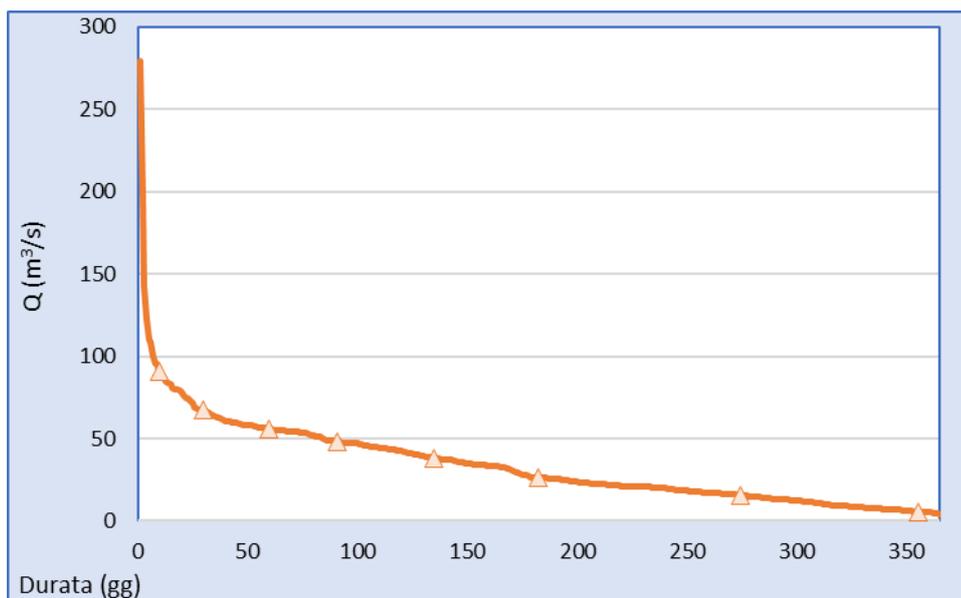


Grafico 18: Curva di durata delle portate del fiume Tanaro

Nella Tabella 30 che segue, sono confrontate le portate medie mensili ed annue degli anni idrologici medio e scarso. La portata media annua dell'anno idrologico scarso è ricavata come media ponderata sulla base delle durate e dei deflussi mensili.

Tabella 30: 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	66,81	46,91	53,02	87,18	122,24	136,34	88,70	26,24	17,02	24,45	39,04	101,51	60,14
Scarso	30,44	27,33	30,86	35,77	59,23	59,12	42,30	9,55	8,95	12,85	19,82	33,54	26,91
S / M	46%	58%	58%	41%	48%	43%	48%	36%	53%	53%	51%	33%	45%

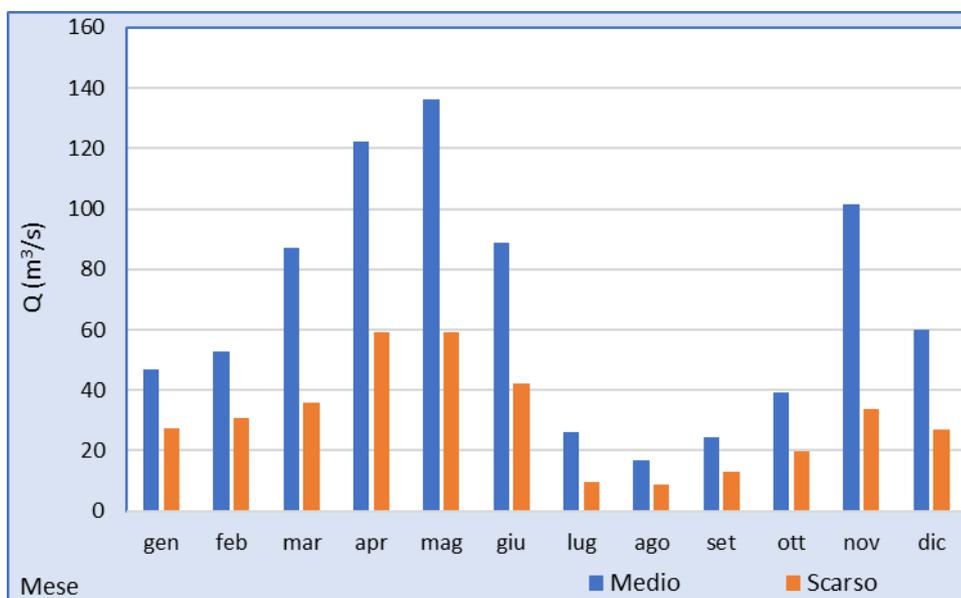


Grafico 19: Portate medie mensili dell'anno idrologico medio e di quello scarso

Le portate specifiche dell'anno idrologico scarso sono mediamente pari al 46% di quelle dell'anno medio. La differenza è più elevata in autunno, infatti, a luglio il rapporto è pari al 33%. Invece il rapporto massimo è invernale ed a gennaio e febbraio cresce al 58%.

Analogamente sono confrontate le portate dell'anno idrologico scarso e quelle dell'anno medio riferite alle curve di durata.

Tabella 31: Curve di durata delle portate del fiume Tanaro
nella sezione di presa in progetto (m^3/s)

D (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355
Medio	223,54	147,00	107,00	84,18	61,35	46,84	26,70	10,48
Scarso	90,52	67,09	55,77	48,21	38,13	26,32	15,59	5,65
S / M	40%	46%	52%	57%	62%	56%	58%	54%

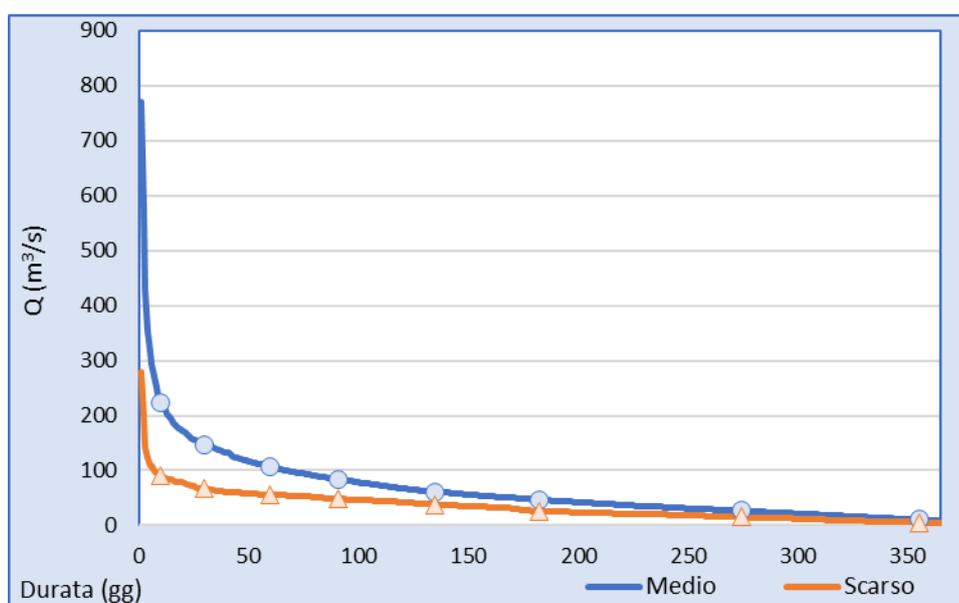


Grafico 20: Curva di durata delle portate del fiume Tanaro

8. ANALISI DEL REGIME DI MAGRA

8.1. 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 misurate dall'ARPA Piemonte ad Alba.

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, $j \in [i; i + N - 1]$.

Nelle serie di valori medi, per ogni anno e per ogni finestra temporale analizzati, si è cercata la portata minima. La Tabella 32 riassume i dati calcolati come specificato e li confronta col deflusso giornaliero minimo annuo.

Tabella 32: Portate di magra misurati nel fiume Tanaro (m^3/s)

Anno	min	7 gg	15 gg	30 gg
2007	3,05	3,55	3,83	4,46
2008	9,25	10,91	11,98	14,21
2009	7,71	9,30	12,50	13,66
2010	6,82	9,42	11,46	14,69
2011	7,65	8,97	10,13	11,95
2012	4,47	5,55	5,96	6,77
2013	12,49	15,78	16,49	19,64
2014	11,71	14,87	17,04	22,80
2015	6,67	7,72	8,03	9,48
2016	4,16	5,47	7,23	10,61
2017	4,13	5,17	5,89	6,38
2018	11,79	12,93	14,10	17,31
2019	13,43	16,41	18,57	23,06
2020	9,03	15,39	17,13	18,22
2021	5,83	6,79	7,10	7,25
2022	3,27	3,45	3,86	7,08

Nella seguente Tabella 33, 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 33: Analisi della frequenza delle portate di magra del fiume Tanaro (m^3/s)

Frequenza cumulata	min	7 gg	15 gg	30 gg
94,12%	13,43	16,41	18,57	23,06
88,24%	12,49	15,78	17,13	22,80
82,35%	11,79	15,39	17,04	19,64
76,47%	11,71	14,87	16,49	18,22
70,59%	9,25	12,93	14,10	17,31
64,71%	9,03	10,91	12,50	14,69
58,82%	7,71	9,42	11,98	14,21
52,94%	7,65	9,30	11,46	13,66
47,06%	6,82	8,97	10,13	11,95
41,18%	6,67	7,72	8,03	10,61
35,29%	5,83	6,79	7,23	9,48
29,41%	4,47	5,55	7,10	7,25
23,53%	4,16	5,47	5,96	7,08
17,65%	4,13	5,17	5,89	6,77
11,76%	3,27	3,55	3,86	6,38
5,88%	3,05	3,45	3,83	4,46

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

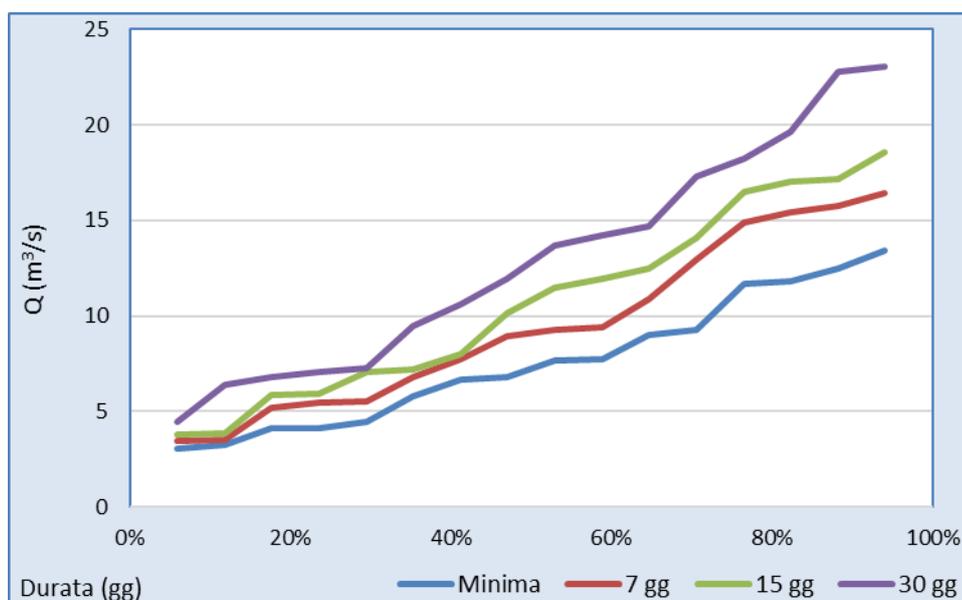


Grafico 21: Portate di magra del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto

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

8.2. 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 33, interpolando i dati di portata minima con frequenza più prossima si ottiene una portata di magra pari a $7,235 \text{ m}^3/\text{s}$.

9. 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 sopraccitato 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 tra le sezioni 67 e 66, mentre il P.A.I. definisce le portate nella sezione 68, appena a monte dell’impianto:

- $S = 3'374 \text{ km}^2$
- $Q_{20} = 2'050 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{100} = 2'750 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{200} = 3'050 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{500} = 3'400 \text{ m}^3/\text{s}$

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. Il P.G.R.A. definisce le portate nella sezione 66 del fiume Tanaro, appena a valle della presa idroelettrica in progetto:

- $S = 3'374 \text{ km}^2$
- $Q_{20} = 2'050 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{200} = 3'050 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{500} = 3'400 \text{ m}^3/\text{s}$

La superficie del bacino imbrifero indicata nel P.G.R.A. per la sezione 66 corrisponde a quella che il P.A.I. attribuisce alla sezione 68. Inoltre l’estensione del bacino imbrifero riportata nella pianificazione dell’Autorità di Bacino del fiume Po è praticamente identica a quella indicata dall’ARPA Piemonte per la stazione idrometrica di Alba.

Le portate di piena del P.A.I. coincidono con quelle del P.G.R.A., attribuite rispettivamente alle sezioni 68 e 66 di perimetrazione delle fasce fluviali. La presa idroelettrica in progetto è situata tra le sezioni 67 e 66 del Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico. Pertanto, per le verifiche idrauliche del fiume Tanaro si considera che le portate di piena della sezione di presa coincidano con quelle riportate nella pianificazione dell’Autorità di Bacino del fiume Po.