REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI IMPERIA
Comune di Molini di Triora

RIATTIVAZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA UBICATA SUL TORRENTE ARGENTINA NEL COMUNE DI MOLINI DI TRIORA IN LOCALITA' CARPENOSA (IM)

Richiesta di concessione a derivare da acque superficiali

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

Relazione idrologica

Gruppo di progettazione

E.T.A.research
energiaterritorioambiente
Via XI settembre, n.73
12011 - Borgo San Dalmazzo (CN)
Tel/Fax: 0171.60.30.59
e-mail: info@eta-research.com
web: www.eta-research.com

Dott. Ing. Paolo Gossa
Via Meucci n. 7
12100 Cuneo (CN)
tel 348 8962431
paolo.gossa@eta-research.com

Dott. Ing. Andrea Demaria
Via del Canale n. 28 bis
12100 Cuneo (CN)
tel 392 9216521
andrea.demaria@eta-research.com

Dott. Ing. Luca Macario
Via Cacciatori delle Alpi, 6
12100 Cuneo (CN)
tel 388 9427082
luca.macario@eta-research.com

Committente

Azienda agricola Zunino

Sede: Via Periane
18018 Taggia (IM)
P.IVA: 01199290089

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
C15_11	DF	RC	3

ELABORATO
R.03
SCALA -:--

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	GENNAIO_2016	PRIMA EMISSIONE	Dott. Ing. Gossa P.	Dott. Ing. Demaria A.	Dott. Ing. Macario L.
02					

INDICE

PREMESSA *1*

1 DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO *2*

1.1 Caratteristiche territoriali **2**

1.2 Caratteristiche geomorfologiche **3**

2 IDROLOGIA *5*

2.1 Generalità **5**

2.2 Calcolo delle portate attraverso la stazione di misura di Merelli **6**

2.2.1 Calcolo delle portate attraverso i dati storici di portata 6

2.2.2 Calcolo delle portate attraverso la comparazione dei bacini 8

2.3 Calcolo delle portate attraverso il modello Hydro-Co **10**

2.3.1 Calcolo delle portate attraverso la comparazione dei bacini 11

2.4 Calcolo delle portate attraverso le analisi pluviometriche **12**

2.4.1 Analisi pluviometrica e comparazione tra bacini di pertinenza 12

2.5 Scelta delle portate naturali di progetto **17**

2.6 Definizione del Deflusso Minimo Vitale **22**

2.6.1 Ambiti di applicazione 23

2.6.2 Definizione del DMV su territorio dei bacini di competenza regionale 24

2.6.3 Calcolo del DMV base o componente idrologica 25

2.6.4 Applicazione dei fattori correttivi – fattore M 27

2.6.5 Applicazione dei fattori correttivi – fattore Z 27

2.6.6 Calcolo del DMV totale 27

2.6.7 Modulazione del DMV 27

2.6.8 Modulazione di Tipo A 29

2.6.9 Modulazione di Tipo B 30

2.7 Determinazione del fabbisogno irriguo **33**

2.8 Quadro degli utilizzi esistenti **33**

3 PORTATE DERIVABILI 35

3.1 Analisi delle portate disponibili, derivabili e derivate 35

PREMESSA

L'Azienda Agricola Zunino con sede in Via Periane, 18018 Taggia (IM), ha incaricato la società E.T.A. research nella figura dei tecnici scriventi: l'ing. Andrea Demaria iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Cuneo con numero A1945, l'ing. Paolo Gossa, iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Cuneo con numero A1964 e l'ing. Luca Macario, iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Cuneo con numero A1951, di predisporre il presente progetto per la riattivazione di una centrale idroelettrica preesistente ubicata sul torrente Argentina nel Comune di Molini di Triora in località Carpenosa (IM).

Il progetto è principalmente motivato dalla opportunità di riattivare una vecchia segheria preesistente per lo sfruttamento delle potenziali idroelettriche intrinseche al sito. Il sito d'intervento è caratterizzato dalla presenza di tutte le opere necessarie per renderlo produttivo sotto l'aspetto idroelettrico senza andar a realizzare nuove opere idrauliche o modificare il territorio al fine della realizzazione della centrale.

A tale riguardo, l'energia prodotta dalla centrale oggetto di studio verrà parzialmente se non totalmente "scambiata sul posto" per alimentare le utenze elettriche e le attività che si verranno ad impiantare nella nuova area realizzata.

Nella presente Relazione idrologica, a seguito della descrizione delle principali caratteristiche geomorfologiche del bacino in esame, vengono riportate le principali caratteristiche idrologico-idrauliche della sezione in esame. L'analisi riguarda vari aspetti del regime idrologico del Torrente Argentina (Bacino idrografico del Torrente Argentina), si esamineranno:

- deflussi dell'anno medio;
- deflusso minimo vitale;
- portate derivabili nell'anno medio.

Tale analisi permetterà la valutazione dell'incidenza della derivazione ad uso idroelettrico, oggetto del presente progetto, sui deflussi naturali mensili del corso d'acqua. Ciò permetterà di ottimizzare il dimensionamento delle opere civili e dei macchinari della centrale idroelettrica ed una valutazione approfondita del rischio idraulico in condizioni di piena.

I dati presentati derivano sia da indagini bibliografiche, sia da analisi statistiche e da osservazioni raccolte in campo, nel corso di sopralluoghi condotti presso la zona d'intervento.

1 DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

1.1 Caratteristiche territoriali

Il Bacino idrografico del Torrente Argentina fa parte dell'ambito di Bacino Regionale n.4 (Torrente Argentina) ed è situato nei territori amministrativi di: Comune di Triora, Molini di Triora interessato interamente sia per quanto riguarda l'asta fluviale principale che per quanto riguarda gli affluenti Capriolo e Corte, Carpasio e Montalto Ligure interessati interamente dall'affluente Carpasina, Badalucco interessato completamente dal bacino principale e dall'affluente Oxentina, Ceriana e Baiardo interessati rispettivamente nella parte nord orientale e nella parte orientale dall'Oxentina, Castellaro interessato nella parte occidentale dall'Argentina, Taggia, interamente compresa nel bacino e Riva Ligure interessata in Parte nella località Piani.

La superficie del Bacino è di km^2 210,747 mentre la lunghezza del corso d'acqua è di km 38,777 ed ha una pendenza media del 5,56%. Si tratta quindi di un Bacino di grande dimensione, mediamente acclive, orientato in direzione Nord da Taggia a Badalucco e a nord ovest da Badalucco fino alle pendici del Monte Saccarello.

Si sviluppa da una quota minima pari al livello del mare, in corrispondenza di Arma di Taggia, fino a raggiungere la quota massima di m. 2199 s.l.m. in corrispondenza della vetta del monte Saccarello. Il confine del Piano coincide con i crinali delle montagne che definiscono l'impluvio del bacino. Verso ponente il confine parte dal Monte Saccarello e collega successivamente i monti Collardente (m 1776), Ceppo (m 1626), Cavanelle (m 1444), Collettazzo (m 1233) e Merlo (m 1015). Sul versante di levante, sempre partendo da monte Saccarello, il crinale incontra i monti Fronte(m 2152), Monega (m 1881),Bussana (m 1701), Arborea (m 1549), Carpasina (m 1413),Alpasino (m 1097), Moro (m 1181), Arbozzaro (m 1129), Audo (m 1148) e Grange (m 200).

Il tratto a valle, compreso nel comune di Taggia, è caratterizzato dalla presenza di un tessuto urbano continuo (Arma di Taggia e Taggia) alternato a zone destinate prevalentemente alla floricoltura e all'olivicoltura, che risalendo lungo l'entroterra lasciano spazio sempre più a insediamenti boschivi piuttosto che abitativi e agricoli e che mantengono l'impronta data dagli originari caratteri rurali legati allo sfruttamento dell'agricoltura povera di un tempo tipica di queste zone, fatta eccezione dei centri urbani di Badalucco, Montalto Ligure, Carpasio, Molini di Triora, Triora e relative frazioni. Per quanto riguarda l'accessibilità il territorio in questione presenta una strada principale (statale 548) che segue il corso d'acqua principale e collega la fascia costiera all'entroterra e svariati collegamenti con altre vallate. Il clima è caratterizzato da una distribuzione bimodale delle precipitazioni, con un massimo principale autunnale e un minimo in estate.

1.2 Caratteristiche geomorfologiche

In questo paragrafo vengono posti in risalto singoli aspetti caratterizzanti o semplicemente importanti, successivamente e in base proprio ai rapporti e alle connessioni tra i singoli elementi, viene individuato il "paesaggio geomorfologico" complessivo.

La prima caratteristica degna di segnalazione riguarda l'ampiezza del bacino, la sua lunghezza e la considerevole altezza del suo crinale apicale rispettivamente: 211 Kmq, 40,12 Km e 2.199 m s.l.m.; si tratta di valori significativi, ovviamente, solo in rapporto al paesaggio ligure, nel quale prevalgono bacini piccoli o piccolissimi, corsi d'acqua brevi e torrentizi, rapidamente confluenti in mare, crinali spartiacque che ben raramente raggiungono i 2.000 m di quota.

L'analisi morfologica a grande scala mostra un bacino caratterizzato da un drenaggio discretamente denso e inciso; il pattern è misto, prevale l'ossatura del pattern sub-dendritico, ossia tipicamente erosivo, in ambienti flyschoidi, sul quale tuttavia si innestano chiari segni di pattern sub-parallelo e di pattern angolare, palesemente connessi ad un controllo strutturale, riconducibile a più fasi, sia applicative e compressive o di carreggiamento, sia rigide, distensive. Si ravvisano forme riconducibili anche al pattern contorto, in modo particolare lungo l'asta fluviale maggiore, legato a questioni d'ordine litostratigrafico e a forme di scistosità da pur blando metamorfismo.

Sempre l'analisi d'assieme del reticolo idrografico consente di cogliere alcune caratteristiche interessanti a scala di bacino.

In primo luogo il bacino è suddivisibile in tre zone:

- una meridionale nella quale la valle è asimmetrica con sviluppo assai maggiore del fianco destro rispetto a quello sinistro e con acclività apprezzabilmente diversa;
- una intermedia, molto stretta, nella quale abbiamo un relativo equilibrio tra i due fianchi della valle;
- una settentrionale in cui le parti si invertono rispetto alla meridionale ed il fianco destro è assai meno sviluppato di quello sinistro; qui però l'asimmetria non si riverbera sulla acclività dei versanti che risultano modellati secondo superfici articolate.

Il bacino presenta una percentuale di aree denudate piuttosto contenuta, tanto più significativa in quanto parte degli affioramenti più estesi che trovano giustificazione nelle condizioni litologiche e geostrutturali piuttosto che in quelle geomorfologiche, trattandosi di tipiche pareti a strapiombo in formazioni carbonatiche fratturate o fagliate. Sul territorio si è riscontrata una copertura superficiale incoerente o semicoerente, abbondante e diffusa, sulla quale, dal punto di vista del controllo idrogeologico e geomorfologico, permangono forme di colonizzazione vegetale soddisfacenti.

La zona alta del bacino, a partire dal crinale spartiacque principale nell'arco compreso tra M. Collardente e M. Arborea, per alcune centinaia di metri verso il basso (fino a quote intorno ai 1.600 m s.l.m. nella zona di Rocca Barbona, ai 1.500 nei pressi di Cimone Giaire, e ai 1.400 a valle di Rocca dell'Agnello e con lingue e propaggini rimobilitate fino a quote attorno a 1.200 metri) presenta tracce di glacialismo connesso a corpi glaciali presumibilmente piccoli e a più vaste manifestazioni periglaciali. In quell'ambito, la colonizzazione sia arborea, sia prativa che riguarda le zone coperte da coltri, perlopiù miste detritico-moreniche, è palesemente in costante competizione sia con la tendenza alla mobilità del materiale incoerente stesso, sia con gli afflussi stagionalmente ripetuti di nuovo detrito, proveniente dalle pareti e dalle scarpate, e di detrito rimobilitato dalle zone apicali più acclivi delle maggiori coltri, sia con fenomeni geomorfologici connessi a vaste e frequenti slavine. Le tipologie di dissesto sono quelle classiche delle zone alpine alte, completamente abbandonate dai ghiacciai quaternari ma interessate da consistente copertura nevosa e da fenomeni di gelo e disgelo.

La zona medio-alta è caratterizzata, soprattutto, dal "controllo" operato sulla morfologia dalle formazioni rocciose e dal loro particolare assetto. Si tratta infatti dell'area nella quale sono presenti tutti e tre i dominii, anche se prevalgono per incidenza, in termini di area coperta, le formazioni dei cosiddetti "Lembi Interposti" o "Sub-Brianzonese", quasi circondati a NO dalla serie Delfinese-Pmvenzale e da NE a S dal Flysch ad Elmintoidi.

Nella parte inferiore del bacino, infine, compaiono forme piuttosto particolari, caratterizzate sostanzialmente da ampie superfici penepiane e scarpatelle, solo parzialmente mascherate dalle pesanti interferenze antropiche, riconducibili a due cause: la presenza pur contenuta di sedimenti pliocenici, qui prevalentemente grossolani, e almeno due serie di ampie terrazzature fossili e pensili, sulle quali ultime è opportuno soffermarsi.

Una sommatoria di elementi diversi ma concorrenti, distribuiti lungo le aste torrentizie in ogni parte del bacino, e le forme ora indicate prossime alla linea di costa, inducono a ritenere che l'evoluzione geomorfologica del bacino, come già accennato, sia stata caratterizzata, più e più volte nella sua storia antica e recente, da bruschi fenomeni di ringiovanimento. Peraltro è abbastanza logico dedurre che fenomeni di questo tipo possono essere a loro volta connessi a fasi particolarmente acute di attività tettonica, sismotettonica quaternaria e attuale. Un'ultima caratteristica che merita citazione per l'incidenza che ha sulla possibilità di utilizzazione del fondovalle e sulla stabilità dei versanti e delle opere umane che si trovano ad immediato contatto col letto attuale dei torrenti: si allude alla già citata frequenza con la quale, soprattutto il torrente principale, "svaria" da una sponda all'altra con andamento meandriforme e soprattutto al fatto che tutte le volte che l'apice del meandro non interessa l'orlo di un terrazzo alluvionale sospeso e il fiume scorre direttamente a contatto col piede del versante principale, quest'ultimo è interessato da più o meno rilevanti fenomeni franosi superficiali.

2 IDROLOGIA

Il presente capitolo dimostra, attraverso la classificazione idrologica dell'area su cui il progetto viene sviluppato, come la derivazione richiesta si inserisca in un sistema di razionale utilizzo del corso d'acqua e del relativo bacino imbrifero, interessati dall'intervento in progetto.

L'impianto idroelettrico in progetto sfrutta le portate del Torrente Argentina nel comune di Molini di Triora presso la località Carpenosa

2.1 Generalità

Per un'attenta analisi idrologica si è deciso di intraprendere tre tipi di valutazioni diverse per descrivere in maniera più appropriata il comportamento idrologico del bacino in esame.

Si è così ritenuto più corretto andare a valutare l'analisi idrologica in tre modalità anziché procedere ad una valutazione univoca ed empirica delle portate.

L'analisi idrologica è stata compiuta con le seguenti modalità:

- definizione della portata naturali del Torrente Argentina presso il sito in esame valutate attraverso le portate naturali registrate alla stazione di Merelli;
- definizione delle portate naturali del Torrente Argentina presso il sito in esame valutate attraverso le portate definite con il modello Hydo_CO;
- definizione delle portate naturali del Torrente Argentina presso il sito in esame valutate attraverso l'analisi pluviometrica;

Si sottolinea inoltre il fatto che la scelta, dal punto di vista della valutazione delle portate derivabili, risulta essere cautelativa. I valori di portata utilizzati per il dimensionamento dell'opera di presa sono infatti al più leggermente inferiori a quelli che si potrebbero avere realmente, piccola differenza dovuta all'ipotizzare il contributo specifico di deflusso della porzione di bacino non considerata pari al contributo specifico della restante parte del bacino. In realtà man mano che ci si sposta verso valle il solido di pioggia diminuisce con conseguente diminuzione delle portate specifiche valutate.

2.2 Calcolo delle portate attraverso la stazione di misura di Merelli

Come prima analisi si è andati a valutare la disponibilità idrica andando a valutare i dati disponibili del Torrente Argentina messi a disposizione dall'ARPAL attraverso gli anni idrologici con sezione di misura individuata a Merelli.

Come annotato anche all'interno degli annali idrologici il bacino sotteso alla sezione di chiusura di Merelli risulta essere apri a 192 km2; per questo motivo le portate dovranno essere "traslate" alla sezione d'interesse della presa, la quale sottende un bacino con superficie 113,21 km^2.

Quest'operazione è stata effettuata visto la vicinanza dei due bacini e la possibile similitudine idraulica.

2.2.1 Calcolo delle portate attraverso i dati storici di portata

Per definire le portate del Torrente Argenti alla sezione di progetto si è scelto di valutare le portate mensili e giornaliere definite dagli annali idrologici nell'intervallo tra il 1925 e il 1971, tra il 1973 e il 1977, tra il 1990 e il 1995, tra il 2008 e il 2009 del Torrente Argentina a Merelli.

Si riportano a seguito i risultati:

ELEMENTI CARATTERISTICI PER L'ANNO 2010													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q max(m^3/s)	73.71	18.61	38.10	7.17	4.54	18.61	4.02	2.35	1.44	0.85	35.28	57.48	**73.71**
Q media(m^3/s)	4.55	6.14	8.50	4.82	2.85	4.83	1.65	1.00	0.51	*0.26*	1.57	9.08	**13.68**
Q min(m^3/s)	0.19	3.31	2.81	3.60	2.00	1.87	1.06	0.55	0.22	*0.19*	*0.19*	1.48	3.04
Deflusso(mm)	748.0	85.5	107.1	67.2	38.4	67.2	22.5	14.1	6.7	*3.6*	22.0	122.6	**191.1**
Afflusso meteor.(mm)	1266.5	89.5	126.0	51.3	31.6	100.3	92.5	54.5	58.1	*30.1*	129.5	**295.6**	207.5
Coeffic. di deflusso	0.59	0.96	0.85	**1.31**	1.22	0.67	0.24	0.26	*0.12*	*0.12*	0.17	0.41	0.92

Tabella 1. Elementi caratteristici idrologici della stazione di Merelli per l'anno 2010 (Annali idrologici ARPAL)

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1925-71, 1973-77, 1990-95, 2008-09													
	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q max(m^3/s)	514.00	157.00	141.00	208.00	174.00	111.00	234.00	72.30	56.50	240.00	194.00	**514.00**	401.00
Q media(m^3/s)	4.57	6.17	6.16	6.76	5.82	5.35	2.52	1.17	*0.82*	1.54	3.69	**8.41**	6.53
Q min(m^3/s)	0.02	0.20	0.14	0.16	0.14	0.07	0.09	*0.02*	*0.02*	0.04	0.05	0.10	0.11
Deflusso(mm)	750.6	86.0	77.6	94.4	78.8	74.6	34.2	16.3	*11.3*	20.8	51.5	**113.6**	91.1
Afflusso meteor.(mm)	1164.2	94.6	92.2	106.4	98.0	94.0	63.7	*36.9*	48.8	90.2	133.5	**179.7**	125.9
Coeffic. di deflusso	0.64	**0.91**	0.84	0.89	0.80	0.79	0.54	0.44	*0.23*	*0.23*	0.39	0.63	0.72

Tabella 2. Elementi caratteristici idrologici della stazione di Merelli per l'intero periodo (Annali idrologici ARPAL)

DURATA DELLE PORTATE		
Giorni	2010 m^3/s	Periodo precedente m^3/s
10	23.48	25.79
30	11.07	10.23
60	6.13	6.00
91	4.80	4.20
135	3.73	2.80
182	2.57	1.77
274	0.73	0.81
355	0.21	0.30

Tabella 3. Curva di durata delle portate stazione di Merelli per l'anno 2010 e l'intero periodo (Annali idrologici ARPAL)

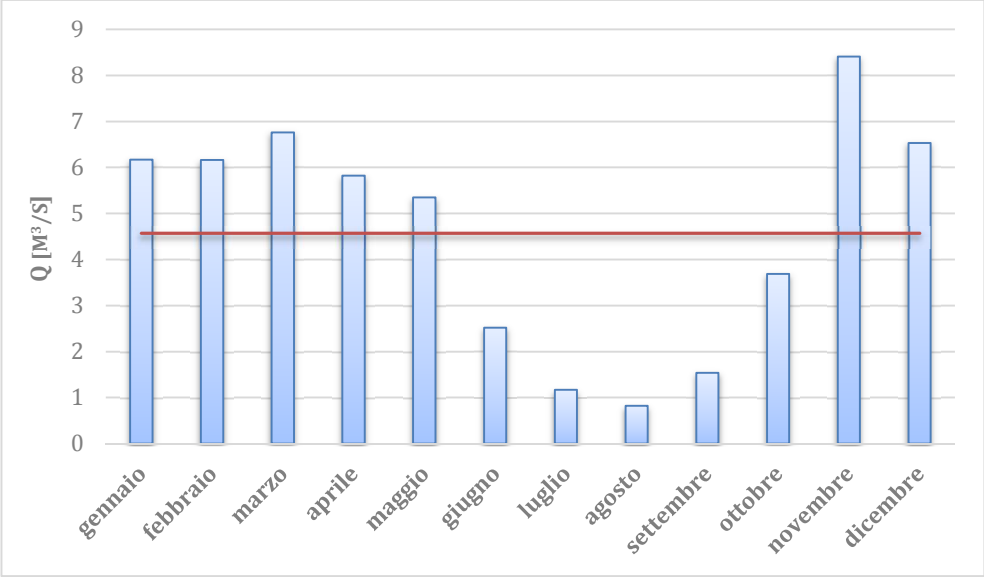


Figura 1. Portate medie mensili calcolate misurate alla stazione di Merelli per l'intero periodo (Annali idrologici ARPAL)

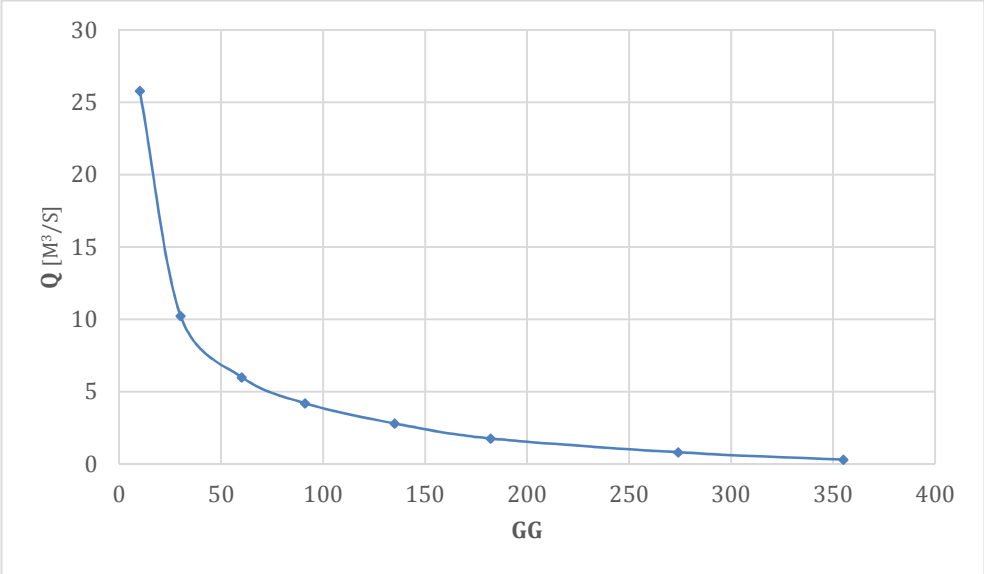


Figura 2. Curva di durata delle portate stazione di Merelli per l'intero periodo (Annali idrologici ARPAL)

2.2.2 Calcolo delle portate attraverso la comparazione dei bacini

Valutati i dati di portata mensili e giornalieri ottenuti dal Torrente Argentina (con bacino sotteso pari a 192 km² alla sezione di chiusura di Merelli) si è andati a traslare i dati al bacino sotteso dall'opera di presa esiste, il quale è caratterizzato da un'area sottesa pari a 113,21 km². Questa operazione è stata effettuata visto le possibilità di utilizzare la similitudine idraulica tra i due bacini.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed Merelli [m³/s]	6,17	6,16	6,76	5,82	5,35	2,52	1,17	0,82	1,54	3,69	8,41	6,53	**4,57**
Qmed presa [m³/s]	3,64	3,63	3,99	3,43	3,15	1,49	0,69	0,48	0,91	2,18	4,96	3,85	**2,69**

Tabella 4. Elementi caratteristici idrologici della stazione di Merelli per l'intero periodo e per la sezione dell'opera di presa

Giorni	Q [m³/s]
10	15,21
30	6,03
60	3,54
91	2,48
135	1,65
182	1,04
274	0,48
355	0,18

Tabella 5. Curva di durata delle portate stazione di Merelli per l'intero periodo e per la sezione dell'opera di presa

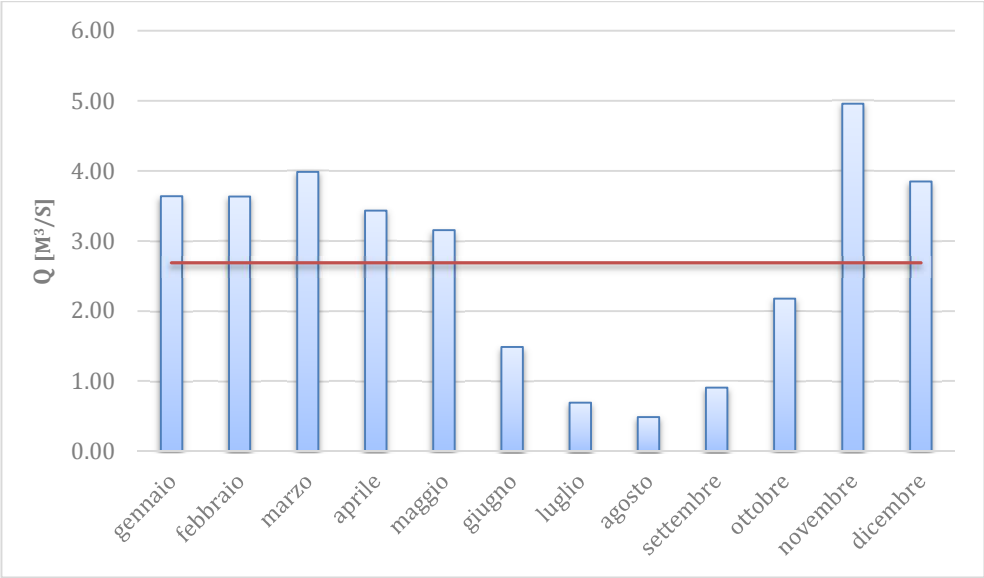


Figura 3. Portate medie mensili calcolate alla sezione di presa attraverso le misure della stazione di Merelli per l'intero periodo

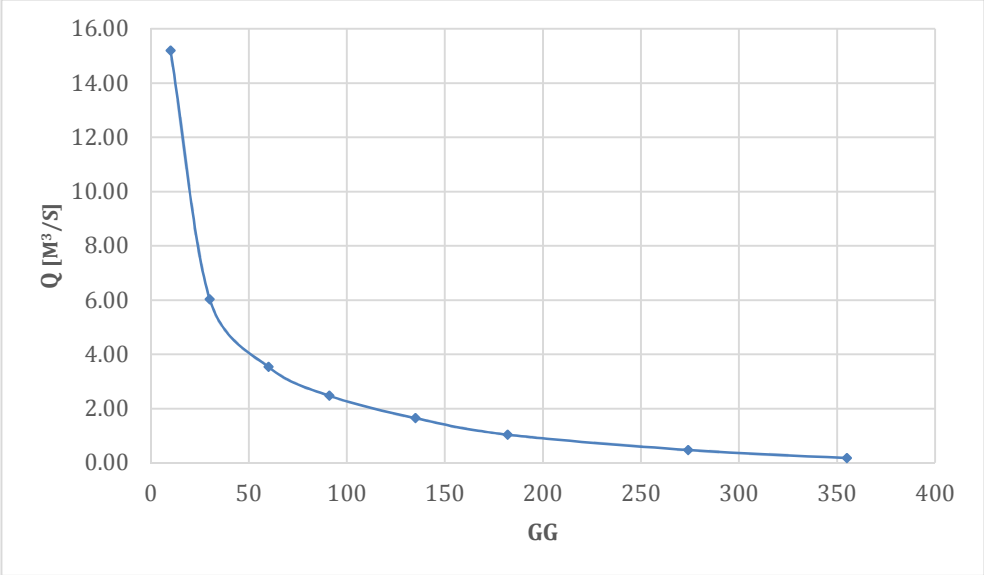


Figura 4. Curva di durata delle portate alla sezione di presa attraverso le misure della stazione di Merelli per l'intero periodo

2.3 Calcolo delle portate attraverso il modello Hydro-Co

In conformità alla D.G.R. 1146 del 15.10.04 della Regione Liguria (criteri per la redazione dei Paini di bacino stralcio per il Bilancio Idrico), art. 2, si è scelto di utilizzare un modello in possesso della Regione Liguria: il programma Hydro-Co.

Il programma Hydro-Co, adottando una metodologia indiretta, risale ai valori dei deflussi, sulla base dei dati termopluviometrici, delle caratteristiche geolitologiche, dell'uso del suolo e dei valori della conduttività idraulica, permettendo così di creare le mappe digitali della produzione di deflusso DWYMs (Digital Water Yield Maps) che rappresentano, per i vari mesi dell'anno, il volume medio d'acqua rifiutato dagli strati di terreno più superficiali e quindi atto a contribuire alla formazione del deflusso superficiale e profondo.

Si riportano a seguito i valori desunti dal Piano Stralcio sul Bilancio idrico del Torrente Argentina per la sezione di Montalto Ligure (sup. 129,40 km^2), sezione più prossima alla sezione di presa.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed Montalto [m^3/s]	4,135	4,256	4,372	3,927	3,259	2,298	1,613	1,186	1,077	1,825	4,609	4,534	**3,174**

Tabella 6. Elementi caratteristici idrologici della stazione di Montalto Ligure attraverso il modello Hydro-Co

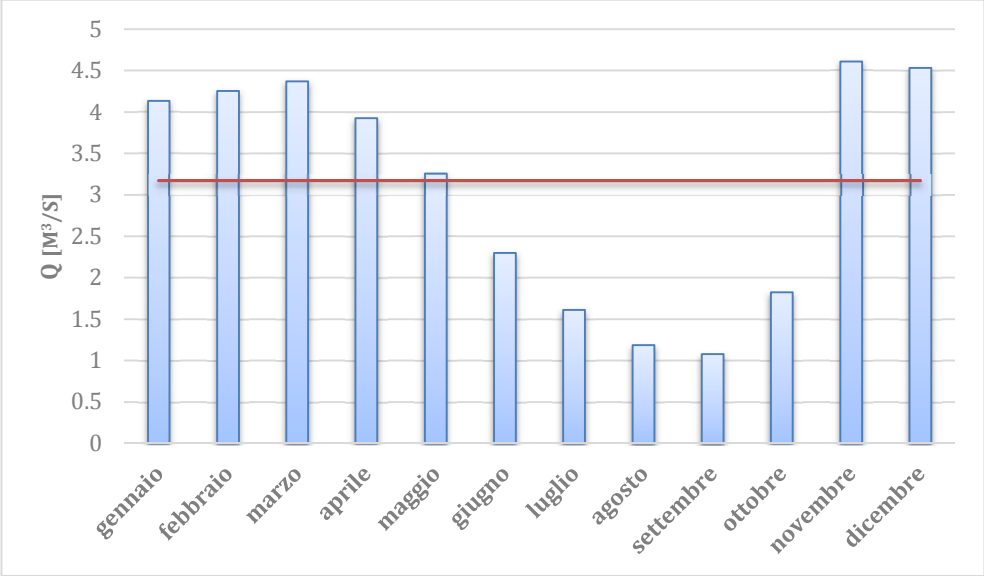


Figura 5. Portate medie mensili calcolate alla sezione di Montalto Ligure attraverso il modello Hydro-Co

2.3.1 Calcolo delle portate attraverso la comparazione dei bacini

Valutati i dati di portata mensili ottenuti dal Torrente Argentina attraverso il modello Hydro-Co (con bacino sotteso pari a 129,40 km^2 alla sezione di chiusura di Montalto Ligure) si è andati a traslare i dati al bacino sotteso dall'opera di presa esiste, il quale è caratterizzato da un'area sottesa pari a 113,21 km^2. Questa operazione è stata effettuata visto le possibilità di utilizzare la similitudine idraulica tra i due bacini.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed Montalto [m^3/s]	4,135	4,256	4,372	3,927	3,259	2,298	1,613	1,186	1,077	1,825	4,609	4,534	**3,174**
Qmed presa [m^3/s]	3,618	3,724	3,825	3,436	2,851	2,010	1,411	1,038	0,942	1,597	4,032	3,967	**2,777**

Tabella 7. Elementi caratteristici idrologici della stazione di Montalto Ligure e della sezione di presa attraverso il modello Hydro-Co

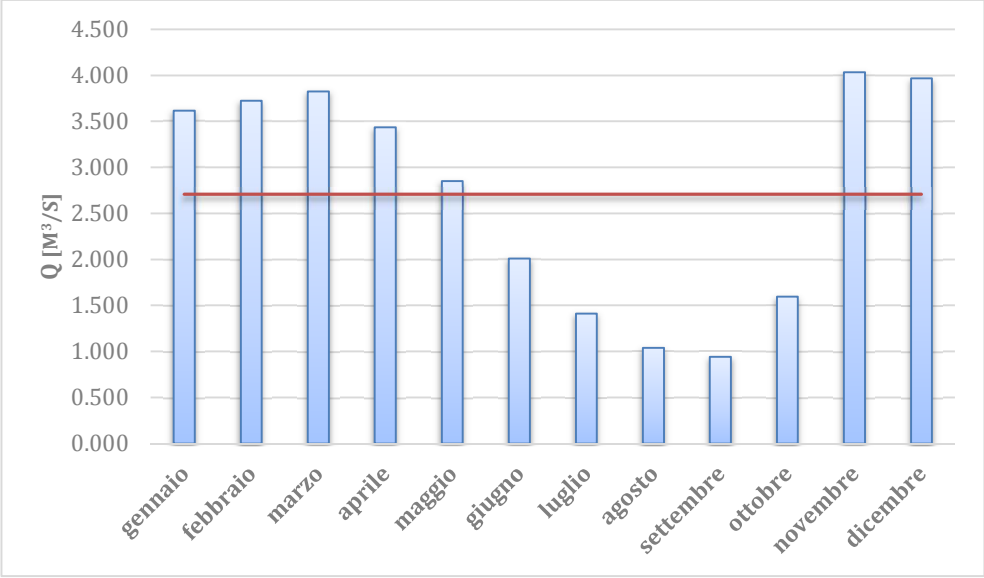


Figura 6. Portate medie mensili calcolate alla sezione di presa attraverso il modello Hydro-Co

2.4 Calcolo delle portate attraverso le analisi pluviometriche

In ultima analisi si è andati a definire le portate naturali andando a valutare gli afflussi e deflussi attraverso le precipitazioni medie ed i sottobacini di pertinenza. In particolare si è andati a definire il solido di pioggia che si vinee a generare sul bacino di pertinenza chiuso alla sezione di presa della centrale in progetto.

2.4.1 Analisi pluviometrica e comparazione tra bacini di pertinenza

Il bacino del Torrente Argentina che viene sotteso alla traversa di derivazione risulta pari a circa 113,21 km^2. Per la determinazione del regime pluviometrico si sono andate ad abbinare le piogge medie annue ai sottobacini di pertinenza. Questi sono stati suddivisi in due parti, il primo bacino quello del Monte Saccarello, sull'apice del bacino, con una superficie di 18 km^2, il secondo quello dei restanti 95,21 km^2. In prima battuta si sono andati a definire gli afflussi medi annui per i due sottobacini. Per il primo, visto l'assenza di registrazioni di precipitazioni presso il Monte Saccarello si è deciso di adottare la stazione di rilevamento del Colle di Belenda andando ad analizzarne i valori.

Si riportano a seguito i risultati.

anni	mm
1961	1098,4
1962	1147,6
1963	1402
1964	994
1965	996,8
1966	971,8
1967	631,4
1968	1241,8
--	--
1970	951,2
1971	1264,6
1972	1397
1973	--
1974	812,8
1975	1276,8
1976	1440
1977	1299,6
1978	781,6
1979	1202,6

anni	mm
1980	733,4
1981	558,4
1982	951,8
1983	848,4
1984	1406,8
--	--
1986	726,8
1987	1277,4
1988	965,3
1989	783,8
--	--
1993	1370,6
1994	1124
1995	979,8
1996	1141,2
1997	1004,6
1998	720,4

media	1046,95

Tabella 8. Apporti pluviometrici registrati alla stazione del Colle di Belenda

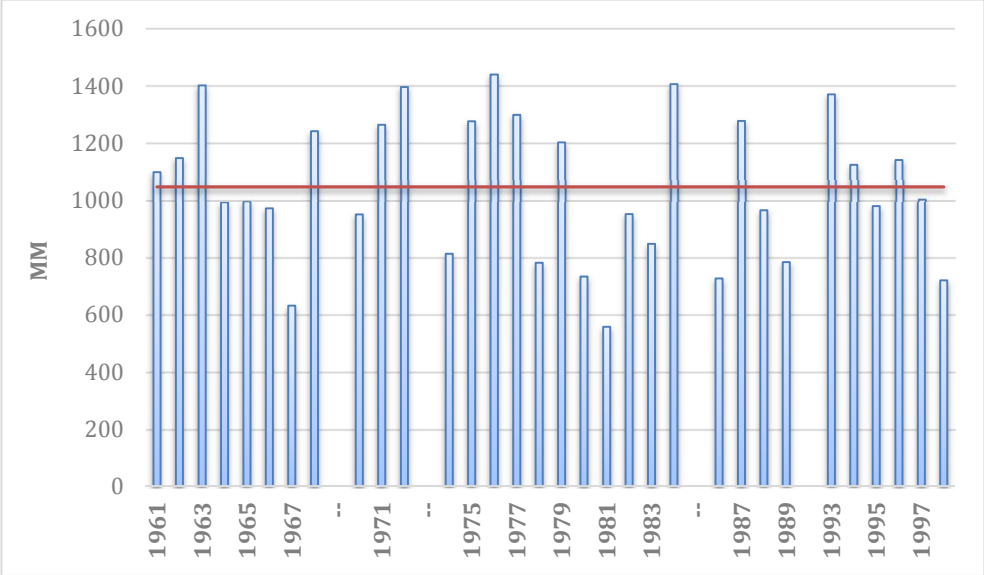


Figura 7. Apporti pluviometrici registrati alla stazione del Colle di Belenda

Per il secondo sottobacino si sono andati ad analizzare i valori registrati dalla stazione pluviometri di Triora.

Si riportano a seguito i risultati.

Anni	mm
1951	1689,3
1952	1200,9
--	--
1954	1502,6
1955	1220
1956	1233,6
1957	1674
1958	1328,2
1959	1967
1960	1873,8
1961	1272,2
1962	1187
1963	1546,2
--	--
1965	1174
1966	1248
1967	711,2

Anni	mm
1968	1210
--	--
1970	912,8
1971	1148,4
1972	1501
--	--
1974	845,6
1975	1276,8
1976	1418,2
1977	1222,2
1978	1062,2
1979	1747
1980	902,2
1981	980,4

media	**1298,32**

Tabella 9. Apporti pluviometrici registrati alla stazione di Triora

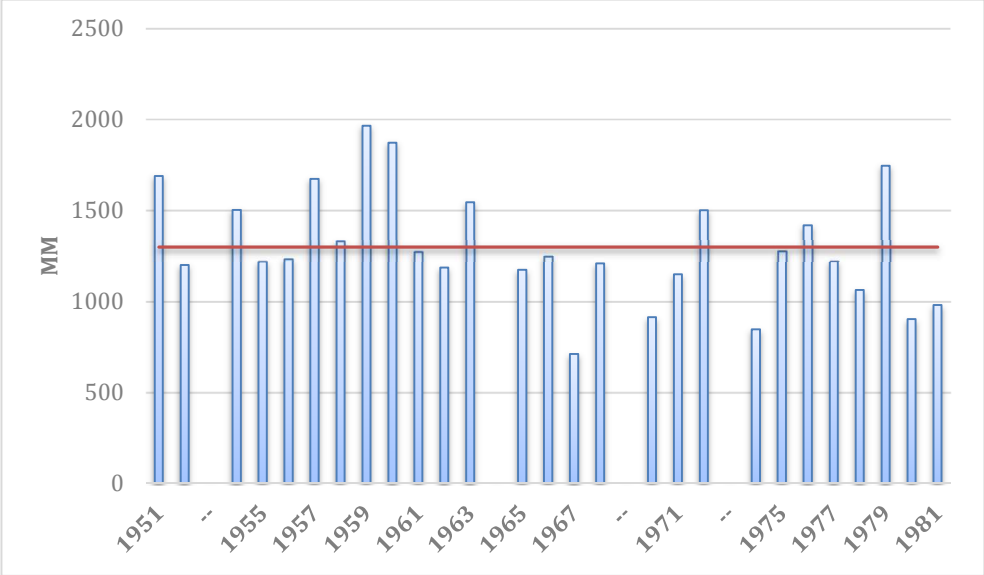


Figura 8. Apporti pluviometrici registrati alla stazione di Triora

Analizzati gli apporti pluviometrici si è andato a definire il volume di pioggia media annua il quale risulta pari a V=142458880 m³/anno.

In seguito si sono andati a definire le caratteristiche idrometriche e pluviometriche della sezione di Merelli dove gli annali idrologici definiscono:

ELEMENTI CARATTERISTICI PER IL PERIODO 1925-71, 1973-77, 1990-95, 2008-09

	ANNO	Gennaio	Febbraio	Marzo	Aprile	Maggio	Giugno	Luglio	Agosto	Settem.	Ottobre	Novem.	Dicem.
Q max(m^3/s)	514.00	157.00	141.00	208.00	174.00	111.00	234.00	72.30	56.50	240.00	194.00	**514.00**	401.00
Q media(m^3/s)	4.57	6.17	6.16	6.76	5.82	5.35	2.52	1.17	*0.82*	1.54	3.69	**8.41**	6.53
Q min(m^3/s)	0.02	0.20	0.14	0.16	0.14	0.07	0.09	*0.02*	*0.02*	0.04	0.05	0.10	0.11
Deflusso(mm)	750.6	86.0	77.6	94.4	78.8	74.6	34.2	16.3	*11.3*	20.8	51.5	**113.6**	91.1
Afflusso meteor.(mm)	1164.2	94.6	92.2	106.4	98.0	94.0	63.7	*36.9*	48.8	90.2	133.5	**179.7**	125.9
Coeffic. di deflusso	0.64	**0.91**	0.84	0.89	0.80	0.79	0.54	0.44	*0.23*	*0.23*	0.39	0.63	0.72

Tabella 10. Elementi caratteristici idrologici della stazione di Merelli per l'intero periodo (Annali idrologici ARPAL)

Gli afflussi meteorici risultano pari a 1164,2 mm, i deflussi 750,6 mm con un coefficiente medio di deflusso della stazione paria 0,64.

Per rapportare il coefficiente di deflusso alla sezione dell'opera di presa della centrale e alle diverse caratteristiche intrinseche del bacino (in particolare, la porzione di bacino vallivo è meno acclive) si è andati ad assumere un valore di coefficiente di deflusso, elaborato con il modello Hydro-Co, caratteristico della zona di Montalto Ligure (zona prossima alla sezione di presa) pari a circa C= 0,66. Definito il coefficiente di deflusso si è potuto valutare la relativa portata media annuale alla sezione di presa Qm=$C*V/T$=2,99 m³/s.

Dal rapporto tra le portate media annuale e quella registrata ed elaborata a Merelli attraverso gli annali idrologici si determina un coefficiente M di ragguaglio pari a M=3,08/4,57=0,654.

Attraverso questo coefficiente di ragguaglio si sono potute andare a calcolare le diverse portate medie annuali alla sezione di presa e le portate giornaliere annuali.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed presa [m³/s]	4,035	4,029	4,421	3,806	3,499	1,648	0,765	0,536	1,007	2,413	5,500	4,271	**2,994**

Tabella 11. Elementi caratteristici idrologici della presa calcolati attraverso le analisi pluviometriche

Giorni	Q [m³/s]
10	16,867
30	6,690
60	3,924
91	2,747
135	1,831
182	1,158
274	0,530
355	0,196

Tabella 12. Curva di durata delle portate alla sezione di presa calcolate attraverso le analisi pluviometriche

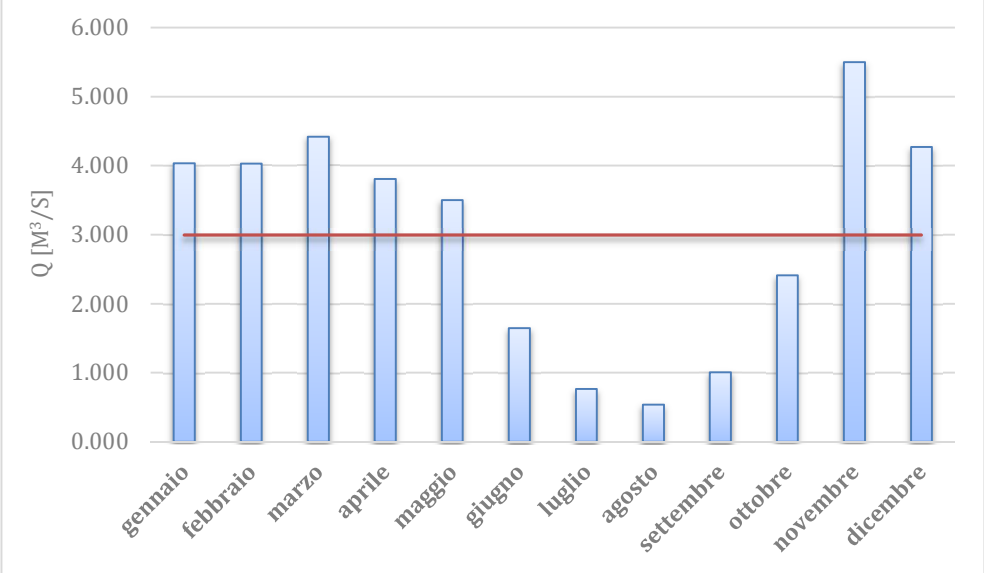


Figura 9. Portate medie mensili calcolate alla sezione di presa attraverso le analisi pluviometriche

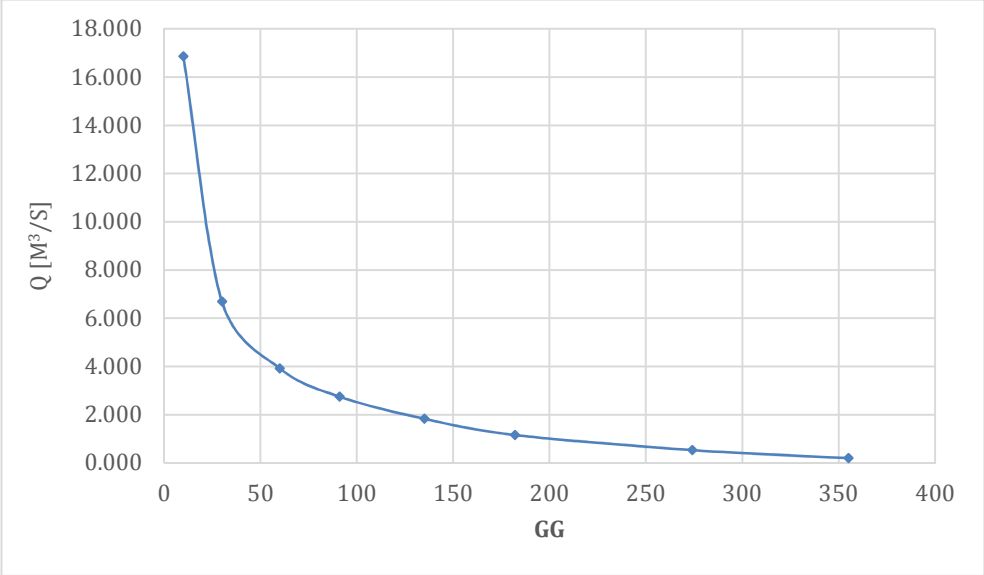


Figura 10. Curva di durata delle portate alla sezione di presa attraverso le analisi pluviometriche

2.5 Scelta delle portate naturali di progetto

Attraverso le considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti si è riuscito a definire delle portate naturali presenti alla presa analizzando queste tre configurazioni:

- portate naturali del Torrente Argentina attraverso la stazione di misura di Merelli;
- portate naturali del Torrente Argentina attraverso il modello Hydro-Co;
- portate naturali del Torrente Argentina attraverso le analisi pluviometriche.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed presa Merelli [m³/s]	3,64	3,63	3,99	3,43	3,15	1,49	0,69	0,48	0,91	2,18	4,96	3,85	**2,69**
Qmed presa Hydro-Co [m³/s]	3,618	3,724	3,825	3,436	2,851	2,010	1,411	1,038	0,942	1,597	4,032	3,967	**2,777**
Qmed presa pluviometr. [m³/s]	4,035	4,029	4,421	3,806	3,499	1,648	0,765	0,536	1,007	2,413	5,500	4,271	**2,994**
Media [m³/s]	3,764	3,794	4,079	3,557	3,167	1,716	0,955	0,685	0,953	2,063	4,831	4,029	**2,820**

Tabella 13. Elementi caratteristici idrologici della presa calcolati attraverso le tre metodologie

Giorni	Q Merelli [m³/s]	Q Pluv [m³/s]
10	15,206	16,867
30	6,031	6,690
60	3,537	3,924
91	2,476	2,747
135	1,650	1,831
182	1,043	1,158
274	0,477	0,530
355	0,176	0,196

Tabella 14. Curve di durata delle portate alla sezione di presa calcolate attraverso la stazione di Merelli e le analisi pluviometriche

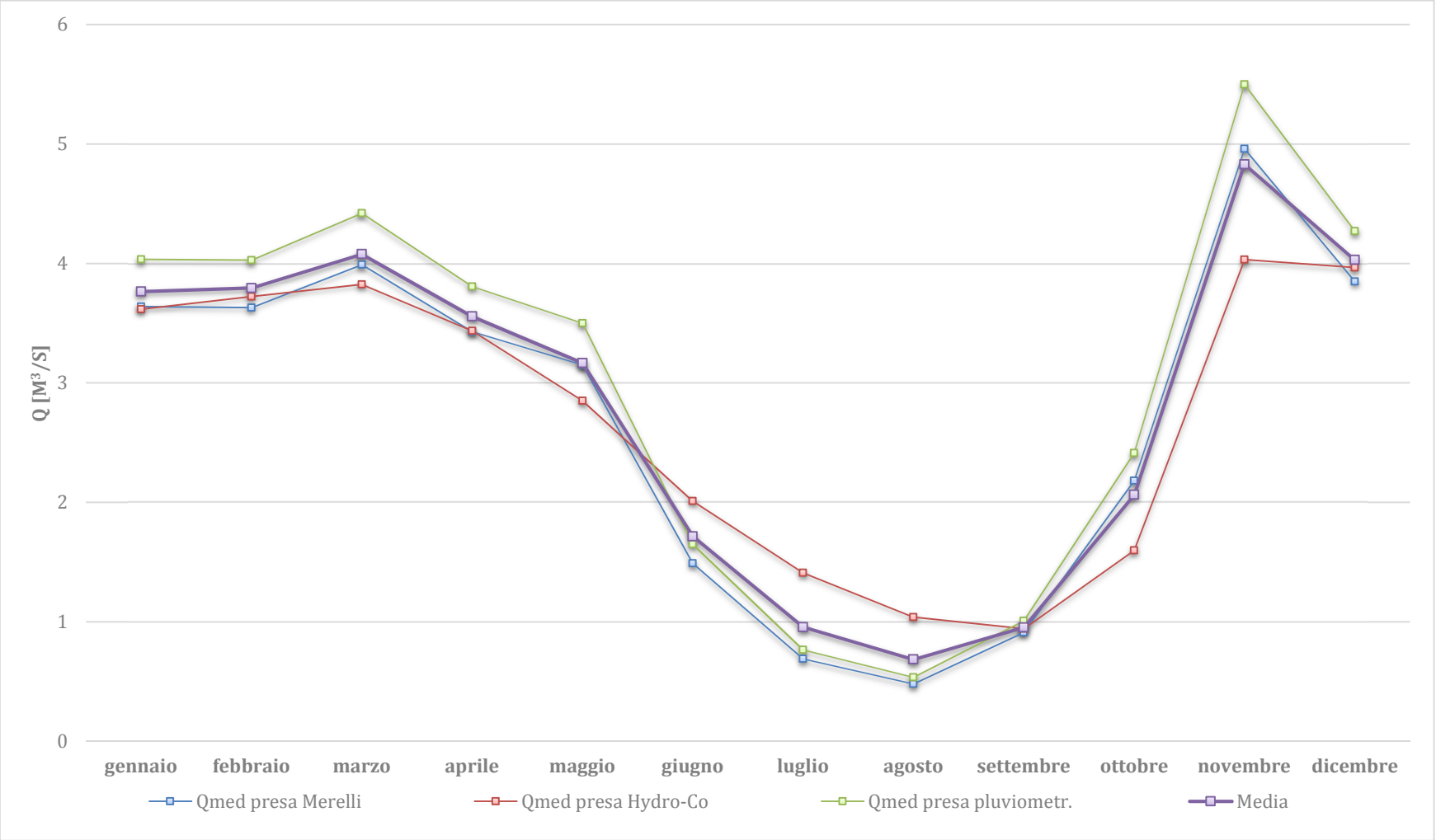


Figura 11. Portate medie mensili alla sezione di presa nelle tre tipologie di calcolo

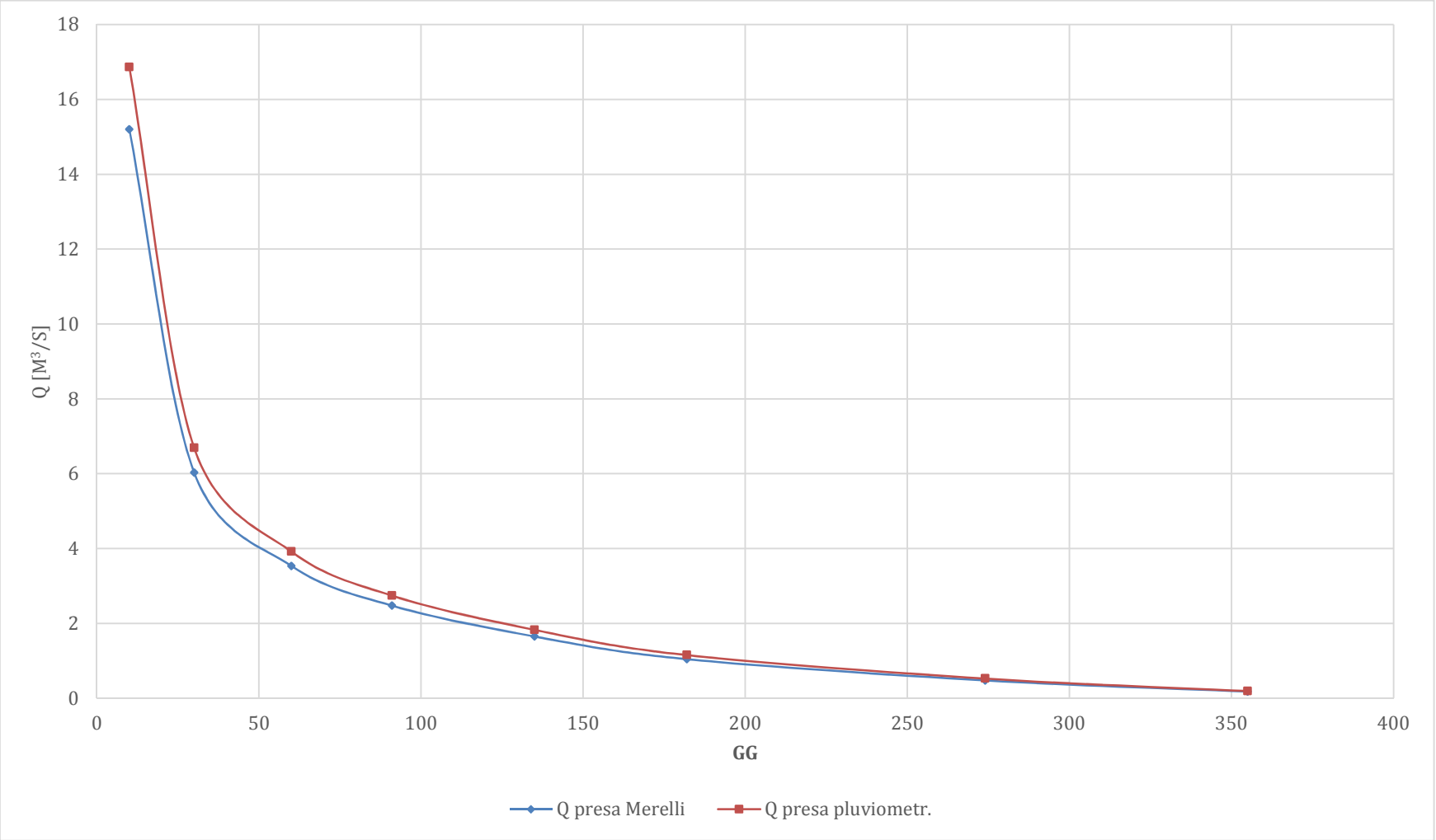


Figura 12. Curva di durata delle portate alla sezione di presa attraverso la stazione di Merelli e le analisi pluviometriche

Precedentemente si può notare il raffronto tra le curve. La curva delle portate medie del Torrente Argentina, valutata nelle tre modalità di calcolo presenta il medesimo andamento per tutte le curve prese in considerazione, con la caratteristica che il picco di massimo viene registrato un mese di novembre. Valutando le tre curve e descrivendone la media, si nota che la curva definita attraverso l'analisi dei dati idrologici della stazione di Merelli permette una descrizione più appropriata del bacino oggetto di studio. Si può osservare che gli andamenti descritti dal modello Hydro-Co e attraverso le analisi pluviometriche vanno a definire dei volumi d'acqua più importanti nei mesi estivi e mantenendo un andamento pressoché invariato nei mesi primaverili ed invernali. In secondo luogo si è andati ad analizzare le curve di durata giornaliere calcolate: la prima attraverso l'analisi degli annali idrologici per la stazione di Merelli e la seconda attraverso l'analisi pluviometrica. Si è osservato che l'area descritta sotto le due curva (e di conseguenza il volume annuale presente in alveo) risultano molto simili, in particolare la curva di durata calcolata attraverso gli annali idrologici risulta più schiacciata della seconda. Questo fa sì che attraverso l'uso della curva di durata ottenuta attraverso gli annali si abbia una disponibilità idrica meno elevata. Analizzati questi aspetti si è scelto di adottare i valori calcolati attraverso l'uso degli annali idrologici della stazione di Merelli trasportati alla sezione di presa visto che questi permettono una progettazione delle opere idrauliche, la definizione delle portate derivate e rilasciate in via cautelativa. La riattivazione della centrale sarà progettata per rispettare a pieno le condizioni idrologiche cautelative definite limitando al massimo il possibile impatto generato dalla riattivazione della centrale preesistente. Questo permetterà in condizioni di portate superiori di avere un impatto nullo o trascurabile.

Si riportano a seguitole curve caratteristiche.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed presa [m³/s]	3,64	3,63	3,99	3,43	3,15	1,49	0,69	0,48	0,91	2,18	4,96	3,85	**2,69**

Tabella 15. Elementi caratteristici idrologici per la sezione dell'opera di presa calcolata attraverso la stazione di Merelli

Giorni	Q [m³/s]
10	15,206
30	6,031
60	3,537
91	2,476
135	1,650
182	1,043
274	0,477
355	0,176

Tabella 16. Curva di durata delle portate per la sezione dell'opera di presa calcolata attraverso la stazione di Merelli

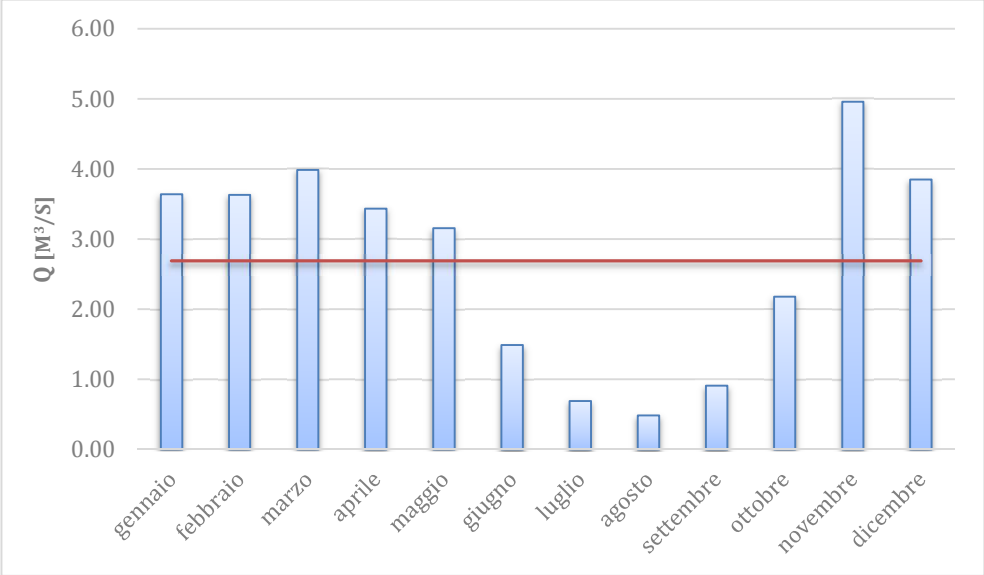


Figura 13. Portate medie mensili calcolate alla sezione di presa attraverso le misure della stazione di Merelli

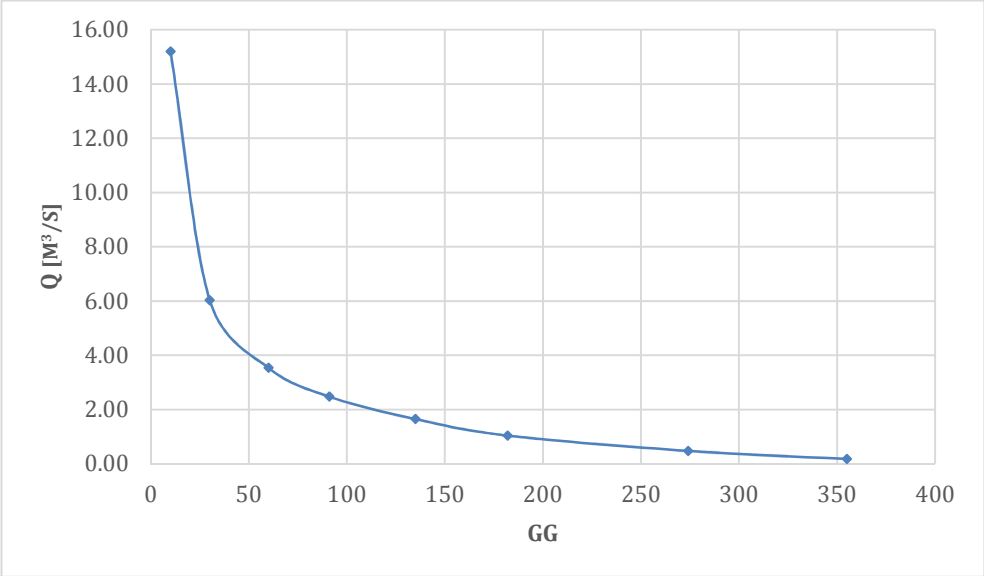


Figura 14. Curva di durata delle portate alla sezione di presa attraverso le misure della stazione di Merelli

2.6 Definizione del Deflusso Minimo Vitale

Il primo atto della Regione Liguria in tema di tutela dei corpi idrici consiste nella L.R. 28 gennaio 1993, n. 9, in applicazione alla legge 18 maggio 1989, n. 183 che nelle more di approvazione degli specifici Piani di bacino, indicava le prime necessità di difesa del suolo e di gestione della rete idrica. Sempre ai sensi della predetta legge 183/89, in particolare di quanto prescritto dall'art. 17 c.6 ter, e della specifica norma di tutela delle acque, il Decreto Legislativo 152/99, la Regione Liguria elaborava la D.G.R. n. 1146/04 per approvare i criteri per la redazione dei Piani di bacino stralcio sul bilancio idrico. Tali criteri, contestualizzati alle specificità locali della Regione Liguria, discendevano dalle linee guida predisposte dal Ministero dell'Ambiente al fine di assicurare a livello nazionale un approccio uniforme al problema del bilancio idrico ovvero della quantificazione e gestione della risorsa idrica.

Dall'applicazione di tali criteri, in un lavoro condiviso tra Regione e Province liguri, sono derivati i Piani di Bacino - Stralci Idrici, che hanno costituito il riferimento normativo rispetto alla gestione delle risorsa idrica fino all'approvazione del presente Piano di Tutela e costituiscono anche la raccolta degli studi ed analisi di bilancio idrico di riferimento per la normativa attuale. E' infatti da rilevare che il predetto Decreto 152/99, recante "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva 91/271/CEE, concernente il trattamento delle acque reflue urbane, e della Direttiva 91/676/CEE, concernente la protezione delle acque da inquinamento da nitrati provenienti da attività agricole", prescriveva che lo strumento per la gestione della risorsa idrica a livello regionale fosse il Piano di Tutela delle Acque. Coerentemente, la Regione Liguria ha approvato, con DGR. n. 1705 del 18/12/2003, l'iter procedurale e i contenuti del Piano di Tutela, oltre all'elenco dei corpi idrici significativi sia superficiali che sotterranei (Carta di Individuazione dei corpi idrici). Il 21 gennaio 2005 la Giunta ha proposto al Consiglio di approvare lo schema di Piano Regionale di Tutela delle Acque, così come modificato in seguito all'inchiesta pubblica. Con deliberazione n. 1537/2010 infine, a seguito dell'evoluzione normativa, è stato predisposto il testo coordinato del Piano di tutela. Successivamente, con D.G.R. n. 1525/2011 è stato approvato, in base al D.M. n. 56/2009, il programma di monitoraggio di sorveglianza e operativo per le acque superficiali riferito al sessennio 2009-2014, volto alla verifica delle componenti fisico-chimico e biologiche necessarie per valutare lo stato chimico e lo stato ecologico dei corpi idrici, come tipizzati nella D.G.R. n. 430/2009, rappresentati da 186 corpi idrici - fiumi, 7 laghi, 1 corpo idrico di transizione e 26 corpi idrici marino-costieri. Sulla base delle risultanze di tali rilievi, con D.G.R. n. 1615/2012 è stata predisposta la classificazione dei corpi idrici significativi che ha trovato applicazione, tra l'altro, nella definizione dei parametri correttivi del DMV.

In applicazione dell'articolo 26 delle Norme di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque, con Deliberazione della Giunta Regionale 1175/2013, la Regione ha infatti approvato i criteri per la

determinazione e l'applicazione dei primi fattori correttivi della componente idrologica del Deflusso Minimo Vitale (DMV), relativi alla morfologia del territorio (M), agli aspetti naturalistici (N) e alla qualità delle acque fluviali (Q); gli ultimi due fattori correttivi dipendono dalla classificazione dei corpi idrici significativi. I fattori correttivi Q ed N, più diffusamente illustrati nel seguito, sono stati determinati a partire dalla classificazione dei corpi idrici significativi in quanto indicativi dello stato ecologico e ambientale, ma sono da applicarsi a tutti i corsi d'acqua del territorio ligure. I valori sono stati cartografati e resi disponibili sul sito web del Dipartimento Ambiente della Regione Liguria.

Il territorio della Regione Liguria ricade sotto la competenza di tre diverse autorità di bacino:

- l'Autorità di bacino nazionale del F. Po
- l'Autorità di bacino di rilievo regionale
- l'Autorità di bacino interregionale del F. Magra.

Nel prosieguo si analizza sinteticamente quanto sviluppato da tali Enti in merito alle modalità di definizione del bilancio idrico e determinazione del **DMV definito dal Paino di Tutela delle Acque**.

2.6.1 Ambiti di applicazione

Il Bilancio Idrico si pone l'obiettivo della gestione sostenibile della risorsa idrica, in grado di garantire la tutela quali-quantitativa della risorsa idrica e di preservare l'equilibrio dell'ecosistema fluviale. In particolare, per quanto riguarda le acque superficiali, un elemento imprescindibile per l'equilibrio dell'ecosistema fluviale è il Minimo Deflusso Vitale (di seguito indicato come DMV). Il DMV così come anche definito dalle "Linee guida per la predisposizione del bilancio idrico di bacino (art. 22 comma 4 d.lgs. 11 maggio 1999 n. 152)", approvate nella seduta della Conferenza Stato-Regioni del 17 giugno 2004, è la portata istantanea, da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua, al fine:

- Di garantire l'integrità ecologica del corso d'acqua con particolare riferimento alla tutela della fauna acquatica. Il DMV è quindi la portata in alveo che, al netto delle derivazioni idriche di monte, è in grado di mantenere vitali le condizioni di funzionalità e di qualità degli ecosistemi in una determinata sezione del corso d'acqua stesso;
- Di assicurare un utilizzo sostenibile della risorsa idrica, salvaguardando le esigenze di soddisfacimento dei diversi fabbisogni sotto il profilo qualitativo e quantitativo;
- Di tutelare l'equilibrio del bilancio idrico ed idrogeologico.

La normativa vigente prevede che le Regioni determinino il Deflusso Minimo Vitale in base ai criteri individuati dalle Autorità di Bacino.

2.6.2 Definizione del DMV su territorio dei bacini di competenza regionale

Coerentemente con la formula proposta dall'AdB Po e come meglio dettagliato nel seguito, per tutto il territorio ligure ad esclusione delle porzioni ricadenti nell'ambito del bacino del Fiume Magra, la formula del DMV è stata mantenuta uguale a quella utilizzata per il bacino del Po stesso, ovvero:

$$Q_{DMV} = K \cdot q_{meda} \cdot S \cdot M \cdot Z \cdot A \cdot T$$

Dove:

- Q_{DMV} è espressa in l/s;
- k * qmeda * S , è la componente idrologica del DMV ed in particolare:
- q_{meda} , è la portata media annuale per unità d'area espressa in l/s/km2;
- S è la superficie drenata dal bacino nel punto di derivazione espresso in km2;
- k è un parametro sperimentale adimensionale, dipendente dalla superficie drenata dall'area geografica e compreso tra zero ed 1;
- M parametro morfologico;
- Z = max (N,F,Q) – dove N, F e Q sono maggiori o uguali a 1 ed esprimono: N le esigenze di maggiore tutela per gli ambienti fluviali e torrentizi con elevato grado di naturalità, F le esigenze di tutela di tratti di particolare fruizione turistico-sociale, compresa la balneazione e Q le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nel corso d'acqua in funzione delle attività antropiche presenti.

Giova ricordare che la limitazione della determinazione ed applicazione dei fattori correttivi di cui sopra ai soli corpi idrici significativi, di cui alle D.G.R. 7/2002 e 7/2004 dell'Autorità di Bacino del Fiume Po, è superata da quanto prescritto dalla D.G.R. 1175/2013, che prevede invece l'applicazione dei fattori correttivi a tutti i corpi idrici superficiali del territorio regionale e che i fattori correttivi così determinati, pur discendendo in parte dalla classificazione dei corpi idrici è stata estesa a tutti i corsi d'acqua del reticolo regionale.

Mentre il fattore M è determinato in base ai dati fisiografici del bacino ed il fattore N è determinato in base alla presenza di zone di naturalità e di pregio ambientale nei corsi d'acqua interessati dagli effetti della derivazione e sono quindi definibili in modo specifico, il fattore Q è stato determinato a partire dalla classificazione dei corsi d'acqua di cui alla D.G.R. 1615/12, che è assegnata ai corpi idrici significativi di cui alla D.G.R. 1705/03. E' stato perciò necessario definire un criterio per estendere il fattore Q ai restanti corpi idrici in base a valutazioni di influenza del bacino di monte sul corpo idrico stesso ed analogie con bacini limitrofi.

La scelta di determinare i fattori correttivi in base ai dati di classificazione è stata motivata dalla necessità di contribuire con il DMV al raggiungimento o mantenimento dello stato di qualità ambientale come previsto dal D.lgsl 152/2006. La rappresentatività dei dati di monitoraggio rilevati sui corpi idrici significativi, per l'idrografia locale minore, è stata verificata a campione e restituisce valori di qualità ecologica prossimi a quelli di rilievo sullo specifico corpo idrico.

I fattori correttivi adimensionali non ancora determinati sono:

- A parametro di interazione con le acque sotterranee;
- T parametro di modulazione temporale che esprime la possibilità di variare il DMV nel corso dell'anno in modo da adeguare lo stesso a esigenze di tutela, fruizione o diluizione, variabili nel tempo o ridurre lo stress ecologico derivante dalla costanza del regime idrologico.

2.6.3 Calcolo del DMV base o componente idrologica

Nel caso in esame si è passato, in prima analisi, alla determinazione del DMV base o componente idrologica.

Si riportano a seguito i risultati.

$$k = -2.39 \cdot 10^{-5} \cdot S + 0.058$$

- S= 113,21 km²
- K= 0,05529

Per la definizione della Q_{meda} si è scelto, in prima battuta, di definire la portate media annuale naturale attraverso la curva di durata delle portate la quale rappresenta più fedelmente l'andamento idrologico del bacino durante l'anno andando a riportare sia i picchi che i periodi di secca. Attraverso l'analisi della curva di durata si è desunta una portata media annua pari a 2,399 m³/s la quale definisce una Q_{meda} = 21,1954 l/s/km². In seconda analisi si è andati a calcolare la Q_{meda} attraverso la portata media delle portate medie mensili pari a 2,69 m³/s la quale definisce una Q_{meda} = 23,7612 l/s/km², calcolate attraverso l'utilizzo delle portate desunte dalla stazione di Merelli.

Per una progettazione più attenta a livello idrologico ed ambientale si predilige valutare la portata Q_{meda} attraverso la media delle portate medie mensili la quale fa sì che il valore della Q_{meda} risulti più alto e di conseguenza un valore di DMV più consistente.

Questa scelta viene effettuata per prediligere un valore alto di DMV, anche se la portata media annua descritta attraverso la curva di durata delle portate rappresenta più fedelmente il comportarsi

del sistema torrente. Questo perché, attraverso le portate medie mensili non si possono valutare i contributi sia dei picchi di portata che dei periodi di secca, ma questi sono spalmati durante l'interno arco mensile determinando così un valore medio sempre leggermente più alto rispetto a quello definito attraverso la curva di durata delle portate che attribuisce il giusto "peso" temporale ai valori di portata naturale riscontrabili in alveo. Attraverso queste considerazioni si ottiene un **DMV base o componente idrologica pari a 148,75 l/s il quale viene approssimato per eccesso a 150 l/s**.

Come si può osservare dalla tabella riportata a seguito il Piano di bacino stralcio sul bilancio idrico del Torrente Argentina prevede un DMV base pari a 174 l/s alla Stazione idrometrica di Montalto Ligure la quale sottende un bacino pari a 129,40 Km^2. Utilizzando i dati definiti dal piano stralcio ed utilizzando la Q_{meda} adottata dal piano alla sezione in esame il DMV sarebbe di poco superiore a quello definito precedentemente (circa 152 l/s). Si sottolinea che la piccola differenza è dovuta ai diversi dati di partenza visto che la valutazione idrologica descritta in questa relazione ha come dati di base le misure registrate dalla stazione di Merelli. Si anticipa che il DMV adottato sarà nettamente superiore rispetto al DMV imposto dal piano stralcio, implementato con i fattori correttivi.

SEZIONE	DMV (mc/s)
Foce del T. Argentina	0.251
Stazione idrometrica di Merelli sul T. Argentina	0.240
Stazione idrometrica di Montalto Ligure sul T. Argentina	0.174
Sezione n. 1A – Prelievi dell'AMAIE da sorgenti ubicate nella zona di monte del T. Oxentina	0.006
Sezione n. 1B – Confluenza del T. Oxentina col T. Argentina	0.032
Sezione n. 2A – Presa della derivazione idroelettrica di Montalto Ligure sul T. Argentina	0.175
Sezione n. 2B – Rilascio della derivazione idroelettrica di Montalto Ligure sul T. Argentina	0.176
Sezione n. 3A – Presa della derivazione idroelettrica della Tirreno Power sul T. Argentina	0.203
Sezione n. 3B – Rilascio della derivazione idroelettrica della Tirreno Power sul T. Argentina	0.240
Sezione n. 3C – Derivazione irrigua sul T. Argentina in zona Merelli	0.240
Sezione n. 4A – Prelievo per uso irriguo nella zona di monte del T. Carpasina	0.017
Sezione n. 4B – Confluenza del T. Carpasina col T. Argentina – prelievo per uso irriguo	0.021
Sezione n. 5A – Prelievo per uso industriale nella zona del Rio Capriolo alla confluenza col T. Argentina	0.021
Sezione n. 5B – Confluenza del T. Capriolo col T. Argentina	0.039

Tabella 17. Sezioni definite dal paino e rispettivo DMV

2.6.4 Applicazione dei fattori correttivi – fattore M

Il parametro morfologico M esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni idrologiche con gli obiettivi di habitat e di fruizione. In relazione al livello conoscitivo attuale ed al fine di ricercare la necessaria coerenza e omogeneità a livello regionale, si assumono i valori del parametro M espressi dall'Autorità di Bacino del Po, nel cui ambito di competenza ricade quasi il 29% del territorio regionale, compresi tra 0,7 e 1,3 associandoli a 4 classi morfologiche. La definizione delle classi morfologiche e del conseguente valore del parametro M associato è stata predisposta in base a classi di pendenza e a fasce altimetriche.

Nel caso in esame si definisce un parametro **M pari a 1,10** definito dalla **classe morfologica 3** Reticolo di versante e di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare

2.6.5 Applicazione dei fattori correttivi – fattore Z

Come scritto precedentemente il parametro Z risulta il massimo tra i parametri N, F e Q.

I tre parametri N, F e Q sono maggiori o uguali a 1 ed esprimono: N le esigenze di maggiore tutela per gli ambienti fluviali e torrentizi con elevato grado di naturalità, F le esigenze di tutela di tratti di particolare fruizione turistico-sociale, compresa la balneazione e Q le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nel corso d'acqua in funzione delle attività antropiche presenti.

Nel caso in esame:

Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, calcolati distintamente, dove:

- *N = 1*
- *F = 1*
- *Q = Q = 0,3 SC + 0,7 SE =0,3 *1 +0,7*1 = 1*
- *A = 1*
- *T = 1*

2.6.6 Calcolo del DMV totale

Analizzati i vari parametri e coefficienti correttivi si è definito il **DMV** che deve essere rilasciato presso l'opera di presa, questo risulta pari a circa **163,62 l/s il quale viene approssimato per eccesso a 165 l/s.**

2.6.7 Modulazione del DMV

Analizzato il DMV si è deciso di effettuare una modulazione del rilascio per permettere una ancor più ampia mitigazione ambientale per la riattivazione della derivazione. Si riporta quanto definito dall'ADB Po. 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). Nel caso in esame si è valutato in prima battuta il volume rilasciato attraverso una modulazione di Tipo A, per poi studiare due sistemi di rilascio fissi (stramazzi) per effettuare una più semplice modulazione di Tipo B. Si è scelto di operare in questo modo per rendere più facile e sicuro il rilascio della portata a valle della traversa.

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

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

Tabella 18. Modulazione di Tipo A

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:

- entità, durata e decorrenza di ciascun gradino di rilascio maggiorato sono rapportate agli specifici obiettivi di qualità del corpo idrico interessato dal prelievo;
- 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;
- 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.

2.6.8 Modulazione di Tipo A

Come scritto precedentemente, in prima battuta si andrà a valutare rilascio del DMV con Tipologia di Modulazione A al 10%. Si è fatta questa scelta per valutare il volume annuale rilasciato attraverso il DMV per poi andar a studiare una modulazione di Tipo B la quale rilasci la stessa o maggior quantità di risorsa definita con la Tipologia A. La scelta è ricaduta su una sulla tipologia B per permettere una più facile gestione del rilascio da parte della società proponente (la quale andrà ad operare sopra due sistemi idraulici e fissi presenti sulla traversa) e per permettere alle autorità amministrative regionali e provinciali un più facile controllo delle portate rilasciate. In ultimo si è deciso di effettuare il su scritto rilascio perché 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 e quindi rispettare ne nuove direttive in campo idroelettrico.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qmed presa [m³/s]	3,64	3,63	3,99	3,43	3,15	1,49	0,69	0,48	0,91	2,18	4,96	3,85
DMV base [m³/s]	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165	0,165
Modulazione [m³/s]	0,3475	0,3465	0,3825	0,3265	0,2985	0,1325	0,0525	0,0315	0,0745	0,2015	0,4795	0,3685
DMV totale [m³/s]	0,513	0,512	0,548	0,492	0,464	0,298	0,218	0,197	0,240	0,367	0,645	0,534

Tabella 19. Portate naturali, DMV base, Modulazione e DMV totale

Giorni	Q presa [m³/s]	DMV base [m³/s]	Modul. A [m³/s]	DMV tot [m³/s]	Vol. tot. Ril [m³]
10	15,207	0,165	1,504	1,669	1442162,66
30	6,032	0,165	0,587	0,752	2091628,89
60	3,538	0,165	0,337	0,502	1625155,85
91	2,476	0,165	0,231	0,396	1203174,95
135	1,651	0,165	0,149	0,314	1349082,90
182	1,044	0,165	0,088	0,253	1150147,26
274	0,478	0,165	0,031	0,196	1785006,13
355	0,177	0,165	0,001	0,166	1268283,40
				Tot m³	**11.914.642**

Tabella 20. Curva di durata delle portate naturali, DMV base, Modulazione, DMV totale e volumi rilasciati

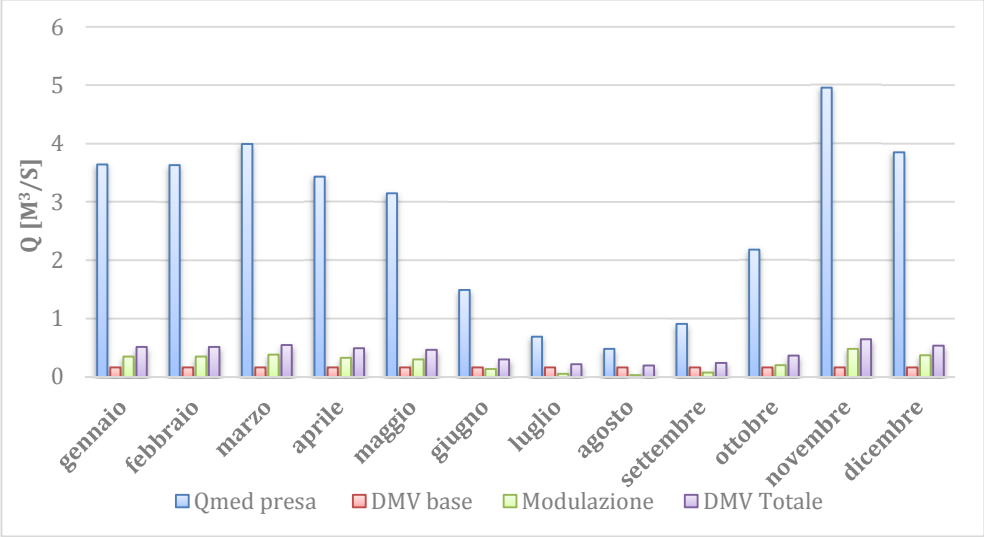


Figura 15. Portate naturali, DMV base, Modulazione, DMV totale

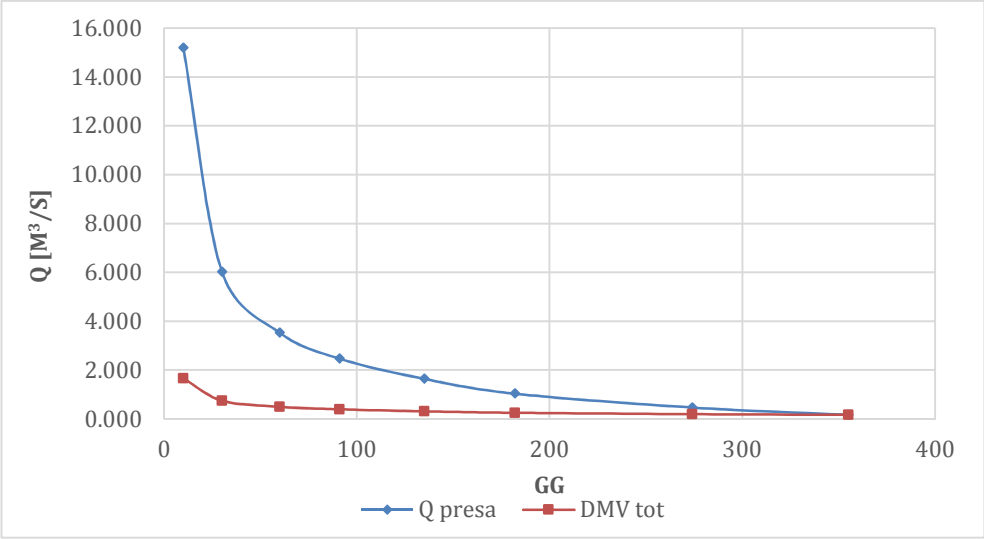


Figura 16. Curva di durata delle portate naturali e del rilascio del DMV totale

2.6.9 Modulazione di Tipo B

Analizzata la modulazione di tipo A al 10% e calcolato il volume annuale rilasciato come deflusso minimo vitale, pari a circa 11.914.642 m³, si è deciso di valutare una possibile modulazione di Tipo B per facilitare le modalità di rilascio ed assicurare almeno lo stesso volume sopra citato.

La modulazione comporta l'obbligo di gestire rilasci a gradini con valori differenziati, nel caso in esame si andranno a definire due gradini di modulazione; il primo da adottare quando la portata naturale in arrivo alla sezione di presa risulterà superiore alla portata media annuale, il secondo da adottare quando la portata naturale risulterà inferiore alla media annuale.

Questa tipologia di modulazione è orientata ad assicurare valori di portata di DMV più elevati nei mesi in cui la portata media mensile naturale del corpo d'acqua supera il valore medio annuo.

Per garantire il rilascio dei due "gradini" di portata si andrà a realizzare due dispositivi idraulici fissi, stramazzi a parete grossa, i quali avranno il compito di rilasciare le due portate definite in seguito. Si sono scelte queste metodologie visto la facilità di controllo e di gestione per garantire il rispetto delle condizioni di rilascio definite ideologicamente.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qmed presa [m³/s]	3,64	3,63	3,99	3,43	3,15	1,49	0,69	0,48	0,91	2,18	4,96	3,85
DMV [m³/s]	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,550	0,550

Tabella 21. Portate naturali, DMV Modulazione B

Giorni	Q presa [m³/s]	DMV [m³/s]	Vol. tot. Ril [m³]
10	15,207	0,550	475200,00
30	6,032	0,550	950400,00
60	3,538	0,550	1425600,00
91	2,476	0,550	1473120,00
135	1,651	0,450	1900800,00
182	1,044	0,450	1827360,00
274	0,478	0,450	3576960,00
355	0,177	0,177	2193998,40
		Tot m³	**13.823.438**

Tabella 22. Curva di durata delle portate naturali, DMV Modulazione B e volumi rilasciati

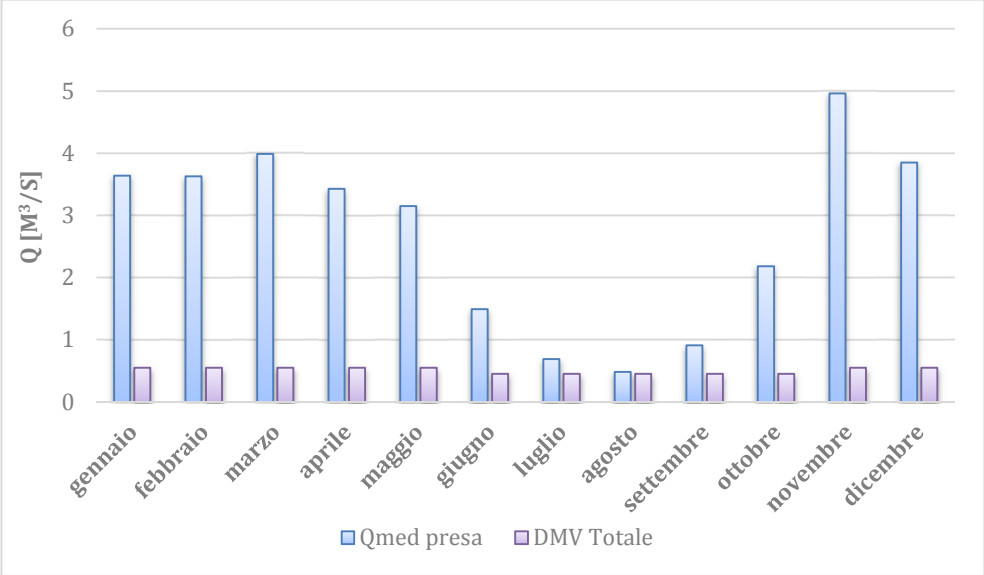


Figura 17. Portate naturali e DMV totale

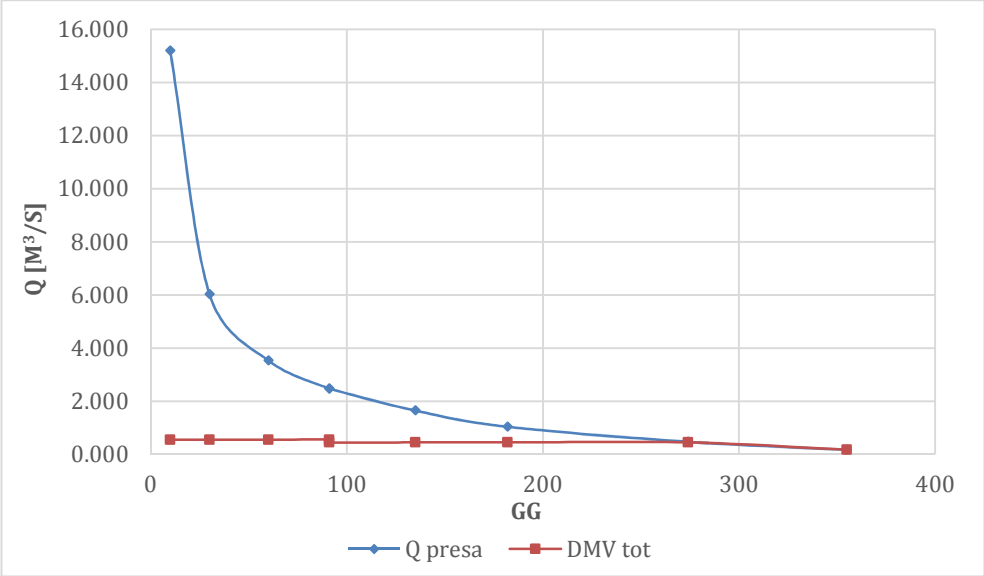


Figura 18. Curva di durata delle portate naturali e del rilascio del DMV totale

Come riportato dalle tabelle precedenti si è scelto di operare con due scalini di DMV pari a 550 l/s e 450 l/s. Questo permette di rilasciare un volume di DMV annuale pari a 13.823.438 m³, sensibilmente superiore agli 11.914.642 m³ calcolati attraverso una modulazione di tipo A al 10%.

Questa tipologia di modulazione permetterà la presenza di una portata in alveo almeno pari alla portata a 270 gg della curva di durata. Questa scelta di modulazione, con i rispettivi volumi di rilascio, permetterà di definire le portate caratteristiche della riattivazione le quali saranno scelte attraverso considerazioni che andranno a prediligere l'aspetto ambientale; come richiedono le nuove direttive ambientali e di progettazione per impianti idroelettrici a tratto sotteso ecocompatibili.

2.7 Determinazione del fabbisogno irriguo

Non si è dovuto effettuare nessuna determinazione del fabbisogno irriguo visto che la richiesta di concessione a derivare da acque superficiale è ad uso energetico per la riattivazione dell'impianto preesistente e non di tipo irriguo.

2.8 Quadro degli utilizzi esistenti

Durante la realizzazione del progetto per la riattivazione l'officina idroelettrica sono state evidenziate alcune derivazioni e titoli legittimati ed esistenti presenti sul Bacino del Torrente Argentina.

Si riportano a seguito i prelievi riscontrati sul Piano di Bilancio Idrico del Torrente Argentina.

A monte dell'impianto in esame sono stati rilevati i seguenti prelievi:

- uso irriguo: Q=5,4 l/s, con Q=0,55 l/s a Triora, Q=4,88 l/s a Molini di Triora (la carta degli usi concessionati allegata al Piano Stralcio indica tale derivazione in prossimità della confluenza Argentina – Rio Valle Boetta, presso l'abitato di Agaggio Superiore);
- uso industriale: Q= 13 l/s a Molini di Triora (la carta degli usi concessionati allegata al Piano Stralcio indica tale derivazione in loc. Morghetta, sull'omonimo rio, affluente dell'Argentina a valle del sito in esame);
- uso igienico: Q=0,358 l/s a Triora;
- uso potabile: effettuata dalla Società A.M.A.I.E. e pari a Q=40 l/s, ricade nel Comune di Baiardo, a valle della presa in esame;
- uso idroelettrico si segnalano: la riattivazione di una centralina mini-idroelettrica in loc. Loreto nel Comune di Triora (S=42 km^2), sita circa 9 km a monte sull'asta fluviale, per un prelievo massimo di 500 l/s la quale non si ritiene che sia stata costrutia.
- La presenza di una centrale riattivata in località Agaggio nel Comune di Molini di Triora con portata massima di 2000 l/s. La presa della centrale di Agaggio dista dalla traversa esistente della futura centrale circa 800 m. La restituzione della centrale di Agaggio dista dalla traversa esistente della futura centrale circa 350 m.
- A valle della centrale in progetto vi è la presa di Montalto Ligure con Q=100 l/s e la presa della Tirreno Power a Taggia (Merelli) con Qi=500 l/s. Si rileva che entrambe le prese sono site a valle di quella in esame; in particolare, la presa di Montalto Ligure è posta circa 4 km a valle di quella in esame lungo il corso d'acqua.

A monte della centrale in progetto, quindi, sono attualmente concessionati Q=5,4 l/s di portata irrigua, Q=13 l/s di portata a scopo industriale e Q=0,4 l/s circa per usi igienici; Qmax=500 l/s a uso idroelettrico restituita circa 8 km a monte del sito in esame ed inoltre Qmax=2000 l/s a uso idroelettrico restituita circa 350 m a monte del sito in esame.

Nell'asta fluviale, ed il rispettivo bacino descritto tra la presa e la restituzione della futura centrale, si ha la presenza di una serie di rii laterali in sponda destra idrografica; in particolare il Rio di Doglione, Rio della Morghetta ed il Rio di Carpenosa, i quali contributi vanno ad incrementare sensibilmente la portata registrata in alveo nella zona sottesa dal riattivamento dell'officina idroelettrica.

Analizzati tuti questi aspetti si desume che la riattivazione della derivazione idroelettrica, con i dovuti accorgimenti, scelta delle portate di progetto dell'impianto, giorni di utilizzo dell'impianto e valutando attentamente l'aspetto idrologico, con particolar attenzione al DMV, permetta la compatibilità della riattivazione con il regime idrologico del sottobacino di interesse e soprattutto con l'ecosistema fluviale riscontrato.

3 PORTATE DERIVABILI

3.1 Analisi delle portate disponibili, derivabili e derivate

Dall'analisi delle portate effettuate nei capitoli precedenti e definito il DMV da adottare alla traversa di derivazione si calcolano i valori delle portate disponibili e derivate per la riattivazione dall'impianto idroelettrico in progetto. Nella valutazione della portata naturali e disponibili si è tenuto in considerazione la possibile presenza di derivazioni significativi sia a monte della derivazione che nel tratto da essa sotteso. Non sono state rilavate derivazioni, quindi alla presa non è necessario rilasciare portate aggiuntive a quelle previste dal DMV o dalla quota parte non derivabile.

L'intervallo di portate derivabili dall'impianto è:

- Qmax = 2.500 l/s portata massima derivabile;
- Qmin = 500 l/s portata minima derivabile.

Come scritto precedentemente il DMV varia in due "scalini" rispettivamente di 550 l/s e 450 l/s. In particolare, nei mesi in cui la portata in arrivo alla presa di derivazione è minore di della portata media annua, pari a 2,399 m^3/s, valore calcolato attraverso la curva di durata delle portate per ottenere un valore il più possibile veritiero visto il regime idrologico del sottobacino di pertinenza, il rilascio sarà di 450 l/s, nel restante periodo il rilascio minimo sarà portato a 550 l/s.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
DMV [m^3/s]	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,550	0,550

Tabella 23. DMV Modulazione B

Giorni	DMV [m^3/s]
10	0,550
30	0,550
60	0,550
91	0,550
135	0,450
182	0,450
274	0,450
355	0,450

Tabella 24. Curva di durata del DMV Modulazione B

Analizzata la curva di durata delle portate giornaliere e quella del DMV modulazione di tipo B si sono definite le portate caratteristiche dell'impianto.

La portata massima di derivazione è stata posta pari a 2,50 m^3/s, valore molto prossimo alla portata a 74gg della curva di durata. Questa scelta è stata compiuta per far sì che la riattivazione dell'officina idroelettrica sia incentrata al turbinaggio di alte portate (periodi di morbida) andando a spegnere l'impianto quando all'interno dell'alveo non si ha una elevata disponibilità (periodi di magra).

La minima portata turbinabile dall'impianto risulta essere pari a 500 l/s. Con questo valore di l'innesco della derivazione avverrà solo nel momento in cui nell'alveo del Torrente Argentina vi sarà la presenza di 950-1000 l/s, valore che si ritrova nella curva di durata delle portate per un tempo pari a 197gg.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qmed presa [m^3/s]	3,64	3,63	3,99	3,43	3,15	1,49	0,69	0,48	0,91	2,18	4,96	3,85
DMV [m^3/s]	0,550	0,550	0,550	0,550	0,550	0,450	0,450	0,450	0,450	0,450	0,550	0,550
Qmed turb [m^3/s]	**2,50**	**2,50**	**2,50**	**2,50**	**2,50**	**1,04**	**0**	**0**	**0**	**1,73**	**2,50**	**2,50**

Tabella 25. Portate naturali, DMV Modulazione B e portate turbinabili

Giorni	Q presa [m^3/s]	DMV [m^3/s]	Q Tub [m^3/s]
10	15,207	0,550	2,50
30	6,032	0,550	2,50
60	3,538	0,550	2,50
91	2,476	0,550	1,93
135	1,651	0,450	1,20
182	1,044	0,450	0,59
197	0,950	0,450	0,50
274	0,478	0,450	0,00
355	0,177	0,177	0,00

Tabella 26. Curva di durata delle portate naturali, DMV Modulazione B e portate turbinabili

Dalla valutazione della curva di durata giornaliera si ha la portata massima derivata pari a 2,5 m^3/s presente e derivabile per 74 giorni all'anno nell'anno medio. La portata media derivata paria a 936 l/s. L'impianto sarà attivo per 197 giorni all'anno. Quindi la centrale idroelettrica manterrà inattiva la derivazione per 168 giorni circa.

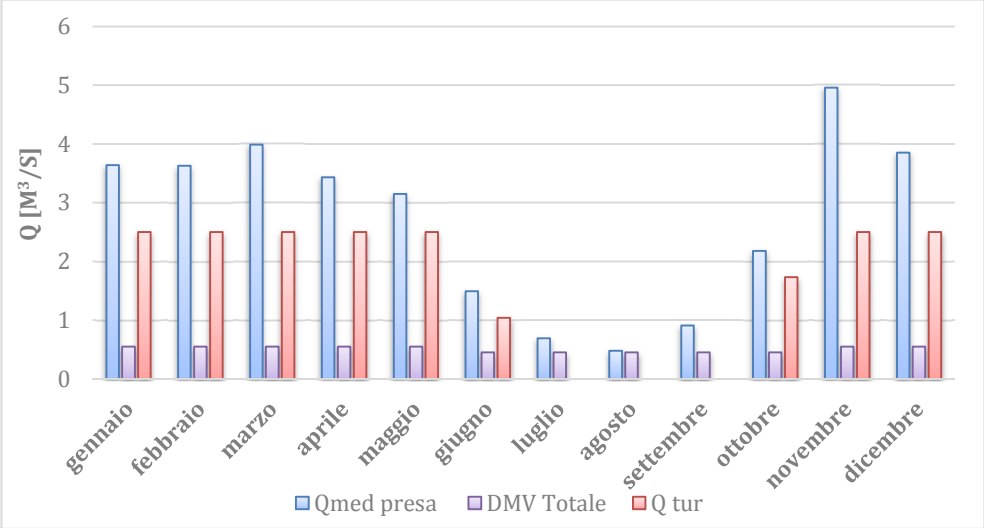


Figura 19. Portate naturali, DMV totale e portata turbinabile

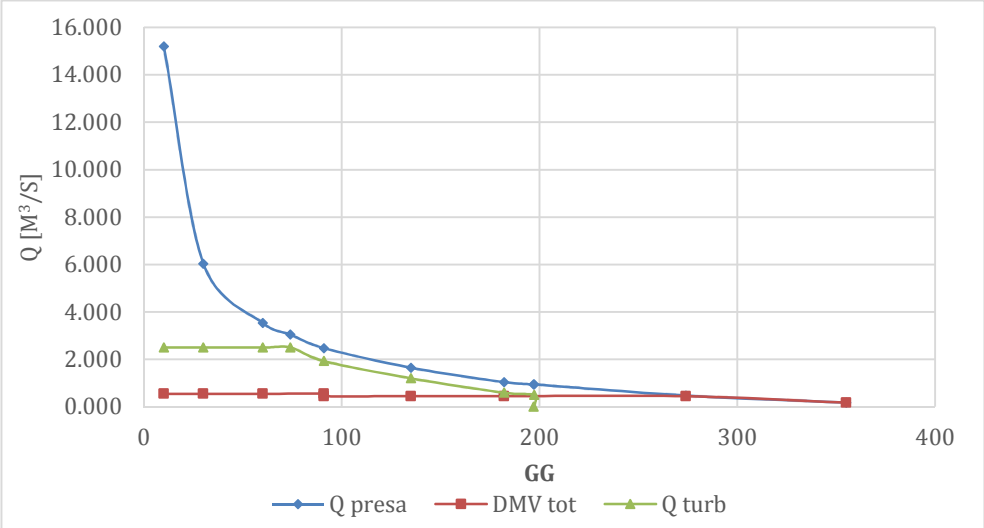


Figura 20. Curva di durata delle portate naturali, del rilascio del DMV totale e della portata tubinabile

Definite le portate caratteristiche si sono calcolati i volumi annuali naturali della risorsa, pari a 73.582.598,56 m³, ed i volumi di risorsa turbinati, pari a 29.537.649,61 m³. Il rapporto tra i due definisce un indice di sfruttamento della risorsa questo pari al 40%. Questo indice nei vecchi impianti idroelettrici poteva assumere o superare il valore del 60%. Le nuove tecniche progettuali ed ambientale hanno fatto sì di ottenere indici nettamente e più bassi mantenendo una produzione energetica che ne giustifichi l'investimento. Le caratteristiche della riattivazione fanno sì che l'impianto si presenti come impianto di ultima generazione; una nuova tipologia di centrale idroelettrica che va a turbinare le alte portate presenti (picchi di portata), e andando a non lavorare nelle condizioni idrologiche che si vengono a manifestare durante un periodo di magra. Questo fa sì che la riattivazione sia compatibile con l'ecosistema fluviale presente.