REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI GENOVA
Comune di Rossiglione

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
Comune di Ovada

RINNOVO DI CONCESSIONE DI DERIVAZIONE PER USO IDROELETTRICO SUL TORRENTE STURA IN LOCALITÀ' PIAN DELL'ORSO COMUNE DI ROSSIGLIONE (GE)

Rinnovo di concessione a derivare da acque superficiali

PROGETTO STATO DI CONSISTENZA

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

Manifattura del Turchino spa

Sede: Piazza della Vittoria 4/7
16121 Genova (GE)
P.IVA: 00572310100

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
C15_28	SC	RC	03

ELABORATO
R.03
SCALA -:---

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	FEBBRAIO_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 **2**

2 IDROLOGIA *4*

2.1 Generalità **4**

2.2 Analisi idrologica dell'ing. Dresda per il rinnovo di concessione del 1985 ..... **5**

2.2.1 Ipotesi e risultati dell'analisi idrologica dell'ing. Dresda 5

2.3 Studio relativo alla disponibilità idrica dei corpi idrici significativi ricadenti nel Bacino del Fiume PO **8**

2.3.1 Ipotesi e risultati dello studio di disponibilità idrica 8

2.4 Analisi delle portate deriva attraverso i dati di potenza della centrale **10**

2.4.1 Analisi dei dati di potenza 10

2.5 Analisi idrologica attraverso il modello SIMPO **12**

2.5.1 I risultati del modello SIMPO 12

2.6 Analisi idrologica definita dall'ing. Ranieri Costa in fase di rinnovo **15**

2.7 Scelta delle portate naturali di progetto **18**

2.8 Definizione del Deflusso Minimo Vitale **23**

2.8.1 Ambiti di applicazione 24

2.8.2 Definizione del DMV su territorio dei bacini di competenza regionale 25

2.8.3 Calcolo del DMV base o componente idrologica 26

2.8.4 Applicazione dei fattori correttivi – fattore M 28

2.8.5 Applicazione dei fattori correttivi – fattore Z 33

2.8.6 Calcolo del DMV totale 35

2.8.7 Modulazione del DMV 35

2.8.8 Modulazione di Tipo A 36

2.8.9 Rilascio e Modulazione attraverso la paratoia esistente 38

3 PORTATE DERIVABILI 43

3.1 Analisi delle portate disponibili, derivabili e derivate 43

PREMESSA

La società Manifattura del Turchino spa con sede in Piazza della Vittoria, 4/7, 16121 Genova (GE), 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 il rinnovo e potenziamento della concessione per derivazione per uso idroelettrico sul Torrente Stura in località Pian dell'Orso nel Comune di Rossiglione (GE).

Il progetto di stato di consistenza è principalmente motivato dalla necessità di effettuare il rinnovo e potenziamento della derivazione da acque superficiali, ad uso idroelettrico, della centrale derivante le acque del Torrente stura in località Pian dell'Orso in nel Comune di Rossiglione.

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 Stura (Bacino idrografico del Torrente Stura), si esamineranno:

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

Tale analisi permetterà la valutazione dell'incidenza della derivazione ad uso idroelettrico, oggetto del presente progetto di rinnovo e potenziamento, sui deflussi naturali mensili del corso d'acqua. I dati presentati derivano sia da indagini bibliografiche, studi di altri professionisti, da analisi statistiche e da osservazioni raccolte in campo, nel corso di sopralluoghi condotti presso la zona d'intervento.

Si riportano a seguito le caratteristiche fisiche del bacino del Torrente Sture desunte e trascritte dallo studio relativo alla disponibilità idrica dei corpi idrici significativi ricadenti nel bacino del Fiume Po della Provincia di Genova – Bilancio del Torrente Stura (documento non vigente).

All'interno della relazione verranno riportati capitoli e parti della relazione dell'ing. Costa, relazione consegnata all'amministrazione provinciale di Genova per ottenere il rinnovo e potenziamento della concessione. La società Manifattura del Turchino spa e l'ing. Costa hanno dato il loro consenso all'uso di materiale già prodotto da diverso professionista consegnato alle amministrazioni competenti in materia.

1 DESCRIZIONE DEL BACINO IMBRIFERO

1.1 Caratteristiche territoriali

La zona sorgentizia del T. Stura è situata ai Piani di Praglia a quota 950m. s.l.m. ed il torrente, dopo un percorso di circa 24 Km in Provincia di Genova, a valle di Rossiglione entra nel territorio piemontese, ove confluisce poi nel torrente Orba. La superficie del bacino, fino al confine a valle con il territorio di Ovada (AL), occupa un'estensione di circa 110 Km^2.

I principali affluenti sono situati in destra idrografica e sono: il Torrente Vezzulla che si immette nel Torrente Stura presso Masone, il Torrente Ponzema e il Fosso Angassino che confluiscono presso Campo Ligure ed il Torrente Berlino che si immette nello Stura presso Rossiglione.

Gli affluenti in sinistra idrografica sono meno numerosi tra questi i principali sono il Torrente Masone che confluisce nello Stura presso l'omonimo abitato, il Torrente Masca ed il Torrente Gargassa.

Il bacino risulta delimitato a Sud dallo spartiacque ligure-padano che va dal Bric del Dente al Monte Orditano e forma il crinale di confine con i bacini liguri del ponente dal Cerusa al Polcevera. Ad Est il crinale che si forma dal Bric del Dente separa il bacino dello Stura dal bacino dell'Orba. Ad Ovest il crinale che parte dal Monte Orditano segue in parte il confine regionale e separa il bacino dalla valle del torrente Piota, un affluente dell'Orba.

La valle dello Stura risulta ristretta nella parte alta con direzione Est-Ovest; a partire da Masone la valle assume direzione quasi perpendicolare alla linea di costa.

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 ricadente nei confini della Provincia di Genova.

"… Il bacino idrografico del Torrente Stura si sviluppa pressoché interamente, su terreni appartenenti al Gruppo di Voltri (si fa riferimento alla cartografia ufficiale ossia Foglio 82 Genova IIª Edizione della Carta 1:100000 dell'I.G.M.). Si tratta di uno dei più estesi gruppi di falde ofiolitiche, di pertinenza dell'oceano ligure - piemontese, affioranti nella catena alpina. La fascia di territorio ubicata in sponda orografica sinistra del Torrente Stura, compresa indicativamente tra l'abitato di Rossiglione e M.te Calvo – Bric. Scaglione (in parte ricadente nel bacino idrografico del Torrente Orba), risulta

invece impostata sui conglomerati oligocenici della Formazione di Molare, facente parte del Bacino Terziario del Piemonte.

Osservando la configurazione geologica del bacino dello Stura, ciò che più colpisce è la presenza di una estesa fascia centrale, diretta NNW – SSE, costituita dai Calcescisti dell'Unità Voltri – Rossiglione (sulla quale si imposta anche il letto del Torrente Stura, per due tratti, uno a monte dell'abitato di Masone e l'altro tra Masone e l'abitato di Campo Ligure e che si estende a buona parte degli affluenti in sponda orografica destra dello stesso Stura: Vezzulla, Ponzema, Angassino, Berlino), racchiusa tra i litotipi serpentinitici facenti parte delle Ofioliti del Monte Beigua.

La Carta Geolitologica prodotta nell'ambito dello Studio sul Bilancio Idrico è stata derivata a partire dalla cartografia tematica della Regione. E' stato infatti effettuato a livello regionale un raggruppamento per categorie delle varie formazioni affioranti o subaffioranti. Sono state distinte dieci classi che vengono riportate nella legenda associata alla Carta Geolitologica del bacino del Torrente Stura.

Dal punto di vista della caratterizzazione geomorfologica, uno degli aspetti che si ritiene utile ed indicativo sottolineare, è la presenza e la distribuzione sul territorio delle coltri detritiche.

Significativa risulta essere la presenza lungo i versanti di coperture detritiche derivate da accumuli di fenomeni franosi antichi, le quali spesso risultano interessate da fenomeni erosivi e quindi potenzialmente riattivabili.

Altresì importante ai fini del presente studio, risulta essere la presenza e la diffusione sul territorio dei corpi franosi in coltre, in quanto anche questi possono diventare sede di falde di versante quantitativamente significative. E' chiaro che un'analisi di questo tipo è in aggiornamento continuo, tuttavia lo studio condotto nel 1990 da Cortemiglia G.C. sul territorio della Comunità Montana Valli Stura ed Orba, che comprende tutto il bacino del Torrente Stura, anche se ormai datato e superato è particolarmente esplicativo dell'aspetto trattato.

Il censimento dei dissesti effettuato nell'ambito di tale studio infatti, mette in evidenza come il bacino del T.Stura risulta caratterizzato da 132 dissesti, considerando come tali le frane attive e le quiescenti. L'aspetto particolarmente interessante è che di questi 132 dissesti, 101 risultano in coltre, pari al 76,5 % del totale. La tipologia di dissesto più frequente è pertanto quella che si imposta nelle coltri detritiche o comunque nelle zone d'intensa alterazione del substrato, che caratterizzano buona parte del bacino del T.Stura…"

2 IDROLOGIA

Il presente capitolo dimostra, attraverso la classificazione idrologica dell'area su cui l'impianto risulta installato, come la derivazione si inserisca in un sistema di razionale utilizzo del corso d'acqua e del relativo bacino imbrifero.

L'impianto idroelettrico in essere sfrutta le portate del Torrente Stura nel Comune di Rossiglione presso la località Pian dell'Orso.

Si osserva che non è disponibile alcun idrometro sul torrente Stura che possa servire come taratura di un modello idrologico. Per cui la determinazione delle portate naturali all'interno del Torrente Stura potrà essere desunta attraverso una modellazione afflussi/deflussi, o utilizzando (per i mesi di magra) i dati di portata turbinata desunti dai valori di potenza.

2.1 Generalità

Per un'attenta analisi idrologica si è deciso di intraprendere quattro 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 nelle seguenti modalità anziché procedere ad una valutazione univoca ed empirica delle portate.

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

- Analisi idrologica condotta dall'ing. Dresda in occasione del rinnovo di concessione del 1985;
- Studio relativo alla disponibilità idrica dei corpi idrici significativi ricadenti nel Bacino del Fiume Po (documento non vigente pubblicato dalla provincia di Genova);
- Analisi idrologica delle portate derivate nei mesi estivi degli ultimi 30 anni attraverso l'elaborazione dei dati di potenza messe a disposizione della Manifattura del Turchino;
- Analisi idrologia attraverso il modello SIMPO;
- Analisi idrologica effettuata dall'ing. Costa.

2.2 Analisi idrologica dell'ing. Dresda per il rinnovo di concessione del 1985

Si riportano nel seguente paragrafo solamente le ipotesi e i risultati ottenuti dallo studio idrologico. Si rimanda al capitolo 5 della sua relazione del 9 dicembre 1985 per un'analisi più approfondita.

2.2.1 Ipotesi e risultati dell'analisi idrologica dell'ing. Dresda

Lo studio idrologico pone come ipotesi di base:

- la conoscenza dell'area di bacino sotteso dalla presa della derivazione, pari a circa 107 Km^2;
- la conoscenza della precipitazione media annuale pari a mm 1786;
- l'ipotesi di un coefficiente di deflusso stimato pari a 0,75

Attraverso queste ipotesi l'ing. Dresda ha potuto dedurre un valore di portata media definita nella seguente equazione:

$$\mathbf{Q_{media}} = Pm*Cd*S/t = 1786*0{,}75*107/31536 = \mathbf{4{,}55\ m^3/s}$$

Per definire una distribuzione mensile delle portate medie, l'ingegnere, effettuò un confronto del regime idrologico dello Stura con i torrenti Trebbia e Taro (torrenti idrologicamente simili) per i quali erano disponibili rilevazioni idrologiche. Determinò così le portate medie mensili utilizzando due metodi: uno proporzionale alle superfici e portate, l'altro alle precipitazioni mensili e coefficienti di deflusso.

Queste due tipologie d'indagine di tipo statistico condussero a risultati molto simili, in particolare per i mesi di magra, e restituirono la curva delle portate medie mensili riportata a seguito.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Q_{med} presa Dresda [m^3/s]	4,462	4,924	6,616	5,039	5,231	1,770	0,693	0,655	1,732	5,308	8,193	5,154	**4,148**

Tabella 1. Portate medie mensili modello Dresda

Giorni	Q [m³/s]
30	7.50
60	6.03
90	4.30
120	3.10
150	2.30
180	1.85
210	1,50
240	1,20.
270	1,00
300	0,80
330	0,65
365	0,56

Tabella 2. Curva di durata delle portate modello Dresda

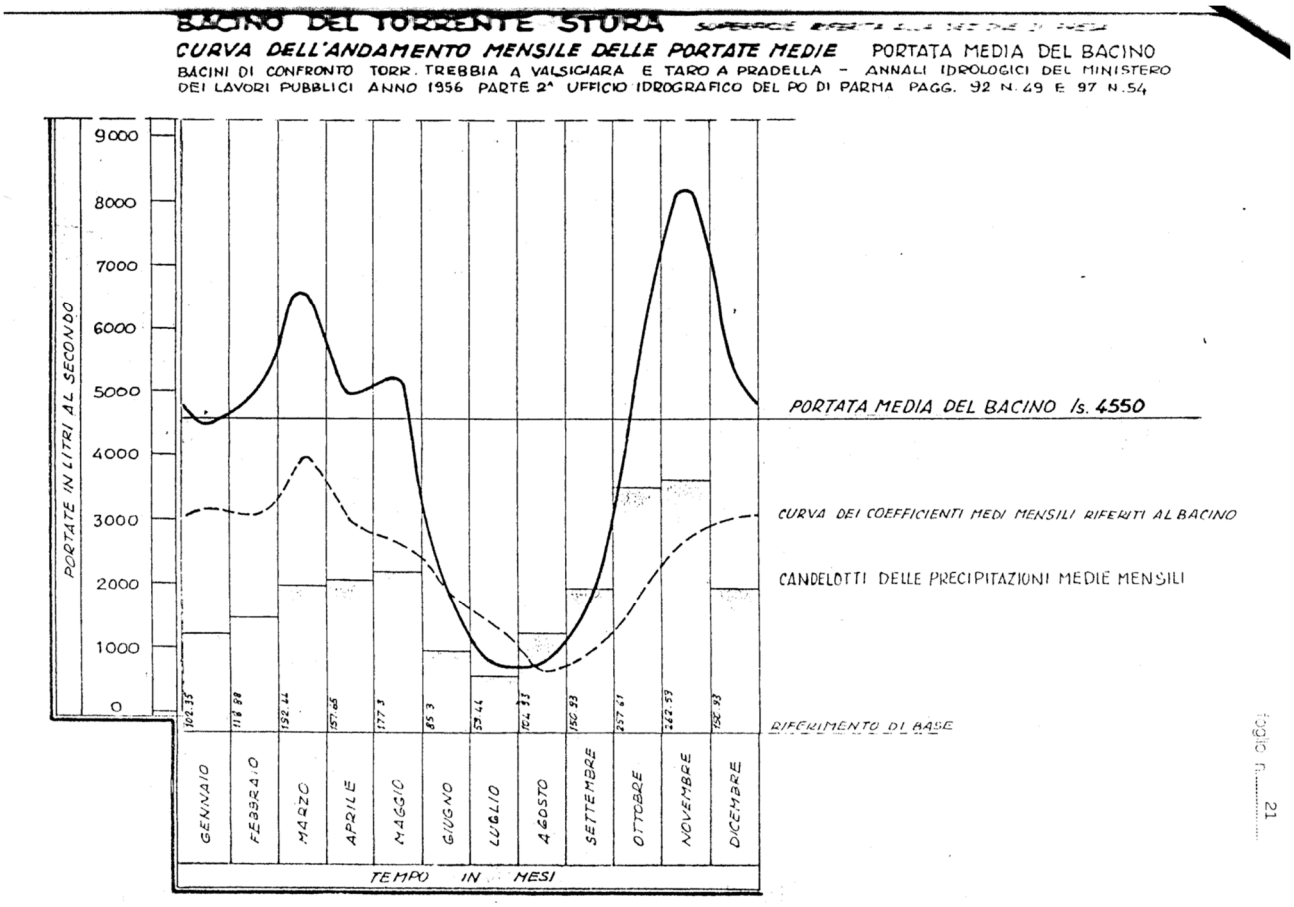


Figura 1. Portate medie mensili modello Dresda

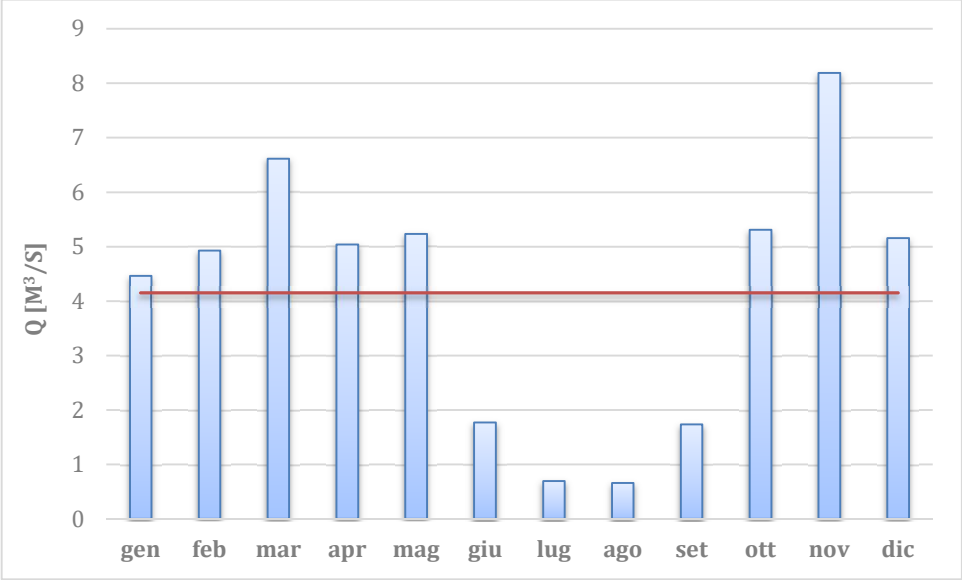


Figura 2. Portate medie mensili modello Dresda

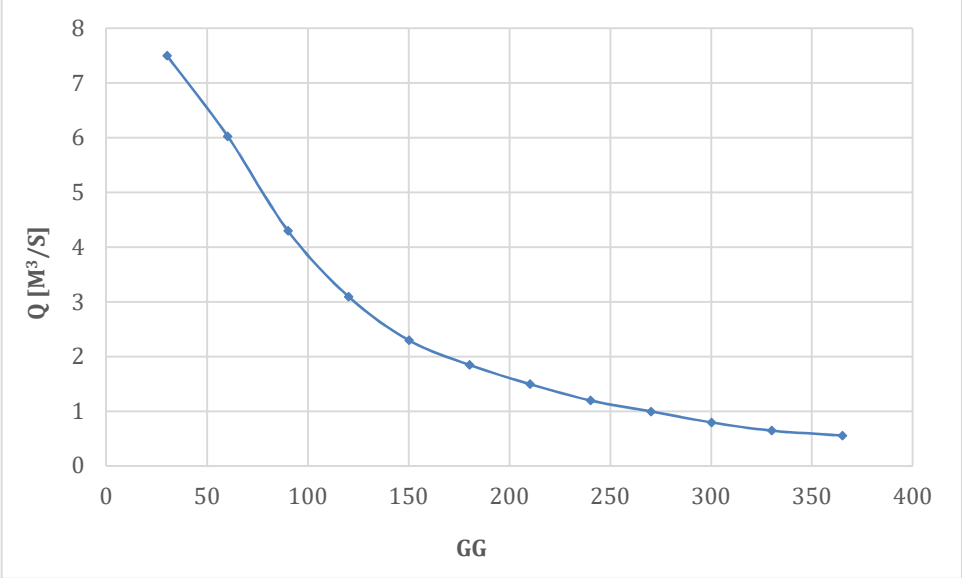


Figura 3. Curva di durata delle portate modello Dresda

2.3 Studio relativo alla disponibilità idrica dei corpi idrici significativi ricadenti nel Bacino del Fiume PO

Si riporta nel seguente paragrafo le considerazioni effettuate dallo Studio relativo alla disponibilità dei corpi idrici significativi ricadenti nel bacino del Fiume Po.

2.3.1 Ipotesi e risultati dello studio di disponibilità idrica

All'interno dello studio relativo alla disponibilità idrica, viene indicato che la precipitazione media annua nel bacino dello Stura è pari a circa 1500 mm/anno.

A seguito viene implementato un modello afflussi/deflussi. Gli afflussi sono definiti attraverso:

- quelli diretti (piogge);
- indiretti (acqua piovana trattenuta per infiltrazione e non rilasciata ai corpi idrici recettori);
- apporti idrici artificiali (ad esempio da scarichi civili).

Attraverso la stima dell'evapotraspirazione, i parametri di utilizzo del suolo e le misure di temperatura, sono stati determinati i deflussi nel torrente Stura. *Nello studio viene riportato che il modello afflussi/deflussi non è stato tarato con risultati sperimentali in quanto non sono disponibili idrometri sul corso d'acqua.* Si riportano a seguito i dati principali dello studio relativi alla sezione 2 posta a circa 450 metri più a monte della sezione di presa.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed [m³/s]	5,6236	5,5932	6,1735	4,3143	3,1501	0,6533	0,2264	0,0919	0,8272	5,3727	5,9944	4,4297	**3,5375**

Tabella 3. Portate medie mensili studio di disponibilità idrica

Giorni	Q [m³/s]
60	5,0728
90	3,1130
120	2,2003
150	1,4928
180	1,0436
210	0,7040
240	0,5059
270	0,3785
300	0,2547
330	0,1698
360	0,0991

Tabella 4. Curva di durata delle portate studio di disponibilità idrica

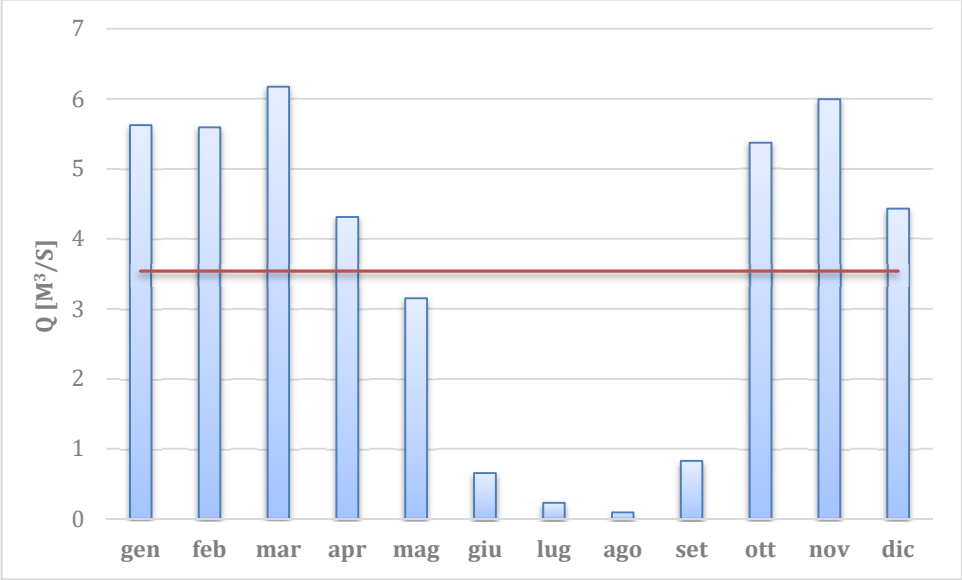


Figura 5. Portate medie mensili studio di disponibilità idrica

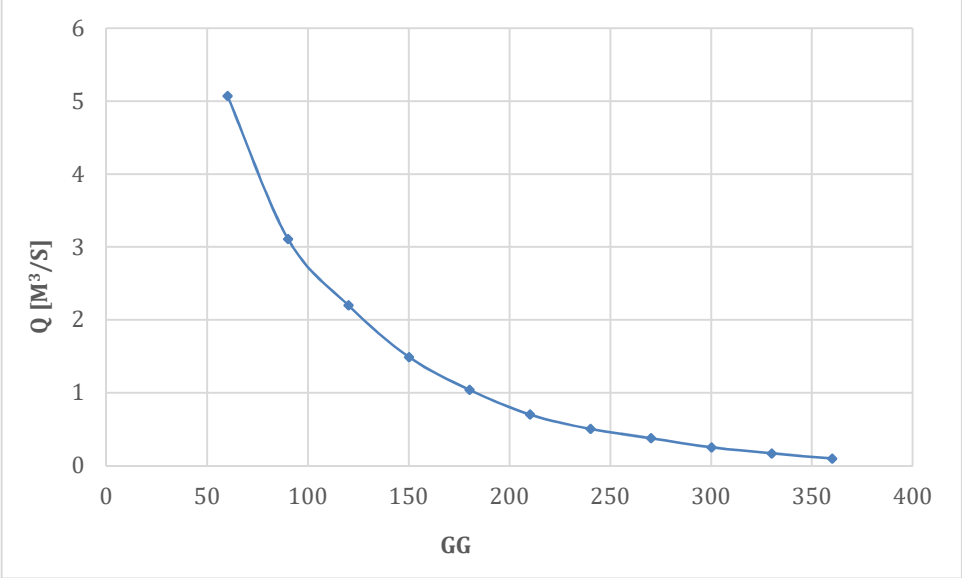


Figura 5. Curva di durata delle portate studio di disponibilità idrica

Dal raffronto delle portate ipotizzate dal Dresda e quelle ipotizzate nello studio del bilancio idrico, si evidenzia immediatamente che lo studio di bilancio prevede portate molto inferiori a quelle desunte dall'ing. Dresda. In particolare si osserva che le portate massime dello studio di bilancio risultano pari a circa 6 m³/s, risultando inferiori di circa 2,2 m³/s. rispetto a quelle del Dresda. Anche le portate di magra differiscono in maniera considerevole: quelle del bilancio idrico risultano pari a 92 l/s, inferiori a quelle dell'ing. Dresda di circa 800 l/s. In particolare nel mese di Agosto lo studio di bilancio definisce che lo Stura sia sostanzialmente secco, mentre il Dresda ipotizza un deflusso di circa 900 l/s.

2.4 Analisi delle portate deriva attraverso i dati di potenza della centrale

Si riporta nel seguente paragrafo le analisi dei dati di potenza medi mensili degli ultimi 30 anni per la definizione delle portate medie nel periodo di magra.

2.4.1 Analisi dei dati di potenza

La manifattura del Turchino ha messo a disposizione i kWh medi prodotti nei mesi estivi negli ultimi trenta anni di concessione. Da questi dati sono stati ricavate le portate derivate.

L'analisi delle portate pone come ipotesi di base:

- l'ipotesi di un coefficiente di rendimento (η) del gruppo turbo/generatore pari a 0,80
- l'ipotesi di un salto netto d'impianto (h) costante pari a 28,20 m

Attraverso queste ipotesi si è potuta implementare la seguente equazione:

$$\mathbf{Q\ [l/s]} = 1000/(31*24*g*P*\eta*h)$$

anni	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
2014	182644	95706	246034	169986	**694370**
2013	298062	177044	155836	144358	**775300**
2012	213202	54408	67216	158846	**493672**
2011	193386	176740	81848	91084	**543058**
2010	267122	150092	174682	172380	**764276**
2009	180520	154230	85740	144486	**564976**
2008	338706	194724	122425	108035	**763890**
2007	198283	93772	103082	0	**395137**
2006	86911	52962	117535	162339	**419747**
2005	120364	80362	91907	163319	**455952**
2004	127459	85215	107315	113349	**433338**
2003	95345	69007	29456	62017	**255825**
2002	192112	87530	12836	173539	**466017**
2001	178600	113400	106800	153000	**551800**
2000	72000	0	52200	83400	**207600**
1999	138000	76200	71400	31200	**316800**
1998	235800	199200	64200	112800	**612000**
1997	181800	117600	84600	85200	**469200**
1996	212400	213600	122400	178800	**727200**
1995	238800	117600	71400	223200	**651000**
1994	213600	198000	111000	229200	**751800**
1993	132000	105000	43200	155400	**435600**
1992	253800	237000	111600	117600	**720000**
1991	150600	69000	18000	148800	**386400**
1990	103800	53400	31800	36000	**225000**

anni	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
1989	203800	55700	72800	42300	**374600**
1988	180500	43100	73800	85300	**382700**
1987	225600	80800	45200	110400	**462000**
1986	160300	34500	65400	85300	**345500**
Totale	**5375516**	**3185892**	**2541712**	**2541638**	**14644758**

Tabella 6. Storici delle potenze della Manifattura del Turchino spa

	Giugno	Luglio	Agosto	Settembre	Totale
kWh medi (86-14)	185363	109858	87645	122125	504992
Rendimento η	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80
Santo h	28,2	28,2	28,2	28,2	28,2
Q turb. (86-14)	**1163,99**	**667,61**	**532,62**	**766,89**	**792,78**

Tabella 7. Correlazione portate/ potenze

Dall'analisi dei dati trentennali, ed attraverso i risultati riportati nelle tabelle precedenti si può osservare come nel mese più siccitoso (agosto) è stata registrata una portata media naturale pari a 532,62 l/s. Questo valore va a contrapporsi a quello definito all'interno dello studio relativo alla disponibilità dei corpi idrici, il quale risulta pari a circa 91,9 l/s, valore sensibilmente inferiore. Continuando l'analisi anche nei mesi estivi restanti (giungo, luglio) si osserva che anche per questi mesi la portata naturale effettiva risulta più alta rispetto a quella definita dallo studio sulla disponibilità. Solo nel mese di Settembre si osserva che il valore definito attraverso le analisi dello studio di disponibilità risulta superiore, se pur di poco, rispetto a quello definito attraverso l'analisi delle potenze. L'analisi delle potenze risulta assai conservativa, per due motivazioni: la prima di tipo tecnico visto che l'ipotesi iniziale definisce un rendimento del gruppo turbogeneratore costante a 0,8. Questa ipotesi, nella realtà, risulta non del tutto precisa visto che soprattutto per le piccole portate (500/600 l/s) il rendimento del gruppo di generazione scende rispetto a quello medio stimato in 0,8, diminuzione dovuta alla tipologia della turbina e alla sua curva di rendimento. La seconda motivazione e che l'opera di presa non permette di creare un bacino di accumulo così esteso da creare un "effetto serbatoio" che permetta di turbinare portate superiori rispetto a quelle in arrivo attingendo al volume nel serbatoio d'accumulo. Per cui le portate definite in precedenza sono quelle istantanee in arrivo dal corpo idrico naturale. Purtroppo non si ha la completezza dei dati per un'analisi idrologica completa ma questi valori possono essere presi come base di riferimento per calibrare la bontà delle analisi nei mesi siccitosi; riscontrando così la bontà degli altri metodi presi in esame.

2.5 Analisi idrologica attraverso il modello SIMPO

In seguito si è implementato il modello SIMPO per l'analisi idrologica del bacino.

2.5.1 I risultati del modello SIMPO

Le formule SIMPO derivano dallo studio fatto per il bacino del Po nel 1982 denominato "Studio e progettazione di massima delle sistemazioni idrauliche dell'asta principale del Po, dalle sorgenti alla foce, finalizzate alla difesa e alla conservazione del suolo e utilizzazione delle risorse idriche" (Hydrodata, 1982). Si tratta di una serie di equazioni i cui coefficienti sono ottenuti con tecniche di regressione multipla, per la regionalizzazione di alcuni valori caratteristici di portata a partire da fattori fisico climatici, nell'ambito geografico dei bacini padani. Le formule definite dal modello vanno a implementare tre zone di applicazione: la zona A dal Ticino al Tanaro compresa l'asta di monte del Po; la zona B: che comprende l'asta di valle del Po, e la zona C che comprende Belbo, Bormida, Orba, Scrivia e Curone. Si è deciso di adottare questa analisi visto che il torrente Stura dopo un percorso di in Liguria, a valle di Rossiglione entra nel territorio piemontese, ove confluisce nel torrente Orba che risulta all'interno del Bacino del Fiume Po, zona per la quale il modello SIMPO è stato calibrato. Si riportano a seguito le equazioni che descrivono il modello.

Superficie del bacino	**S**		107
Altitudine max del bacino imbrifero	**Hmax**		950
Altitudine della derivazione	**Hder**		266.91
Altitudine media del Bacino	**H**	m	561
Afflusso meteorico medio annuo sul bacino	**A**	mm	1786

Portate mensili

DS= deflusso medio annuo specifico (l/s*km²) = qMEDA

q MEDA=-−24.5694 + 0.00860 * H + 0.03416 * A l/s*km²

qGEN=-9.22903+0.01393*H+1.07292*DS l/s*km²
qFEB=1.31092-0.01554*H+1.61386*DS l/s*km²
qMAR=25.89552−0.01898 *H+1.20959*DS l/s*km²
qAPR=4.76336 − 0.00860 * H + 1.32368 * DS l/s*km²
qMAG=−0.27352 + 0.03265 * H + 0.33043 * DS l/s*km²
qGIU=−11.5468 + 0.02965 * H + 0.21325 * DS l/s*km²
qLUG=−4.60293 + 0.00332 * H + 0.30438* DS l/s*km²
qAGO=−5.71950 + 0.00479 * H + 0.26477 * DS l/s*km²
qSET=−9.25502 + 0.01354 * H + 0.41700 * DS l/s*km²
qOTT=−9.07111 + 0.01729 * H + 0.78930 * DS l/s*km²
qNOV=17.99109 − 0.02025 * H + 1.74324 * DS l/s*km²
qDIC=0.52727 − 0.05347 * H + 2.75737 * DS l/s*km²

Curva di durata delle portate

q10=6.59722*S$^{-0.010771}$*DS $^{0.912801}$ l/s*km^2

q91=1.11364*S$^{0.012334}$*DS$^{0.971628}$ l/s*km^2

q182=0.20538*S$^{0.046730}$*DS$^{1.191391}$ l/s*km^2

q274=0.01970*S$^{0.077859}$*DS$^{1.570269}$ l/s*km^2

q355=0.00024*S$^{0.116629}$*DS$^{2.455435}$ l/s*km^2

Tabella 6. Elementi caratteristici idrologici della sezione 2 definiti dallo Studio relativo alla disponibilità idrica

Implementando le equazioni sopra riportate possiamo così descrivere l'andamento idrologico del Torrente Stura alla sezione di presa.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Qmed [m³/s]	4,5860	6,3332	6,9723	5,8380	3,3896	1,4859	1,0507	0,8446	1,6637	3,5523	8,4065	9,0215	**4,4287**

Tabella 8. Portate medie mensili modello SIMPO

Giorni	Q [m³/s]
10	22,1466
91	4,6871
182	2,2991
274	1,0441
355	0,4104

Tabella 9. Curva di durata delle portate modello SIMPO

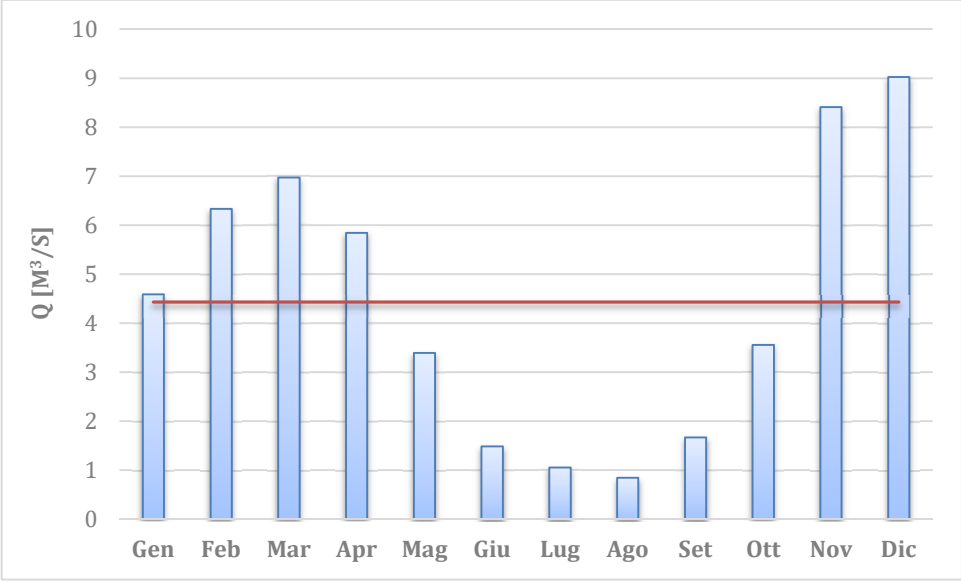


Figura 6. Portate medie mensili modello SIMPO

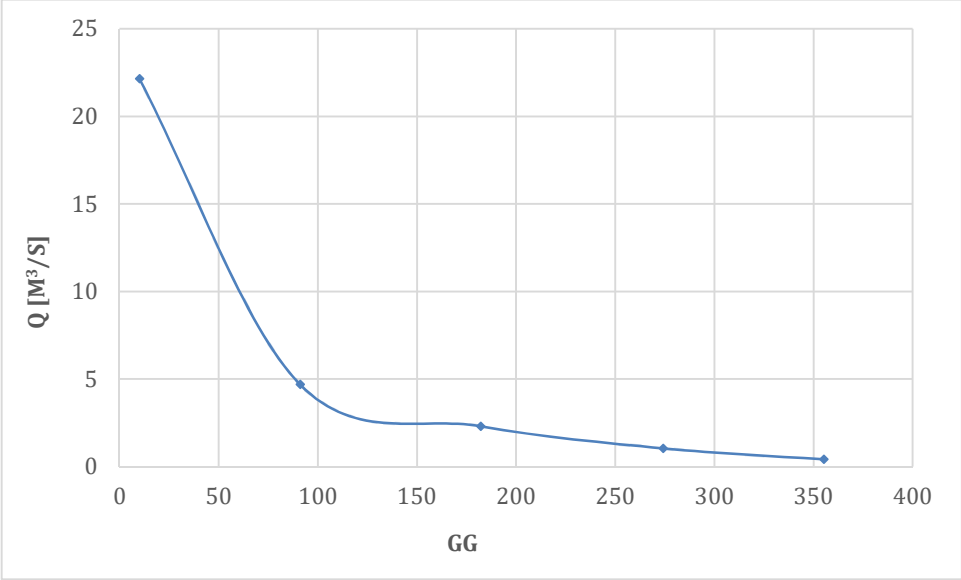


Figura 7. Curva di durata delle portate modello SIMPO

Come si può osservare attraverso le tabelle ed i grafici riportati in precedenza, l'analisi idrologica del modello SIMPO determina delle portate estive sensibilmente più alte rispetto a quelle definite dallo studio sul bilancio idrico. Queste portate risultano simili a quelle ottenute attraverso l'analisi dei dati di potenza della centrale della società Manifattura del Turchino.

2.6 Analisi idrologica definita dall'ing. Ranieri Costa in fase di rinnovo

Terminate le l'analisi idrologiche espresse in precedenza si va a riportare a seguito le **Considerazioni idrologiche conclusive** riportate al capitolo 4.4 della relazione tecnica generale redatta dall'ingegnere Ranieri Costa con oggetto la Richiesta di rinnovo concessione di derivazione idrica a scopi idroelettrici con contestuale aumento di portata derivata sul Torrente Stura. Le seguenti conclusione hanno avuto come fine ultimo la definizione di una nuova curva di durata, definita dall'ing. Costa, per poter descrive in modo adatto la risposta idrologica del bacino.

"… Dall'esposizione delle grandezze idrologiche appena esposte risulta chiaro che il Piano di Bacino sottostimi, sicuramente e significativamente, le portate di magra effettivamente effluenti nello Stura.

Si osserva, altresì, che in ragione della tipologia di opera di presa, con canale di invito posto a quota di gran lunga inferiore all'incile della briglia, non essendo mai stati predisposti dispositivi specifici atti al rilascio del DMV, le portate turbinate nel canale nei mesi estivi, sono, con ogni probabilità, prossime a quelle reali effluenti nello Stura. Cioè in pratica negli anni 1985 – 2015, nei mesi estivi, sostanzialmente veniva prelevata la totalità della portata effluente nello Stura.

Da queste ulteriori considerazioni si ricava che le portate indicate nello studio idrologico dell'ing. Dresda sono, con ogni probabilità eccessive.

Il sottoscritto ha, pertanto ipotizzato una curva di durata delle portate di andamento similare a quella ipotizzata nel piano di bacino, tarata, però, per le basse portate, sui valori di portata ottenuti dallo studio della potenza prodotta. In realtà si è assunta, cautelativamente, una portata effluente nello Stura leggermente maggiore di quella ricavata dai dati di produzione, per tenere conto che in estate potrebbero essere state condotte delle operazioni di manutenzione del canale (con conseguente interruzione della portata turbinata). Si è assunto quindi che la portata realmente effluente nello Stura sia lievemente maggiore (circa 30 l/s) di quella ottenibile dai dati delle potenze prodotte.

In pratica la curva di durata ipotizzata per lo Stura, utilizzata nel seguito per individuare la potenza nominale di concessione, ha andamento similare a quello del Piano di Bacino, sfasata, però rispetto alla stessa, per tutti i mesi dell'anno di circa 425 l/s. Lo sfasamento fra le due curve è pari alla differenza fra la portata garantita per 350 giorni l'anno dallo studio delle potenze prodotte (dati Manifattura del Turchino), e quella ipotizzata dal Piano di Bacino.

Si osserva che le portate disponibili dai dati di produzione permettono di tarare la curva delle durate per i mesi di magra, mentre non possono essere di aiuto per determinare la portata effluente nello Stura nei mesi invernali, in quanto la stessa è sicuramente superiore a quella transitante nel canale.

Al fine di determinare la produttività dell'impianto, comunque, non risultano determinanti i dati delle portate invernali in quanto non influenzano la portata prelevata dal canale (limitata dagli sfioratori).

Si riportano nelle seguenti tabelle le curve di durata ipotizzate. La curva rossa è quella assunta per lo studio della nuova concessione.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Q_{med} presa Costa [m³/s]	6,4815	6,0187	6,599	4,7398	3,5756	1,0788	0,6519	0,5174	1,2527	5,7982	6,4199	4,8552	**3,9650**

Tabella 10. Portate medie mensili analisi idrologica ing. Costa

Giorni	Q Costa [m³/s]
15	10,00
30	8,50
45	7,00
60	5,50
75	4,52
90	3,54
105	3,08
120	2,63
135	2,27
150	1,92
165	1,69
180	1,47
195	1,30
210	1,13
225	1,03
240	0,93
255	0,87
270	0,80
285	0,74
300	0,68
315	0,64
330	0,60
350	0,56
365	0,52

Tabella 11. Curve di durata delle portate analisi idrologica ing. Costa

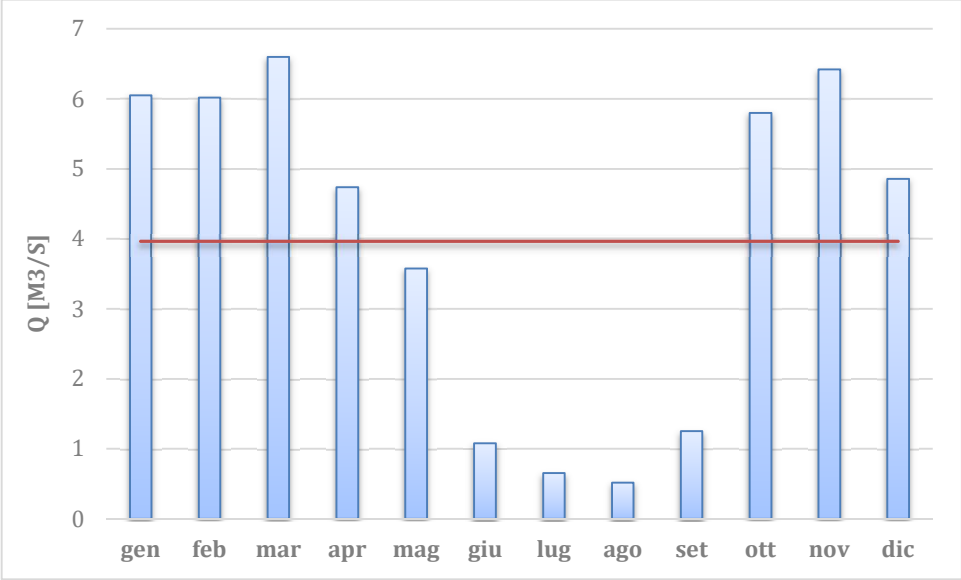


Figura 8. Portate medie mensili analisi idrologica ing. Costa

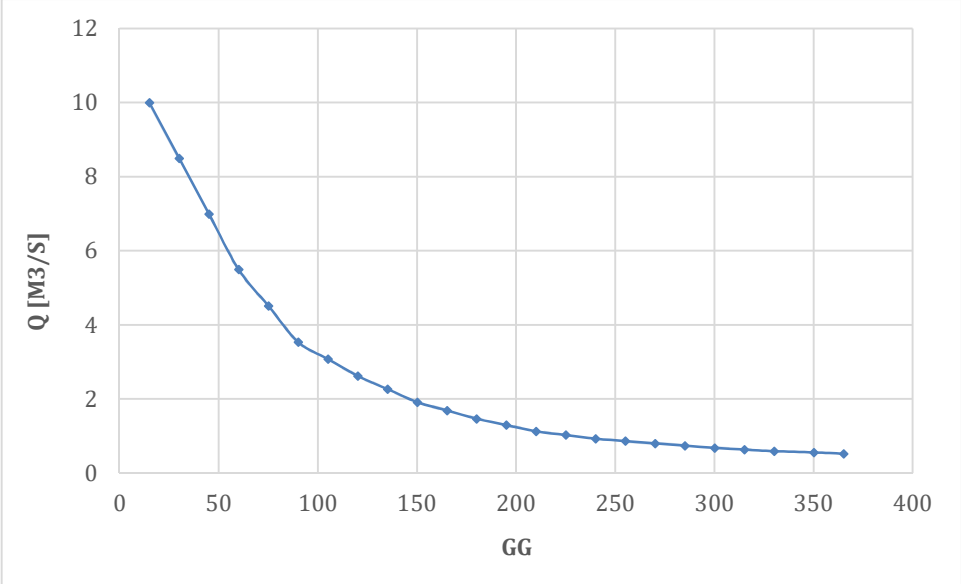


Figura 9. Curva di durata delle portate Curve di durata delle portate analisi idrologica ing. Costa

2.7 Scelta delle portate naturali di progetto

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

- Analisi idrologica condotta dall'ing. Dresda.
- Studio relativo alla disponibilità idrica dei corpi idrici significativi ricadenti nel Bacino del Fiume Po.
- Analisi idrologica delle portate derivate nei mesi estivi degli ultimi 30 anni attraverso l'elaborazione dei dati di potenza.
- Analisi idrologia attraverso il modello SIMPO.
- Analisi idrologica effettuata dall'ing. Costa

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Media
Q_{med} presa Dresda [m³/s]	4,462	4,924	6,616	5,039	5,231	1,770	0,693	0,655	1,732	5,308	8,193	5,154	**4,148**
Q_{med} presa Hydro-Co [m³/s]	5,6236	5,5932	6,1735	4,3143	3,1501	0,6533	0,2264	0,0919	0,8272	5,3727	5,9944	4,4297	**3,5375**
Q_{med} der. potenza elettriche [m³/s]	//	//	//	//	//	1,1639	0,6676	0,5326	0,7668	//	//	//	//
Q_{med} presa SIMPO [m³/s]	4,5860	6,3332	6,9723	5,8380	3,3896	1,4859	1,0507	0,8446	1,6637	3,5523	8,4065	9,0215	**4,4287**
Q_{med} presa Costa [m³/s]	6,4815	6,0187	6,599	4,7398	3,5756	1,0788	0,6519	0,5174	1,2527	5,7982	6,4199	4,8552	**3,9650**

Tabella 12. Paragone tra le portate medie mensili dei modelli idrologici

Giorni	Q Dresda [m³/s]	Q Hydro_CO [m³/s]	Q SIMPO [m³/s]	Q Costa [m³/s]
10	//	//	22,1466	//
30	7,50	//	//	8,50
60	6,03	5,0728	//	5,50
90	4,30	3,113	//	3,54
91	//	//	4,6871	//
120	3,10	2,2003	//	2,63
135	//	//	//	2,27
150	2,30	1,4928	//	1,92
180	1,85	1,0436	//	1,47
182	//	//	2,2991	//
210	1,50	0,7040	//	1,13
240	1,20	0,5059	//	0,93
270	1,00	0,3785	//	0,80
274	//	//	1,0441	//
300	0,80	0,2547	//	0,68
330	0,65	0,1698	//	//
355	//	//	0,4104	//
360	//	0,091	//	//
365	0,56	//	//	//

Tabella 13. Paragone tra le curve di portata dei modelli idrologici

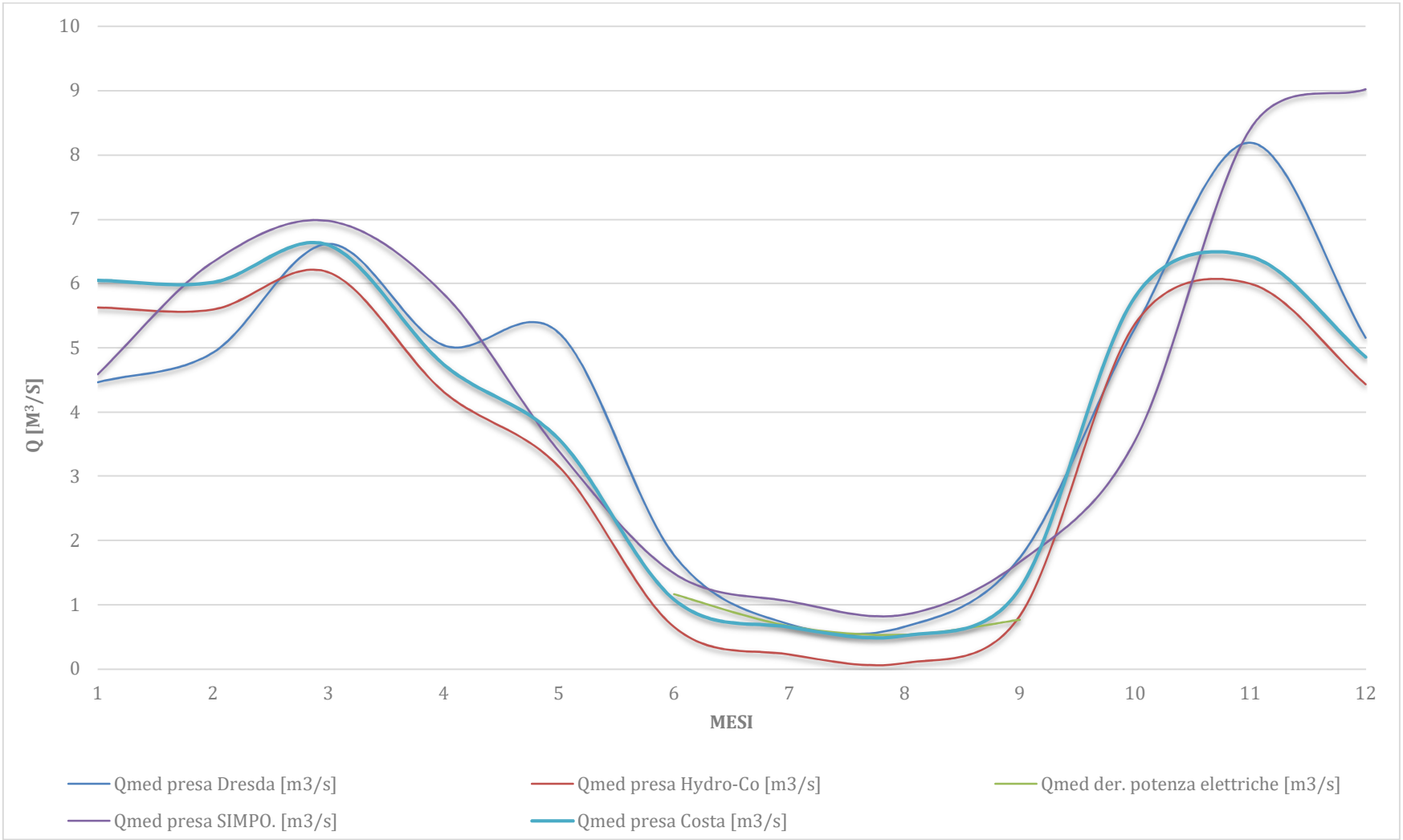


Figura 10. Paragone tra le portate medie mensili dei modelli idrologici

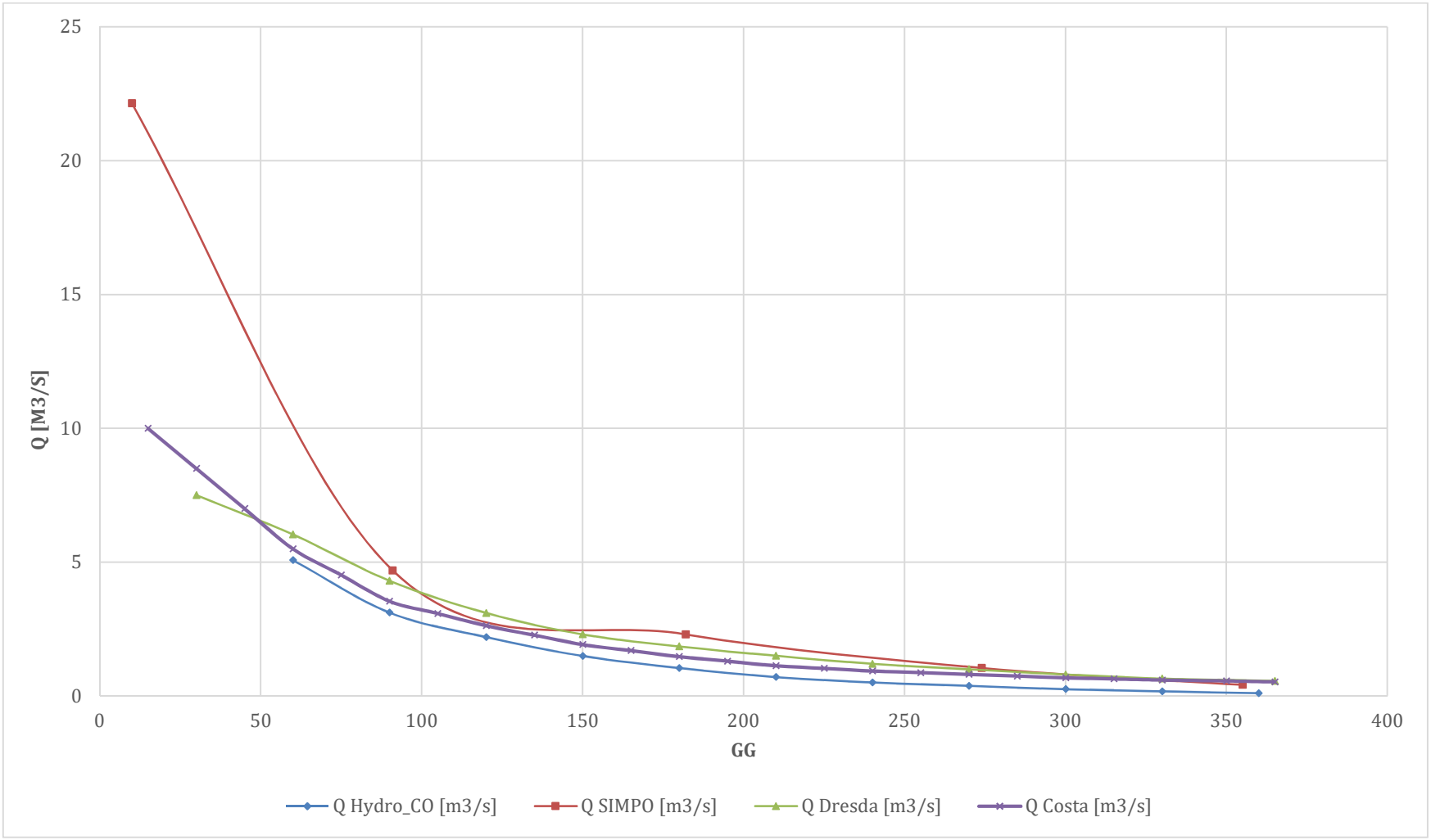


Figura 11. Paragone tra le curve di portata dei modelli idrologici

Precedentemente si può notare il raffronto tra le curve. La curva delle portate medie mensili del Torrente Stura, valutata nelle diverse modalità di calcolo presenta il medesimo andamento per tutte le curve prese in considerazione, le quali caratterizzano un comportamento di tipo appenninico. La stessa valutazione è stata effettuata sulle curve di durata delle portate.

Come si può osservare, analizzando le curve che descrivono l'andamento medio mensile, il modello Hydro_Co va a sottostimare in maniera sensibile il quantitativo di risorsa presente all'interno dell'alveo.

In seconda analisi si è osservato che invece il Modello SIMPO va a sovrastimare, in maniera importate, le porta presenti in alveo nei periodi primaverili ed invernali. Questo determina una curva di durata con valori molto alti fino alla Q90, per poi avere un andamento molto prossimo alle altre analisi.

Analizzando anche l'analisi del Dresda, si osservano valori di portata importanti e superiori al quelli definiti dallo studio di disponibilità idrica.

A questo punto si è scelto di adottare come dati di riferimento i dati di portata ottenuti dall'analisi idrologica effettuata dall'ing. Costa, adottata per il rinnovo e potenziamento consegnato in Provincia di Genova.

Si è scelto di adottare la suddetta analisi visto che sia l'andamento delle medie mensili che quello della curva di durata vanno a descrivere un andamento medio idrologico del bacino dandone una rappresentazione veritiera.

Analizzati questi aspetti si è scelto di adottare questi valori visto che permettono una valutazione idrologica/ambientale in via cautelativa, per le seguenti motivazioni:

- un andamento qualitativo e quantitativo molto simile ai dati, elaborati dalle potenze medie mensili, nel periodo di magra;
- un valore di portata media annua inferiore a quella definita dall'ing. Dresda e utilizzata ed avvalorata per il precedente rinnovo di concessione,
- un volume annuo naturale di risorsa inferiore rispetto a quello definito dal modello Dresda visto le diverse portate medie annue.

Si riportano a seguitole curve caratteristiche.

	Gen	**Feb**	**Mar**	**Apr**	**Mag**	**Giu**	**Lug**	**Ago**	**Set**	**Ott**	**Nov**	**Dic**	**Media**
Q_{med} presa Costa [m^3/s]	6,4815	6,0187	6,599	4,7398	3,5756	1,0788	0,6519	0,5174	1,2527	5,7982	6,4199	4,8552	**3,9630**

Tabella 14. Portate medie mensili definite dallo studio dell'ing. Costa

Giorni	Q Costa [m³/s]
15	10,00
30	8,50
45	7,00
60	5,50
75	4,52
90	3,54
105	3,08
120	2,63
135	2,27
150	1,92
165	1,69
180	1,47
195	1,30
210	1,13
225	1,03
240	0,93
255	0,87
270	0,80
285	0,74
300	0,68
315	0,64
330	0,60
350	0,56
365	0,52465

Tabella 15. Curva di durata delle portate definita dallo studio dell'ing. Costa

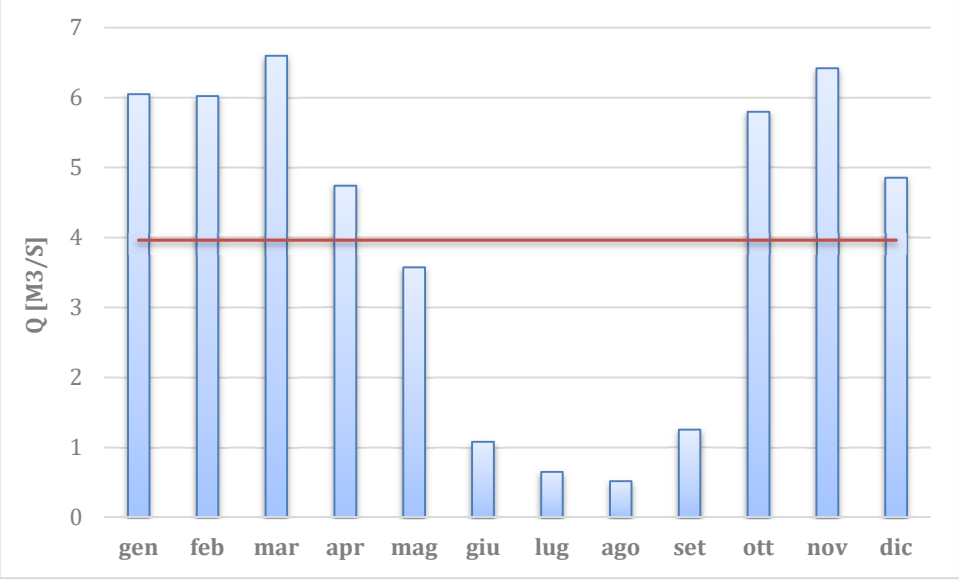


Figura 12. Portate medie mensili definite dallo studio dell'ing. Costa

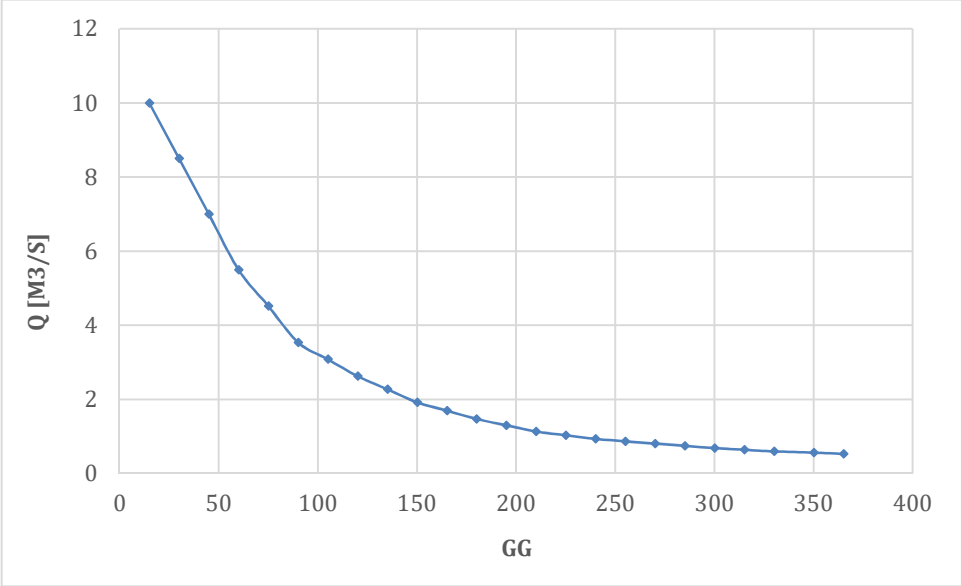


Figura 13. Curva di durata delle portate definita dallo studio dell'ing. Costa

2.8 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**.

2.8.1 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.

2.8.2 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 sitospecifico, 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.

2.8.3 Calcolo del DMV base o componente idrologica

Nel caso in esame il termine "$k*q_{meda}*S$" è già stato definito nel Piano regionale di Tutela delle Acque e nei Piani di bacino stralcio sul bilancio idrico. La sezione indagata a cui si fa riferimento è la Sezione 2, la quale si trova in prossimità dell'opera di presa.

Portata media [m³/s]	Superficie [m³/s]	K	DMV [m³/s]
3,54	105,90	0,0555	**0,1962**

Figura 16. Elementi caratteristici del DMV definiti dal PTA alla sezione 2

Definito il DMV attraverso il piano stralcio di Bacino idrico si è voluto ricalcolare il DMV, attraverso la nuova portata media definita dall'ing Costa calcolando la nuova portata Q_{meda}, e in seguito confrontandole.

Si riporta a seguito la tabella riassuntiva.

Portata media Costa [m³/s]	Superficie [m³/s]	K	DMV [m³/s]
3,965	105,90	0,0555	**0,220**

Figura 17. Elementi caratteristici del DMV definiti dall'analisi idrologica dell'ing. Costa alla sezione 2

Analizzati i due possibili valori di DMV si osserva che questi variano di poche decine di litri. Questa variazione è funzione della diversa portata media naturale stimata (Paino di bacino, Studio idrologico ing. Costa). Si è deciso di adottare come DMV idrologico quello calcolato attraverso l'analisi idrologica del ing. Costa visto che viene considerato come studio di riferimento idrologico.

A tale valore vanno applicati i fattori correttivi: M, Z(max di N, F,Q), A, T che tengono conto, ove necessario, delle particolari condizioni locali ed in particolare:

- I parametri M ed A esprimono la necessità di adeguamento della componente idrologica del DMV alle particolari caratteristiche morfologiche dell'alveo e delle modalità di scorrimento della corrente, nonché degli scambi idrici tra le acque superficiali e sotterranee;
- Il parametro Z (N, F, Q) esprime la maggiorazione della componente idrologica del DMV necessaria in relazione alle condizioni di pregio naturalistico, alla specifica destinazione d'uso della risorsa idrica e al raggiungimento degli obiettivi di qualità previsti dal Piano di Tutela delle Acque o in altri piani settoriali.
- Nel caso in cui ricorrano le condizioni per l'applicazione di almeno due dei parametri che compongono il fattore Z, si deve considerare il valore numericamente più elevato, idoneo a garantire una adeguata tutela anche per le altre componenti;
- Il parametro T descrive le esigenze di variazione del DMV nell'arco dell'anno determinate dagli obiettivi di tutela dei singoli tratti di corso d'acqua in particolare legate all'esigenza di tutela dell'ittiofauna, alla fruizione turistico-sociale, alla diluizione di inquinanti, alla diversificazione del regime di deflusso.

2.8.4 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 sotto riportate e considerando la suddivisione areale definita dalle tre Idro-Ecoregioni (HER 4 Alpi Meridionali - HER 9 Alpi Mediterranee e HER 10 Appennino Settentrionale) in cui è compreso il territorio regionale. La definizione delle Idro-Ecoregioni, 21 sul territorio italiano, discende da quanto previsto dalla Direttiva europea 2000/60 che per definire tali idrosistemi considera la geologia, l'orografia e il clima, che regolano la morfodinamica e i parametri idrochimici a scala di tratto fluviale, i principali fattori che determinano le caratteristiche degli ecosistemi d'acqua corrente a scala di bacino. Pertanto all'interno di ogni HER, gli ecosistemi di acqua corrente presentano una variabilità limitata per le caratteristiche chimiche, fisiche e biologiche, oltre che un simile pattern di variazione longitudinale.

CLASSE MORFOLOGICA (CM)		VALORE M
CM1	Reticolo di versante in ambiente montano alpino	0,90
CM2	Aste di fondovalle in ambiente montano alpino con alveo-tipo tendenzialmente unicursale o pluricursale con pendenze inferiori/uguali al 10%	1,10
CM3	Reticolo di versante e di fondovalle in ambiente montano appenninico, pedemontano alpino o collinare	1,10
CM4	Reticolo idrografico naturale di pianura	1,15

Figura 18. Classificazione morfologica

FASCE ALTIMETRICHE (metri)	
0 – 300	PIANURA
301 - 600	COLLINA
> 600	MONTAGNA

PENDENZE %
0-10
11-35
>35

Figura 19. Fasce altimetriche e pendenze caratteristiche

L'individuazione delle diverse classi morfologiche si ottiene attraverso una matrice che incrocia le fasce altimetriche con le pendenze e contemplando anche le Idro-Ecoregioni consente di ottenere quanto riportato nella tabella seguente.

	PENDENZE %		
	0-10	11-35	> 35
FASCE ALTIMETRICHE (metri)			
0 - 300	CM4	CM3	CM3
300 - 600	CM3	CM 3	CM3
> 600	HER 4/HER 9 CM2	CM3	HER4/HER 9 CM1
	HER 10 CM3		HER 10 CM3

Figura 20. Matrice delle condizioni morfologiche

Dalla cartografia disponibile on-line dal sito della Regione Liguria – Ambiente si evince che la zona in cui è ubicata l'opera di presa è classificata come CM3 e pertanto il parametro **M assume valore pari a 1,10**.

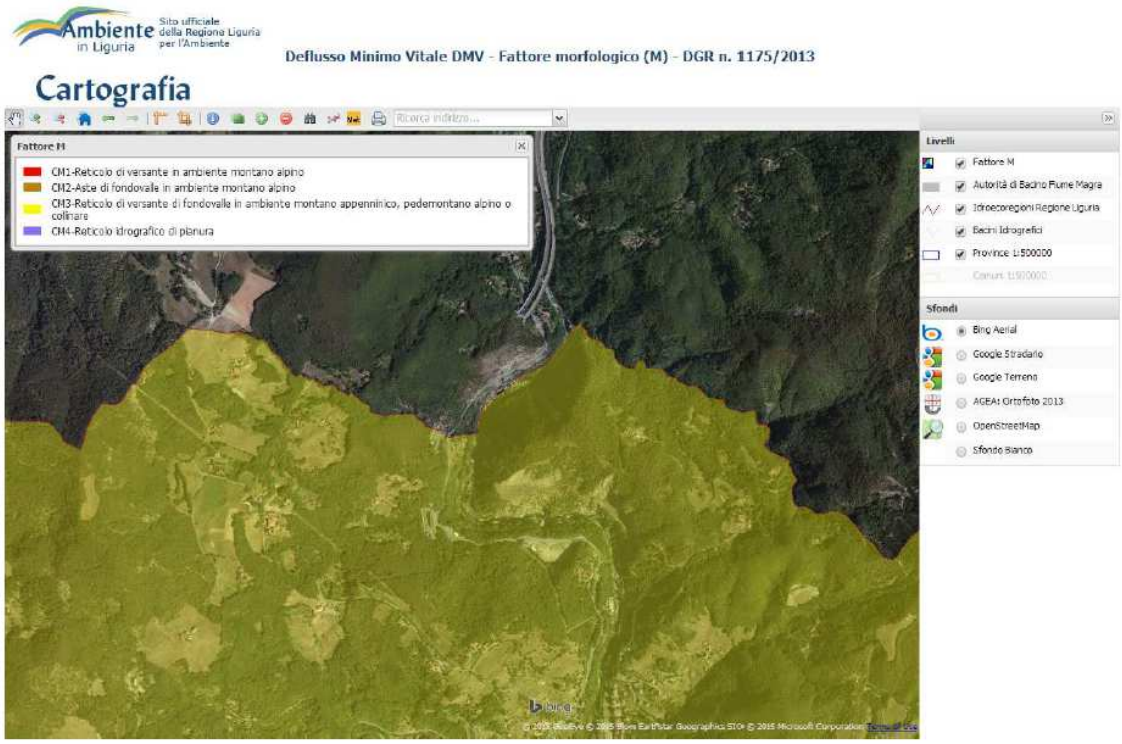


Figura 14. Cartografia fattore morfologico

Il parametro N esprime le esigenze di maggiore tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità. I valori del parametro N, come indicato all'Allegato II del Piano di Tutela delle Acque, sono maggiori o uguali a 1; devono essere previsti valori di N maggiori di 1 almeno per:

- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi nazionali e riserve naturali dello Stato;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio di parchi e riserve naturali regionali;

- i corsi d'acqua compresi nel territorio delle zone umide dichiarate "di importanza internazionale" ai sensi della convenzione di Ramsar del 2 febbraio 1971, resa esecutiva con il decreto del Presidente della Repubblica del 13 marzo 1976, n. 448, sulla protezione delle zone umide;
- i corsi d'acqua compresi nel territorio dei siti di importanza comunitaria e delle zone di protezione speciali, individuate ai sensi delle direttive 92/43/CEE "Conservazione degli habitat" e 79/409/CEE, di cui al decreto ministeriale 3 aprile 2000 del Ministro dell'Ambiente, pubblicato sulla G.U. 22 aprile 2000, n. 95, supplemento ordinario n. 65;
- i corsi d'acqua che, ancorché non compresi nelle precedenti categorie, presentino un rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica, che presentano un elevato grado di sostenibilità ecologica ed economica;

Le informazioni regionali disponibili sulla presenza degli habitat di cui all'Allegato I della direttiva 92/43/CEE si basano attualmente sulla cartografia "Biodiversità – habitat natura 2000" pubblicata sul repertorio cartografico regionale; tale livello informativo è solo parzialmente adeguato allo scopo in quanto la carta ha copertura territoriale parziale ed inoltre è in fase di revisione. Si rende tuttavia necessario pervenire, nelle more di un maggior dettaglio delle conoscenze sulle emergenze naturalistiche e della revisione della carta degli habitat, alla determinazione di un valore el Parametro N maggiore di 1 che tuteli, in regime di salvaguardia, le seguenti aree:

- Area SIC individuata ai sensi della Direttiva 92/43/CEE;
- Area ZPS individuata ai sensi della Direttiva 79/409/CEE;
- Aree Protette Nazionali o Regionali.

L'area in cui è ubicata l'opera di presa risulta esclusa da:

- parchi e riserve naturali regionali e nazionali;
- zone umide dichiarate "di importanza internazionale";
- SIC siti di importanza comunitaria e ZPS zone di protezione speciali;
- aree di rilevante interesse scientifico, naturalistico, ambientale e produttivo in quanto costituenti habitat di specie animali o vegetali rare o in via di estinzione, ovvero in quanto sede di complessi ecosistemi acquatici meritevoli di conservazione o, altresì, sede di antiche e tradizionali forme di produzione ittica,

Inoltre il corso d'acqua non interessa SIC nè aree protette nazionali o regionali

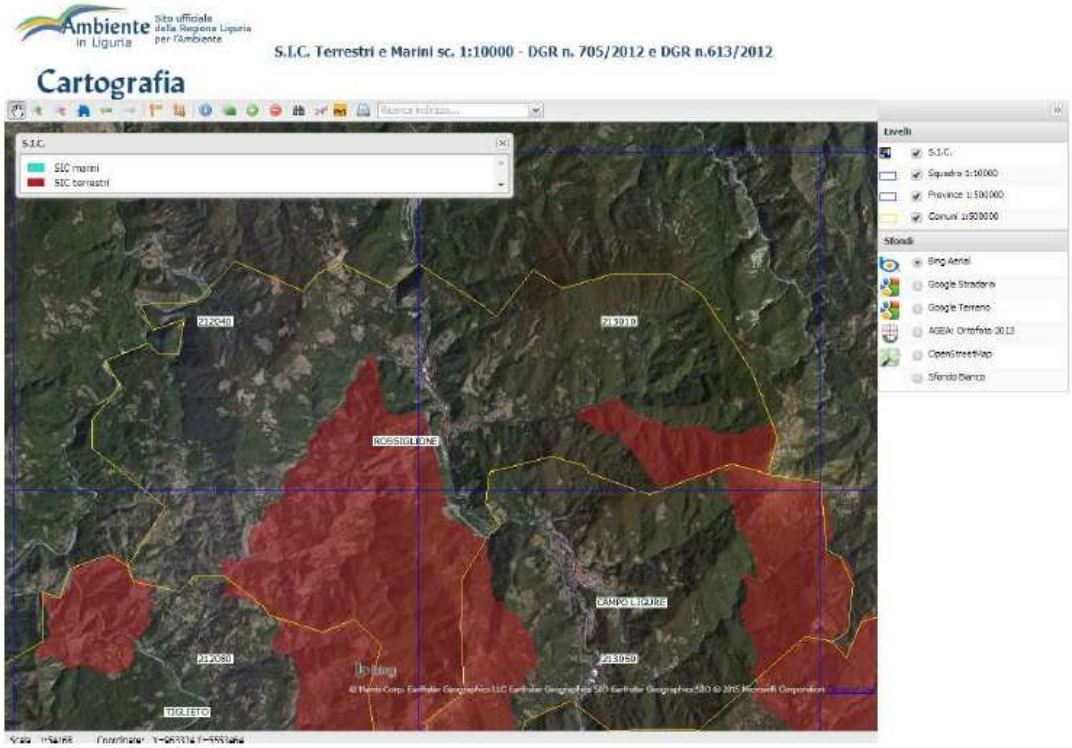


Figura 15. Cartografia del S.I.C.

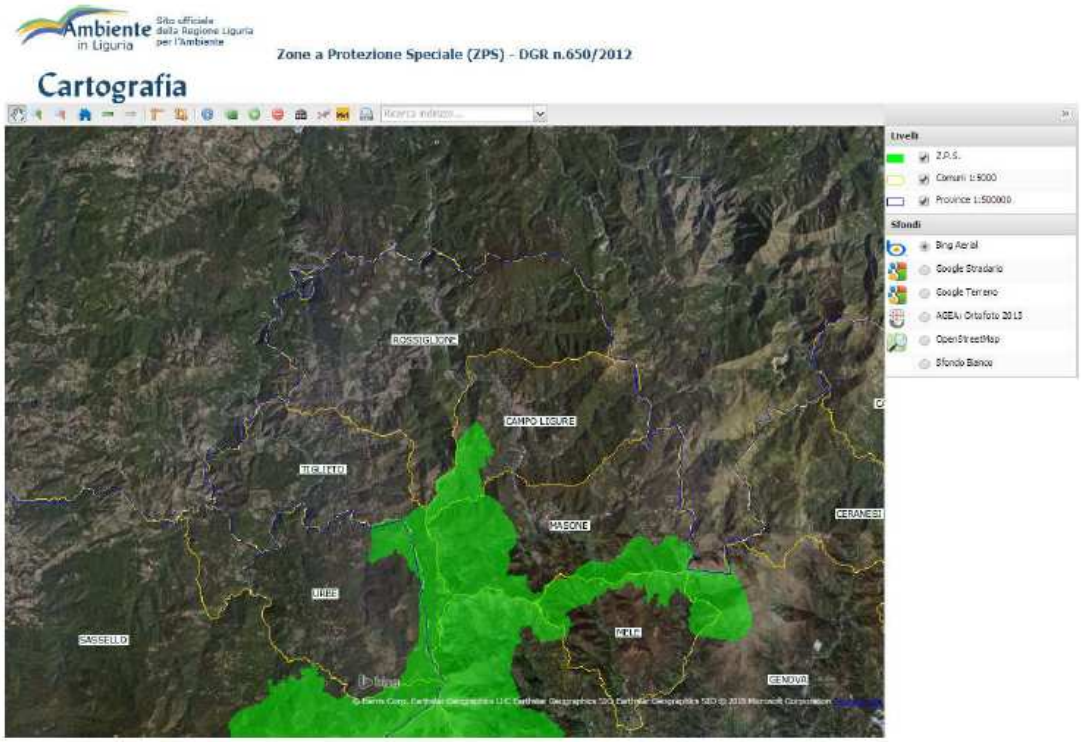


Figura 16. Cartografia delle zone a protezione speciale (ZPS)

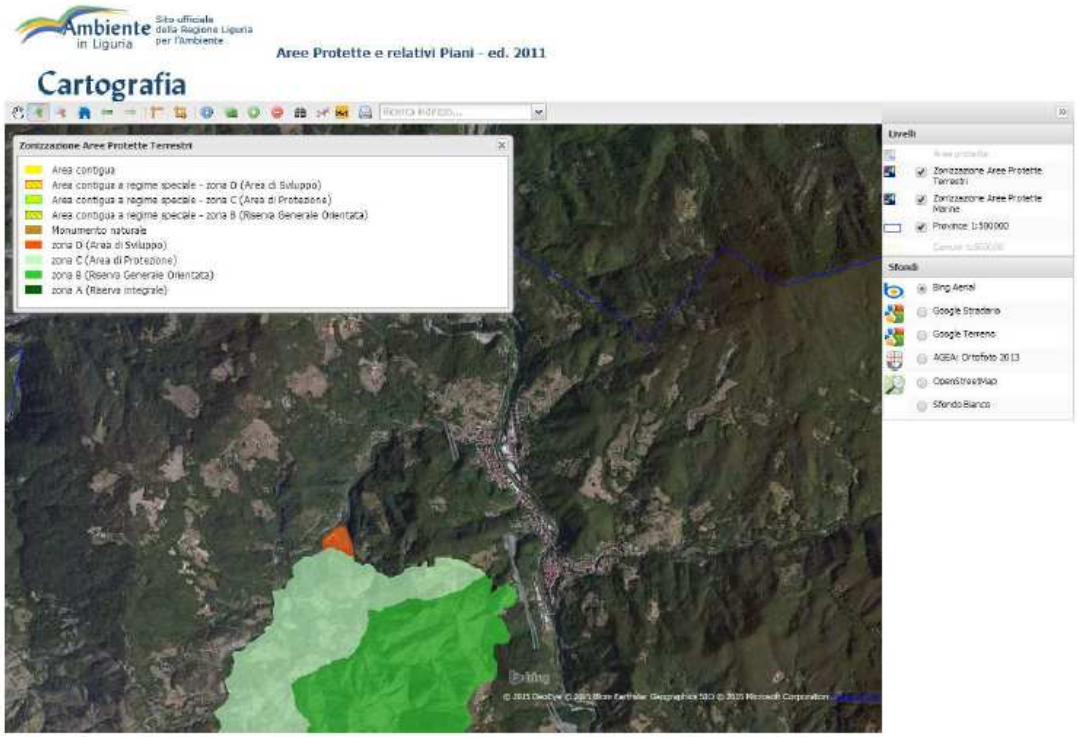


Figura 17. Cartografia aree protette e relativi piani

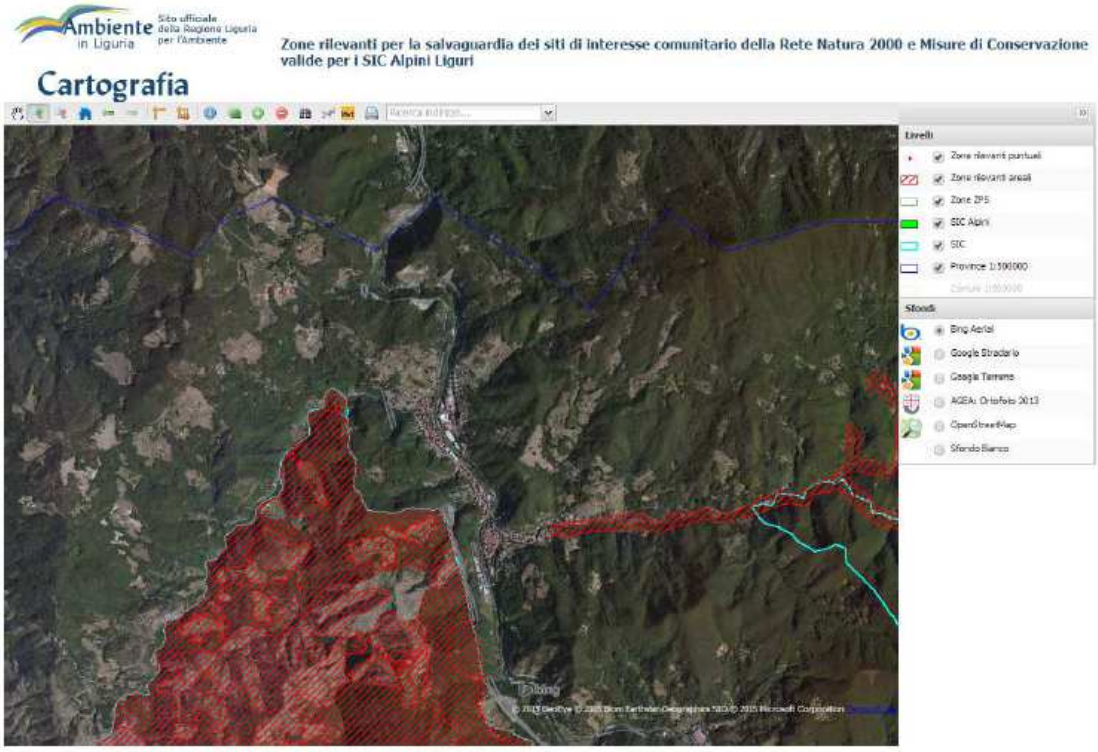


Figura 18. Cartografia delle zone rilevanti per la salvaguardia dei siti d'interesse comunitario delle rete natura 2000

2.8.5 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. I valori del parametro Q sono maggiori o uguali a 1. Valori maggiori di 1 devono essere previsti laddove la riduzione dei carichi inquinanti provenienti da sorgenti puntiformi, ottenuta applicando le più efficaci tecniche di depurazione, e da sorgenti diffuse non sia sufficiente a conseguire gli obiettivi di qualità. Il parametro Q viene modulato in un intervallo compreso tra 1 e 1,6, assegnando i valori in base allo stato dei corpi idrici superficiali tipizzati con D.G.R. n. 430/2009. Nella modulazione del parametro si è stabilito di dare più peso allo Stato Ecologico (SE) rispetto allo Stato Chimico (SC), in quanto la classificazione ecologica, in base al principio ispiratore della Direttiva 2000/60/CE, è il criterio di valutazione principale; infatti l'efficienza dei processi dell'ecosistema e la sua capacità di ospitare comunità animali e vegetali sufficientemente ricche e diversificate sono direttamente correlati con l'obiettivo di salvaguardia ambientale.

La formula adottata è la seguente:

$$Q = 0{,}3 \cdot \mathrm{SC} + 0{,}7 \cdot \mathrm{SE}$$

Dove:

- 0,3 e 0,7 sono i pesi attribuiti rispettivamente allo SC e allo SE
- Lo Sc e lo SE sono i valori attribuiti allo SC ed allo SE come sotto riportato.

Stato Chimico	Valore
Buono	1
Non Buono	1,2
Stato Ecologico	**Valore**
Elevato	1
Buono	1
Sufficiente	1,4
Scarso	1,6
Cattivo	1,8

Figura 21. Classificazione stato chimico

Applicando alla formula riportata in precedenza si ottengono i seguenti valori di Q:

		Stato Chimico	
		Buono	Non Buono
Stato Ecologico	Elevato	1,0	1,1
	Buono	1,0	1,1
	Sufficiente	1,3	1,3
	Scarso	1,4	1,5
	Cattivo	1,6	1,6

Figura 22. Matrice dello stato chimico

Q è stato applicato dalla Regione Liguria al corpo idrico superficiale tipizzato e all'area idrografica a questo afferente individuata partendo dal reticolo idrografico tipizzato con D.G.R. n. 430/2009 e dal modello digitale del terreno (DTM) a maglia 50mx50m, generato da una "ricampionatura'' del DTM 5mx5m. Per le aree non individuate come afferenti ai corpi idrici tipizzati il valore di Q è posto uguale ad 1. Inoltre se a valle dell'area idrografica ove ricade l'intervento si trova un corpo idrico con un valore di Q maggiore di quello a monte deve essere considerato il valore di Q più elevato. La suddetta "correzione" non si applica nel caso di impianti con restituzione nella stessa area idrografica in cui è presente l'opera di presa. Nel caso in cui il corpo idrico superficiale risulti nella D.G.R. n. 1615/2012 nello stato "Da monitorare 2012-2014" è stato usato il dato della classificazione contenuto nel Piano di Tutela delle Acque di cui alla D.C.R. n.32/2009. Infine nel caso di impianti mini idroelettrici il valore di SC deve essere sempre posto uguale ad 1, indipendentemente dagli esiti della classificazione dello SC.

Per l'area in analisi il valore di Q risulta pari a 1 come da cartografia Regione Liguria.

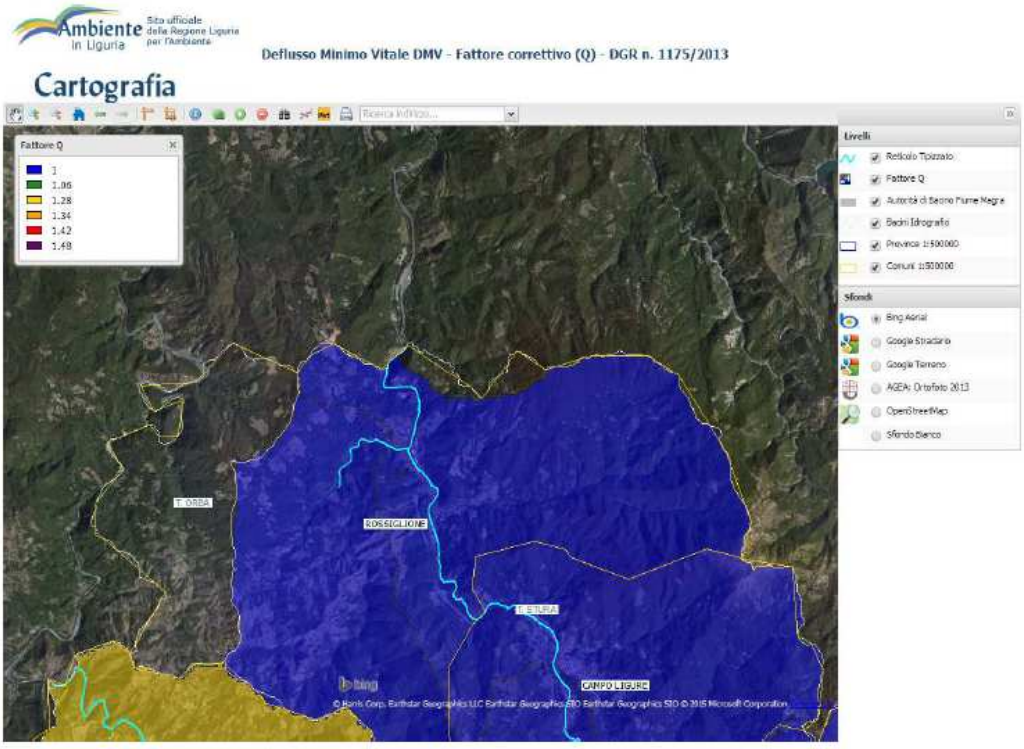


Figura 19. Cartografia del fattore correttivo Q

2.8.6 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.

Si riporta a seguito la definizione DMV.

$$\textbf{DMV (m}^3\textbf{/s)} = k*q_{meda}*S*M*Z*A*T = 0{,}220\ m^3/s*1{,}10*1*1*1 \textbf{= 0,242 m}^3\textbf{/s}$$

con:

- DMV idrologico= $k*q_{meda}*S = 0{,}220\ m^3/s$;
- M = 1,10,
- Z = il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, = 1,00,
- con:
  - N = 1,00;
  - F = 1,000
  - Q = 1,00;
  - A = 1,00;
  - T = 1,00.

2.8.7 Modulazione del DMV

Analizzato il DMV si è deciso di effettuare una modulazione del rilascio per permettere una ancor più ampia mitigazione ambientale per il rinnovo e potenziamento 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 valutare il rilascio utilizzando la paratoia sghiaiartice esistente.

Si è scelto di operare in questo modo per rendere più facile e sicuro il rilascio della portata a valle della traversa visto l'impossibilità di andar a realizzare altri sistemi di rilascio del Deflusso Minimo Vitale, visto l'esistenza delle opere la loro difficile variazione statica e strutturale.

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 23. Modulazione di Tipo A

2.8.8 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 tipologia di rilascio attraverso la paratoia esistente la quale rilasci la stessa o maggior quantità di risorsa definita con la Tipologia A.

Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qmed presa [m³/s]	6,482	6,019	6,599	4,740	3,576	1,079	0,652	0,517	1,253	5,798	6,420	4,855
DMV base [m³/s]	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242	0,242
Modulazione [m³/s]	0,624	0,578	0,636	0,450	0,333	0,084	0,041	0,028	0,101	0,556	0,618	0,461
DMV totale [m³/s]	0,866	0,820	0,878	0,692	0,575	0,326	0,283	0,270	0,343	0,798	0,860	0,703

Tabella 24. Portate naturali, DMV base, Modulazione A e DMV totale

Giorni	Q presa [m³/s]	DMV base [m³/s]	Modul. A [m³/s]	DMV tot [m³/s]	Q rilasciata [m³/s]
15	10.000	0.242	0.976	1.218	7,900
30	8.500	0.242	0.826	1.068	6,400
60	5.500	0.242	0.526	0.768	3,400
90	3.540	0.242	0.330	0.572	1,440
135	2.270	0.242	0.203	0.445	0,420
180	1.470	0.242	0.123	0.365	0,365
270	0.800	0.242	0.056	0.298	0,298
365	0.524	0.242	0.028	0.270	0,270

Tabella 25. Curva di durata delle portate naturali, DMV base, Modulazione A, DMV totale e portate rilasciate

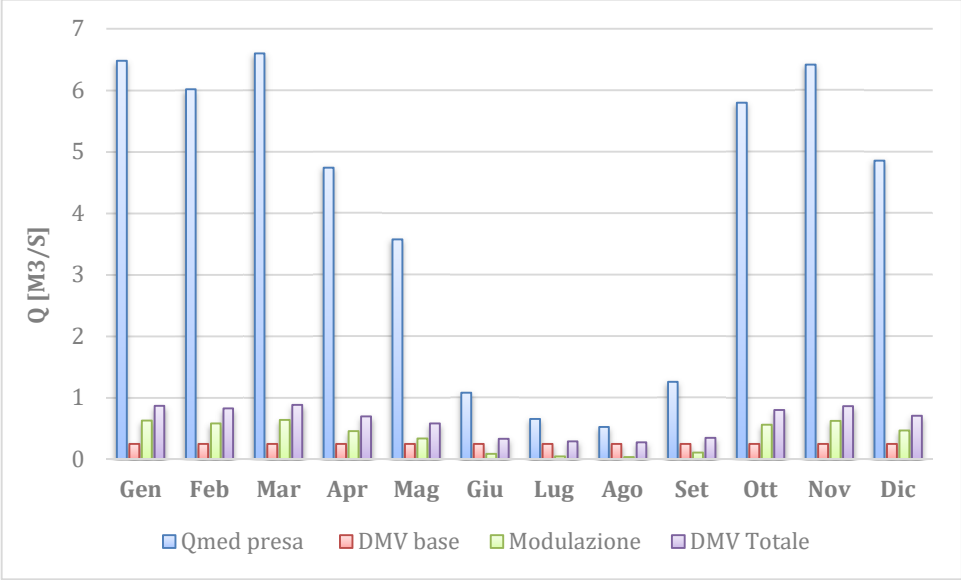


Figura 20. Portate naturali, DMV base, Modulazione A, DMV totale

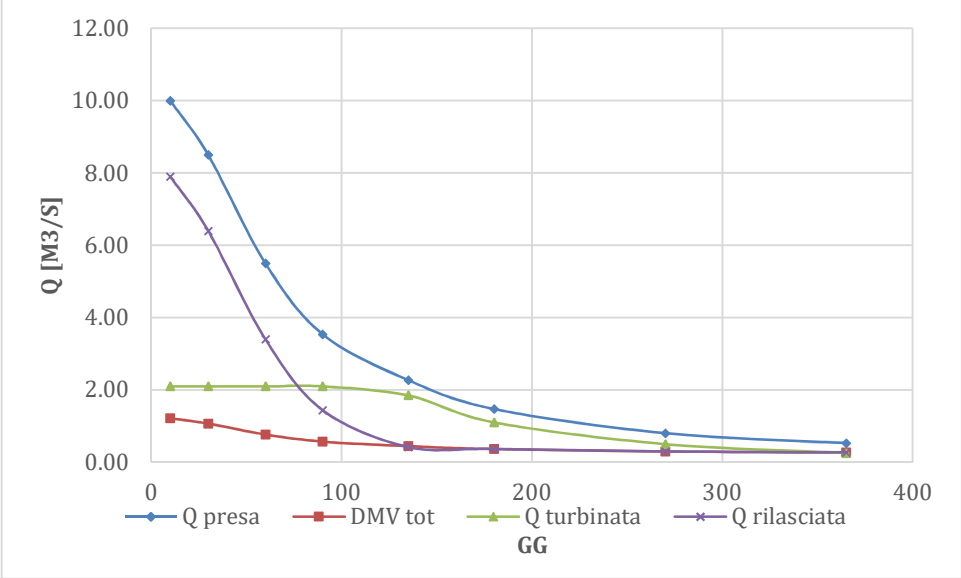


Figura 21. Portate naturali, DMV totale, portata turbinata e portata rilasciata

Analizzate le tabelle ed i grafici riportati in seguito si può definire un volume di risorsa rilasciata ottenuto all'integrarle sotto la curva $Q_{rilasciata}$ il quale descrive un volume pari a m^3 **47.835.780,1**.

Questo volume annuo servirà come riferimento per la calibrazione del rilascio attraverso la paratoia esistete sulla traversa, la quale dovrà "emettere" un volume pari o superiore a quello riportato in precedenza.

2.8.9 Rilascio e Modulazione attraverso la paratoia esistente

Analizzata la modulazione di tipo A al 10% ed ottenuto il volume annuo rilasciato da questa configurazione si è passati alla calibrazione del sistema di rilascio per poter rilasciare un volume annuo uguale o superiore a quello definito in precedenza. D'accordo con la committenza si prevede di rilasciare il deflusso minimo vitale tramite la paratoia presente sulla briglia, precedentemente utilizzata ai soli fini manutentivi.

La paratoia verrà lasciata sollevata, in maniera permanente (salvo necessità manutentive), di circa 9 cm dal suo fondo in base a calcoli riportati in seguito.

Il sollevamento della paratoia è stata calcolato adottando due ipotesi di tipo conservativo:

- la prima che la briglia non crei a monte alcun invaso e che quindi il livello, nei periodi di magra, sia direttamente determinato dal livello della corrente nel canale. Per il calcolo del battente della corrente si è ipotizzato un comportamento a moto uniforme nel canale di adduzione visto la sua sezione pressoché costante ed una estensione sensibilmente rettilinea.
- la seconda è aver imposto un DMV istantaneo da rilasciare per la portata Q_{365}.

Attraverso le valutazioni idrologiche effettuate precedentemente si è ottenuto un DMV base da rilasciare paria a 242 l/s.

Analizzando l'impianto esistente e la richiesta di potenziamento si è deciso di adottare un DMV pari almeno al DMV calcolato per il mese di Agosto (massimo mese di magra) con una modulazione di Tipo A il quale risulta pari a 270 l/s. Utilizzando questo DMV iniziale, nelle condizioni di minima portata, all'incremento della portata naturale in arrivo ed al rispettivo aumento del battente sull'apertura non si è potuto giungere ad un volume di rilascio pari o superiori al volume definito con la tipologia di modulazione A. Per questo si è scelto un DMV iniziale per il mese di Agosto pari a 280 l/s valore sensibilmente superiore al DMV base calcolato e superiore di circa 10 l/s al DMV totale modulato per tipologia A.

Si assume che a monte della briglia il livello minimo dell'acqua (garantito per 365 giorni) sia pari a 265,68 m ovvero pari a circa + 0,32 m rispetto al fondo del canale (+265,36) in accordo al tirante idraulico instaurantisi nel canale in moto uniforme, per la portata minima avente valore

$$\mathbf{Q_{365Canale} = Q_{365Stura} - Q_{DMV} = 524\ l/s - 280\ l/s = 244\ l/s.}$$

Si ricava che il battente minimo garantito sul fondo della paratoia sia pari ad almeno

$$\mathbf{H = 265{,}68 - 264{,}43 = 1{,}25\ m}.$$

Definito il battente a monte della paratoia si determina il sollevamento della paratoia necessario a garantire un efflusso uguale al DMV, determinato in precedenza pari a circa 280 l/s.

Per la determinazione dell'ampiezza dell'apertura si è seguita la legge degli efflussi da luce sottobattente.

Si riporta a seguito l'equazione che ne descrive le condizioni.

$$Q = \mu \cdot A \cdot B \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot H}$$

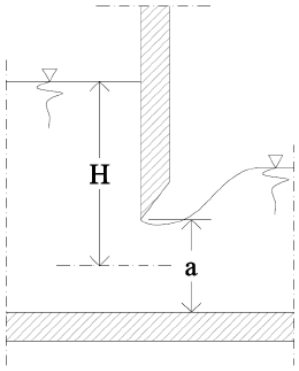


Figura 17. Schematizzazione della paratoia con luce sottobattente

Dove:

- H Carico sul centro luce
- A altezza della luce pari a 9 cm
- B larghezza paratoia pari a 1,05 m
- μ coefficiente di riduzione riportato nella tabella seguente

H/a	2	3	5	7	10	Infinito
0°	0,536	0,552	0,571	0,581	0,589	**0,611**
30°	0,578	0,609	0,640	0,654	0,664	0,692
45°	0,614	0,653	0,687	0,704	0,716	0,747
60°	0,654	0,707	0,747	0,765	0,778	0,814

Tabella 26. Coefficiente di riduzione

Mantenendo costate l'apertura della bocca sottobattente per tutto l'arco di funzionamento annuale e dell'impianto, al variare dell'altezza all'interno del canale di adduzione e di conseguenza l'altezza a monte della paratoia si ha un incremento della portata rilasciata dalla bocca sottobattente.

Questo effetto fa sì che con portate uguali o superiori a quella di massima derivazione si ha l'instaurarsi dell'effetto di accumulo della traversa facendo sì che il livello del pelo libero si porti al livello di coronamento della traversa pari a 266,91 m s.l.m. con un battente a monte della paratoia (2,48 m) che permetta il rilascio di circa 400 l/s.

Per i regimi idrologici compresi tra il minimo della portata naturale Q_{365} e la portata massima di derivazione si avrà un incremento del battente all'interno del canale di adduzione e di conseguenza, un aumento del battente a monte della paratoia. Queste condizioni fanno sì che la portata rilasciata dalla luce sottobattente sia diversa e sempre superiore a quella rilasciata come step iniziale pari aa 280 l/s.

Si riportano a seguito la tabella riassuntiva.

	Z [m]	H [m]	QDMV[m³/s]	Q_{canale}[m³/s]	$Q_{naturale}$ [m³/s]
Sfioro traversa	266,91	2,48	0,399	2,050	2,449
	266,81	2,38	0,391	1,889	2,280
	266,71	2,28	0,382	1,730	2,112
	266,61	2,18	0,374	1,572	1,946
	266,51	2,08	0,365	1,416	1,781
	266,41	1,98	0,356	1,263	1,619
	266,31	1,88	0,346	1,112	1,458
	266,21	1,78	0,337	0,963	1,299
	266,11	1,68	0,327	0,816	1,143
	266,01	1,58	0,317	0,673	0,990
	265,91	1,48	0,306	0,535	0,841
	265,81	1,38	0,296	0,403	0,699
	265,80	1,37	0,294	0,390	0,685
	265,79	1,36	0,293	0,378	0,671
	265,78	1,35	0,292	0,365	0,657
	265,77	1,34	0,291	0,353	0,644
	265,76	1,33	0,290	0,341	0,630
	265,75	1,32	0,289	0,328	0,617
	265,74	1,31	0,288	0,316	0,604
	265,73	1,30	0,287	0,304	0,591
	265,72	1,29	0,285	0,292	0,578
	265,71	1,28	0,284	0,281	0,565
	265,70	1,27	0,283	0,269	0,552
	265,69	1,26	0,282	0,258	0,540
	265,68	1,25	0,281	0,246	0,527

Tabella 27. Effetto di rilascio del DMV attraverso la paratoia sottobattente con apertura di 9 cm

Si riportano a seguito le tabelle riassuntiva per il rilascio del DMV attraverso la paratoia esistente.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qmed presa [m³/s]	6,482	6,019	6,599	4,740	3,576	1,079	0,652	0,517	1,253	5,798	6,420	4,855
DMV [m³/s]	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,322	0,292	0,280	0,334	0,400	0,400	0,400

Tabella 28. Portate medie mensili naturali, DMV attraverso la paratoia

Giorni	Q presa [m³/s]	DMV tot [m³/s]	Q rilasciata [m³/s]
15	10.000	0,400	7,900
30	8.500	0,400	6,400
60	5.500	0,400	3,400
90	3.540	0,400	1,440
135	2.270	0,390	0,390
180	1.470	0,347	0,347
270	0.800	0.303	0,303
365	0.524	0.280	0,280

Tabella 29. Curva di durata delle portate naturali, DMV attraverso la paratoia e portata rilasciata

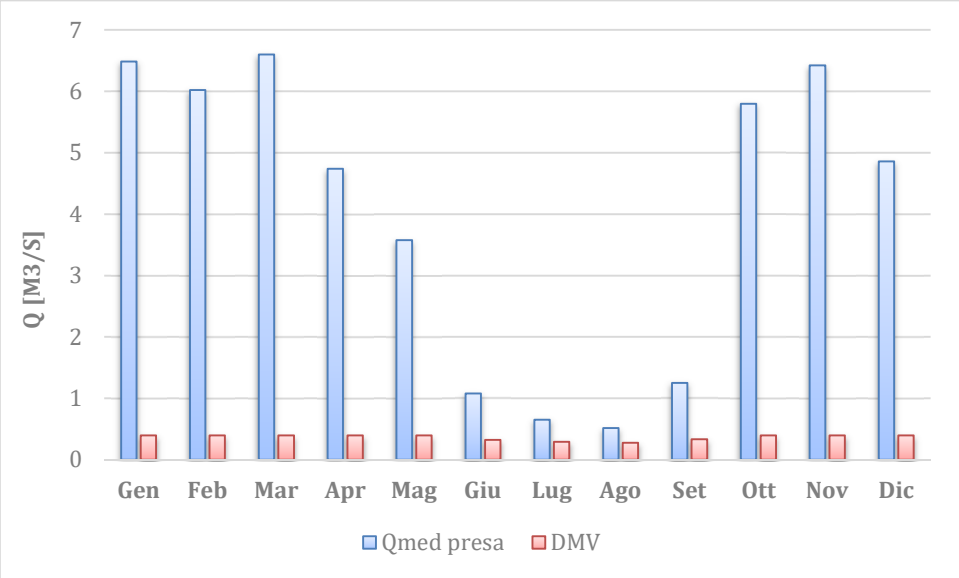


Figura 22. Portate medie mensili naturali, DMV attraverso la paratoia

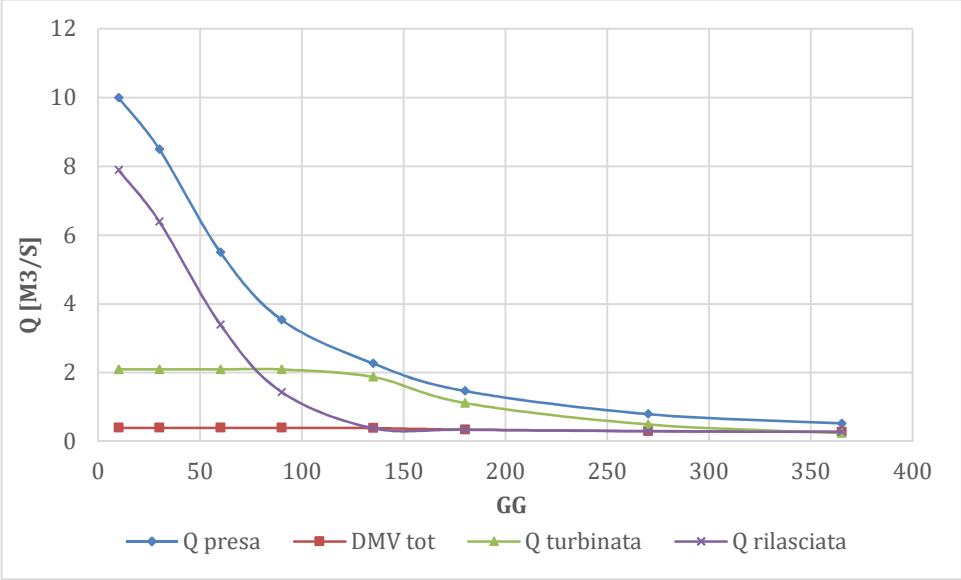


Figura 23. Curva di durata delle portate naturali, DMV attraverso la paratoia e portata rilasciata

Analizzate le tabelle ed i grafici riportati in seguito si può definire un volume di risorsa rilasciata ottenuto all'integrarle sotto la curva $Q_{rilasciata}$ il quale descrive un volume pari a **m^3 47.848.796,220**.

Grazie alla su scritta metodologia il volume rilasciato dalla paratoia risulta superiore e quello definito dal rilascio attraverso un eventuale modulazione di Tipo A del DMV.

Questa scelta di modulazione, con i rispettivi volumi di rilascio, permetterà di definire le portate caratteristiche del rinnovo e potenziamento.

Le considerazioni effettuate nel capitolo precedenti sono state avvalorate attraverso considerazioni che prediligono l'aspetto ambientale; come richiedono le nuove direttive ambientali e di progettazione per impianti idroelettrici a tratto sotteso ecocompatibili.

Si sottolinea che la committenza ha presentato la domanda di rinnovo e potenziamento presso gli uffici provinciali preposti, avendo comunicato come valore di DMV il valore di DMV idrologico definito dal Paino di bacino.

Si specifica che al termine della procedura di screening verrà aggiornato il quadro di riferimento idrologico presso tutti gli enti interessati comunicando il nuovo valore di DMV e le rispettive portate di riferimento.

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 il rinnovo e potenziamento dell'impianto idroelettrico in oggetto. 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 = 2.100 l/s portata massima derivabile;
- Qmed = 1.251 l/s portata minima derivabile.

Come scritto precedentemente il DMV varia in funzione della portata naturale in arrivo ed il rispettivo incremento di livello a monte della paratoia esistente.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qmed presa [m³/s]	6,482	6,019	6,599	4,740	3,576	1,079	0,652	0,517	1,253	5,798	6,420	4,855
DMV [m³/s]	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,322	0,292	0,280	0,334	0,400	0,400	0,400

Tabella 30. Portate medie mensili naturali, DMV attraverso la paratoia

Giorni	Q presa [m³/s]	DMV tot [m³/s]
15	10.000	0,400
30	8.500	0,400
60	5.500	0,400
90	3.540	0,400
135	2.270	0,390
180	1.470	0,347
270	0.800	0.303
365	0.524	0.280

Tabella 31. Curva di durata delle portate naturali, DMV attraverso la paratoia

Analizzata la curva di durata delle portate giornaliere e quella del DMV si sono definite le portate caratteristiche dell'impianto. La portata massima di derivazione è stata posta pari a 2,10 m³/s, La minima portata turbinabile dall'impianto risulta essere pari a circa 220 l/s il quale corrisponde al 20

% della portata massima di una singola Turbina Francis esistente (portata massima turbinabile 1,1 m³/s). Si riportano a seguito i risultati.

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Qmed presa [m³/s]	6,482	6,019	6,599	4,740	3,576	1,079	0,652	0,517	1,253	5,798	6,420	4,855
DMV [m³/s]	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,322	0,292	0,280	0,334	0,400	0,400	0,400
Qmed turb [m³/s]	2,100	2,100	2,100	2,100	2,100	0,757	0,360	0,237	0,919	2,100	2,100	2,100

Tabella 32. Portate medie mensili naturali, DMV attraverso la paratoia e portata turbinata

Giorni	Q presa [m³/s]	DMV tot [m³/s]	Q turb [m³/s]
15	10.000	0,400	2,100
30	8.500	0,400	2,100
60	5.500	0,400	2,100
90	3.540	0,400	2,100
135	2.270	0,390	1,880
180	1.470	0,347	1,123
270	0.800	0.303	0,497
365	0.524	0.280	0,244

Tabella 33. Curva di durata delle portate naturali, DMV attraverso la paratoia e portata turbinata

Dalla valutazione della curva di durata giornaliera si ha la portata massima derivata pari a 2,1 m³/s presente e derivabile per 113 giorni all'anno nell'anno medio. La portata media derivata paria a 1.251 l/s. L'impianto sarà attivo per 365 giorni all'anno.

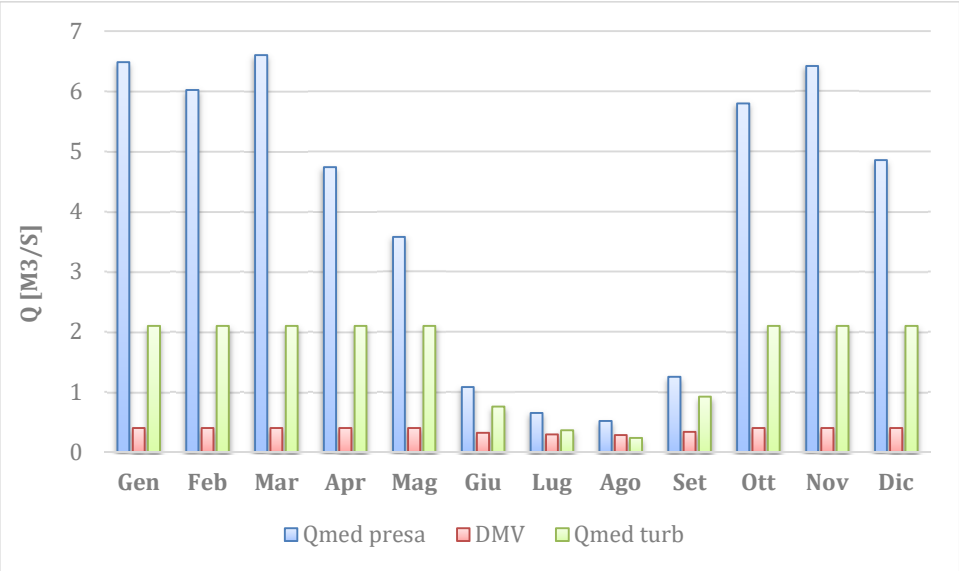


Figura 24. Portate medie mensili naturali, DMV attraverso la paratoia e portata turbinata

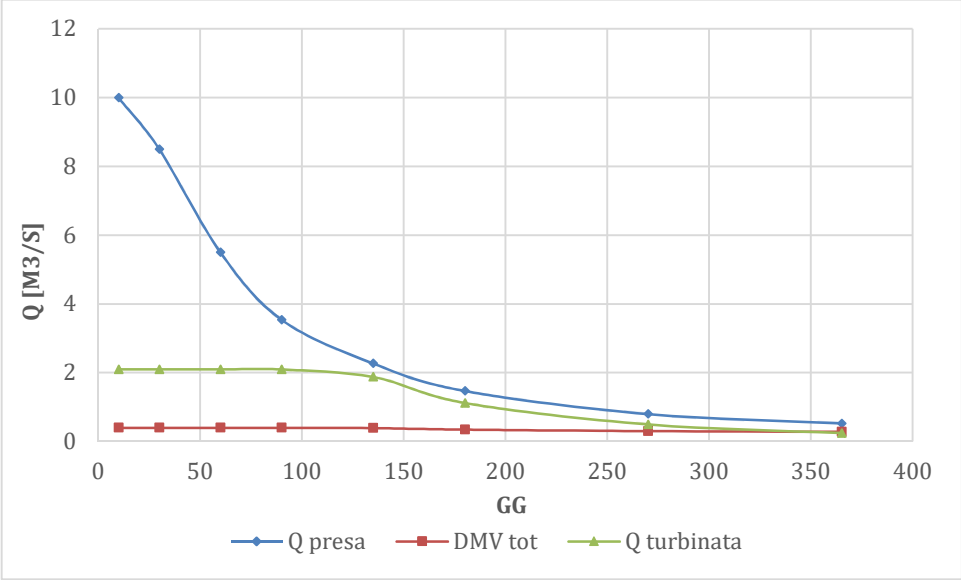


Figura 25. Curva di durata delle portate naturali, DMV attraverso la paratoia e portata turbinata

Definite le portate caratteristiche si sono calcolati i volumi annuali naturali della risorsa, pari a 87.308.496 m^3, ed i volumi di risorsa turbinati, pari a 39.459.699,780 m^3.

Il rapporto tra i due definisce un indice di sfruttamento della risorsa questo pari al 45%. 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 del rinnovo e potenziamento con l'adeguamento del DMV alle più recenti direttive in materia ambientale fanno sì che l'impianto si presenti come impianto ambientatemene compratile sia sotto l'aspetto idrologico che faunistico e della flora.