REGIONE LIGURIA

COMUNE DI ORTOVERO

PROVINCIA DI SAVONA

PROGETTO DI COSTRUZIONE DI UNA CENTRALE IDROELETTRICA IN CORPO TRAVERSA NEL COMUNE DI ORTOVERO (SV)

Torrente
ARROSCIA

PROGETTO DEFINITIVO

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
00	15/05/2017	PRIMA_EMISSIONE			

TAVOLA	TITOLO ELABORATO	SCALA
R-02	**RELAZIONE IDROLOGICA**	**-**

PROPONENTE

OCAF S.r.l.
Via Valle d'Aosta n.10/4
17031 Albenga (SV)
P.IVA 01740170095

PROGETTISTI

Ing. Stefania Benzo
Viale Cagna 31 bis
12078 Ormea (CN)
P.I. 03524030040
Ordine degli Ingegneri della Spezia A1064
e-mail:studiogb@email.it
pec:benzo.stefania@ingpec.eu
tel. 0174 392281

IDENTIFICATIVO FILE:

NOTE: LA DIFFUSIONE E RIPRODUZIONE ANCHE PARZIALE DEL SEGUENTE ELABORATO E' VIETATA A TERMINE DI LEGGE.

Sommario

1 PREMESSA 3

2 DESCRIZIONE BACINO IMBRIFERO 4

2.1 Caratteristiche territoriali 4

2.2 Reticolo idrografico 5

2.3 Caratteristiche bacino idrografico 7

3 IDROLOGIA 8

3.1 Generalità 8

3.2 Dati caratteristici della stazione di Pogli SIMN 9

3.3 Dati caratteristici della Stazione di Pogli ARPA Liguria 12

3.4 Analisi delle portate naturali nella sezione di progetto 15

3.5 Curva di durata delle portate a Ortovero 16

4 COMPATIBILITÀ DEL PRELIEVO. 18

1 PREMESSA

L'obiettivo del presente documento è la ricostruzione delle portate disponibili nella sezione di chiusura del bacino sottesa dall'impianto idroelettrico a progetto. Tale lavoro, grazie alle teorie e formulazioni dell'idrologia classica permette la ricostruzione della curva di durata delle portate a partire da serie storiche di dati misurati prima dal *Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale* ed ora ARPA Liguria.

La curva di durata delle portate naturali, disponibili e derivate, permette la valutazione dell'incidenza della derivazione ad uso idroelettrico oggetto del presente progetto sui deflussi naturali mensili del corso d'acqua.

2 DESCRIZIONE BACINO IMBRIFERO

2.1 Caratteristiche territoriali

Il sottobacino del Torrente Arroscia insieme a quello del Lerrone del Neva e del Pennavaira costituisce il bacino del fiume Centa. La superficie totale dell'intero bacino è di 432 km^2 e ricade parzialmente nella Provincia di Imperia (210 km^2), in quella di Savona (197 km^2) limitatamente in quella di Cuneo (Piemonte) (25km^2).



Figura 1 Estratto cartografico webgis del bacino idrografico del Centa (rettangolo rosso)

Il bacino in esame si estende in direzione ovest-est ed ha forma irregolare, molto ampia nella parte alta e più ristretta in prossimità del limite di confine con la provincia di Savona fino ad allargarsi nuovamente dopo l'abitato di Ortovero (SV) in corrispondenza della unione con il torrente Lerrone.

Lungo lo spartiacque piemontese la fascia settentrionale confina con il bacino del Tanaro, a sud-ovest con il bacino del Torrente Argentina e a sud con quello del Torrente Impero. Nel tratto medio basso dell'Arroscia la valle scorre con andamento Ovest-Est confinato in destra dal bacino del Torrente Pennavaira ed in sinistra dal Torrente Lerrone.

Il punto più alto dello spartiacque è rappresentato dal monte Frontè (2152 m) nell'estremo settore occidentale; procedendo poi da monte verso valle il limite del bacino è definito:

- a nord da Cima Garlenda (2143 m.), Cima Cauretta (1800 m.), Poggio La Croce(1332 m.), Poggio S.Martino (1401 m.), Poggio Carpano (1401 m.); Poggio Ciappa del Cuco (1303), Colla dei Boschetti (1226 m.), Poggio delle Forche (1193 m.), Poggio Possanghi (1174 m.), Colle di Nava (993 m.), Poggio richermo 81206 m.), Colla S.Bernardo (1057 m.), Monte Ariolo (1221 m.), Bric Castagnino /1216 m.), Passo di Prale (1243 m.), Colle Caprauna (1379 m.), Rocca delle Penne (1502 m.), Rocca Tramontina (1482 m.), Monte Cucco (1135 m.), Madonna del Monte (1167 m.), Colla D'Onzo (844 m.), Monte Nero (981 m.), Monte Pendino (923 m.) e Monte Villa (388 m.)
- a sud da Colle di Garezzo (1771 m.), Cima dell'Ortica (1810 m.), Poggio Pearza (845 m.), Monte Moneta (1881 m.), Rocca dell'Agnello (1789 m.), Monte Bussana (1701 m.), Cima di Donzella (1636 m.), Monte Arborea (1549 m.), Carmo di Brocchi (1610 m.), Monte Pizzo (1418 m.), Monte Fenaira (1458 m.), Monte Carpasina (1413 m.), Monte Grande (1418 m.), S.Bernardo di Conio (987 m.), Monte Aurigo (1123 m.), Monte delle Vallasse (1207 m.), Monte Guardiabella (1219 m.), Picco Ritto (927 m.), Colle S.Bartolomeo (926 m.), Monte Mucchio di Pietre (770 m.), Torre d'Ubaga (827 m.), Monte Riondo (771 m.), Punta San Bernardo (589 m.) e Monti Versaire (489 m.).

La conformazione del bacino, in base all'altimetria, alla tipologia di vegetazione e alla scarsa antropizzazione di ampie porzioni di territorio, è prevalentemente di tipo appenninica, caratterizzata da versanti con forte pendenza media e con creste erte e diramate; più molli e depresse risultano invece le forme a valle dell'abitato di Pieve di Teco dove sono presenti depositi alluvionali di fondovalle, con terrazzi fluviali.

La porzione di bacino oggetto di studio considerata per le valutazioni idrologiche ha sezione di chiusura in corrispondenza della traversa fluviale esistente e parzialmente demolita poco a monte centro di Ortovero (SV).

2.2 Reticolo idrografico

Il torrente Arroscia che rappresenta uno degli affluenti principali del Fiume Centa, nasce nei pressi dell'abitato di Poilarocca ad una quota di circa 1400 m. s.l.m. e si snoda con andamento sinuoso secondo una direzione W-E.

Il reticolo idrografico si presenta di tipo detritico, con le aste principali degli affluenti disposte a raggiera, che si apre a ventaglio dall'abitato di Ponterotto (SV) verso monte. Nel tratto compreso tra

Ponterotto (SV) ed Ortovero(SV) gli affluenti giungono ortogonalmente all'asta principale, con sviluppo più significativo degli affluenti in sinistra orografica.

L'organizzazione del reticolo evidenzia spesso valli parallele la cui impostazione sembra dettata da eventi tettonici, in particolare da una serie di faglie con direttrice NE-SW; talvolta si comporta differentemente seguendo percorsi dettati probabilmente dalla diversa erodibilità dei terreni.

Il corso d'acqua principale accoglie nei pressi di Pieve di Teco il Torrente Arogna (tributario sinistro) e poco più a valle il Torrente Giara di Rezzo (tributario destro); i corsi d'acqua citati rappresentano i due sottobacini principali.

Il primo è separato dalla dorsale individuata principalmente da Poggio Richermo (1206 m.), Monte Bellarasco (1180 m.) e Monte S.Bernardo (813 m.); il secondo dal Monte Moneta (1881 m.), Poggi Pian Latte (1780 m.), Monte Bisciaire (1521 m.), Monte Prebarba (1445 m.), Monte Ciazza del Bauso (1230 m.), Monte dell'Averna (1044 m.), Pizzo Acuto (931 m.) e Monte Baraccone (856 m.)

2.3 Caratteristiche bacino idrografico

Le principali caratteristiche del bacino del Torrente Arroscia alla sezione di chiusura in esame, ubicata in corrispondenza della traversa fluviale parzialmente demolita, posta poco a monte del centro di Ortovero sono:

Tabella 1 Dimensioni e caratteristiche del bacino nella sezione di chiusura sottesa dalla presa.

Superficie bacino imbrifero	211.128 km^2
Altezza massima bacino	2152 m. s.l.m
Altezza sezione di chiusura	56.75 m. s.l.m
Lunghezza asta principale	31.34 km



Figura 2 Superficie Bacino determinata mediante software QGis

3 IDROLOGIA

Per la determinazione dei parametri idrologici la soluzione migliore è basata sull'elaborazione di dati ottenuti da misure idrometriche in corrispondenza della sezione ove è prevista l'opera di presa. Per ottenere tale analisi occorrerebbe predisporre la sezione con una vera e propria stazione idrometrica in grado di effettuare misure "in continuo" (per ottenere quindi i valori delle portate giornaliere, oltre a quelle massime e minime istantanee annuali) per un periodo di osservazione sufficiente, almeno 25 ÷ 30 anni per ottenere risultati significativi dalle elaborazioni statistiche (BRUCE, CLARK, 1966; SOKOLOV, CHAPMAN, 1974). Ciò ovviamente non è possibile ed è questa la ragione, per cui, quasi sempre, è necessario ricorrere a metodi di regionalizzazione.

Data l'impossibilità di avere misure dirette di portata nella sezione di presa, per la valutazione delle portate disponibili nella sezione di chiusura del bacino imbrifero sotteso dall'impianto a progetto e per le verifiche del loro razionale utilizzo si è fatto riferimento al metodo classico dell'idrologia grazie alla tecnica della similitudine idrologica.

Questa metodologia si basa sul confronto tra gli areali sottesi alla sezione di interesse (S_x) ed a quella "nota" (S_n) ove ha funzionato una stazione idrometrica per un intervallo di tempo significativo. Ciò è possibile nel caso in cui le due sezioni si trovino nello stesso bacino principale e presentino analogie morfometriche per quanto riguarda principalmente le altitudini mediane, la distribuzione delle fasce altimetriche ed il regime degli afflussi meteorici.

Per le valutazioni idrologiche si è fatto riferimento alle serie storiche di valori di portata registrati dal 1925 al 1958, dal 1961 al 1970 e per il periodo 2004-2010 dalla stazione idrometrica di Pogli, poco distante dal centro abitato di Ortovero.

3.1 Generalità

Nel caso in esame si è ritenuto corretto utilizzare i dati registrati per la stazione di Pogli anziché procedere ad una valutazione delle portate tramite l'analisi delle precipitazioni ricorrendo ad un modello di afflussi-deflussi in quanto la stazione risulta pochi chilometri a monte di quella di progetto con una differenza areale di solo 9 km^2.

La stazione di Pogli è ubicata circa 1.5 km a monte dell'impianto in questione e che il bacino idrologico afferente alla sezione di chiusura della stazione è di 202.01 km^2, per la serie storica. Il bacino relativo alla sezione di chiusura dall'opera di presa è pari a circa 211.13 km^2.

Considerando tale differenza di superficie del bacino imbrifero si provvede ad una variazione proporzionale all'area afferente dei valori di portata registrata.

3.2 Dati caratteristici della stazione di Pogli SIMN

Si riportano le principali caratteristiche della stazione di Pogli.

Tabella 2 Dati anagrafici Stazione idrometrica di Pogli

Area bacino idrografico	202,00 Km^2 (permeabile per il 2 %)
Altitudine massima del bacino	2.152 m s.l.m. (Monte Frontè)
Altitudine media del bacino	700 m s.l.m
Distanza dalla confluenza nel Centa:	10,4 Km
Zero idrometrico	59,80 m s.l.m.
Inizio osservazioni:	gennaio 1922
Inizio misure	maggio 1922

Tabella 3 Misure estreme e medie registrate nel periodo 1923-1970

Dati riferiti al periodo 1923-1970			
Altezze idrometriche	massima	4,80 m	(17 nov 1940,28 nov 1954))
	minima	-0,34 m	(settembre.- ottobre. 1970)
Portate	massima	528 m^3/s	(17 novembre 1954)
	minima	0,12 m^3/s	(23 agosto 1963)
	media	4,31 m^3/s	(1931-1968)

Seguono le tabelle con i valori registrati e i grafici relativi alla variazione della portata minima, massima, media mensile e la Curva di Durata delle Portate per il periodo 1925-1970 nella stazione di misura di Pogli.

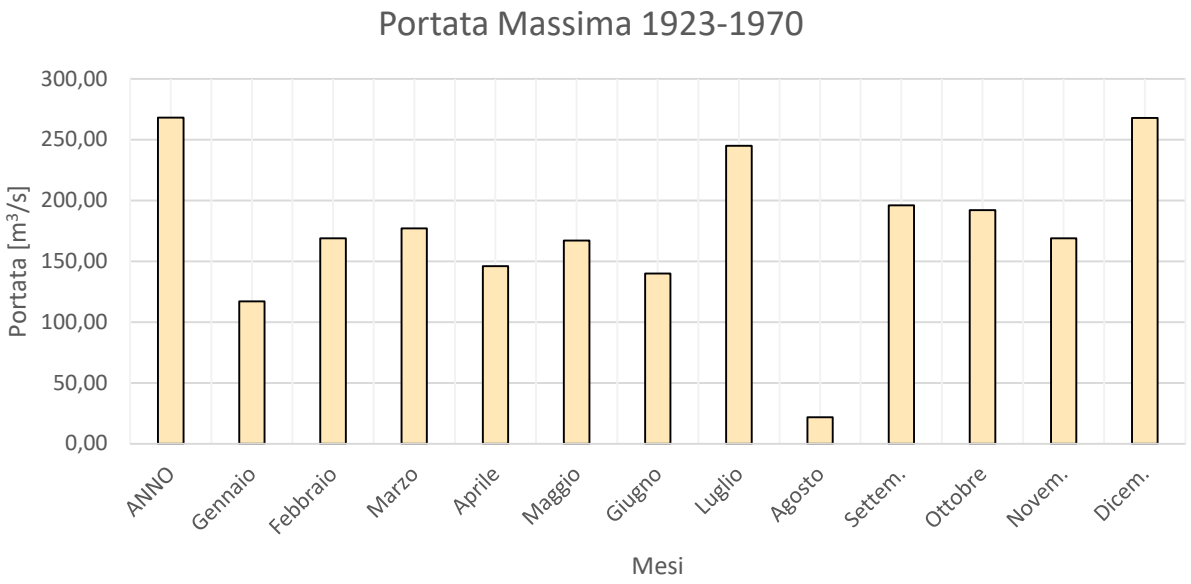


Figura 3. Portate massime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1970.

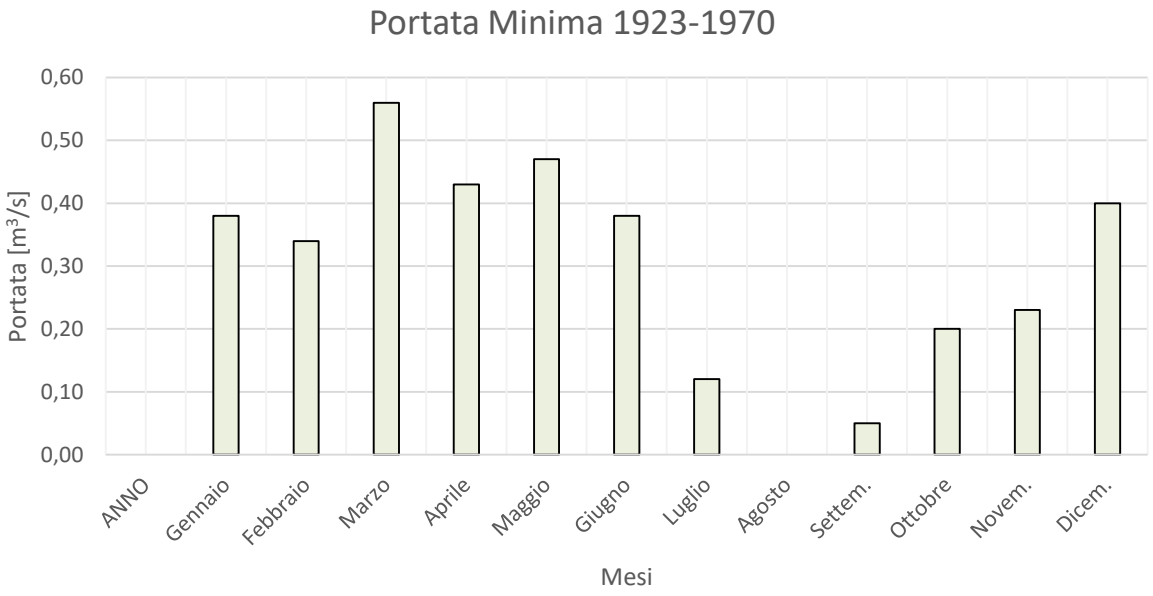


Figura 4. Portate minime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1970.

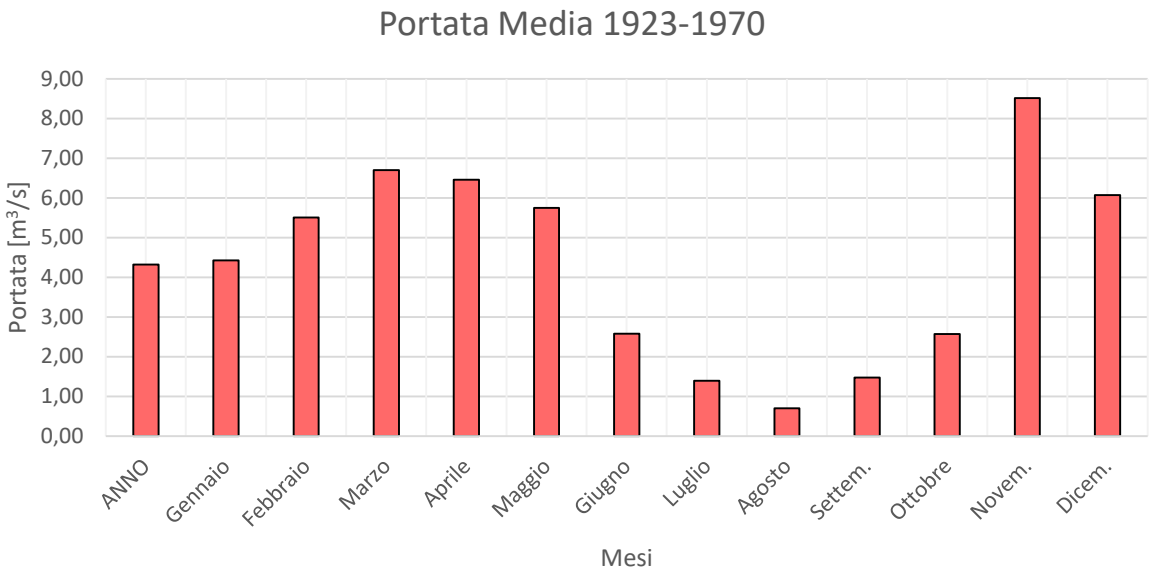


Figura 5. Portate medie mensile relative alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1970

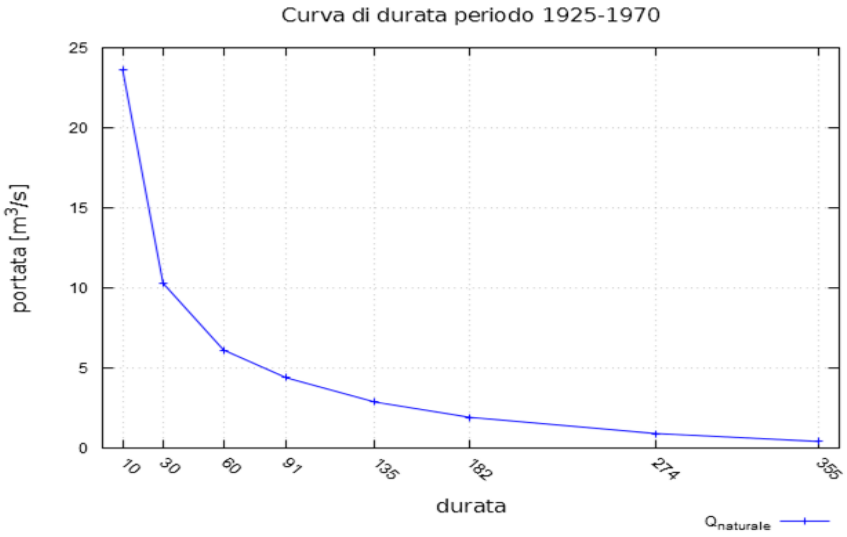


Figura 6. Curva di durata delle portate relativa alla stazione idrometrica di Pogli 1925-1970

Valori elevati di portata massima sono anche stati registrati nel periodo estivo, in cui fenomeni brevi ma molto intensi possono generare portate considerevoli. Le portate medie registrate nel periodo estivo, in particolar modo luglio-settembre, tuttavia, risultano notevolmente inferiori rispetto ai valori medi degli altri mesi dell'anno.

Il minimo storico della portata defluita nella sezione di Pogli è stato di 0,12 m^3/s per il giorno 23 agosto 1963, la massima portata al colmo registrata è stata di 528 m^3/s per il giorno 17 novembre 1954. Dalla Scala di Durata delle portate relativa al Torrente Arroscia si può dedurre che il deflusso in alveo per 355 giorni/anno è di 0,36 m^3/s.

3.3 Dati caratteristici della Stazione di Pogli ARPA Liguria

Per il periodo 2004-2010 di cui sono pubblicati e disponibili online gli annali idrologici si riportano i principali dati caratteristici della stazione. Il 1996 è stato il primo anno di registrazione dopo il rifacimento della sezione di misura pertanto per correttezza si riportano separatamente i dati relativi a quest'ultimo periodo.

La sezione presenta i medesimi dati anagrafici di quella SIMN pertanto si rimanda il lettore al capitolo precedente.

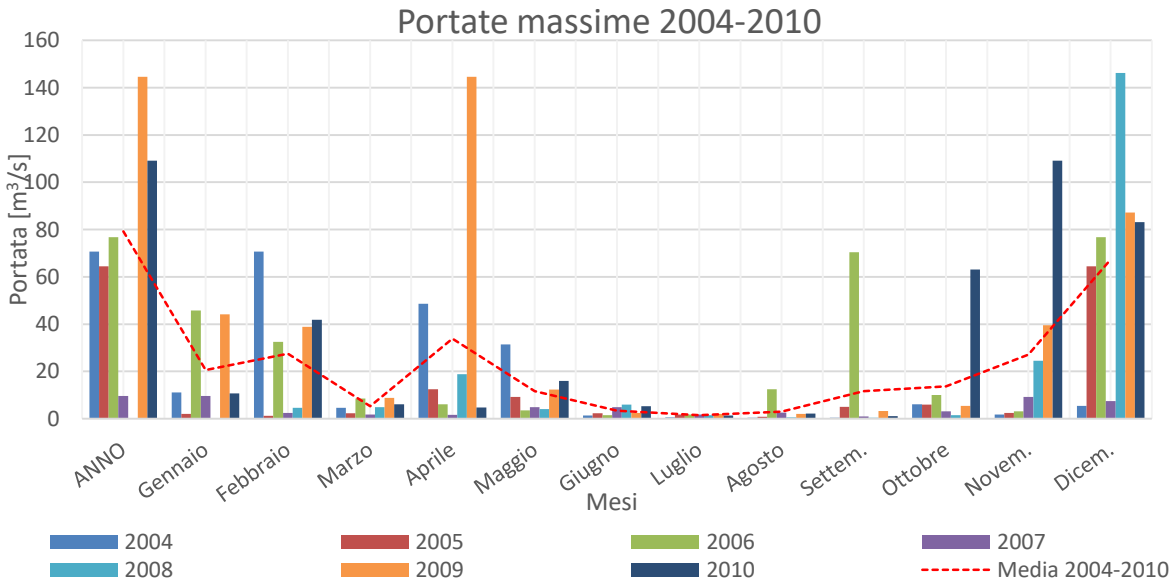


Figura 7 . Portate massime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 2004-2010.

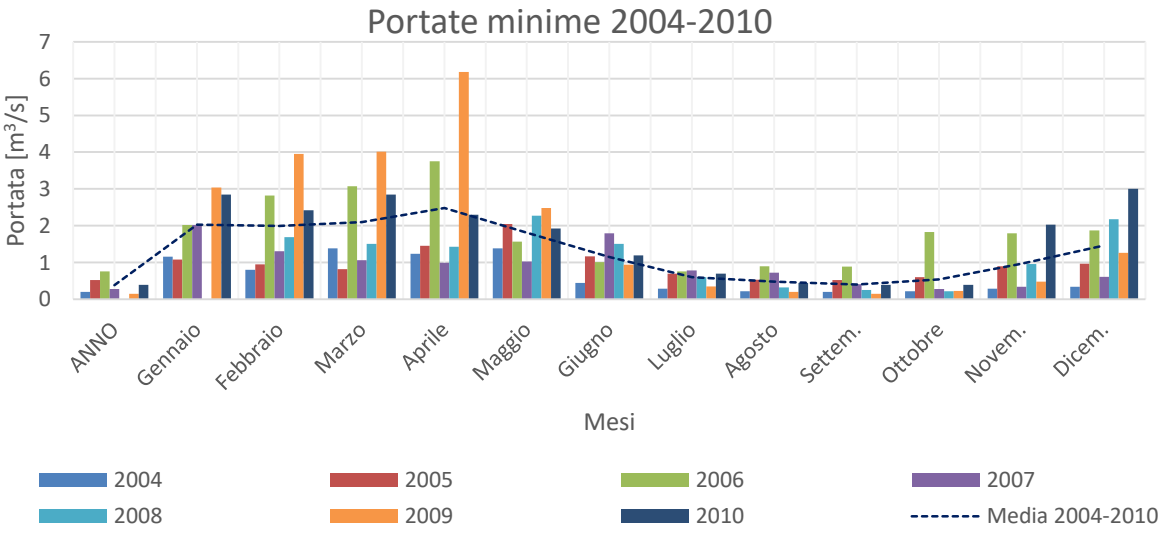


Figura 8 Portate minime mensili relative alla stazione idrometrica di Pogli 2004-2010.

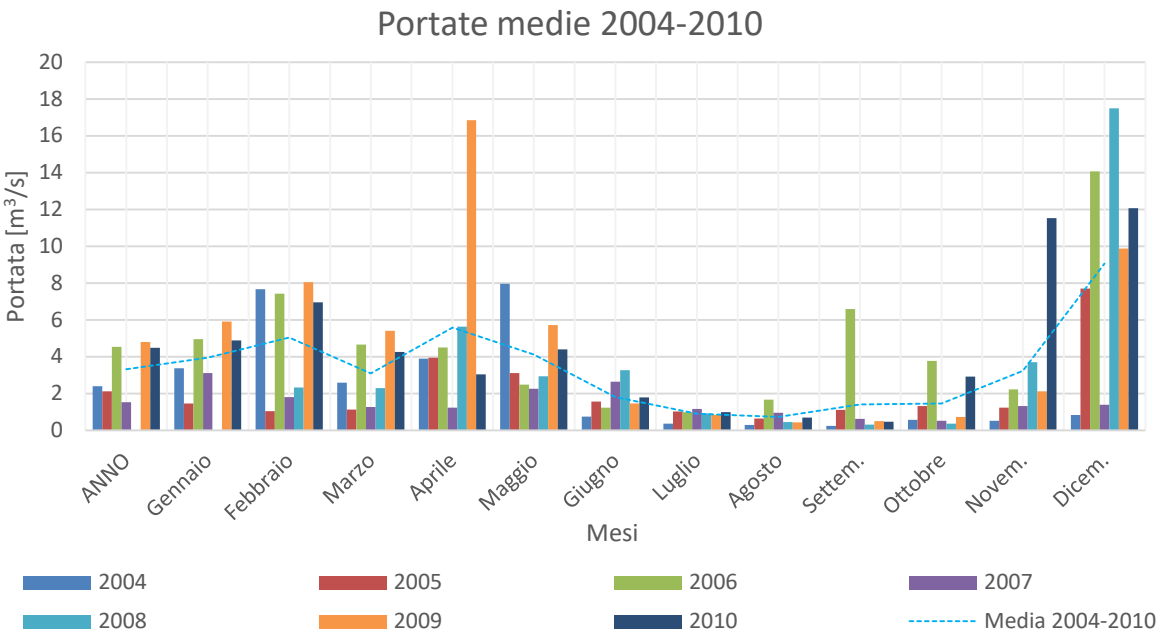


Figura 9 Portate medie mensile relative alla stazione idrometrica di Pogli 2004 – 2010

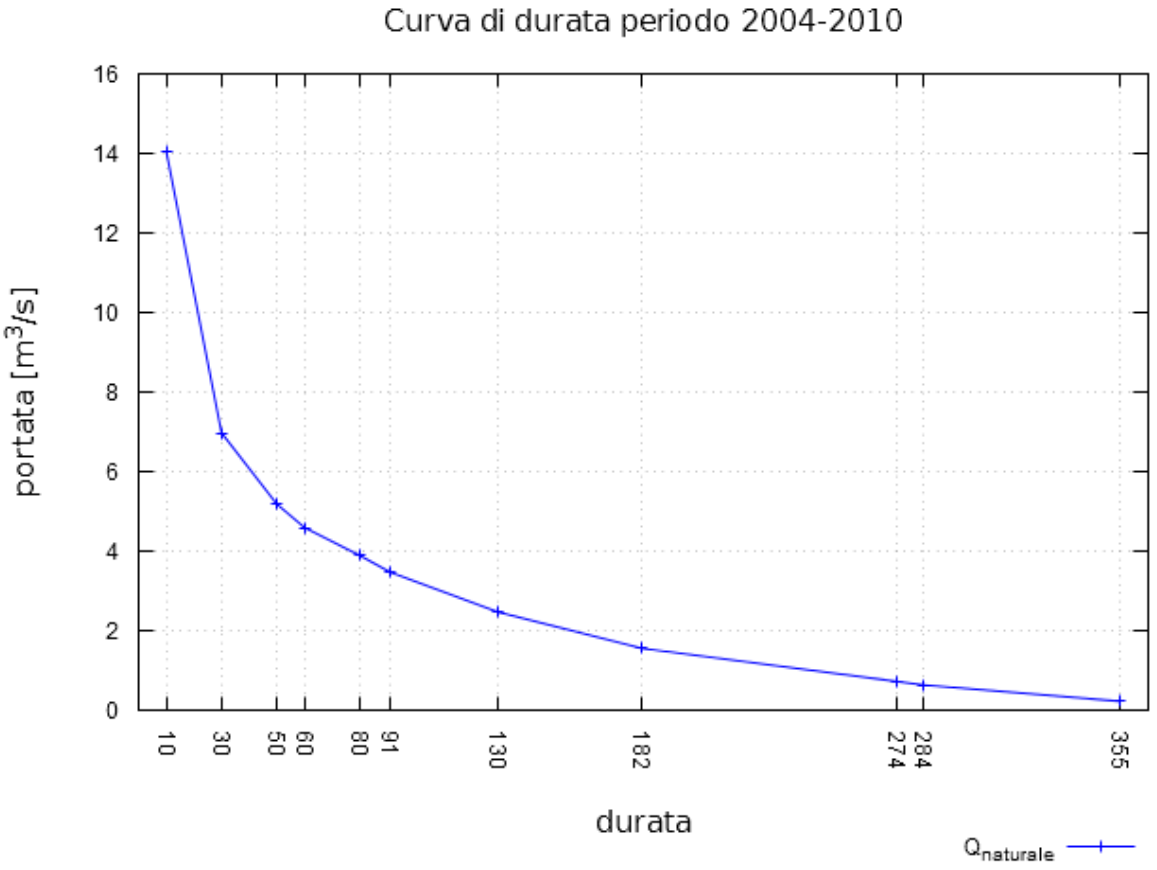


Figura 10 Curva di durata delle portate per il periodo 2004 -2010

Tabella 4 Tabella riassuntiva Curve di durata desunte dagli annali idrologici disponibili 1951-2010 raggruppate per colore a seconda dell'uniformità dei dati (arancione 1951-1975), (verde 1993-1996), (giallo 2004-2010).

Durata / Anno	*10*	*30*	*60*	*91*	*135*	*182*	*274*	*355*
1951	49.6			6.06		3.36	0.46	0.27
1952	18.20			2.28		1.20	0.88	0.37
1953	11.70			2.64		1.20	0.88	0.32
1954	24.20			4.60		1.82	0.84	0.36
1955	16.50			3.65		1.64	0.82	0.69
1956	21.70			3.13		1.35	0.64	0.48
1957	27.20			5.41		3.15	0.96	0.62
1958	17.20			3.71		1.30	0.24	0.26
1961	16.10			2.93		1.67	0.85	0.41
1963	23.70	11.70	6.20	4.60	3.20	2.35	1.13	0.70
1964	23.30	12.00	7.25	3.57	2.03	1.49	1.11	0.46
1965	13.80	5.75	3.88	2.99	2.28	1.91	1.39	0.54
1966	30.00	10.30	6.50	4.37	3.14	2.15	0.46	0.05
1967	6.99	4.68	3.67	2.63	2.15	1.57	0.85	0.12
1968	29.80	10.60	6.60	5.32	4.42	3.70	1.64	0.85
1969	17.50	9.40	8.04	6.60	5.00	3.43	1.20	0.64
1971	27.40	12.60	9.51	7.50	3.98	2.90	1.64	0.58
1972	33.00	16.00	11.60	9.51	6.96	4.85	2.57	1.40
1973	9.85	5.72	3.46	2.71	2.11	1.58	0.80	0.43
1974	17.50	10.10	6.87	5.97	4.24	1.44	0.75	0.32
1975	19.40	9.59	6.29	5.33	4.12	2.90	1.00	0.44
Media (1951-1975)	*21.65*	*9.87*	*6.66*	*4.55*	*3.64*	*2.24*	*1.01*	*0.49*
1993	44.33	15.86	6.21	4.53	2.43	1.53	0.72	0.19
1996	28.18	14.21	9.39	6.93	5.11	3.59	1.60	0.51
Media (1993-1996)	*36.255*	*15.035*	*7.8*	*5.73*	*3.77*	*2.56*	*1.16*	*0.35*
2004	15.87	5.48	2.83	2.04	1.36	0.70	0.31	0.22
2005	7.21	4.58	2.94	1.99	1.50	1.18	0.93	0.56
2006	17.52	7.99	5.50	4.39	3.40	2.54	1.41	0.89
2007	4.01	3.08	2.39	1.93	1.51	1.21	0.74	0.34
2008								
2009	34.82	8.77	7.00	5.29	4.09	2.06	0.55	0.20
2010	20.14	9.26	5.60	4.58	3.55	2.69	0.85	0.40
Media (2004-2010)	*16.60*	*6.53*	*4.38*	*3.37*	*2.57*	*1.73*	*0.80*	*0.44*
Media (1951-2010)	*21.61*	*9.38*	*6.09*	*4.39*	*3.33*	*2.15*	*0.97*	*0.47*

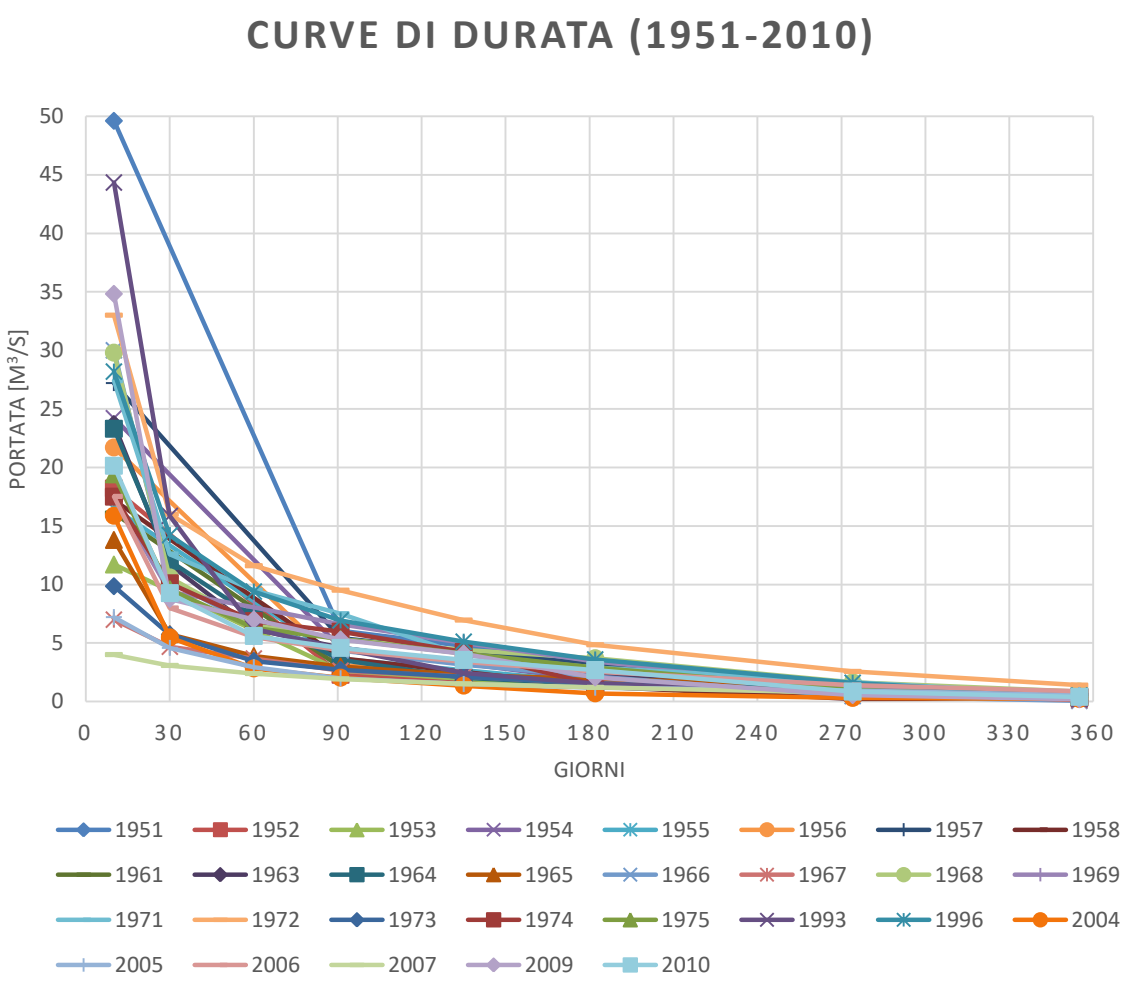


Figura 11 Rappresentazione grafica delle curve di durata riportate in tabella 4

3.4 Analisi delle portate naturali nella sezione di progetto

Si riportano le principali caratteristiche della sezione di chiusura a Ortovero oggetto della presente analisi.

Tabella 5 Dimensioni e caratteristiche del bacino nella sezione di chiusura sottesa dalla presa.

Superficie bacino imbrifero	211.218 km^2
Altezza massima bacino	2152 m. s.l.m
Altezza sezione di chiusura	56.75 m. s.l.m
Lunghezza asta principale	31.34 km

Per la valutazione delle portate nella sezione di chiusura sottesa dall'impianto si è tenuto conto delle serie storiche 1925-1970 e 2004-2010. Tramite l'applicazione della similitudine idrologica è stato

possibile "trasportare" i dati registrati a Pogli nella sezione più a valle di Ortovero. L'analisi della distribuzione dei valori storici di portata permette una preliminare valutazione sulla stagionalità dei flussi. Anche dall'analisi visiva dei grafici riportati si evidenziano due periodi caratterizzati da portate più elevate e da una stagione secca estiva. I picchi medi e massimi si registrano nel periodo primaverile, caratterizzato anche dalle minime più elevate, e nel periodo tardo autunnale dove si evidenzia il carattere impulsivo degli eventi con picchi molto elevati e medie più contenute rispetto al periodo primaverile. Ai fini della caratterizzazione del regime di deflusso idrico presente nella sezione sottesa dalla presa dell'impianto a progetto si è ricostruita la curva di durata delle portate

3.5 Curva di durata delle portate a Ortovero

Per la stima delle produzioni si è dunque partiti dalla seguente curva di durata valutata a partire dai dati misurati disponibili per la stazione di Pogli (202 km^2) mediante la seguente relazione che è l'applicazione della similitudine idrologica.

$$Q_{Ortovero} = Q_{Pogli}\frac{S_{Ortovero}}{S_{Pogli}}$$

Giorni	$Q_{Ortovero}$
[gg]	[m^3/s]
10	22.59
30	9.81
60	6.36
91	4.58
135	3.48
182	2.25
274	1.02
355	0.49

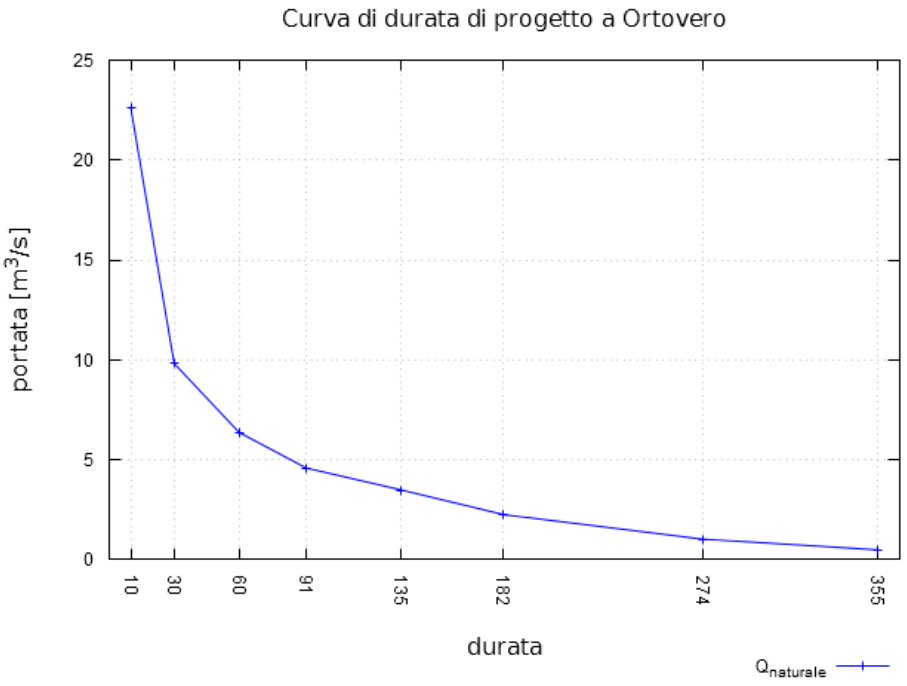


Figura 12 Curva di durata delle portate a Ortovero (SV)

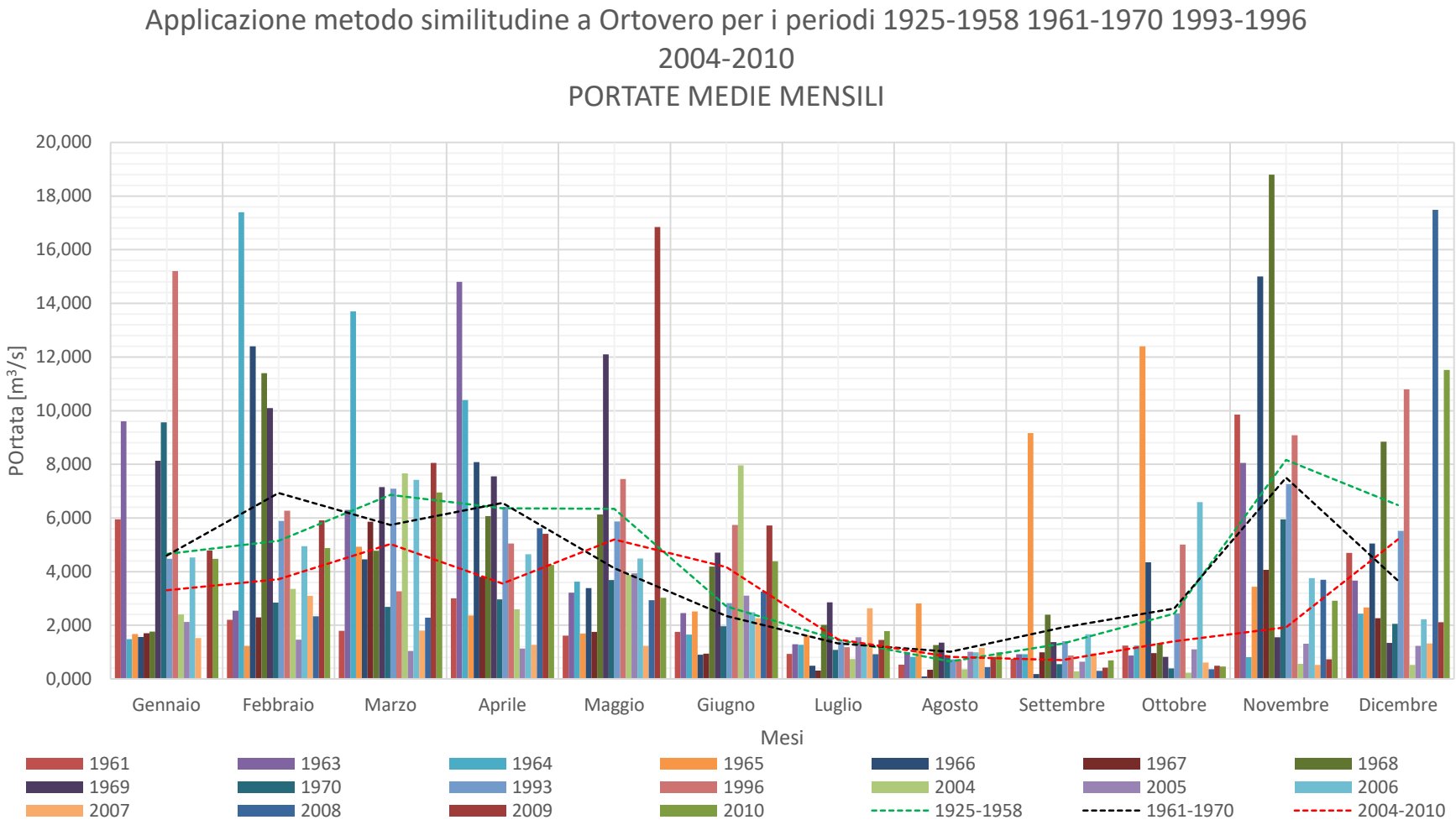


Figura 13 Sintesi delle portate medie mensili per il periodo 1925-1958, 1961-1970 e 2004-2010

4 COMPATIBILITÀ DEL PRELIEVO.

Il deflusso minimo Vitale, valutato nel dettaglio nella Relazione Tecnica ed è pari a 0.270 m^3/s. La portata massima prelevata a progetto è stata fissata pari a 6 m^3/s, presente in alveo per 60 giorni anno, la minima di funzionamento di impianto è pari al 20% della massima derivata e pari a 1.200 m^3/s. I risultati sono riportati in forma numerica nella seguente tabella.

Tabella 6 Valori di portata naturale prelevata e rilasciata immediatamente a valle della traversa, volume derivato, potenza ed energia prodotta.

Durata	Q_{nat}	Q_{DMV}	Q_{der}	Q_{ril}	Potenza	Energia	Volume der.
gg	m^3/s	m^3/s	m^3/s	m^3/s	kW	kW/h	m^3
10	22.59	0.27	6.00	16.59	112.97	27,113.14	5,184,000.00
30	9.81	0.27	6.00	3.81	120.59	56,054.13	10,368,000.00
60	6.36	0.27	6.00	0.36	121.08	86,998.73	15,552,000.00
91	4.58	0.27	4.31	0.27	81.37	75,310.11	13,812,577.00
135	3.48	0.27	3.21	0.27	52.76	70,823.22	14,300,634.91
182	2.25	0.27	1.98	0.27	23.72	43,138.94	10,538,893.15
274	1.02	0.27	0.00	1.02	0.00	26,190.69	7,873,759.20
355	0.49	0.27	0.00	0.49	0.00	0.00	0.00
			$Q_{der\ media}$		P nominale	Produzione	
			m^3/s		kW	kW/h	
			2.46		63.95	385,628.96	

La portata media derivata risulta di 2.46 m^3/s e il funzionamento dell'impianto è garantito per circa 182 giorni l'anno per una stima di produzione di 385 628 kWh, considerato un rendimento medio complessivo dell'80.4 %. Nel grafico seguente è rappresentato sotto forma di curva di durata l'andamento della portata naturale presente in alveo, della portata disponibile e di quella effettivamente derivata.

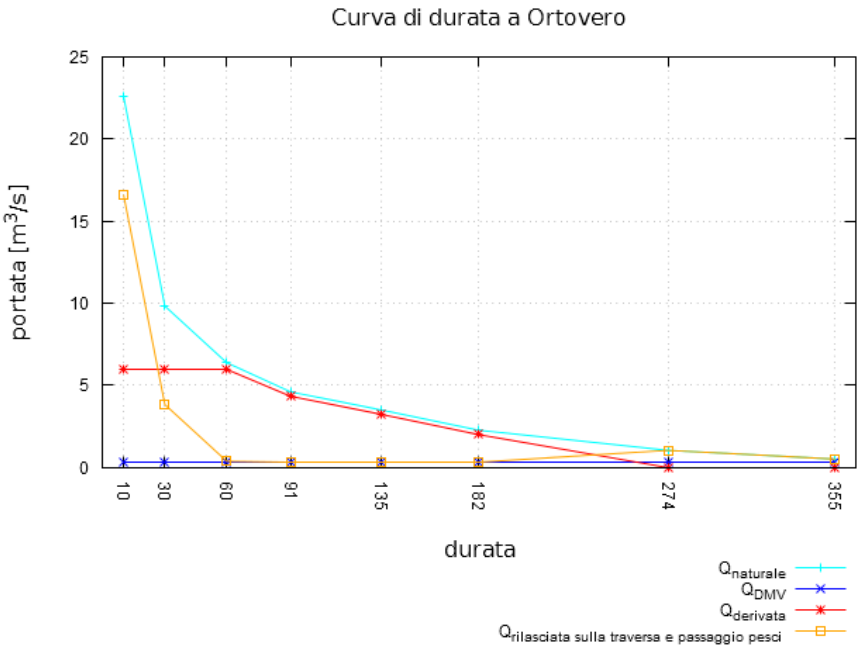


Figura 14 Curva di durata delle portate naturali, derivate e rilasciate