TORRENTE STURA

IMPIANTO IDROELETTRICO IN LOCALITÀ PIAN DELL'ORSO

NEI COMUNI DI ROSSIGLIONE (GE) E OVADA (AL)

RINNOVO CONCESSIONE DI DERIVAZIONE

1 - Relazione Tecnica Descrittiva

Dicembre 2019

REVISIONI		
	DATA	NOTE
REV.1		
REV.2		

Committente: **Manifattura del Turchino S.p.A.**

Piazza della Vittoria n°4/7 - 16121 Genova (GE)

Progettista: **OVADAPROGETTI s.a.s.**

Ing. Sergio Colombo
Via Vittorio Veneto n°11 - 15076 Ovada (AL)



Questo elaborato è di proprietà di Ovadaprogetti s.a.s. . Qualsiasi divulgazione o riproduzione anche parziale deve essere espressamente autorizzata.

INDICE

1. Premessa 3

2. Valutazione del rischio ambientale connesso alla derivazione idrica 5

2.1 Applicazione della metodologia ERA 8

3. Caratteristiche del bacino imbrifero del torrente Stura 17

4. Analisi idrologica 19

4.1 Stazioni idrografiche storiche ed esistenti 19

4.2 Stazione idrometrica Orba a Tiglieto 19

4.3 Analisi delle precipitazioni 21

4.4 Stima delle portate medie naturali 26

5. Deflusso Minimo Vitale 28

5.1 Modalità di rilascio del Deflusso Minimo Vitale 36

6. Curve di durata medie delle portate disponibili e derivabili e portate medie mensili 41

6.1 Tabella riassuntiva delle caratteristiche dell'impianto 44

7. Descrizione dell'impianto idroelettrico esistente 45

7.1 Opera di presa 45

7.2 Canale di adduzione, vasca di carico e condotta forzata 46

7.3 Fabbricato di centrale e canale di scarico 50

8. Dispositivo di limitazione della portata massima derivabile 52

9. Passaggio di risalita dell'ittiofauna 54

Allegato 1 - Individuazione dei tratti sottesi nel tratto omogeneo (metodo ERA) 55

1. Premessa

La presente *relazione tecnica descrittiva* è stata redatta nell'ambito della pratica di rinnovo della concessione di derivazione d'acqua dal torrente Stura relativa all'impianto idroelettrico esistente in località Pian dell'Orso, sito nei comuni di Rossiglione (GE) e di Ovada (AL), di proprietà della società Manifattura del Turchino S.p.A..

L'impianto idroelettrico deriva una frazione delle acque superficiali del torrente Stura ad una quota di 267 m s.l.m. circa, in comune di Rossiglione, in località Pian dell'Orso. La restituzione delle portate derivate avviene nel medesimo corso d'acqua, in comune di Ovada, in località Gnocchetto, ad una quota di 235 m s.l.m. circa.

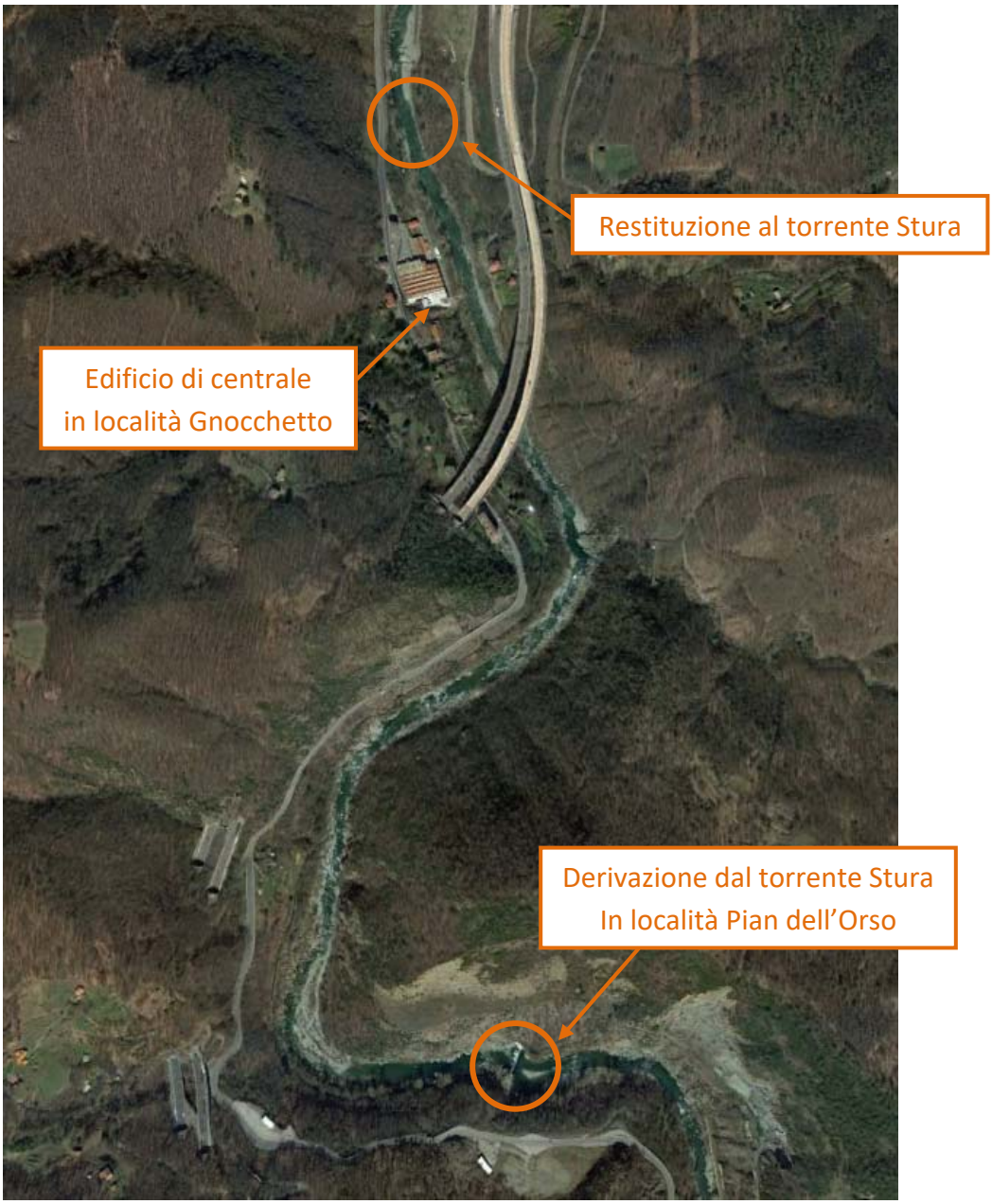


Figura 1: Individuazione dell'impianto idroelettrico in località Pian dell'Orso su immagine satellitare.

La concessione di derivazione d'acqua dal torrente Stura, in località Pian dell'Orso (GE), per la produzione di energia idroelettrica venne originariamente rilasciata nel 1895.
Il più recente rinnovo di concessione fu assentito alla società Manifattura del Turchino S.p.A. con Decreto del Dirigente del Servizio Provinciale del Genio Civile di Genova n°18 del 18/04/1990, per una durata di trent'anni. I termini di utilizzo della risorsa idrica individuati dal relativo disciplinare di concessione, sono i seguenti:

- portata massima: 1.400 l/s
- portata media: 968 l/s
- salto idraulico: 28,45 m
- potenza nominale media: 270 kW

Nell'ambito della domanda di *rinnovo della concessione di derivazione d'acqua* la società, data la disponibilità di risorsa idrica non utilizzata nel torrente, ha richiesto un aumento delle portate massima e media derivabili, secondo i seguenti nuovi termini di concessione:

- portata massima: 2.200 l/s
- portata media: 1.110 l/s
- salto idraulico: 28,45 m
- potenza nominale media: 310 kW

l'impianto idroelettrico esistente rientra nella casistiche di cui al punto 2.h) "*Impianti per la produzione di energia idroelettrica con potenza nominale di concessione superiore a 100 kW …*" e al punto 7.d) "*Derivazione di acque superficiali ed opere connesse che prevedano derivazioni superiori a 200 litri al secondo …*" dell'allegato IV alla parte seconda del D.Lgs. n°152/2006 e s.m.i., e pertanto risulta da sottoporre alla procedura di ***verifica di assoggettabilità alla VIA*** ai sensi dell'articolo 6, comma 6, lettera b) del D.Lgs. n°152/2006 e s.m.i..

2. Valutazione del rischio ambientale connesso alla derivazione idrica

La Regione Liguria con D.G.R. n°691 del 03/08/2018 ha uniformato le procedure di *valutazione del rischio ambientale connesso alle derivazioni idriche in relazione agli obiettivi di qualità ambientale* previste dall'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e dall'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, in modo da definire un metodo univoco di valutazione su tutto il territorio regionale.

La D.G.R. n°691/2018 definisce la metodologia di valutazione di tutte le derivazioni idriche da acque superficiali e sotterranee ricadenti nel territorio ligure, di competenza delle due Autorità distrettuali. La valutazione, effettuata secondo i criteri del metodo ERA (Esclusione, Repulsione Attrazione), è finalizzata alla tutela quantitativa della risorsa idrica.

Il metodo individuato ai fini della *valutazione di compatibilità* delle derivazioni rispetto agli obiettivi dei Piani di gestione dei distretti idrografici consiste nella definizione del *rischio ambientale* per il corpo idrico interessato dalla derivazione e del relativo *grado di accettabilità*.
Il *rischio ambientale* esprime la potenzialità che una nuova derivazione costituisca una pressione significativa per il corpo idrico, ovvero una pressione capace di indurre una modifica del suo stato ambientale.
Pertanto, l'analisi delle pressioni dovrà individuare quelle ritenute realmente significative per lo stato del corpo idrico, cioè quelle che possono pregiudicare il raggiungimento/mantenimento degli obiettivi di qualità ambientale secondo le tempistiche previste dalla direttiva comunitaria.

Nel caso di derivazioni di acque superficiali, la significatività di una pressione è correlata ad un livello di intensità di impatto definito dalla seguente tabella.

Scala di intensità degli impatti	Descrizione
Lieve (L)	L'impatto della derivazione non produce effetti significativi sullo stato ambientale del corpo idrico
Moderata (M)	L'impatto della derivazione, singolo o cumulato con altri impatti incidenti sul corpo idrico, produce effetti di degrado delle caratteristiche ambientali che non comportano necessariamente la modifica della classe di qualità del corpo idrico
Alta/Rilevante (R)	L'impatto della derivazione, singolo o cumulato con altri impatti incidenti sul corpo idrico, induce effetti di degrado delle caratteristiche ambientali tali da comportare un'alta probabilità di scadimento della classe di qualità del corpo idrico

Figura 2: Estratto della D.G.R. n°691/2018: scala di intensità degli impatti sulle acque superficiali.

Il *grado di accettabilità* del rischio ambientale associato a una derivazione è funzione del *valore ambientale* del corpo idrico, che dipende dalla classificazione del suo stato ecologico (individuato dal P.T.A. vigente).

Per i corpi idrici superficiali tipizzati, lo stato ambientale di riferimento è direttamente correlato allo "*stato ecologico*". Per i corpi idrici superficiali definiti come artificiali o altamente modificati non si definisce lo stato ecologico, ma il "*potenziale ecologico*".

La valutazione comparata dell'intensità dell'impatto sul corpo idrico e del valore ambientale dello stesso consente di definire il rischio ambientale derivante da uno specifico intervento, che viene poi ricondotto a tre distinte categorie di rischio: *basso*, *medio*, *alto*.
L'applicazione delle tre classi della metodologia ERA (*Esclusione, Repulsione, Attrazione*) alle tre categorie di rischio ambientale consente di definirne il grado di accettabilità e, conseguentemente, l'ammissibilità e la compatibilità di una derivazione idrica.

Valore ambientale del corpo idrico		
Tipo di corpo idrico	Valore ambientale	
Corpi idrici non classificati apicali senza pressioni significative	assimilato ELEVATO	V1
Corpi idrici non classificati non apicali o apicali con pressioni almeno significative	assimilato BUONO	V2
Corpo idrico classificato in stato ecologico	ELEVATO	V1
Corpo idrico classificato in stato ecologico	BUONO	V2
Corpo idrico classificato in stato ecologico	SUFFICIENTE	V3
Corpo idrico classificato in stato ecologico	INFERIORE A SUFFICIENTE	V4
Corpo idrico fortemente modificato classificato in stato ecologico	BUONO	V2
Corpo idrico fortemente modificato classificato in stato ecologico	SUFFICIENTE	V3
Corpo idrico fortemente modificato classificato in stato ecologico	INFERIORE A SUFFICIENTE	V4

Figura 3: Estratto della D.G.R. n°691/2018: valore ambientale dei corpi idrici classificati e non classificati.

Matrice del rischio				
Valore ambientale del corpo idrico (V)		Intensità di impatto complessiva		
		LIEVE	MODERATA	ALTA
Corpi idrici non classificati apicali senza pressioni significative	(assimilato V1)	MEDIO**	ALTO*	ALTO*
Corpi idrici non classificati non apicali o apicali con pressioni almeno significative	(assimilato V2)	MEDIO**	MEDIO	ALTO*
Corpo idrico classificato in stato ecologico	ELEVATO (V1)	MEDIO**	ALTO*	ALTO*
Corpo idrico classificato in stato ecologico	BUONO (V2)	MEDIO**	MEDIO	ALTO*
Corpo idrico classificato in stato ecologico	SUFFICIENTE (V3)	BASSO	MEDIO	ALTO***
Corpo idrico classificato in stato ecologico	INFERIORE A SUFFICIENTE (V4)	BASSO	MEDIO	ALTO***
Corpo idrico fortemente modificato classificato in stato ecologico	BUONO (V2)	MEDIO**	MEDIO	ALTO*
Corpo idrico fortemente modificato classificato in stato ecologico	SUFFICIENTE (V3)	BASSO	MEDIO	ALTO***
Corpo idrico fortemente modificato classificato in stato ecologico	INFERIORE A SUFFICIENTE (V4)	BASSO	MEDIO	ALTO***

Figura 4: Estratto della D.G.R. n°691/2018: matrice del rischio per le derivazioni da acque superficiali.

Matrice dell'assentibilità e delle prescrizioni *standard* per nuove derivazioni e varianti			
Valore ambientale del corpo idrico	Intensità di impatto		
	LIEVE *(non è previsto scadimento di qualità)*	MODERATA *(potrebbe esserci scadimento di qualità)*	RILEVANTE *(è altamente probabile lo scadimento di qualità)*
ELEVATO (V1 o assimilato V1)	RISERVA Assentibile con obbligo di prescrizioni 1, ed eventualmente 2, 3, 4, 5, 6 e 7	ESCLUSIONE Non assentibile fatto salvo che non esistano alternative al prelievo, l'uso sia prioritario e, a seguito della seconda fase di valutazione si accerti la sostenibilità sito-specifica della derivazione. Valutazione esperta per eventuale necessità di deroga ex art. 4.7 DQA. Nel caso di concessione obbligo di prescrizioni 1,3,4 ed eventualmente 2,5, 6 e 7	ESCLUSIONE Non assentibile fatto salvo il caso di deroga ex 4.7 DQA
BUONO (V2 o assimilato V2)	RISERVA Assentibile con obbligo prescrizioni 1 ed eventualmente 2, 3, 4, 5, 6 e 7	RISERVA Assentibile con obbligo di prescrizioni 1, 3, 4 ed eventualmente 2, 5, 6 e 7	ESCLUSIONE Non assentibile fatto salvo il caso di deroga e 4.7 DQA
SUFFICIENTE o INFERIORE A SUFFICIENTE (V3 o V4)	ATTRAZIONE Assentibile con obbligo di prescrizioni 1, 3, 4 ed eventualmente 2, 5, 6 e 7	RISERVA Assentibile - con obbligo prescrizioni 1, 3, 4, 6, 7 ed eventualmente 2 e 5	RISERVA Non assentibile fatto salvo che vengano messe in atto interventi compensativi ambientali volti a migliorare lo stato del CI. Necessita di valutazione esperta.

Figura 5: Estratto della D.G.R. n°691/2018: matrice dell'assentibilità per nuove derivazioni e varianti in aumento di portata.

2.1 Applicazione della metodologia ERA

In caso di istanze di rinnovo delle concessioni di derivazione, la citata D.G.R. n°691/2018 fornisce precise disposizioni al paragrafo *1.3 - Valutazione degli impatti di nuove derivazioni, variazioni in aumento di portata e rinnovi*, nel quale stabilisce che *la valutazione dell'impatto potenziale è obbligatoria per tutte le nuove derivazioni, le derivazioni in variazione in aumento di portata e per tutti i rinnovi*.

Nell'ambito della domanda di *rinnovo della concessione di derivazione d'acqua*, la Manifattura del Turchino S.p.A. ha richiesto un aumento della portata massima derivabile e della portata media derivabile, secondo i seguenti nuovi termini di concessione:

- portata massima: 2.200 l/s
- portata media: 1.110 l/s
- salto idraulico: 28,45 m
- potenza nominale media: 310 kW

Pertanto, la *valutazione di compatibilità della derivazione* sarà effettuata in riferimento ai nuovi termini per i quali è stata richiesta l'autorizzazione.

Le principali caratteristiche del corpo idrico alla sezione di prelievo in esame sono le seguenti:

- bacino del torrente chiuso all'opera di presa: 105,91 km^2
- lunghezza del torrente all'opera di presa: 23,5 km circa

Il tratto sotteso presenta una lunghezza complessiva di 1.850 m circa.

In merito allo stato di qualità ambientale del corpo idrico, ai fini della Direttiva la classificazione da utilizzarsi fa riferimento allo "stato ecologico" (o al "potenziale ecologico" nel caso dei corpi idrici artificiali o altamente modificati), in quanto si ritiene essere quello maggiormente impattato da una derivazione.

Il tratto di torrente Stura interessato dalla derivazione in esame fa parte di un corpo idrico tipizzato e il suo stato ecologico è individuabile dalla cartografia messa a disposizione dalla Regione Liguria (Catologo e Viewer cartografico del Geoportale regionale), in particolare dal livello cartografico "P.T.A. 2018 - Stato ecologico acque superficiali classificazione intermedia 2014-2016".
La cartografia illustra i risultati della classificazione intermedia dello stato ecologico dei corpi idrici superficiali sulla base dei dati di monitoraggio del periodo 2014-2016, con classi di qualità" elevato, buono, sufficiente, scarso, cattivo".

Il tratto fluviale in esame presenta uno stato ecologico *sufficiente*, corrispondente ad un valore ambientale V3. Si riporta di seguito un estratto grafico della carta disponibile per la consultazione sul Geoportale.

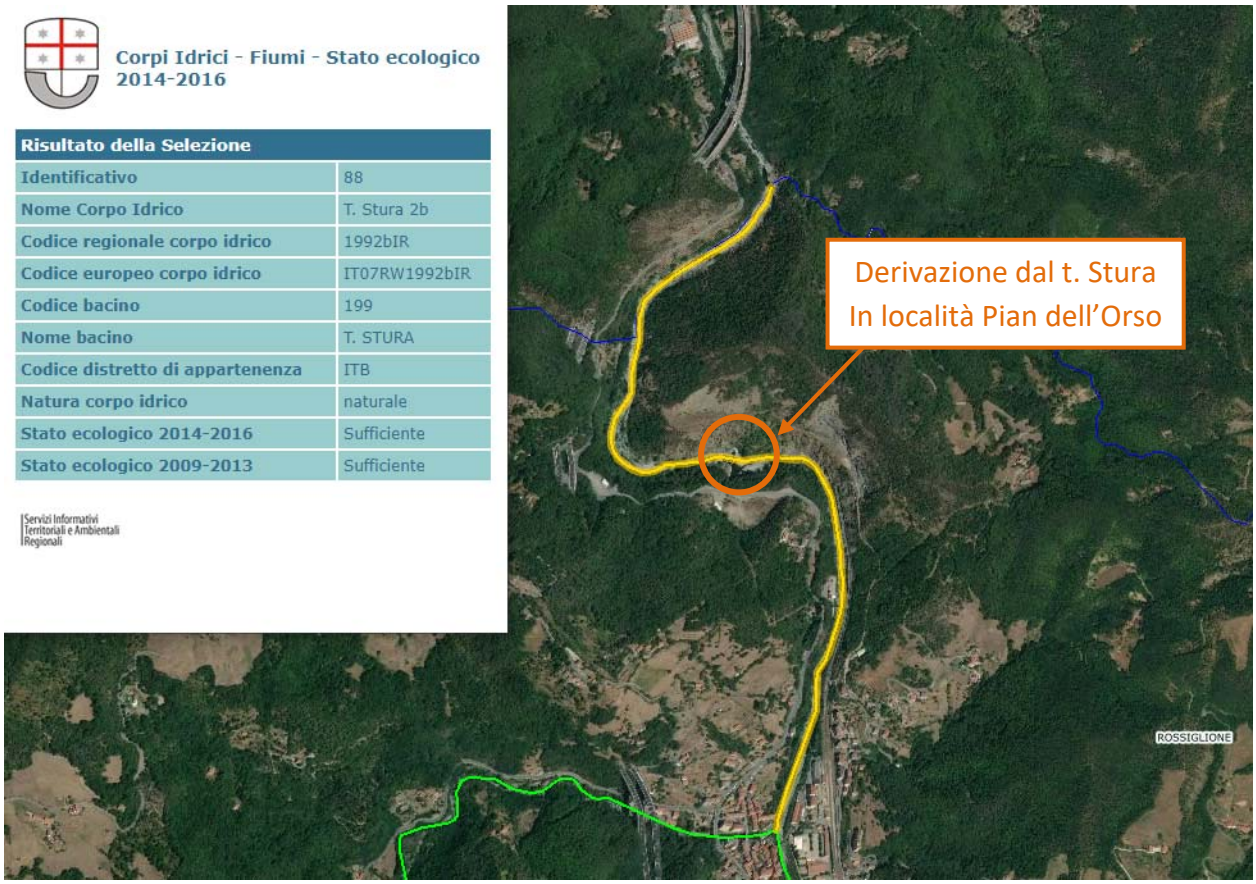


Figura 6: P.T.A. 2018 - Stato ecologico acque superficiali classificazione intermedia 2014-2016.

Individuate le principali caratteristiche della derivazione oggetto di rinnovo con potenziamento e definito il valore ambientale del corpo idrico indagato, si è proceduto con la valutazione delle alterazioni idrologiche e morfologiche associate alla derivazione e del relativo livello di impatto.

Analisi delle alterazioni idrologiche

Le alterazioni idrologiche associate alla derivazione sono valutate per il caso di cumulo dei prelievi, ovvero il cumulo della derivazione in esame e di tutte le derivazioni dissipative presenti sul bacino di monte.

Le soglie di significatività della pressione idrologica sono definite mediante l'Indice di sfruttamento della risorsa idrica (indice WEI, Water Exploitation Index), dato dal rapporto tra la portata derivata e la portata naturale del corso d'acqua.

Nel caso di analisi dell'impatto cumulato, l'indice WEI corrisponde al rapporto tra la somma di tutte le portate medie derivabili e la portata media naturalizzata del corso d'acqua.

La Direttiva prevede che il calcolo dell'indice WEI venga effettuato su base mensile, pertanto è stato necessario in primo luogo definire l'andamento medio giornaliero delle portate naturali del corpo idrico.

Sul torrente Stura non esistono stazioni di misura storiche da cui ricavare l'andamento delle portate naturali del corso d'acqua alla sezione di presa in esame.
Nell'area limitrofa a quella di interesse risulta invece presente una stazione di misura della portata sul torrente Orba, in comune di Tiglieto (GE), gestita da ARPA Piemonte.

Il bacino idrografico del torrente Stura chiuso all'opera di presa dell'impianto idroelettrico e il bacino del torrente Orba chiuso alla stazione idrometrica di Tiglieto, oltre ad essere geograficamente vicini, presentano dimensioni e caratteristiche simili.
Nel presente studio si è pertanto deciso di considerare le misurazioni effettuate presso la stazione di Tiglieto (stazione S2592) come base dati per l'analisi idrologica, in quanto rappresentativa della situazione idrologica del torrente Stura.
La stazione di misura S2592, gestita da ARPA Piemonte ed attiva dal 2003, consente la misura dei livelli idrometrici del corso d'acqua con scala di deflusso, e quindi la misura delle portate defluenti in alveo. Tale stazione presenta un bacino imbrifero sotteso di circa 75 km^2 e ad oggi risultano a disposizione i dati di portata media giornaliera registrati dal 2003 al 2018, ad eccezione del 2011 per il quale la serie annuale di dati risulta incompleta.
Per effettuare correttamente il trasferimento dei dati idrologici dal torrente Orba al torrente Stura è stata effettuata la regionalizzazione dei valori misurati sia sulle superfici dei due bacini, sia sulle relative piovosità (vedasi paragrafo 4.3).
Il valore della precipitazione media annua sul bacino del torrente Orba è risultato essere pari a 2.026 mm ed è stato ricavato a partire dai dati disponibili per le seguenti stazioni pluviometriche (dati forniti da ARPA Liguria):

- Stazione Piampaludo: precipitazione mensile media cumulata - anni 2004-2018
- Stazione Urbe: precipitazione mensile media cumulata - anni 2014-2018

Il valore della precipitazione media annua sul bacino del torrente Stura è risultato essere pari a 1.591 mm ed è stato ricavato a partire dai dati disponibili per le seguenti stazioni pluviometriche (dati forniti da ARPA Liguria):

- Stazione Rossiglione: precipitazione mensile media cumulata - anni 2005-2018
- Stazione Campo Ligure: precipitazione mensile media cumulata - anni 2010-2018
- Stazione Prai: precipitazione mensile media cumulata - anni 2014-2018

Applicando le formule di regionalizzazione sono dunque state ricavate le portate medie giornaliere e medie mensili del torrente Stura per ciascun anno del periodo 2003-2018 e le portate naturali mensili mediate sull'intero periodo. I valori così ottenuti sono riportati nelle seguenti tabelle.

ORBA A TIGLIETO
BACINO 75 km2 AFFLUSSO 2026 mm

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN	3.65	4.44	1.62	0.60	2.24	7.30	3.91	1.28	0.97	2.42	5.61	1.49	1.05	1.14	4.97	**2.85**
FEB	0.80	2.22	0.37	6.65	0.97	4.52	6.92	3.91	1.94	2.79	7.13	3.12	5.35	6.25	2.03	**3.67**
MAR	0.76	6.14	3.25	5.67	2.20	3.93	8.86	11.24	3.44	8.52	7.46	7.56	8.04	5.32	12.21	**6.31**
APR	3.23	4.05	4.87	2.64	1.66	6.16	8.97	5.12	4.61	11.02	2.62	3.45	0.97	1.81	6.13	**4.49**
MAG	0.67	7.18	3.36	0.98	2.22	6.08	1.51	5.16	4.76	7.15	1.76	1.16	3.00	2.22	2.36	**3.30**
GIU	0.26	0.39	0.67	0.56	1.96	3.78	0.34	1.97	1.04	1.05	0.51	0.84	0.96	0.29	0.78	**1.03**
LUG	0.32	0.27	0.31	0.46	2.66	0.39	0.25	0.21	0.32	0.25	1.03	0.24	0.31	0.12	0.57	**0.51**
AGO	0.16	0.33	0.48	3.60	2.87	0.15	0.15	1.24	0.23	0.39	2.21	0.37	0.32	0.08	0.27	**0.86**
SET	0.86	0.26	2.84	9.70	2.44	0.17	0.48	0.52	0.83	0.78	0.45	0.87	0.38	0.12	0.19	**1.39**
OTT	1.84	1.33	2.76	4.62	2.95	0.47	2.27	7.77	1.51	1.59	3.70	2.90	1.29	0.09	10.38	**3.03**
NOV	13.65	4.41	1.92	3.98	4.86	4.12	5.40	13.05	11.62	2.07	20.37	0.62	14.17	3.32	13.83	**7.83**
DIC	11.64	3.13	2.28	6.63	2.59	6.86	6.59	8.59	3.47	10.67	5.79	1.22	1.66	3.46	1.53	**5.07**
MEDIA	**3.15**	**2.85**	**2.06**	**3.84**	**2.47**	**3.66**	**3.80**	**5.00**	**2.90**	**4.06**	**4.89**	**1.99**	**3.12**	**2.02**	**4.60**	**3.36**

STURA A PIAN DELL'ORSO
BACINO 105.91 km2 AFFLUSSO 1591 mm

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN	4.05	4.92	1.80	0.67	2.48	8.09	4.34	1.42	1.08	2.68	6.22	1.65	1.16	1.27	5.51	**3.16**
FEB	0.89	2.46	0.41	7.38	1.08	5.02	7.67	4.33	2.15	3.09	7.90	3.46	5.94	6.93	2.25	**4.06**
MAR	0.84	6.81	3.61	6.29	2.44	4.35	9.83	12.47	3.82	9.44	8.28	8.39	8.92	5.90	13.54	**6.99**
APR	3.58	4.49	5.40	2.93	1.84	6.83	9.94	5.68	5.11	12.22	2.91	3.82	1.08	2.00	6.79	**4.97**
MAG	0.74	7.97	3.72	1.08	2.46	6.74	1.67	5.73	5.28	7.93	1.95	1.29	3.33	2.46	2.61	**3.66**
GIU	0.29	0.43	0.74	0.63	2.17	4.19	0.38	2.18	1.15	1.17	0.56	0.93	1.06	0.32	0.86	**1.14**
LUG	0.35	0.30	0.34	0.51	2.95	0.43	0.27	0.23	0.36	0.28	1.14	0.26	0.34	0.13	0.64	**0.57**
AGO	0.18	0.36	0.53	3.99	3.18	0.17	0.17	1.37	0.26	0.43	2.45	0.41	0.35	0.09	0.30	**0.95**
SET	0.96	0.28	3.14	10.76	2.71	0.18	0.53	0.58	0.92	0.86	0.50	0.97	0.42	0.13	0.22	**1.54**
OTT	2.04	1.48	3.07	5.12	3.27	0.52	2.52	8.62	1.67	1.76	4.11	3.22	1.43	0.11	11.51	**3.36**
NOV	15.13	4.89	2.13	4.42	5.39	4.57	5.99	14.47	12.89	2.30	22.59	0.69	15.72	3.68	15.34	**8.68**
DIC	12.91	3.47	2.53	7.35	2.88	7.61	7.31	9.52	3.85	11.83	6.42	1.36	1.84	3.84	1.70	**5.63**
MEDIA	**3.50**	**3.16**	**2.29**	**4.26**	**2.74**	**4.06**	**4.22**	**5.55**	**3.21**	**4.50**	**5.42**	**2.20**	**3.46**	**2.24**	**5.11**	**3.73**

Prima di procedere con il calcolo delle portate medie mensili derivabili dall'impianto, si evidenzia che i valori di precipitazione cumulata media annua utilizzati per la regionalizzazione sono cautelativi, in quanto le stazioni pluviometriche ubicate nel bacino del torrente Orba sono entrambe situate nella porzione alta del bacino, e dunque caratterizzate da una maggiore piovosità.
Ai fini della presente analisi, si è deciso di non applicare nessun coefficiente correttivo che tenga conto di questo aspetto, in modo da effettuare una stima maggiormente prudenziale delle portate naturali del torrente Stura.

Dunque, si è proceduto con la stima delle portate medie mensili derivabili dall'impianto in esame. Per effettuare il calcolo delle portate derivabili sono stati presi in considerazione i seguenti parametri di funzionamento dell'impianto:

- portata massima derivabile: 2.200 l/s;
- portata minima derivabile: 280 l/s;

ed è stato inizialmente ipotizzato il rilascio prioritario del Deflusso Minimo Vitale di base, quantificato in 282 l/s, per l'intero anno.
Sulla base delle successive considerazioni, sarà proposto il rilascio di un DMV maggiore nei mesi in cui sono state riscontrate delle criticità in termini di alterazioni idrologiche rilevanti.

Per ogni anno ricostruito (anni 2003-2018, escluso il 2011) è stato dunque calcolato il valore della portata media mensile derivabile dall'impianto e successivamente è stato calcolato il valore mensile mediato sull'intero periodo.
Di seguito si riportano le tabelle complete delle portate medie mensili calcolate per ogni anno a disposizione.

STURA A PIAN DELL'ORSO
BACINO 105.91 km2 AFFLUSSO 1591 mm

Q NATURALI	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN	4.05	4.92	1.80	0.67	2.48	8.09	4.34	1.42	1.08	2.68	6.22	1.65	1.16	1.27	5.51	**3.16**
FEB	0.89	2.46	0.41	7.38	1.08	5.02	7.67	4.33	2.15	3.09	7.90	3.46	5.94	6.93	2.25	**4.06**
MAR	0.84	6.81	3.61	6.29	2.44	4.35	9.83	12.47	3.82	9.44	8.28	8.39	8.92	5.90	13.54	**6.99**
APR	3.58	4.49	5.40	2.93	1.84	6.83	9.94	5.68	5.11	12.22	2.91	3.82	1.08	2.00	6.79	**4.97**
MAY	0.74	7.97	3.72	1.08	2.46	6.74	1.67	5.73	5.28	7.93	1.95	1.29	3.33	2.46	2.61	**3.66**
JUN	0.29	0.43	0.74	0.63	2.17	4.19	0.38	2.18	1.15	1.17	0.56	0.93	1.06	0.32	0.86	**1.14**
JUL	0.35	0.30	0.34	0.51	2.95	0.43	0.27	0.23	0.36	0.28	1.14	0.26	0.34	0.13	0.64	**0.57**
AUG	0.18	0.36	0.53	3.99	3.18	0.17	0.17	1.37	0.26	0.43	2.45	0.41	0.35	0.09	0.30	**0.95**
SEP	0.96	0.28	3.14	10.76	2.71	0.18	0.53	0.58	0.92	0.86	0.50	0.97	0.42	0.13	0.22	**1.54**
OCT	2.04	1.48	3.07	5.12	3.27	0.52	2.52	8.62	1.67	1.76	4.11	3.22	1.43	0.11	11.51	**3.36**
NOV	15.13	4.89	2.13	4.42	5.39	4.57	5.99	14.47	12.89	2.30	22.59	0.69	15.72	3.68	15.34	**8.68**
DEC	12.91	3.47	2.53	7.35	2.88	7.61	7.31	9.52	3.85	11.83	6.42	1.36	1.84	3.84	1.70	**5.63**

Q DERIVATE	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN	1.85	1.93	1.18	0.27	1.11	2.16	1.76	1.10	0.73	1.64	1.79	1.10	0.83	0.99	1.66	**1.34**
FEB	0.58	1.64	0.11	1.94	0.79	2.20	2.19	1.30	1.31	1.62	1.92	1.75	1.77	2.15	1.69	**1.53**
MAR	0.54	2.09	1.50	2.03	1.31	2.18	2.20	2.19	1.83	2.17	2.20	2.20	2.17	1.86	2.04	**1.90**
APR	1.55	1.94	2.02	1.52	1.02	2.09	2.18	2.11	1.94	2.20	1.83	1.65	0.79	1.23	1.81	**1.73**
MAY	0.45	1.53	1.46	0.75	1.03	2.15	0.98	1.70	1.69	2.03	1.15	0.90	1.02	1.28	1.63	**1.32**
JUN	0.06	0.15	0.45	0.34	1.08	1.75	0.07	0.74	0.77	0.85	0.22	0.37	0.71	0.02	0.54	**0.54**
JUL	0.03	0.04	0.05	0.23	2.17	0.06	0.05	0.01	0.08	0.00	0.51	0.01	0.00	0.00	0.22	**0.23**
AUG	0.02	0.09	0.14	1.05	1.82	0.00	0.01	0.50	0.03	0.14	0.93	0.06	0.01	0.00	0.04	**0.32**
SEP	0.17	0.04	0.79	1.46	2.03	0.01	0.29	0.28	0.38	0.15	0.12	0.23	0.09	0.00	0.00	**0.40**
OCT	0.31	0.26	1.46	1.83	1.98	0.19	0.70	1.42	1.10	1.17	0.96	1.26	0.72	0.00	0.69	**0.94**
NOV	1.99	1.15	1.39	1.56	2.18	1.55	1.49	2.16	1.82	1.21	1.98	0.34	1.10	0.52	2.12	**1.50**
DEC	2.03	1.80	1.75	1.90	2.16	2.11	1.82	1.79	1.63	1.19	1.85	0.85	1.09	1.03	1.22	**1.61**

Dopodichè, si è proceduto con l'individuazione delle derivazioni dissipative presenti sull'intero bacino di monte del torrente Stura.

In particolare, si è proceduto alla consultazione della cartografia messa a disposizione dalla Regione Liguria (Catologo e Viewer cartografico del Geoportale regionale) nel livello cartografico "Derivazioni idriche", dal quale è stato possibile individuare tutte le derivazioni di interesse.
Le derivazioni dissipative individuate sulla cartografia sono principalmente destinate all'uso irriguo, con valori medi dell'ordine di pochi litri secondo. Nel complesso, il loro valore cumulato risulta essere pari a circa 60 l/s (vedasi Allegato 1).

Ai fini della presente analisi, per essere cautelativi è stato ipotizzato che il prelievo non avvenga solo nella stagione irrigua (1 maggio-30 settembre) ma sull'intero anno. Inoltre, non si è tenuto conto del fatto che le stesse portate giornaliere misurate alla stazione di Tiglieto sul torrente Orba risentono dei prelievi irrigui esercitati a monte, che tuttavia non sono stati considerati per il calcolo delle portate naturali.

Per ciascun mese è stato dunque calcolato l'indice WEI, dato dal rapporto tra la somma delle portate medie mensili derivabili "ΣQ" e la portata media mensile naturalizzata del corso d'acqua "Q_n".

Nella seguente tabella sono riportati i valori ottenuti.

	Q NAT	Q DER	INDICE WEI Σ QDER/QNAT
GEN	**3.16**	**1.34**	**0.44**
FEB	**4.06**	**1.53**	**0.39**
MAR	**6.99**	**1.90**	**0.28**
APR	**4.97**	**1.73**	**0.36**
MAY	**3.66**	**1.32**	**0.38**
JUN	**1.14**	**0.54**	**0.53**
JUL	**0.57**	**0.23**	**0.51**
AUG	**0.95**	**0.32**	**0.40**
SEP	**1.54**	**0.40**	**0.30**
OCT	**3.36**	**0.94**	**0.30**
NOV	**8.68**	**1.50**	**0.18**
DEC	**5.63**	**1.61**	**0.30**

Dalla tabella è possibile osservare che l'indice WEI supera la *soglia limite per impatto Rilevante* (50%) nei mesi di giugno e di luglio. Nei restanti mesi l'indice WEI risulta essere inferiore alla soglia limite per impatto Rilevante ma superiore alla soglia limite per impatto Lieve (25%), fatta eccezione per il solo mese di novembre in cui risulta inferiore anche a quest'ultima soglia.

Il superamento in alcuni mesi della soglia limite del 50% compromette la compatibilità della derivazione rispetto agli obiettivi di qualità ambientale del corpo idrico. Al fine di superare tale incompatibilità, si rende perciò necessaria la riduzione dei valori medi mensili di portata derivata.

Pertanto, nell'ambito del presente studio si propone di incrementare il valore del DMV da 282 l/s a 350 l/s nei due mesi caratterizzati da criticità, in modo da garantire così il rispetto della soglia del 50% per l'intero anno. Nella seguente tabella sono riportati i nuovi valori ottenuti.

	Q NAT	Q DER	INDICE WEI Σ QDER/QNAT
GEN	3.16	1.34	0.44
FEB	4.06	1.53	0.39
MAR	6.99	1.90	0.28
APR	4.97	1.73	0.36
MAY	3.66	1.32	0.38
JUN	1.14	0.50	0.49
JUL	0.57	0.21	0.48
AUG	0.95	0.32	0.40
SEP	1.54	0.40	0.30
OCT	3.36	0.94	0.30
NOV	8.68	1.50	0.18
DEC	5.63	1.61	0.30

Dalla tabella è possibile osservare che incrementando il valore del DMV rilasciato nei mesi di giugno e di luglio, l'indice WEI si mantiene sempre al di sotto della *soglia limite per impatto Rilevante* (50%).

Analisi delle alterazioni morfologiche

Le alterazioni morfologiche sono valutate per il caso di cumulo dei tratti sottesi presenti sul tratto idro-morfologicamente omogeneo (L_{to}) in cui ricade la derivazione in esame.

In generale, il tratto omogeneo Lt_o ha inizio alla confluenza in cui l'area drenata scende sotto la metà dell'area drenata alla presa e finisce alla confluenza in cui l'area drenata supera il doppio dell'area drenata alla presa.
Nel caso in esame, la superficie drenata all'opera di presa risulta pari a 105,91 km^2, dunque, in linea teorica, il tratto omogeneo avrà inizio alla confluenza in cui l'area drenata scende sotto i 53 km^2 e finirà alla confluenza in cui l'area drenata supera i 212 km^2.
In realtà, dato che il torrente Stura confluisce nel torrente Orba ben prima di raggiungere un bacino drenato di 212 km^2, il tratto idro-morfologicamente omogeneo L_{to} finirà in corrispondenza del punto di confluenza.
Sulla base di tali considerazioni, la lunghezza del tratto omogeneo è stata stimata pari a 19 km (con punto di inizio in comune di Campo Ligure, in territorio ligure e punto di fine in comune di Ovada, in territorio piemontese).

Dalla consultazione della cartografia messa a disposizione dalla Regione Liguria (Catologo e Viewer cartografico del Geoportale regionale), in particolare dal livello cartografico "Derivazioni

idriche", e dalla Regione Piemonte nel Sistema Informativo Risorse Idriche, sono state individuate tutte le derivazioni non dissipative (inclusa quella in esame) con tratto sotteso ricadente in L_{to}:

1) Impianto "Rossiglione"	S = 0,820 km	in comune di Rossiglione
2) Impianto "Corei"	S = 0,530 km	in comune di Rossiglione
3) Impianto "Pian dell'Orso"	S = 1,850 km	in comune di Rossiglione e Ovada
4) Impianto "Belforte"	S = 1,600 km	in comune di Belforte Monferrato e Ovada

In allegato 1 si riporta la posizione delle sopraelencate derivazioni e dei relativi tratti sottesi su immagine satellitare.

Di conseguenza, è stato calcolato il rapporto tra il cumulo delle lunghezze dei tratti sottesi "ΣS" e la lunghezza del tratto idro-morfologicamente omogeneo "L_{to}", che risulta essere inferiore alla *soglia limite per impatto Rilevante* (30%) ma superiore alla *soglia limite per impatto Lieve* (15%):

$$\Sigma S/L_{to} = 0,25 = 25\% < 30\%$$

Definiti entrambi gli indicatori per l'impatto idrologico e l'impatto morfologico, è stata dunque valutata l'intensità dell'impatto associato al rinnovo con variante in aumento della portata, insieme con la proposta di modulazione stagionale del rilascio del DMV.

Come indicato nella seguente tabella, l'intensità dell'impatto è risultata essere "*moderata*":

Sotto matrice per la valutazione dell' impatto derivante dal cumulo dei tratti sottesi			
	ΣP/Qn$_{ll}$> 50%	50%>=ΣP/Qn$_{ll}$> 25%	ΣP/Qn$_{ll}$<= 25%
ΣS/L$_{to}$> 30%	*RILEVANTE*	*RILEVANTE*	*LIEVE*
30%>=ΣS/L$_{to}$> 15%	*RILEVANTE*	*MODERATA*	*LIEVE*
ΣS/L$_{to}$<= 15%	*MODERATA*	*LIEVE*	*LIEVE*

Figura 7: Estratto della D.G.R. n°691/2018: matrice di valutazione dell'intensità dell'impatto.

Applicando i criteri di valutazione del livello di impatto individuati dalla D.G.R. n°691/2018, la derivazione in esame per il caso di cumulo delle derivazioni genera un impatto MODERATO.

Pertanto, considerando lo stato ambientale del corpo idrico pari a "SUFFICIENTE", l'intervento rientra in classe di RISERVA, per la quale la D.G.R. n°691/2018 giudica il rinnovo in questione ASSENTIBILE con obbligo di prescrizioni.

3. Caratteristiche del bacino imbrifero del torrente Stura

La regione sorgentizia del torrente Stura è situata ai Piani di Praglia, ad una quota di circa 840 m s.l.m., nel territorio della Città Metropolitana di Genova. Il torrente, dopo un percorso di circa 24 km in territorio ligure, a valle di Rossiglione entra in territorio piemontese, in provincia di Alessandria, dove confluisce nel torrente Orba. La superficie del bacino, fino al confine con il territorio comunale di Ovada (AL), presenta un'estensione di circa 110 km^2.

I principali affluenti del torrente Stura sono situati in destra idrografica: il torrente Vezzulla, che confluisce nello Stura presso Masone, il torrente Ponzema che si immette presso Campo Ligure e 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 e il torrente Gargassa.
Il bacino idrogrfico del torrente Stura è 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 si presenta ristretta nella parte alta con direzione Est-Ovest, poi a partire da Masone assume direzione quasi perpendicolare alla linea di costa.

L'intero percorso del torrente Stura è impostato sui terreni facenti parte del Gruppo di Voltri, ad eccezione del tratto iniziale, presso i Piani di Praglia, che appartiene all'Unità Erro-Tobbio. La prima parte del bacino è quindi impostata prevalentemente sulle peridotiti parzialmente serpentinizzate, con tipici caratteri metamorfici alpini.
Successivamente il torrente Stura e gli affluenti della zona corrispondente attraversano le Ofioliti del monte Beigua (gabbro-serpentinitiche). Il fondovalle, fino a valle di Campo Ligure, e gran parte del versante orografico destro sono invece interessati da formazioni scistose (calcescisti, argilloscisti, ecc.). Nella parte bassa del bacino, nel versante destro della Val Berlino, si rilevano affioramenti di prasiniti. L'affluente di sinistra più rilevante, il torrente Gargassa è impostato prevalentemente nella Formazione di Molare, con conglomerati oligocenici.

La valle principale risulta moderatamente ampia, con una limitata piana di fondovalle. Essa è circondata in gran parte da rilievi montuosi, ad eccezione del tratto tra Rossiglione e Ovada. Il punto di minima distanza tra il mare e lo spartiacque è situato in prossimità del passo del Turchino.

L'acclività dei versanti, regolata principalmente dalla litologia affiorante, dalla stratificazione e dalla struttura tettonica, risulta elevata nei tratti superiori degli affluenti e si presenta più moderata nei tratti vallivi degli stessi e lungo il corso principale.

In generale, in tutta l'area del bacino del torrente Stura tale acclività risulta elevata, di conseguenza, la morfologia del territorio si presenta generalmente aspra e solo in alcune zone vi sono aree pianeggianti. L'intero territorio è sottoposto a fenomeni morfoselettivi quali erosione differenziata, fenomeni di alterazione superficiale e modellamento gravitativi, il tutto accentuato da una intensa attività neotettonica.

Il bacino chiuso all'opera di presa presenta le seguenti caratteristiche:

- corso d'acqua sotteso: torrente Stura
- area bacino imbrifero complessivo alla chiusura opera di presa: 105,91 km^2
- quota massima del bacino: 950 m s.l.m.
- quota sezione di chiusura opera di presa: 267 m s.l.m.
- lunghezza asta principale del torrente alla chiusura dell'opera di presa: 23,5 km circa

4. Analisi idrologica

4.1 Stazioni idrografiche storiche ed esistenti

La consultazione degli Annali Idrologici - Parte II, pubblicati dal Ministero dei Lavori Pubblici, Servizio Idrografico di Parma, ha mostrato che sul torrente Stura non esistono stazioni di misura storiche. L'A.R.P.A. (Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale) e la Regione Piemonte - Direzione Risorse Idriche, sono invece dotate di una rete di misura in tempo reale dei livelli dei principali corsi d'acqua, che consente di effettuare un costante monitoraggio dei corsi d'acqua piemontesi.

Nell'area limitrofa a quella di studio è presente una **stazione di misura della portata** sul torrente Orba, in comune di Tiglieto (GE) gestita da A.R.P.A. Piemonte.

Nel presente studio si è deciso di considerare come base per l'analisi idrologica i dati forniti dalle misurazioni effettuate presso la stazione di misura esistente, in quanto rappresentative della situazione idrologica del torrente Stura (i bacini presentano caratteristiche simili).

4.2 Stazione idrometrica Orba a Tiglieto

La stazione di misura S2592, gestita da ARPA Piemonte ed attiva dal 2003, è ubicata in comune di Tiglieto e consente la misura dei livelli idrometrici del corso d'acqua con scala di deflusso, e quindi la misura delle portate defluenti in alveo.

Tale stazione, presenta un bacino imbrifero sotteso di 75 km^2, e ad oggi risultano a disposizione i dati di portata media giornaliera registrati dal 2003 al 2018, ad eccezione del 2011.

Denominazione: **TIGLIETO**	
Corso d'acqua: **torrente ORBA**	
Codice stazione: **S2592**	
Comune: **TIGLIETO**	Provincia: **GE**
Bacino: **TANARO**	Sup. Bacino: **75 km^2**
Inizio disponibilità misure: **01/01/2003**	Fine disponibilità misure: **ATTIVA**
UTM_X: 469653 m	UTM_Y: 4930180 m



Figura 8: Individuazione della stazione S2592 sul torrente Orba in comune di Tiglieto (ponte S.P.1).

Si riporta di seguito il grafico delle portate medie mensili del torrente Orba in corrispondenza della stazione di misura di Tiglieto registrate per ciascun anno di osservazione disponibile (dal 2003 al 2018).

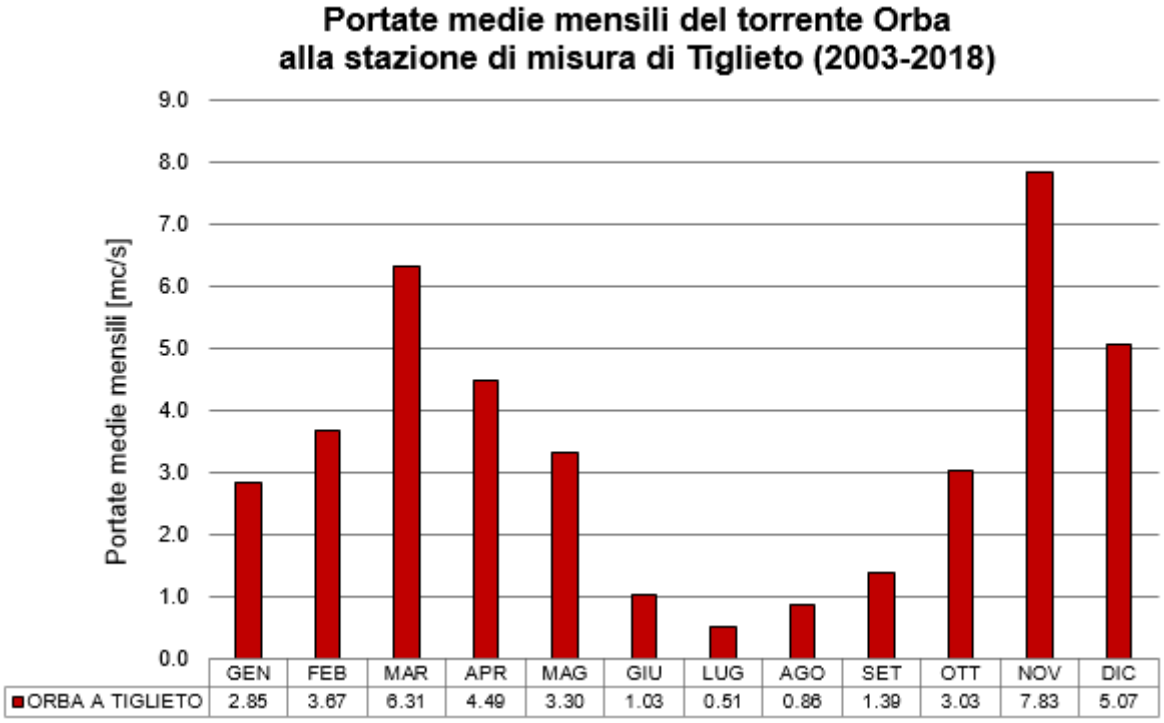


Figura 9: Portate medie mensili del torrente Orba alla stazione di Tiglieto (periodo 2003-2018).

4.3 Analisi delle precipitazioni

Uno studio idrologico finalizzato ad individuare i criteri per una corretta gestione delle risorse idriche deve necessariamente contenere un'analisi dell'entità e della distribuzione degli afflussi meteorici sui bacini che alimentano i corsi d'acqua costituenti il reticolo idrografico naturale superficiale.

Infatti, al fine di effettuare delle analisi valide sui bilanci idrologici afflussi/deflussi, devono essere noti sia i principali parametri relativi alle portate, sia i valori medi mensili e annui delle precipitazioni.
In genere, non sono reperibili dati di rilevazioni idrometriche continue per periodi sufficientemente lunghi, almeno 25÷30 anni secondo quanto raccomandato in letteratura.
Pertanto, è importante effettuare un'analisi pluviometrica sufficiente almeno alla determinazione dei valori medi mensili e annui degli afflussi meteorici sul bacino oggetto di studio. L'analisi pluviometrica viene effettuata sulla base delle rilevazioni delle stazioni meteorologiche (pluviometriche) in funzione per periodi di osservazione significativi entro il bacino oggetto di studio e/o nelle aree limitrofe.

L'analisi del regime pluviometrico nell'area in esame è stata effettuata facendo riferimento ai dati rilevati dalla rete di monitoraggio gestita da A.R.P.A. Liguria. I dati giornalieri, mensili ed annui rilevati dall'intera rete di monitoraggio sono pubblicati, insieme ai dati anagrafici delle stazioni, all'interno della Banca Dati Idrologica consultabile sul sito di A.R.P.A..

Le stazioni di rilevamento A.R.P.A. situate nel bacino del torrente Stura sono le seguenti:

- Stazione Rossiglione: precipitazione mensile media cumulata - anni 2005-2018
- Stazione Campo Ligure: precipitazione mensile media cumulata - anni 2010-2018
- Stazione Prai: precipitazione mensile media cumulata - anni 2014-2018

Le misurazioni a disposizione ricoprono un arco temporale mediamente ampio, per il quale sono risultati essere disponibili tutti i valori di *precipitazioni medie mensili*.

Stazione ROSSIGLIONE
Parametro PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)

	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN	3.2	76.2	83	275.6	136.8	90	48.6	27.6	127.2	249	108.2	28.4	12.2	150	101.14
FEB	59.2	183	12.4	64.2	100.6	177.4	139	48	65.6	290	183	183.4	108	111.4	123.23
MAR	54.4	30.4	77.2	28.2	130.2	126.6	284.4	100.4	297	130.8	104	115	143.8	249	133.67
APR	103.6	35.6	18.4	169	281.8	138.4	17.4	189	139.6	111	78.2	2.8	31.4	145	104.37
MAY	150.2	30.2	112.2	225.4	6.6	98.2	21.2	111.8	244.6	44.2	17.8	138.6	62.8	136.2	100.00
JUN	7.8	5	108.8	83.2	21	52	70.6	0	31.6	40.2	93.2	22	10	22.6	40.57
JUL	33.6	24.2	2.2	19.2	41.2	3.2	81.6	0	24	230.4	0	10.6	4.6	31	36.13
AUG	68.2	128.6	126.8	8.6	26	121	0	0	56	67.6	55.2	23	3.6	28.2	50.91
SEP	158.6	399.8	29.2	29.8	112	28.4	13.2	90.6	35.8	29	88.4	63.6	29.8	16	80.30
OCT	146.6	70.4	88.8	85.2	91.6	407.4	80.8	147	150.2	311.6	185.4	139.2	4.2	501.8	172.16
NOV	77.2	193.2	124.2	243.8	262.4	286.4	615.2	283.4	97.6	757.2	14.8	367.2	195.6	271	270.66
DEC	83	170.8	25.6	271.6	142.6	202.6	3.2	47.8	335.4	124	32.6	67.4	77.4	30.8	115.34

Stazione CAMPO LIGURE
Parametro PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN	54.4	60	33.2	129.4	273.2	107.8	36.6	10.8	174.2	97.73
FEB	177.2	153.4	14	31.8	324	184.2	292.6	154.6	91.8	158.18
MAR	143.8	299.6	111.2	346	165.8	96.4	166.6	113.4	259.8	189.18
APR	145.6	47	257.6	180.6	97.6	88.6	5.6	50.2	167.6	115.60
MAY	182.4	10	139.8	297.6	58.4	30	124	81	111	114.91
JUN	77.6	63.8	34.4	35	55.2	130.6	30.8	10.2	47.2	53.87
JUL	3.8	84	1.6	18	286.2	2.6	14.2	7	84.8	55.80
AUG	133	9.8	6.6	54.2	175.4	82	28	5.2	30.8	58.33
SEP	91	72.8	195.2	141.4	26.4	136	99.4	39.6	8.2	90.00
OCT	477	110.8	193	219	385	183	218.4	24.2	468.2	253.18
NOV	345.2	578.6	392.4	121	877.2	22.8	498	229	216.2	364.49
DEC	202.8	5.6	78.2	581.2	133.2	44.8	61.2	81.8	35.2	136.00

Stazione PRAI
Parametro PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)

	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN		70.4	28	19.2	207.8	81.35
FEB		148.4	264.6	136.2	36	146.30
MAR	144.2	113.4	167.8	155.4	380.8	192.32
APR	109.6	151	6.4	50.6	195.6	102.64
MAY	56.6	44.4	159	79.2	129.2	93.68
JUN	46	108.4	23.4	11.4	49.4	47.72
JUL	227	1.8	21.8	9.2	118.8	75.72
AUG	151.6	60.6	21	4.4	47.8	57.08
SEP	37.2	155.6	72.4	40	8.2	62.68
OCT	404.2	232.4	188.8	15.8	711	310.44
NOV	1091.8	8.8	678.4	292.4	386	491.48
DEC	173.8	65.2	41	160.8	40	96.16

I dati hanno fornito il valore medio della precipitazione annua cumulata sul bacino, calcolato pari a 1.591 mm:

	ROSSIGLIONE	CAMPO LIGURE	PRAI	MEDIA
GENNAIO	101.14	97.73	81.35	93.41
FEBBRAIO	123.23	158.18	146.30	142.57
MARZO	133.67	189.18	192.32	171.72
APRILE	104.37	115.60	102.64	107.54
MAGGIO	100.00	114.91	93.68	102.86
GIUGNO	40.57	53.87	47.72	47.39
LUGIO	36.13	55.80	75.72	55.88
AGOSTO	50.91	58.33	57.08	55.44
SETTEMBRE	80.30	90.00	62.68	77.66
OTTOBRE	172.16	253.18	310.44	245.26
NOVEMBRE	270.66	364.49	491.48	375.54
DICEMBRE	115.34	136.00	96.16	115.83
				1591.11

Le stazioni di rilevamento ARPA situate nel bacino del torrente Orba sono le seguenti:

- Stazione Piampaludo: precipitazione mensile media cumulata - anni 2004-2018
- Stazione Urbe: precipitazione mensile media cumulata - anni 2014-2018

Le misurazioni a disposizione ricoprono un arco temporale mediamente ampio, per il quale sono risultati essere disponibili tutti i valori di *precipitazioni medie mensili*.

Stazione PIAMPALUDO
Parametro PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)

	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN	19	10.4	81.6	139.6	502.2	382.8	163.8	35.4	46.6	156.4	298.6	105.4	32.8		214.6	156.37
FEB	12.6	17.8	269.2	41.2	139.8	202.2	431	178.6	43.4	53.6	410.6	209.4	240.8	157.2	77	165.63
MAR	8.6	68	187	220.8	135.8	318.6	346	428.8	79.4	307	170.6	170.6	198.6	165	444.6	216.63
APR	41	192.2	90	56	452.6	552.8	189	21.8	255.4	250.8	143.8	133.4	14	79.4	244.8	181.13
MAY	42.4	181	80.8	280.2	467.8	15.4	257.2	16.2	197.4	322.8	43.6	40.2	178.8	90	153.2	157.80
JUN	3.2	37	6.4	189.8	188.4	94.6	234	147.2	23.6	40.2	52	81.8	22.6	13	62.6	79.76
JUL	3	28.8	144.8	15.2	4	91.8	60.6	92.4	8.4	33	121.6	14.2	16.6	25.8	113.4	51.57
AUG	27.4	127.8	390.2	363.2	18	107.6	191.8	0	11.6	87.8	166.6	100.8	5.6	14.2	29.8	109.49
SEP	4.6	199.8	643.6	107.8	82.2	253.6	109	34.6	234.4	159	43	174.2	78.4	84	7.8	147.73
OCT	42	162.2	277.6	210	196.4	217.4	612.6	91.8	200.4	123.4	160.6	251.2	207.4	8	693.4	230.29
NOV	47.4	75.2	213	199.4	525.2	414	490.2	388	500.2	138.8	959.8	13.2		324.8	454.6	338.84
DEC	27.6	105.4	354.8	72.4	203.8	267.4	376	14	108.4	605.2	187	67		77.8	55.8	180.19

Stazione URBE - VARA SUP.
Parametro PRECIPITAZIONE CUMULATA (mm)

	2014	2015	2016	2017	2018	MEDIA
GEN		113	42.6	25.4	262.6	110.90
FEB		252.2		187.2	101.4	180.27
MAR	230.8	175	286.6	157.8	542.8	278.60
APR	136.2	153.8	9.8	87	251.4	127.64
MAY	39	41.4	212.2	105.8	168	113.28
JUN	36.6	73.2	20.4	7	55.4	38.52
JUL	35.6	6	30.8	19.8	137.6	45.96
AUG	25.8	107.2	11.4	5.8	37.2	37.48
SEP	34.4	168.2	136.4	58.2	8.8	81.20
OCT	249.4	279.4	205.8	6	846	317.32
NOV	1133.6	18	743.2	447	527.2	573.80
DEC	206.4	67.6	80.2	231	69	130.84

I dati hanno fornito il valore medio della precipitazione annua cumulata sul bacino, calcolato pari a 2.026 mm:

	PIAMPALUDO	URBE	MEDIA
GENNAIO	156.37	110.90	133.64
FEBBRAIO	165.63	180.27	172.95
MARZO	216.63	278.60	247.61
APRILE	181.13	127.64	154.39
MAGGIO	157.80	113.28	135.54
GIUGNO	79.76	38.52	59.14
LUGIO	51.57	45.96	48.77
AGOSTO	109.49	37.48	73.49
SETTEMBRE	147.73	81.20	114.47
OTTOBRE	230.29	317.32	273.81
NOVEMBRE	338.84	573.80	456.32
DICEMBRE	180.19	130.84	155.51
			2025.62

Si riporta di seguito un grafico di confronto dei valori medi mensili di precipitazione cumulata sui bacini in esame, dal quale è possibile osservare che il bacino idrografico del torrente Orba risulta mediamente il più piovoso:

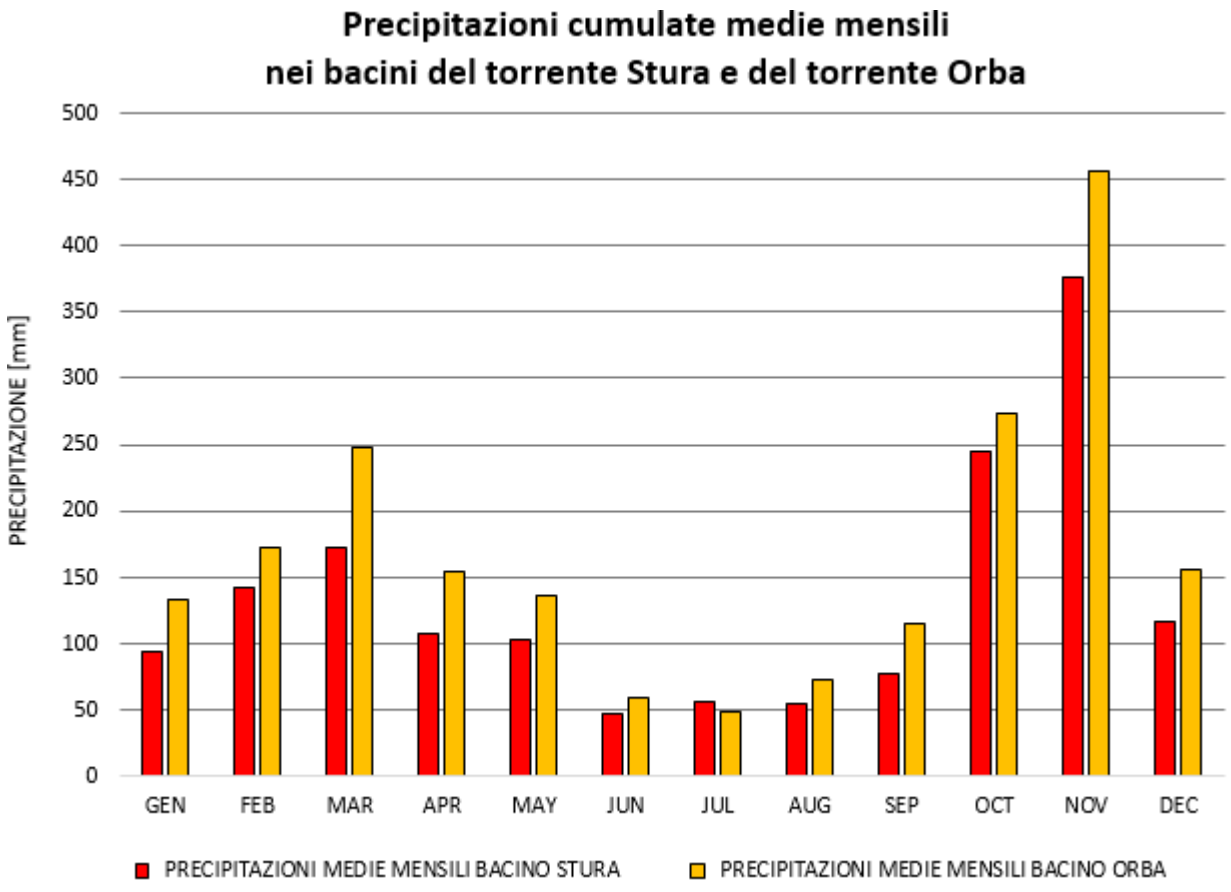


Figura 10: Precipitazioni cumulate medie mensili sui bacini idrografici del torrente Orba e del torrente Stura.

4.4 Stima delle portate medie naturali

Nel presente studio si è deciso di considerare come base per l'analisi idrologica i dati forniti dalle misurazioni sul torrente Orba effettuate presso la stazione di Tiglieto (GE), in quanto rappresentativi della situazione idrologica del torrente Stura (i bacini in esame dello Stura e dell'Orba presentano dimensioni simili).

La stazione di misura S2592, gestita da ARPA Piemonte ed attiva dal 2003, è ubicata in comune di Tiglieto e consente la misura dei livelli idrometrici del corso d'acqua con scala di deflusso, e quindi la misura delle portate defluenti in alveo.
Tale stazione, presenta un bacino imbrifero sotteso di 75 km^2 e ad oggi risultano a disposizione i dati di portata media giornaliera registrati dal 2003 al 2018, ad eccezione del 2011.
Per effettuare correttamente il trasferimento dei dati idrologici dal torrente Orba al torrente Stura è stata effettuata la regionalizzazione dei valori misurati, sia sulle superfici dei due bacini, sia sulle relative piovosità.
Il valore della precipitazione media annua cumulata sul bacino del torrente Orba è risultato essere di 2.026 mm ed è stato ricavato a partire dai dati disponibili per le seguenti stazioni pluviometriche:

- Stazione Piampaludo: precipitazione mensile media cumulata - anni 2004-2018
- Stazione Urbe: precipitazione mensile media cumulata - anni 2014-2018

Il valore della precipitazione media annua cumulata sul bacino del torrente Stura è risultato essere di 1.591 mm ed è stato ricavato a partire dai dati disponibili per le seguenti stazioni pluviometriche:

- Stazione Rossiglione: precipitazione mensile media cumulata - anni 2005-2018
- Stazione Campo Ligure: precipitazione mensile media cumulata - anni 2010-2018
- Stazione Prai: precipitazione mensile media cumulata - anni 2014-2018

Applicando le suddette formule di regionalizzazione, sono state ricavate le portate medie giornaliere e medie mensili del torrente Stura per il periodo 2003-2018.

Si riporta di seguito il grafico delle portate medie mensili del torrente Stura in corrispondenza dell'opera di presa dell'impianto idroelettrico, ricostruite per ciascun anno di osservazioni disponibile.

Infine, si riporta il grafico con la ricostruzione dell'andamento medio annuo delle portate naturali del torrente Stura, a cui corrisponde un valore di portata media annua del torrente di 3,72 m^3/s, coerente con il valore riportato sul P.T.A. di 3,61 m^3/s.

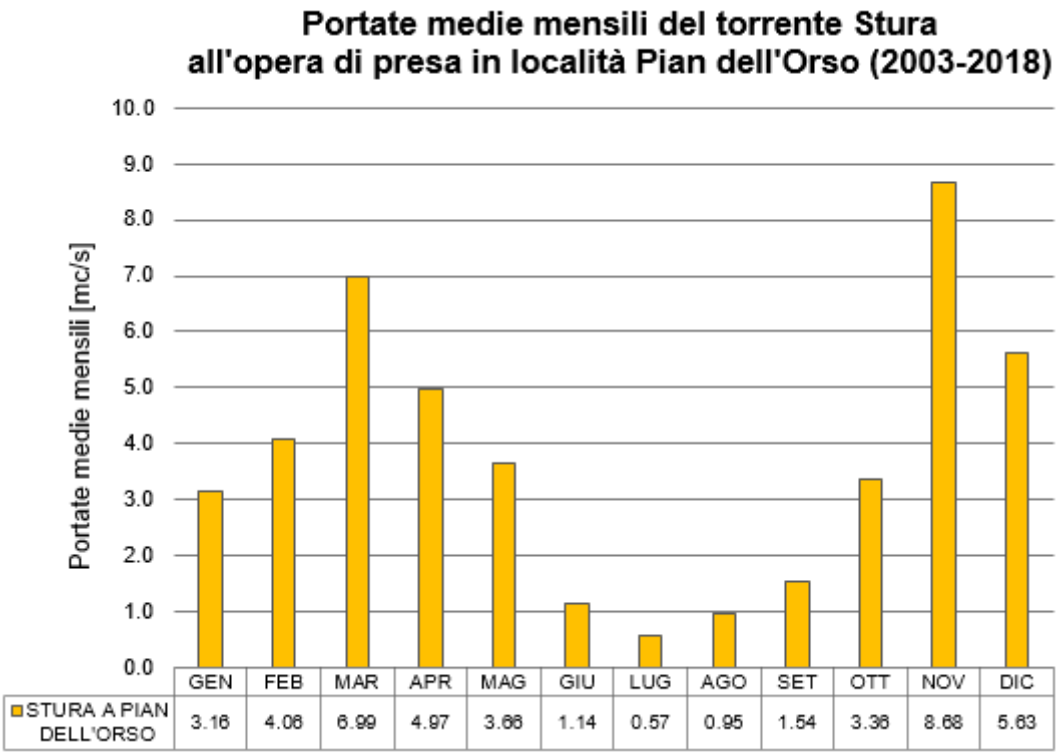


Figura 11: Portate medie mensili del torrente Stura all'opera di presa (periodo 2003-2018).

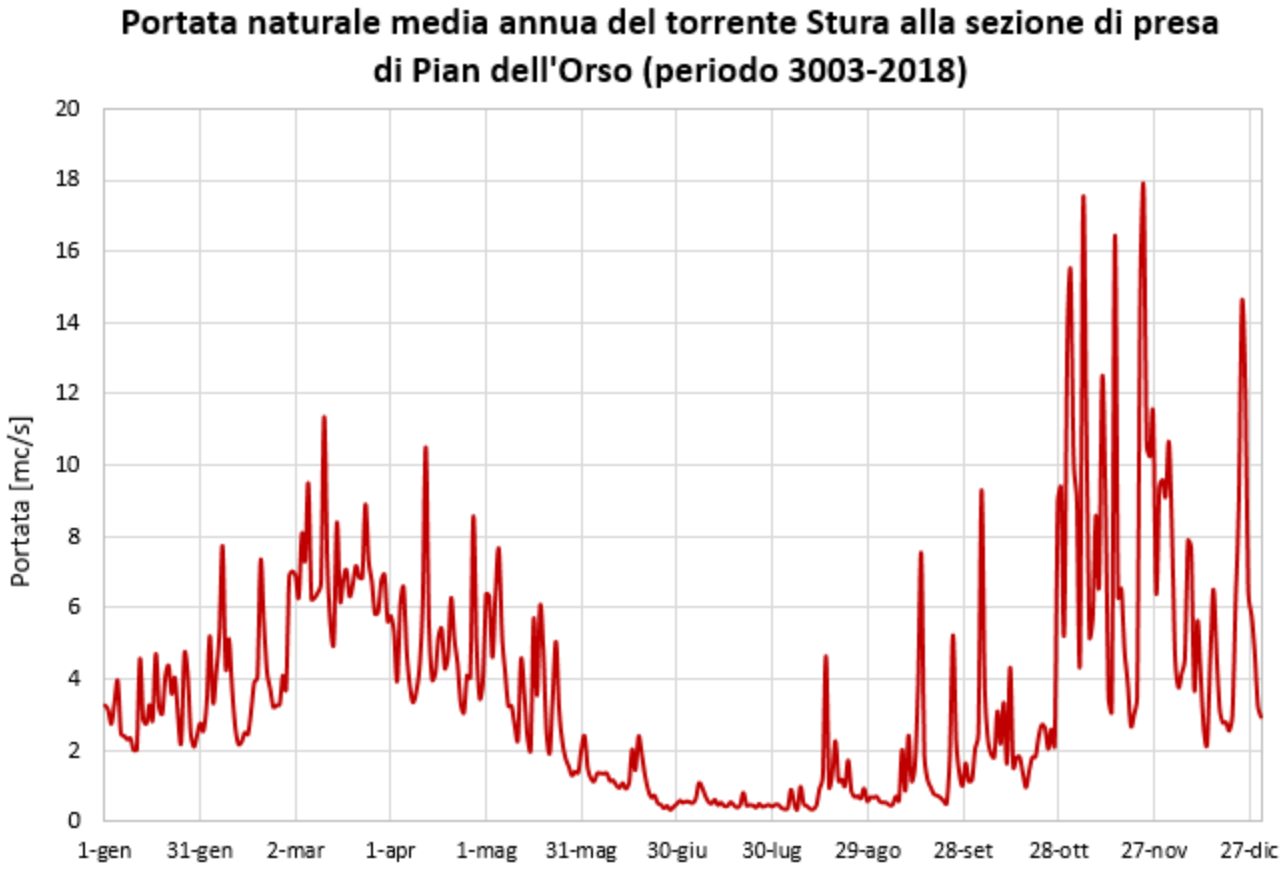


Figura 12: Andamento medio annuo delle portate naturali del torrente Stura all'opera di presa (2003-2018).

5. Deflusso Minimo Vitale

Il Deflusso Minimo Vitale (DMV) è definito come il valore minimo di portata che deve essere garantito in un corso d'acqua soggetto a derivazioni per la sopravvivenza delle biocenosi acquatiche, la salvaguardia del corpo idrico ed in generale per gli usi plurimi a cui il fiume è destinato.
Oltre alle finalità ambientali proprie del corso d'acqua, la presenza del deflusso minimo vitale negli alvei è infatti funzionale anche ad altri utilizzi o finalità, quali l'approvvigionamento idrico, la ricarica della falda di subalveo, la tutela paesaggistica e la pesca.

Il DMV rappresenta un parametro di difficile determinazione, in quanto individuato sulla base del regime dei deflussi del corso d'acqua, condizionato a sua volta da una pluralità di fattori di tipo idrologico e morfologico correlati con le caratteristiche di piovosità della zona, con l'ampiezza del bacino, con le tipologie dei terreni e la permeabilità dell'alveo.
La determinazione del deflusso minimo vitale, pertanto, dovendo mettere in relazione le caratteristiche di deflusso in alveo con le condizioni di vita biologica in acqua, deve essere riferita al singolo corso d'acqua e può risultare soltanto da indagini sperimentali estese a periodi temporali dell'ordine di alcuni anni.

Il territorio della Regione Liguria ricade sotto la competenza di due diverse Autorità di bacino: l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po e l'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, a cui compete la gestione del bacino interregionale del fiume Magra.

Per quanto riguarda il bacino idrografico del fiume Magra, in ragione della peculiarità del territorio di competenza, è stato adottato uno specifico Piano stralcio di bacino relativo alla "Tutela dei corsi d'acqua interessati da derivazioni" per definire il valore del DMV e dei fattori correttivi per il suo calcolo, approvato con delibera n. 15/2001 del Consiglio regionale della Liguria.
Per il restante territorio regionale, compreso il bacino del torrente Stura che ricade nel bacino idrografico del fiume Po, il Piano di Tutela delle Acque della Regione Liguria individua i metodi per la determinazione e l'applicazione dei fattori correttivi del DMV sulla base dei criteri individuati dalle Autorità di Bacino Distrettuale.
Recentemente, la Giunta regionale ha approvato con **D.G.R. n. 609 del 25/07/2018**, ai sensi degli articoli 26 e 27 delle Norme di Attuazione del P.T.A., la proposta di aggiornamento dei fattori correttivi relativi al calcolo del DMV.

Per il territorio regionale non ricadente all'interno del bacino del fiume Magra, così come indicato nel Piano di tutela delle Acque, il deflusso minimo vitale di base in una determinata sezione del corpo idrico deve essere calcolato mediante la formula seguente:

$$DMV = DMV_{idro} * M * Z * A * T = k * q_{meda} * S * M * Z * A * T$$

dove:

- k valore percentuale della portata media annua (parametro sperimentale determinato per singole aree omogenee);
- q_{meda} portata specifica media annua naturale per unità di superficie del bacino, espressa in l/s km^2;
- S superficie del bacino sottesa alla sezione di chiusura, espressa in km^2;
- M parametro morfologico;
- Z il massimo dei valori dei tre parametri N, F, Q, calcolati distintamente, dove:
  N = parametro naturalistico
  F = parametro di fruizione
  Q = parametro relativo alla qualità delle acque fluviali
- A parametro relativo all'interazione tra le acque superficiali e le aque sotterranee;
- T parametro relativo alla modulazione temporale del DMV.

I parametri M, Z, A, T costituiscono fattori di correzione che tengono conto, ove necessario, delle particolari condizioni locali ed in particolare:

- 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;
- Z = max (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 di altri piani settoriali.
  Nel caso in cui ricorrano le condizioni per l'applicazione di almeno due dei parametri che compongono il fattore Z, prevale il valore numericamente più elevato, idoneo a garantire un'adeguata tutela anche per le altre componenti;
- 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 dei processi idromorfologici che mantengono la continuità idraulica della matrice acqua e dei sedimenti e la diversificazione del regime di deflusso necessari ai processi di scambio con l'ambiente circostante, di cui beneficiano, in particolare, l'ittiofauna, la fruizione turistico-sociale e la diluizione di inquinanti.

Si riporta di seguito il calcolo dei diversi fattori che intercorrono alla quantificazione del Deflusso Minimo Vitale.

Determinazione del parametro k

Il parametro k esprime la percentuale della portata media per unità di superficie che deve essere considerata nel calcolo del deflusso minimo vitale. Il valore del parametro è compreso tra 0 e 1, estremi esclusi, ed è diversificato per aree omogenee determinate in base ai regimi idrologici di magra.

I valori di k risultanti dagli studi effettuati nell'ambito del Progetto speciale P.S. 2.5 predisposto dall'Autorità di Bacino del Fiume Po per i bacini padani sono riportati nella tabella che segue.

Corpo idrico	Funzione inviluppo da utilizzare [S in km^2]
Bormida di Millesimo	$K = -2,39 * 10^{-5} * S + 0,058$
Bormida di Spigno	
Erro	
Orba	
Scrivia	
Stura	
Aveto	$K = -2,24 * 10^{-5} * S + 0,086$
Trebbia	

Nel caso in esame, il parametro k assume pertanto un valore di 0,0555.

Determinazione della q_{meda}

Nel caso in esame, il valore viene ricavato dal 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 S1, la quale si trova in prossimità dell'opera di presa.
La portata media annua stimata in corrispondenza della sezione è pari a 3.610 l/s, cui corrisponde una q_{meda} di 34,086 l/s.

Sezioni dei piani di Bilancio Stralcio - idrologia bacini tirrenici e padani

Risultato della Selezione	
Identificativo	31
Ente Redattore	Provincia di Genova
Bacino di appartenenza	Stura
Nome sezione	S1
Portata media annua (l/s)	3610
Superficie	108.55
DMV	200
Fattore K	0.0554
Portata antropizzata (l/s)	
Portata per la durata di 60 giorni (l/s)	5178
Portata per la durata di 90 giorni (l/s)	3177
Portata per la durata di 120 giorni (l/s)	2246
Portata per la durata di 150 giorni (l/s)	1524
Portata per la durata di 180 giorni (l/s)	1065
Portata per la durata di 210 giorni (l/s)	718
Portata per la durata di 240 giorni (l/s)	516
Portata per la durata di 270 giorni (l/s)	366
Portata per la durata di 300 giorni (l/s)	260
Portata per la durata di 330 giorni (l/s)	173
Portata per la durata di 360 giorni (l/s)	101

Determinazione di S

La superficie di bacino idrografico S sottesa alla sezione di chiusura (rispetto alla quale è calcolato il DMV) viene definita in riferimento all'orografia del territorio, mediante l'individuazione dello spartiacque topografico del bacino.
Nel presente caso la superficie del bacino sotteso dalla captazione è pari a 105,91 km^2.

Determinazione del fattore morfologico M

Il parametro morfologico M esprime l'attitudine dell'alveo a mantenere le portate di deflusso minimo in condizioni compatibili, dal punto di vista della distribuzione del flusso, con gli obiettivi di habitat e di fruizione.

In relazione al livello conoscitivo, nella D.G.R. n. 609/2018 sono stati confermati i valori del parametro M per il territorio regionale della precedente D.G.R. n. 1175/2013, compresi tra 0,9 e 1,15, associati a 4 classi morfologiche.

Tabella 1 - Classi morfologiche

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

Dalla carta "Deflusso Minimo Vitale DMV - Fattore correttivo (M) - D.G.R. n. 609/2018" si evince che l'area in esame risulta collocata in classe morfologica CM 3, cui corrisponde un fattore correttivo M pari a 1.1.



Determinazione del fattore N

Il parametro N esprime le esigenze di maggiore tutela per ambienti fluviali con elevato grado di naturalità. Ai sensi della D.G.R. n. 609/2018 il parametro N assume:

- valore 2 se l'opera di presa ricade all'interno delle "Aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, compresi i siti pertinenti della rete "natura 2000" istituiti a norma della direttiva 92/43/CEE e 2009/147/CEE per le quali il mantenimento o il miglioramento dello stato delle acque costituisce un fattore rilevante per la loro protezione. Il livello di riferimento sulla base del livello informativi cartografici ufficiali del P.T.A. denominato "Registro delle aree protette" è disponibile sul geoportale regionale;
- valore 1,5 se l'opera di presa non ricade all'interno delle suddette aree, ma si trova sul corso d'acqua a monte ad una distanza tale per cui il rapporto della superficie di bacino sottesa al punto di presa sul corso d'acqua e quella della superficie di bacino calcolata partendo dall'intersezione data dal perimetro dell'area protetta ed il corso d'acqua a valle della presa è minore di 0,5;
- valore 1,5 se l'opera di presa ricade all'interno di un un'area protetta nazionale o regionale non ricompresa nel Registro delle Aree Protette del P.T.A.. I livelli informativi cartografici ufficiali di riferimento sono quelli pubblicati sul Geoportale regionale.

Viene fatta eccezione per le prese con restituzione totale che hanno il punto di restituzione a monte della perimetrazione di tutte le aree protette richiamate nel presente paragrafo, per le quali il valore di N è posto uguale a 1.

In merito a tale coefficiente correttivo, l'area interessata dall'impianto (presa e restituzione) non ricade all'interno di "Aree designate per la protezione degli habitat e delle specie, compresi i siti pertinenti della rete "Natura 2000", pertanto il valore di N è assunto pari a 1.

Determinazione del fattore F

Il parametro F esprime le esigenze di maggiore tutela per gli ambienti fluviali oggetto di particolare fruizione turistico-sociale, compresa la balneazione. I valori del parametro F sono maggiori o uguali a 1.
Nel caso in esame, in mancanza di definizione di tale parametro, si assume F pari a 1.

Determinazione del fattore Q

Il parametro Q esprime le esigenze di diluizione degli inquinanti veicolati nei corsi d'acqua in funzione delle attività antropiche esistenti.
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 fiumi tipizzati e classificati ai sensi della Parte III del D.lgs. n. 152/2006. 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 gli obiettivi di salvaguardia ambientale.

La formula adottata è quindi la seguente:

$Q = 0,3\ SC + 0,7\ SE$

dove:

- 0,3 e 0,7 sono i pesi attribuiti rispettivamente allo SC e allo SE
- SC e 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

Tabella 6 – Valori SC e SE

Applicando alla formula i valori SC ed SE riportati in tabella si ottengono i seguenti valori di Q:

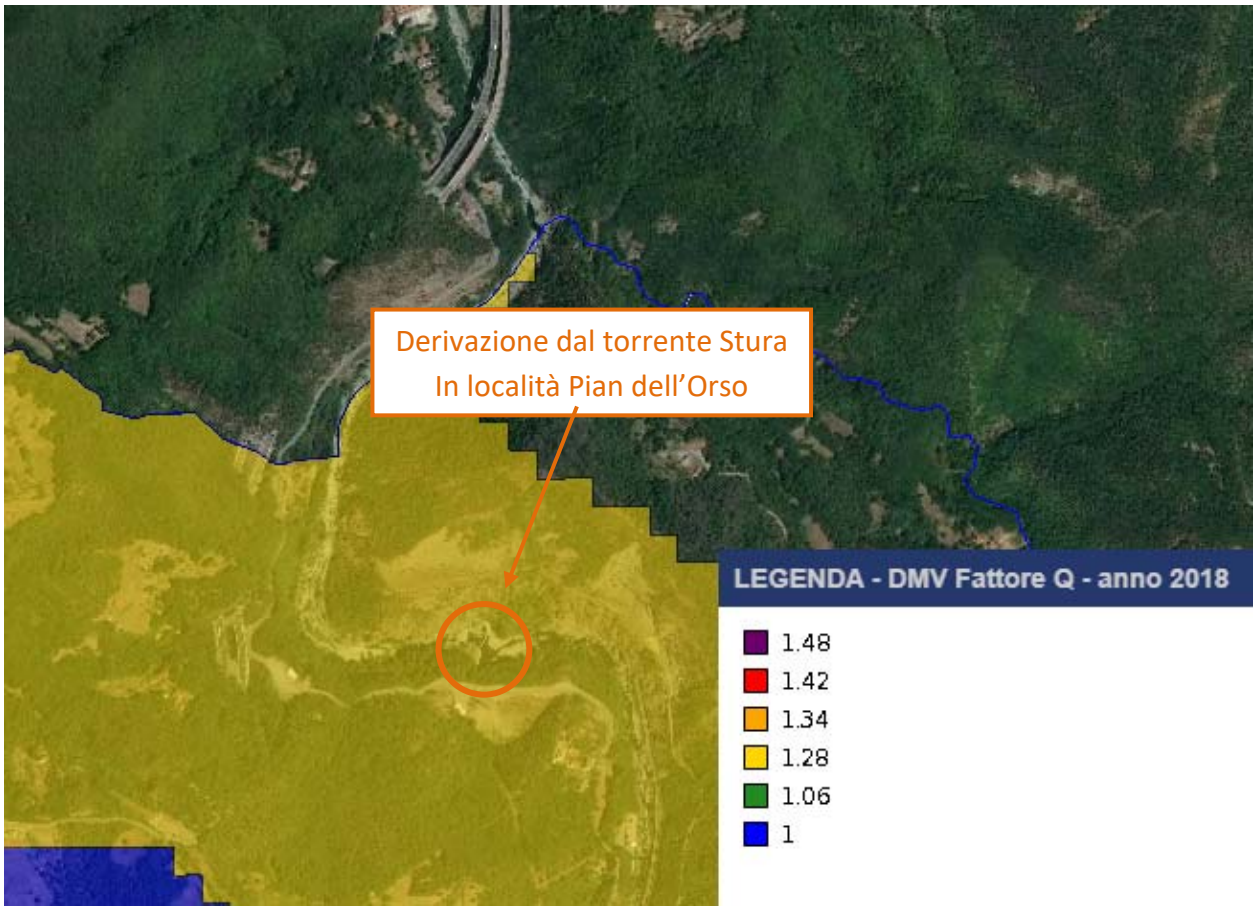
		Stato Chimico	
		Buono	***Non Buono***
Stato Ecologico	*Elevato*	1	1,06
	Buono	1	1,06
	Sufficiente	1,28	1,34
	Scarso	1,42	1,48
	Cattivo	1,56	1,62

Tabella 7 – Calcolo del valore Q in funzione dello SC e SE

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.

Infine, sui corpi idrici con presenza di siti di riferimento di cui al punto D.4, 1.1.1 dell'Allegato 3 della parte terza del D.Lgs. 3 aprile 2006, n.152 e s.m.i. si applica un fattore Q pari a 2 a tutte le opere di presa a monte del sito di riferimento.

Dalla carta "Deflusso Minimo Vitale DMV - Fattore correttivo (Q) - D.G.R. n. 609/2018" si evince che nel caso in esame il fattore Q è pari a 1,28.



Determinazione del fattore di interscambio A

Il fattore A di interscambio con la falda determina una correzione del DMV idrologico nei corsi d'acqua che scorrono all'interno del perimetro degli acquiferi porosi caratterizzati dal P.T.A.. In tali casi il valore del fattore A è assunto pari a 1,2.

Per tutti i rimanenti corsi d'acqua e tratti di essi, in riferimento ai prelievi esistenti si applica un valore A pari a 1. Dalla carta "Caratterizzazione delle acque sotterranee del PTA" si evince che nel bacino in esame non sono presenti acquiferi porosi e pertanto il fattore A è assunto pari a 1.

Parametro T

Il fattore T di modulazione temporale si applica alle derivazioni ad acqua fluente e alle sorgenti. In dettaglio, il valore del fattore temporale T risulta pari:

- a 2 nei mesi che vanno da Gennaio a Maggio;
- a 1 nei mesi che vanno da Giugno a Settembre;
- a 2,5 nei mesi che vanno da Ottobre a Dicembre.

Il fattore temporale T non si applica (T=1) se il rapporto tra somma delle portate medie derivabili "D" e la portata media mensile naturalizzata del corso d'acqua "Qn" è inferiore al 50% oppure se la derivazione rispetta i criteri di "Valutazione del rischio ambientale" (metodo ERA) attraverso una conformazione strutturale delle opere che garantisca la modulazione istantanea.

Nel caso in esame, la derivazione ad uso idroelettrico rispetta i criteri di "Valutazione del rischio ambientale" attraverso una modulazione stagionale del DMV (come illustrato al paragrafo 2.1). Il fattore temporale viene pertanto assunto pari a 1.

Determinazione del Deflusso Minimo Vitale

Il valore del DMV di base alla sezione di interesse, calcolato ai sensi del regolamento regionale, risulta pertanto essere:

$$D.M.V. = k * q_{meda} * S * M * A = 282 \text{ l/s}$$

Al fine di garantire la compatibilità della derivazione secondo i criteri di "Valutazione del rischio ambientale" (metodo ERA), il valore del DMV alla sezione di interesse sarà aumentato a 350 l/s nei mesi di giugno e luglio.
Le regola operativa dei rilasci in corrispondenza della sezione di presa risulterà pertanto essere:

D.M.V. = 350 l/s nei mesi giugno-luglio

D.M.V. = 282 l/s nei mesi restanti

5.1 Modalità di rilascio del Deflusso Minimo Vitale

Il Deflusso Minimo Vitale sopra calcolato sarà rilasciato mediante l'apertura tarata della paratoia sghiaiatrice presente su lato sinistro del corpo traversa.
Il dispositivo viene già attualmente utilizzato per la medesima funzione, oltre che per effettuare le periodiche attività di sghiaiatura e manutenzione del sistema di presa.
Nel presente paragrafo sono pertanto calcolati i due differenti valori di apertura della paratoia che garantiranno sempre il rilascio prioritario del DMV, pari a 350 l/s nei mesi di giugno e luglio e a 282 l/s nei restanti mesi dell'anno.

La portata rilasciata attraverso la paratoia sghiaiatrice, che presenta una larghezza netta pari a 1,05 m, è stata determinata applicando la relazione idraulica per il caso di efflusso da una luce sotto battente:

$$Q = \mu \cdot b \cdot a \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot \left(H - \frac{a}{2} \right)}$$

dove:

μ = coefficiente di efflusso (pari a 0,610);
b = larghezza della luce di efflusso (pari a 1,05 m);
a = ampiezza della luce di efflusso;
H = carico idraulico a monte della paratoia.

Applicando la relazione precedente e considerando la quota di soglia della paratoia, pari a 264,43 m s.l.m., e la quota minima di funzionamento dell'impianto, pari a 265,68 m s.l.m., si ottiene il valore di apertura della paratoia che garantisce il rilascio prioritario del DMV base (282 l/s) in qualsiasi condizione di funzionamento della derivazione, ovvero 9 cm.

In modo analogo, è stato calcolato il valore di apertura della paratoia che garantirà il rilascio del DMV maggiorato (350 l/s), ovvero 11,5 cm.

Nelle seguenti tabelle sono riportate le scale di deflusso della paratoia sghiaiatrice per i valori di apertura sopra calcolati, al variare del livello idrico in corrispondenza della sezione di presa.
In particolare, nelle seguenti scale di deflusso il livello idrico considerato varia dalla quota minima di funzionamento dell'impianto, pari a 265,68 m s.l.m., fino alla quota di coronamento della traversa di 266,91 m s.l.m., oltre la quale l'acqua inizia a sfiorare.

RILASCIO DMV = 282 l/s		
Coefficiente di efflusso	0.610	
Larghezza soglia	1.05	[m]
Quota soglia	264.43	[m s.l.m.]
Apertura paratoia	0.09	[m]

PARATOIA SGHIAIATRICE		
Livello idrico	**Portata rilasciata**	**Battente idrico**
[m s.l.m.]	[m^3/s]	[m]
265.68	0.282	1.25
265.73	0.288	1.30
265.78	0.293	1.35
265.83	0.299	1.40
265.88	0.304	1.45
265.93	0.310	1.50
265.98	0.315	1.55
266.03	0.320	1.60
266.08	0.325	1.65
266.13	0.330	1.70
266.18	0.335	1.75
266.23	0.340	1.80
266.28	0.345	1.85
266.33	0.350	1.90
266.38	0.354	1.95
266.43	0.359	2.00
266.48	0.364	2.05
266.53	0.368	2.10
266.58	0.372	2.15
266.63	0.377	2.20
266.68	0.381	2.25
266.73	0.386	2.30
266.78	0.390	2.35
266.83	0.394	2.40
266.88	0.398	2.45
266.91	0.400	2.46

Analizzando le scale di deflusso delle portate è possibile osservare che il rilascio prioritario del DMV viene sempre garantito nella condizione più sfavorevole, ovvero in corrispondenza del minimo livello di funzionamento dell'impianto idroelettrico.

RILASCIO DMV = 350 l/s		
Coefficiente di efflusso	0.610	
Larghezza soglia	1.05	[m]
Quota soglia	264.43	[m s.l.m.]
Apertura paratoia	0.115	[m]

PARATOIA SGHIAIATRICE		
Livello idrico	**Portata rilasciata**	**Battente idrico**
[m s.l.m.]	[m^3/s]	[m]
265.68	0.350	1.25
265.73	0.357	1.30
265.78	0.365	1.35
265.83	0.372	1.40
265.88	0.378	1.45
265.93	0.385	1.50
265.98	0.392	1.55
266.03	0.398	1.60
266.08	0.405	1.65
266.13	0.411	1.70
266.18	0.417	1.75
266.23	0.423	1.80
266.28	0.429	1.85
266.33	0.435	1.90
266.38	0.441	1.95
266.43	0.447	2.00
266.48	0.453	2.05
266.53	0.458	2.10
266.58	0.464	2.15
266.63	0.469	2.20
266.68	0.475	2.25
266.73	0.480	2.30
266.78	0.486	2.35
266.83	0.491	2.40
266.88	0.496	2.45
266.91	0.498	2.46

In normali condizioni di esercizio dell'impianto, il livello sarà frequentemente superiore al valore minimo e il DMV rilasciato alla sezione di presa sarà maggiore del valore prefissato.

Ad esempio, quando il livello idrico a monte dello sbarramento sarà pari alla quota di coronamento di 266,91 m s.l.m. (condizione che si verifica per un periodo dell'anno discretamente lungo) la paratoia rilascerà un DMV prioritario di 400 l/s con un'apertura di 9 cm e di 498 l/s con un'apertura di 11,5 cm.

Il sistema di rilascio proposto consentirà pertanto una modulazione istantanea del DMV in funzione delle portate naturali defluenti all'opera di presa.

In adiacenza della paratoia sghiaiatrice saranno posizionate due aste indicatrici (una fissa sul valore minimo di apertura e una mobile ancorata al pistone della paratoia) che consentiranno la verifica visiva della corretta apertura del dispositivo, con l'evidenziazione del valore di apertura e della corrispondente frazione di DMV rilasciata.
In prossimità della paratoia sarà affisso un cartello indicatore con individuati i termini di rilascio del Deflusso Minimo Vitale.

Di seguito sono riportati lo schema del cartello e del dispositivo di controllo visivo che si prevedono installati in adiacenza alla paratoia di rilascio del DMV.

Cartello indicatore rilascio DMV

DEFLUSSO MINIMO VITALE		
DISPOSITIVO DI RILASCIO	Apertura (cm)	DMV rilasciato (l/s)
Paratoia sghiaiatrice	9	282
Paratoia sghiaiatrice	11,5	350

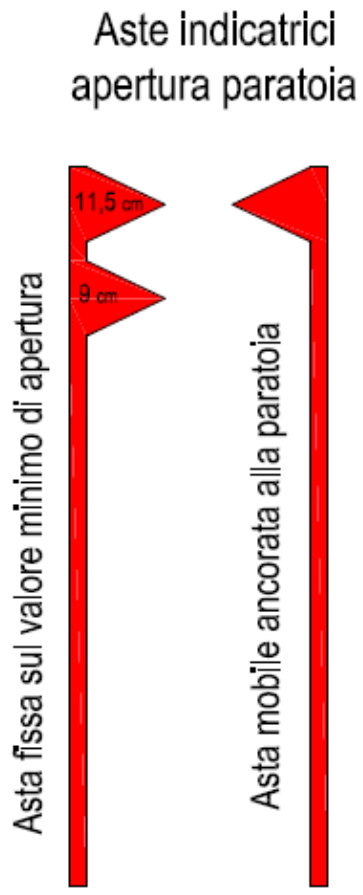


Figura 13: Schema del cartello e del dispositivo di controllo visivo che si prevedono installati in adiacenza alla paratoia di rilascio del DMV.

6. Curve di durata medie delle portate disponibili e derivabili e portate medie mensili

Analizzando i dati di portata ricavati al precedente capitolo 4 è stato possibile costruire le *curve di durata annuali* e la *curva di durata media delle portate disponibili* all'opera di presa dell'impianto in esame.

La **curva di durata media delle portate disponibili** è stata ricostruita sulla base delle portate medie giornaliere calcolate per la sezione di chiusura in esame (ovvero la sezione di derivazione) e consente di definire i dati di funzionamento e di producibilità della centrale.

Considerando i seguenti dati caratteristici della derivazione:

- Portata massima turbinabile: **2,200 m^3/s**
- Portata minima turbinabile: **0,280 m^3/s**
- DMV prioritario: **0,282 m^3/s** e **0,350 m^3/s**

si ottiene l'andamento delle portate derivabili dal corso d'acqua dall'impianto idroelettrico. Nel seguente grafico sono riportate la curva di durata media annua delle portate naturali del torrente Stura e la curva di durata media annua delle portate derivabili dall'impianto.

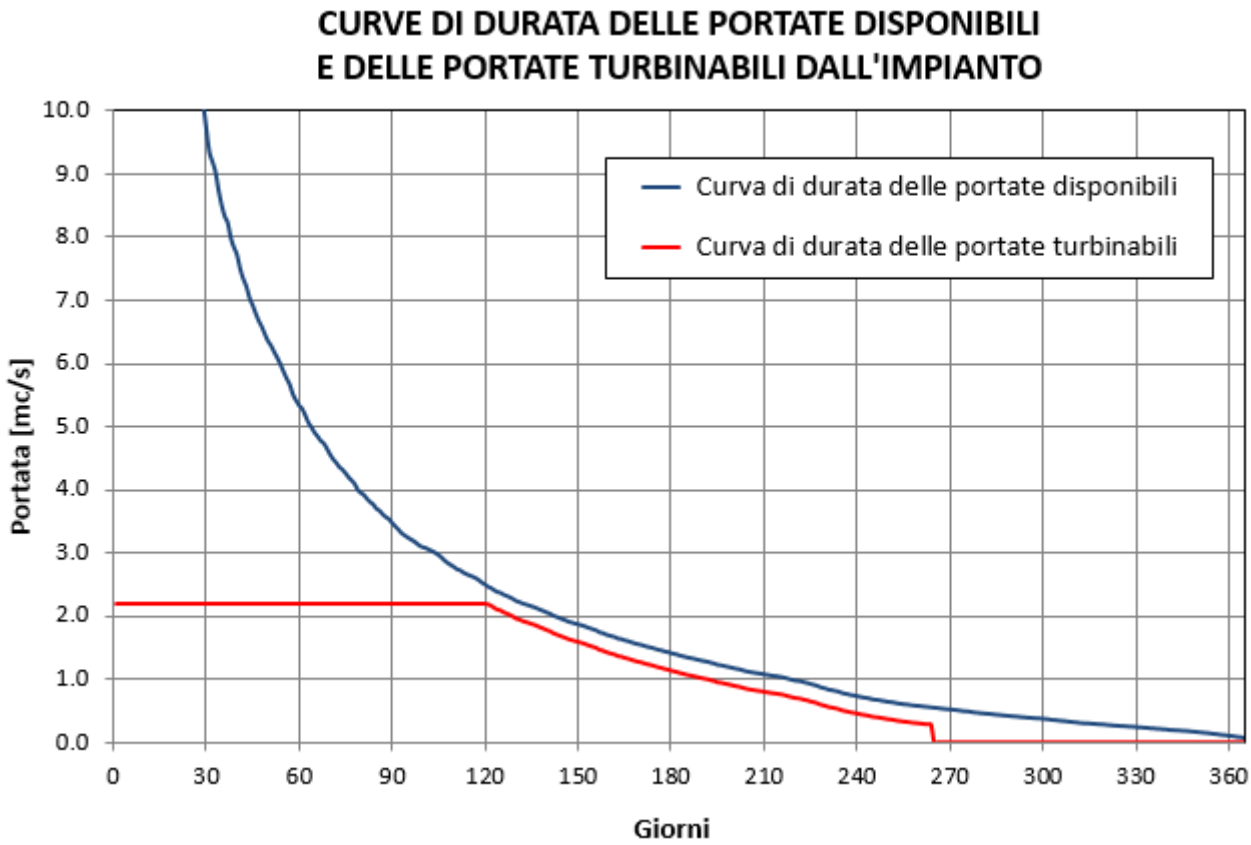
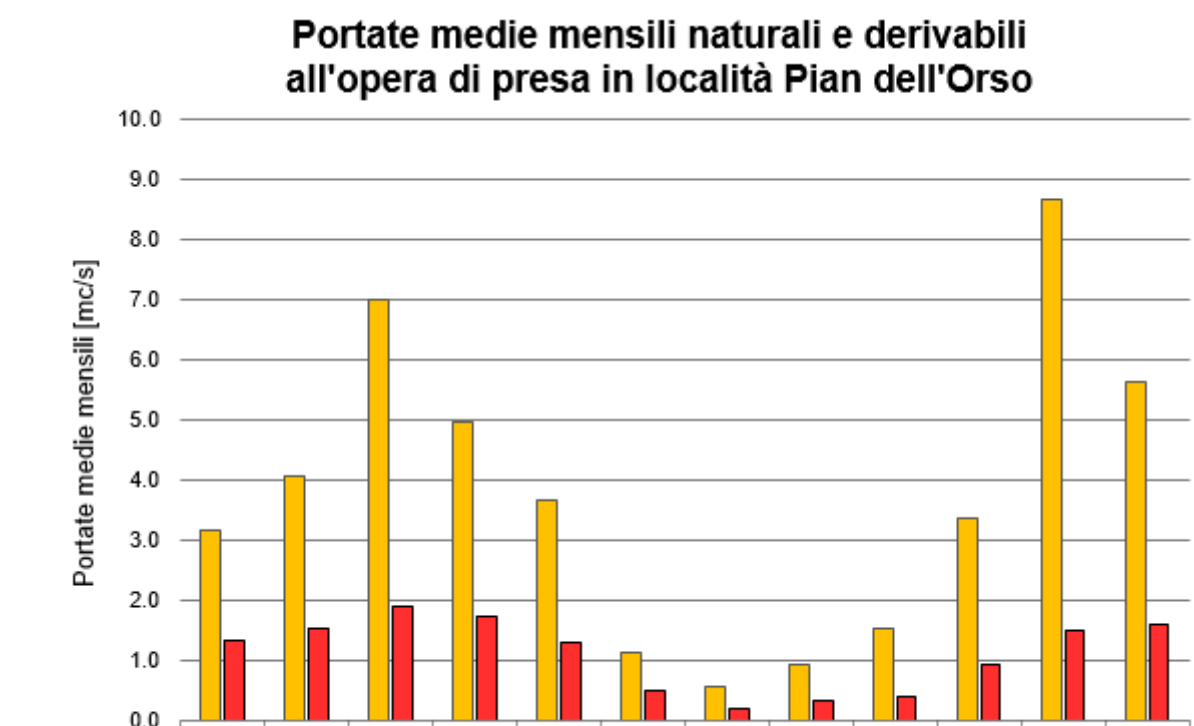


Figura 14: Curve di durata delle portate naturali e turbinabili dall'impianto (periodo 2003-2018).

In funzione della curva di durata ricavata dalle portate medie giornaliere del torrente Stura alla sezione di presa, tenendo conto del rilascio del Deflusso Minimo Vitale, della portata massima derivabile, pari a 2,200 m^3/s, e della portata minima derivabile, pari a 0,28 m^3/s si ricava il valore di **portata media annua derivabile dal torrente, pari a 1,110 m^3/s**.

Si riporta infine la stima delle portate medie derivabili dall'impianto effettuata su base mensile. Per ogni anno disponibile (periodo 2003-2018) è stato calcolato il valore delle portate medie mensili naturali e derivabili dall'impianto e successivamente è stato calcolato il valore mensile mediato sull'intero periodo.
Di seguito si riportano dunque le tabelle complete delle portate mensili naturali e derivabili mediate sull'intero periodo.

MESE	Q naturali	DMV	Q derivabili
	[m^3/s]	[m^3/s]	[m^3/s]
GEN	3.16	0,282	1.34
FEB	4.06	0,282	1.53
MAR	6.99	0,282	1.90
APR	4.97	0,282	1.73
MAG	3.66	0,282	1.32
GIU	1.14	0,350	0.50
LUG	0.57	0,350	0.21
AGO	0.95	0,282	0.32
SET	1.54	0,282	0.40
OTT	3.36	0,282	0.94
NOV	8.68	0,282	1.50
DIC	5.63	0,282	1.61



	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Q NATURALI	3.16	4.06	6.99	4.97	3.66	1.14	0.57	0.95	1.54	3.36	8.68	5.63
Q DERIVABILI	1.34	1.53	1.90	1.73	1.32	0.50	0.21	0.32	0.40	0.94	1.50	1.61

Figura 15: Portate medie mensili naturali e portate medie mensili derivabili dall'impianto in esame.

Tenendo conto di un **rendimento elettromeccanico complessivo** pari a **0,85** e di un **salto di concessione** pari a **28,45 metri**, e in base alle curve di durata teoriche dell'impianto, si ricavano i seguenti valori medi di riferimento di potenza delle macchine:

- **<u>Potenza massima teorica o nominale</u>**

  la potenza teorica di funzionamento a pieno carico:

$$P_{max\ nom} = Q_{max} * H * g = 2{,}200 * 28{,}45 * 9{,}81 = \mathbf{614\ kW}$$

- **<u>Potenza media teorica o nominale dell'impianto (potenza di concessione)</u>**

  la potenza media teorica sviluppabile in assenza completa di perdite considerando una portata media calcolata pari a 11,0 m^3/s:

$$P_{med\ nom} = Q_{med} * H * g = 1{,}110 * 28{,}45 * 9{,}81 = \mathbf{310\ kW}$$

- **<u>Potenza media effettiva dell'impianto</u>**

  la potenza media sviluppabile in relazione alla portata media derivabile ed al salto effettivo:

$$P_{med\ eff} = \eta * Q_{med} * H' * g = 0{,}85 * 1{,}110 * 28{,}45 * 9{,}81 = \mathbf{263{,}5\ kW}$$

6.1 Tabella riassuntiva delle caratteristiche dell'impianto

Superficie bacino sotteso dall'opera in progetto	105,91 km^2
Portata massima derivabile	2,200 m^3/s (1,100 m^3/s x n°2)
Portata minima derivabile	0,280 m^3/s
Portata media annua turbinabile	1,110 m^3/s
Salto legale di concessione	28,45 m
Potenza nominale massima dell'impianto	614 kW
Potenza nominale media dell'impianto	310 kW

Tabella 1: Tabella riassuntiva delle caratteristiche dell'impianto secondo i nuovi termini di concessione.

7. Descrizione dell'impianto idroelettrico esistente

Il presente capitolo illustra lo stato di consistenza dell'impianto idroelettrico in località Pian dell'Orso, di proprietà della Manifattura del Turchino S.p.A., attualmente soggetto alla fase di rinnovo e di potenziamento della concessione idroelettrica. L'impianto idroelettrico esistente si compone dei seguenti manufatti, dei quali nel seguito viene fornita una breve descrizione:

- opera di presa;
- canale di adduzione;
- vasca di carico e condotta forzata;
- edificio di centrale;
- canale di scarico.

7.1 Opera di presa

L'opera di presa è composta da una traversa in muratura di pietrame e malta cementizia, di forma lievemente arcuata, ancorata sull'affiormento roccioso che caratterizza il fondo alveo.
La porzione centrale della traversa presenta uno sviluppo pari a circa 28 m, con quota di sommità del coronamento di 266,91 m s.l.m.. Il manufatto di ancoraggio alla sponda destra orografica è costituito da una spalla rinforzata. Analogamente, in sponda orografica sinistra è presente una spalla di ancoraggio rinforzata, nella quale è posizionata una paratoia sghiaiatrice con quota sommitale di 267,36 m s.l.m. e larghezza pari a 1,05 m.
La paratoia aveva in origine la funzione di scarico dell'invaso di monte, per consentire le operazioni, ordinarie e straordinarie di manutenzione. Attualmente essa viene utilizzata come dispositivo di rilascio del Deflusso Minimo Vitale.
La derivazione avviene in sponda sinistra, mediante una bocca di captazione laterale. L'acqua derivata transita in un breve canale chiuso, con fondo e sponde in pietrame e copertura in cemento armato. Il canale presenta un primo tratto a sezione rettangolare, con fondo in contropendenza, seguito da un secondo tratto in galleria al termine del quale ha inizio il canale di adduzione a cielo aperto.



Figura 16: Traversa di derivazione - stato attuale.

7.2 Canale di adduzione, vasca di carico e condotta forzata

Il canale di adduzione si sviluppa interamente in sponda sinistra orografica del torrente Stura, con un tracciato parallelo alla S.P. 456. Nell'ultimo tratto esso sottopassa la S.P. 456, portandosi a monte della stessa, e si dirige verso la vasca di carico sita in località Gnocchetto del comune di Ovada, da cui si diparte la condotta forzata.
Il manufatto presenta una lunghezza complessiva pari a circa 1.660 metri ed una pendenza media del 1‰ (con valori leggermente inferiori nel tratto iniziale e valori maggiori nel restante tratto). La sezione rettangolare presenta larghezza variabile fra 1,40 e 1,50 m e altezza di 1,70 m.

Il canale lungo il suo percorso sovrappassa alcuni rii, affluenti di sinistra del torrente Stura, mediante attraversamenti realizzati in muratura o in cemento armato. In corrispondenza di tali attraversamenti, esso è caratterizzato dalla presenza di sfioratori laterali che hanno il compito di allontanare le portate eventualmente in eccesso, a seguito di ruscellamenti di versante, scaricandole nell'alveo dei fossi laterali.



Figura 17: Canale di adduzione - stato attuale.

Il canale di adduzione ternina in corrispondenza della vasca di carico, dotata di uno sgrigliatore meccanico automatico, dalla quale si origina la condotta forzata che convoglia l'acqua verso l'edificio di centrale.

Subito a valle dello sgrigliatore, dal fondo della vasca di carico si diparte la condotta forzata, costituita da una tubazione di diametro DN1000 mm, che sottopassa la S.P. 456 e termina nello stabilimento esistente, dove sono posizionati i due gruppi di produzione.

La condotta, di lunghezza complessiva pari a circa 79 m, sottopassa la strada provinciale all'interno di una galleria in muratura di dimensioni 2 m x 2,5 m circa.



Figura 18: Condotta forzata - stato attuale.

Nel tratto di condotta in uscita dalla galleria è posizionato il misuratore di portata ad ultrasuoni che consente la misura e la registrazione in continuo delle portate derivate e turbinate in centrale.



Figura 19: Misuratore di portata sulla condotta.

Di seguito si riporta un estratto grafico in cui viene indicata la posizione in pianta del misuratore di portata.

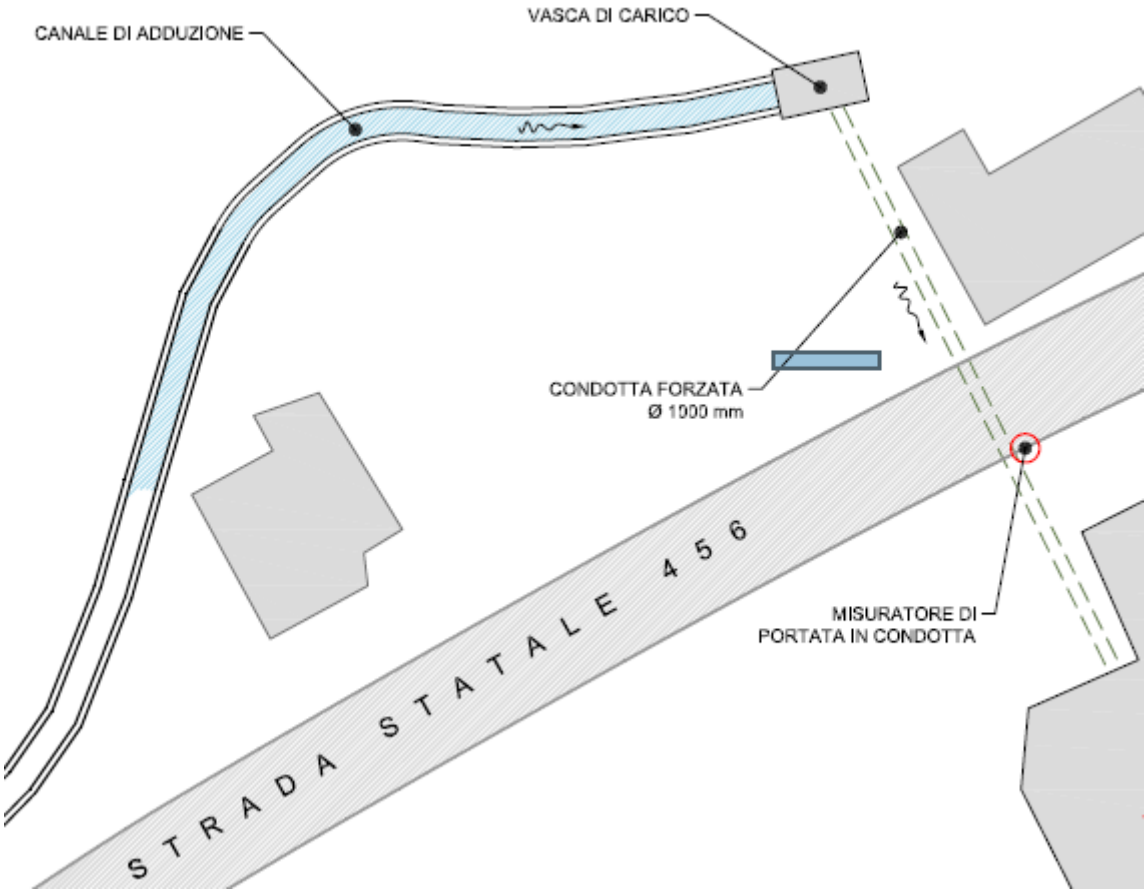


Figura 20: Misuratore di portata sulla condotta in uscita dalla galleria che sottopassa la S.P. 456.

7.3 Fabbricato di centrale e canale di scarico

La condotta forzata raggiunge il locale di centrale presente in località Gnocchetto, nel complesso industriale dismesso di proprietà della Manifattura del Turchino S.p.A.. Nel locale di centrale sono posizionati i due gruppi di produzione, costituiti da due turbine di tipo Francis ad asse orizzontale e relativi generatori, con i rispettivi quadri di gestione e controllo.

Ciascuna turbina è in grado di elaborare una portata massima di funzionamento pari a 1.100 l/s. L'accesso al locale di centrale avviene attraverso la strada di acceso ai piazzali del vecchio complesso industriale tessile.



Figura 21: Turbina alloggiata nel fabbricato di centrale - stato attuale.

Il canale di scarico raccoglie le portate turbinate dai gruppi di produzione e le restituisce al torrente Stura circa 258 m più a valle. Il manufatto è costituito da un primo tratto in muratura e da un successivo tratto in cemento armato di larghezza costante pari a 2,0 m e di altezza pari a 1,5 m.



Figura 22: Punto di restituzione delle portate turbinate al torrente Stura - stato attuale.

8. Dispositivo di limitazione della portata massima derivabile

Lo sfioratore laterale presente subito a valle della galleria di adduzione costituisce il sistema di limitazione della portata massima derivata dall'opera di presa dell'impianto. Esso consente infatti di smaltire la portata derivata in eccesso, restituendola al torrente Stura immediatamente a valle della traversa.



Figura 23: Sfioratore laterale utilizzato come limitatore della portata massima derivabile dal torrente Stura.

Di seguito sono riportati i calcoli di verifica idraulica del canale di adduzione in corrispondenza dello sfioratore, nei quali viene quantificata la portata massima transitante al suo interno.

Per definire la portata transitante all'interno del canale di adduzione presso lo sfioratore laterale è stata ipotizzata una corrente in moto uniforme caratterizzata dalle seguenti grandezze:

- sezione rettangolare di larghezza pari a 1,52 m
- pendenza del fondo: 0,8 ‰;
- scabrezza: 50 $m^{1/3}/s$;

$$Q = A \cdot k_s \cdot R^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

In merito alla scelta del coefficiente di scabrezza k_s si precisa che il suo valore è stato definito sia sulla base delle indicazioni reperite dalla bibliografia in materia, sia dall'ispezione visiva delle attuali condizioni del canale nel tratto di interesse.
La bibliografia fornisce un valore di scabrezza pari a 65 $m^{1/3}/s$ per canali realizzati in cemento lisciato ed impermeabilizzato. Tuttavia, date le attuali condizioni del tratto di canale in esame, costituito da un manufatto ormai datato, caratterizzato dalla presenza diffusa di depositi sabbiosi e ghiaiosi sul fondo (la prima paratoia dissabbiatrice è ubicata alcune decine di metri a valle) e di zone deteriorate, si considera cautelativamente un coefficiente di scabrezza pari a 50 $m^{1/3}/s$.

Di seguito si riporta la tabella si osserva che lo sfioratore laterale funziona da limitatore della portata massima derivabile al valore massimo di concessione pari a 2.200 l/s.

ALTEZZA ACQUA	AREA BAGNATA	RAGGIO IDRAULICO	PORTATA RILASCIATA
[m s.l.m.]	[m]	[m^3/s]	[m^3/s]
1,00	1,52	0,43	1,228
1,05	1,60	0,44	1,307
1,10	1,67	0,45	1,387
1,15	1,75	0,46	1,468
1,20	1,82	0,47	1,549
1,25	1,90	0,47	1,630
1,30	1,98	0,48	1,712
1,35	2,05	0,49	1,794
1,40	2,13	0,49	1,877
1,45	2,20	0,50	1,960
1,50	2,28	0,50	2,043
1,52	2,31	0,51	2,077
1,55	2,36	0,51	2,127
1,56	2,37	0,51	2,143
1,57	2,39	0,51	2,160
1,58	2,40	0,51	2,177
1,59	2,42	0,51	2,194
1,60	2,43	0,52	2,211
1,61	2,45	0,52	2,227
1,62	2,46	0,52	2,244
1,63	2,48	0,52	2,261
1,64	2,49	0,52	2,278
1,65	2,51	0,52	2,295
1,66	2,52	0,52	2,311
1,67	2,54	0,52	2,328
1,68	2,55	0,52	2,345
1,69	2,57	0,52	2,362
1,70	2,58	0,53	2,379

Dalla tabella si può osservare che lo sfioratore laterale funziona da limitatore della portata massima derivabile di concessione. In particolare, il valore massimo transitabile prima che si attivi lo sfioratore corrisponde a 2.211 l/s con un tirante idrico pari a 1,60 m.

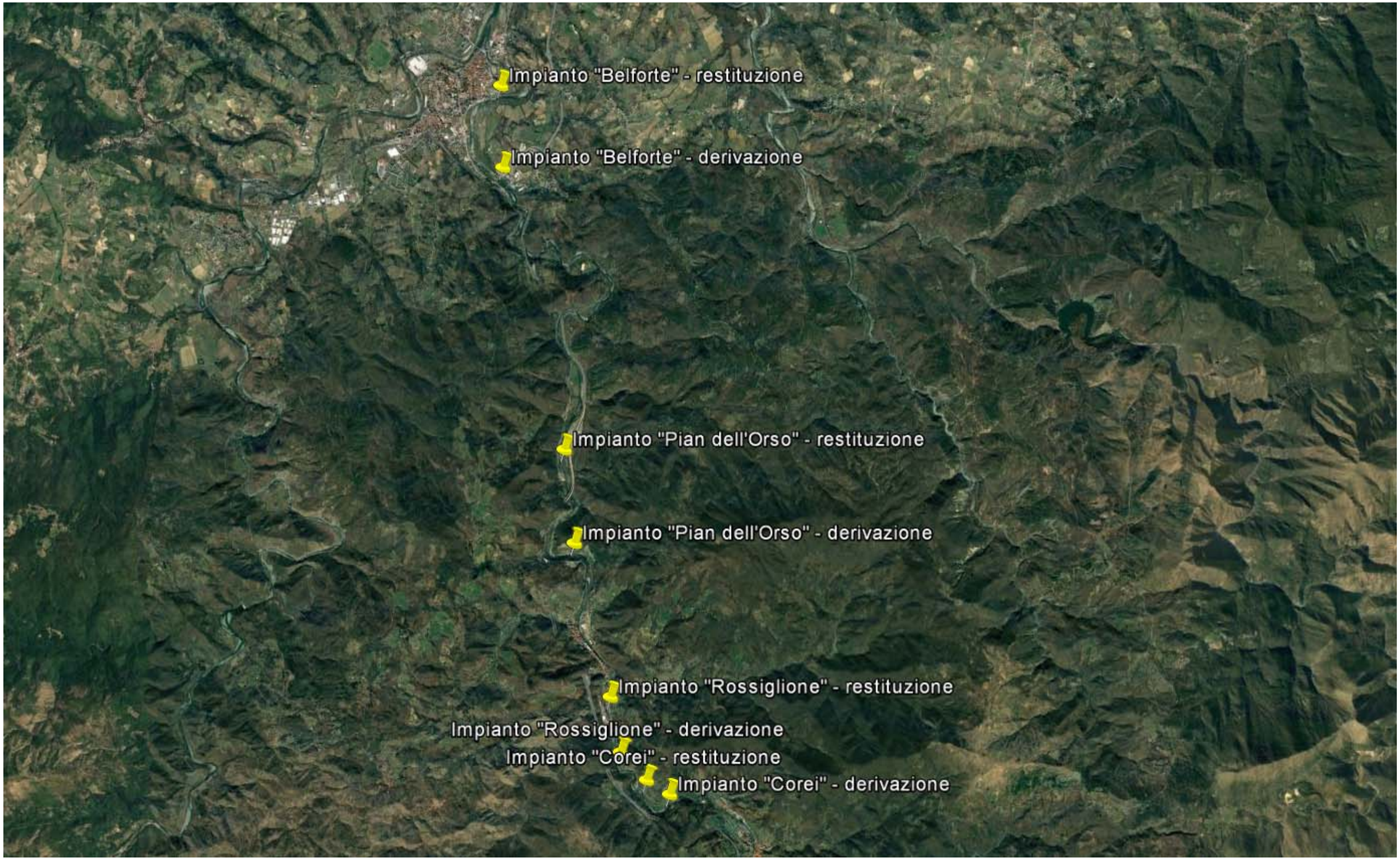
9. Passaggio di risalita dell'ittiofauna

Il quadro normativo di riferimento in materia di passaggi di risalita per l'ittiofauna comprende due normative nazionali risalenti ai primi anni del secolo scorso (Regio Decreto n.1486 del 22 novembre 1914 - art. 6 e Regio Decreto n.1604 del 8 ottobre 1931 - art.10) ed il più recente D.Lgs. n.152/2006 e s.m.i., che individua la continuità fluviale come elemento qualitativo idromorfologico per la classificazione dello stato ecologico dei corsi d'acqua superficiali. In relazione a tale elemento, lo stato ecologico di un fiume è elevato se "*la continuità non è alterata da attività antropiche ed è possibile la migrazione indisturbata degli organismi acquatici e il trasporto del sedimento*".

Nei corsi d'acqua naturali, i progetti di realizzazione e manutenzione straordinaria di opere di sistemazione idraulica, derivazione o sbarramento delle acque, devono consentire la libera circolazione della fauna ittica da monte verso valle e viceversa, attraverso la realizzazione di passaggi per pesci o l'adozione di soluzioni tecniche adeguate all'obiettivo della salvaguardia della fauna ittica e nel rispetto delle caratteristiche e della funzionalità tecnica delle opere e della sicurezza idraulica del sito.

Nello specifico caso in esame, in seguito alle indagini specialistiche effettuate in sito e illustrate nell'apposita relazione geologica, è stata riscontrata la presenza di un salto naturale preesistente che impediva la percorrenza valle-monte già prima della realizzazione dello sbarramento.
Pertanto, nell'ambito della procedura di rinnovo di concessione di derivazione si richiede la deroga alla realizzazione del passaggio di risalita per l'ittiofauna.

Allegato 1 - Individuazione dei tratti sottesi nel tratto omogeneo (metodo ERA)



OVADAPROGETTI s.a.s.

Ing. Sergio Colombo

Via Vittorio Veneto 11 - 15076 OVADA (AL)

Tel. (+39) 0143 81293 - Fax (+39) 0143 81293

E-mail: sergio.colombo@ovadaprogetti.it