

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI CUNEO
COMUNI DI BARBARESCO E CASTAGNITO

**RICOSTRUZIONE TRAVERSA DEL CANALE IRRIGUO
"SAN MARZANO" CON VALORIZZAZIONE ENERGETICA**

- IMPIANTO IDROELETTRICO BARBARESCO -

Progetto definitivo - Documentazione ai sensi del Regolamento Regionale 10/R del 29 Luglio 2003 e ss.mm.ii. e Valutazione di impatto ambientale ai sensi del D.Lgs. 152/2006 e ss.mm.ii.

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Capellino
Studio di Ingegneria

STUDIO DI INGEGNERIA

Dott. Ing. ANTONIO CAPELLINO

Via Rosa Bianca, 18

12084 Mondovi - (CN)

☎ 0174/551247

✉ info@studiocapellino.it

✉ antonio.capellino@ingpec.eu

Dott. Arch. DANIELE BORGNA

Via G. Pascoli, 39/6 - 12084 Mondovi (CN)

☎ 339-3131477

✉ daniele.borgna@studiocapellino.it

Dott. Ing. ALBERTO BONELLO

Strada di Pascomonti - 12084 Mondovi (CN)

☎ 328-4541205

✉ alberto.bonello@studiocapellino.it

Geom. ALBERTO BALSAMO

S.S. 28 Nord, 81 - 12084 Mondovi (CN)

☎ 347-4097196

✉ alberto.balsamo@studiocapellino.it

RELAZIONE TECNICA



IDENTIFICATORE:
02_RELAZIONE_TECNICA

RICHIEDENTI

SAN FRANCESCO ENERGIE s.r.l.

Via Venezia, 4

12084 - Mondovi (CN)

DATA PROGETTO

Dicembre 2016

LAVORO

BRB 001/01

DATA

SCALA

DATA

Elaborato

2

SOMMARIO

1.	INTRODUZIONE	3
2.	QUADRO PROGRAMMATICO E NORMATIVO	4
2.1.	Riferimenti al Decreto legislativo 152/2006	4
2.2.	Riferimenti alla Legge regionale 40/98	4
2.3.	Riferimenti al Decreto legislativo 387/2003	4
2.4.	Norme di tutela delle unità ambientali sensibili	5
2.5.	Quadro riepilogativo sul tema vincolistico	7
2.6.	Piano Paesaggistico Regionale (PPR)	8
2.6.1.	Componenti Paesaggistiche	8
2.7.	Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Piemonte	13
2.7.1.	Inquadramento territoriale acque superficiali	13
2.7.2.	Inquadramento territoriale acque sotterranee	15
2.7.3.	Vincoli esistenti	16
2.7.4.	Reti di monitoraggio ambientale e stato di qualità dei corpi idrici a specifica destinazione	17
2.7.5.	Pressioni - prelievi e scarichi	18
2.7.6.	Pressioni - prelievi ad uso irriguo	19
2.7.7.	Pressioni - uso del suolo e attività antropiche	20
2.7.8.	Stato quantitativo	21
2.7.9.	Stato ambientale D.Lgs. 152/99	22
2.7.10.	Criticità quali-quantitative	23
2.8.	Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)	25
2.9.	Strumenti urbanistici comunali	26
2.9.1.	Piano regolatore generale del Comune di Barbaresco	26
2.9.2.	Piano regolatore generale del Comune di Castagnito	30
3.	MOTIVAZIONI ALLA BASE DELLA SCELTA PROGETTUALE	36
4.	ELENCO ELABORATI	40
5.	COORDINATE UTM DELL'IMPIANTO	42
6.	SCELTA PROGETTUALE E IPOTESI PROGETTUALI ALTERNATIVE	43
6.1.	Analisi delle alternative progettuali e scelta della soluzione in esame	43
6.2.	Soluzione alternativa A	44
6.3.	Soluzione alternativa B	45
6.4.	Soluzione adottata	46
7.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO	47
8.	SINTESI IDROLOGICA	49
8.1.	Portate medie	50
8.2.	Curva di durata delle portate	51
8.3.	Portate derivabili	52
9.	EVOLUZIONE STORICA DEI MANUFATTI DI SBARRAMENTO PREESISTENTI	55
9.1.	Traversa del XIX secolo crollata nel 1994	55
9.2.	Traversa completata nel 2002 e crollata nel 2010	56
9.3.	Demolizione dei relinqui della vecchia traversa crollata nel 2010	57
10.	RICOSTRUZIONE DELLA TRAVERSA CON SBARRAMENTO MOBILE	58
11.	CENTRALE IDROELETTRICA	62
11.1.	Opera di presa ed adduzione	62
11.2.	Edificio e meccanismi di produzione	65
11.3.	Canale di restituzione	66
12.	LOCALE DI CONSEGNA ENEL	68
13.	GESTIONE DELLA PORTATA	71
13.1.	Dispositivi di modulazione della portata	71
13.2.	Dispositivo di limitazione della portata derivata	73
13.3.	Dispositivi di misura della portata	73
13.4.	Ripartizione della portata	74
13.5.	Dispositivi di rilascio del deflusso minimo vitale	76
13.5.1.	Passaggi artificiali per l'ittiofauna	76

13.5.2.	Verifica delle fenditure.....	77
13.5.3.	Verifica della velocità nei passaggi.....	77
13.5.4.	Verifica della velocità nelle vasche.....	78
13.5.5.	Verifica della dissipazione di energia.....	78
13.5.6.	Comportamento idraulico dei passaggi nelle varie condizioni idrologiche.....	79
13.5.7.	Vena idraulica di mascheramento dello sbarramento mobile.....	80
14.	SALTO IDRAULICO.....	81
14.1.	Quota idrometrica a monte.....	81
14.1.1.	Metodo di calcolo.....	81
14.1.2.	Quota piezometrica nel bacino a monte dello sbarramento.....	82
14.1.3.	Quota idrometrica nei bacini di carico.....	84
14.1.4.	Risultati.....	88
14.2.	Quota idrometrica a valle.....	91
14.3.	Salto idraulico nell'anno idrologico medio.....	93
14.4.	Salto idraulico nominale.....	95
15.	PRODUZIONE.....	96
16.	SCELTA DELLE TURBINE E POTENZE INSTALLATE E NOMINALI.....	99
16.1.	Scelta delle turbine da installare.....	99
16.2.	Potenza dell'impianto e delle turbine.....	100
16.2.1.	Potenza nominale.....	100
16.2.2.	Potenza installata.....	100
17.	MOVIMENTI TERRA E VALUTAZIONE DEGLI SCAVI.....	101
18.	CONSOLIDAMENTO DEL PUNTO DI CONFLUENZA DELLA ACQUE GOLENALI.....	101
19.	OPERE DI RIPRISTINO AMBIENTALE.....	102
19.1.	Opere compensative.....	102
19.2.	Aspetti scenici e di tutela paesaggistica.....	104
19.3.	Ripristino del suolo e della copertura vegetale.....	104
19.4.	Il recupero della terra vegetale esistente.....	104
19.5.	La regimazione delle acque superficiali.....	105
19.6.	L'inerbimento.....	106
20.	ACCESSIBILITÀ E ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE.....	108
21.	VERIFICHE IDRAULICHE DEL FIUME TANARO.....	110
22.	ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO.....	111
22.1.	Metodo di calcolo.....	111
22.2.	Portata di massima piena duecentennale.....	112
22.3.	Portata media annua.....	114

1. INTRODUZIONE

Il presente progetto riguarda la **ricostruzione della traversa del Canale Irriguo "San Marzano" con valorizzazione energetica** tramite la realizzazione di una centrale idroelettrica in sponda sinistra sul Fiume Tanaro nei comuni di Barbaresco e Castagnito.

L'impianto idroelettrico previsto, di nuova realizzazione, si trova in un tratto del Fiume Tanaro a valle della collina dell'abitato di Barbaresco, circa 1 km a monte del ponte della SP 3 che collega Castagnito a Neive.

L'opera valorizza energeticamente una traversa utilizzata per la derivazione irrigua del Consorzio "Capitto", la quale è posta in sponda destra orografica.

Il progetto prevede due gruppi di produzione principali posti in sponda sinistra orografica.

L'impianto è classificabile in funzione delle proprie caratteristiche nei seguenti modi:

- piccolo impianto ($1'000 \text{ kW} \leq P < 10'000 \text{ kW}$)
l'impianto idroelettrico progettato ha una potenza nominale media di 2'498 kW; le due turbine hanno potenza complessiva installata di 5'194 kW e nell'anno idrologico medio producono circa 17,4 GWh di energia elettrica;
- impianto ad acqua fluente
l'impianto idroelettrico progettato non possiede capacità d'invaso utile, se non per i volumi d'acqua contenuti nelle varie opere idrauliche che compongono la centrale, che non possono essere sfruttate in modo proficuo per la modulazione della portata;
- impianto a bassa caduta ($H < 50 \text{ m}$)
l'impianto idroelettrico in progetto nell'anno idrologico medio valorizza energeticamente il salto nominale di 5,05 m;
- impianto a grande portata ($100 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q < 1'000 \text{ m}^3/\text{s}$)
l'impianto idroelettrico progettato valorizza portate comprese tra 9,000 m^3/s e 120,000 m^3/s ; la centrale deriva annualmente la portata media di 50,431 m^3/s .

Il progetto si basa su un rilievo topografico dettagliato, eseguito con stazione totale e strumentazione satellitare GPS, con la registrazione di circa 6000 punti, che ha permesso di studiare con una certa precisione il comportamento idraulico del tratto di asta interessata oltre che localizzare al meglio le opere ingegneristiche e idrauliche.

Le caratteristiche tecniche e costruttive proposte in questa fase progettuale sono il frutto di una collaborazione fra studi professionali che hanno lavorato in modo sinergico al fine di definire soluzioni tecniche che conciliano l'esigenza di una razionale utilizzazione idroelettrica delle acque del Fiume Tanaro con le esigenze di salvaguardia ambientale e tutela dell'asta fluviale.

L'impianto in progetto deriva soltanto una parte della portata presente nel corso d'acqua; non si rileva un effettivo tratto sotteso di Fiume Tanaro e, nel tratto corrispondente allo sviluppo della traversa, è garantito il deflusso di una quota della portata uguale o superiore al deflusso minimo vitale (DMV), anche in periodi di magra se disponibile da monte.

Quindi nell'impianto in progetto le macchine idrauliche ed elettriche producono con modi e tempi totalmente dipendenti dalla disponibilità idrica del corso d'acqua; nel caso in cui il corso d'acqua sia in magra e si scenda sotto un livello minimo di portata, cessa la produzione di energia elettrica.

Il presente progetto è stato realizzato in stretto contatto con il proponente, la ditta **SAN FRANCESCO ENERGIE s.r.l.** con sede a Mondovì, che, fin dalle prime fasi di impostazione dello studio, ha manifestato la volontà di realizzare un'opera in armonia col territorio e con le esigenze sociali e produttive dei comuni di Barbaresco e Castagnito.

2. QUADRO PROGRAMMATICO E NORMATIVO

2.1. Riferimenti al Decreto legislativo 152/2006

il progetto è sottoposto alla valutazione di impatto ambientale di livello nazionale in quanto rientra nelle tipologie elencate nell'**Allegato II**, Parte Seconda del **D.Lgs.152/2006** e s.m.i., punto 13 "**Progetti di competenza statale**" ed ricade nelle opere appartenenti alla **categoria progettuale n. 13** di tale allegato "*impianti destinati a trattenere, regolare o accumulare le acque in modo durevole, di altezza superiore a 15 metri o che determinano un volume d'invaso superiore ad 1.000.000 m³, nonché impianti destinati a trattenere, regolare o accumulare le acque a fini energetici in modo durevole, di altezza superiore a 10 metri o che determinano un volume d'invaso superiore a 100.000 m³*".

2.2. Riferimenti alla Legge regionale 40/98

La Legge Regionale 14 dicembre 1998, n. 40 "*Disposizioni concernenti la compatibilità ambientale e le procedure di valutazione*", definisce i progetti che devono essere sottoposti alla "*fase di verifica*" oppure alla "*fase di valutazione*"; con l'art. 4, comma 2, individua i progetti sottoposti alla fase di valutazione che sono elencati negli elaborati allegati.

Il progetto in oggetto rientra nella **categoria progettuale n. 41 dell'Allegato B2** "*Impianti per la produzione di energia idroelettrica con potenza installata superiore a 100 kW oppure alimentati da derivazioni con portata massima prelevata superiore a 260 litri al secondo. Per le derivazioni localizzate in zona C, come definita dal d.g.r. del 26.04.1995, n. 74-45166, o la cui sezione di presa sottende un bacino di superficie minore o uguale a 200 kmq, la soglia inferiore è ridotta a 140 l/s. Sono comunque esclusi gli impianti destinati all'autoproduzione aventi potenza installata inferiore o uguale a 30 kW – valore costante da assumere, indifferentemente dalla localizzazione o meno in area protetta*" la cui verifica è di competenza della Provincia quando non ricada, neppure parzialmente in aree protette.

2.3. Riferimenti al Decreto legislativo 387/2003

Per la realizzazione delle opere in progetto si fa riferimento alle prescrizioni del **Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387** "*Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità*" con particolare riferimento all'art. 12 in cui si specifica che:

Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti.

Gli impianti di produzione di energia elettrica, di cui all'articolo 2, comma 1, lettere b) e c), possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici. Nell'ubicazione si dovrà tenere conto delle disposizioni in materia di sostegno nel settore agricolo, con particolare riferimento alla valorizzazione delle tradizioni agroalimentari locali, alla tutela della biodiversità, così come del patrimonio culturale e del paesaggio rurale di cui alla legge 5 marzo 2001, n. 57, articoli 7 e 8, nonché del decreto legislativo 18 maggio 2001, n. 228, articolo 14.

2.4. Norme di tutela delle unità ambientali sensibili

Per l'individuazione delle aree vincolate ai sensi dell'attuale normativa di tutela ambientale è stata utilizzata la **Lista di controllo "unità ambientali sensibili"** codificate dal D.M. 1 aprile 2004 "Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale" ed indicata come "prima lista di controllo utilizzabile per l'individuazione delle sensibilità ambientali", di eventuali problemi inerenti la scelta localizzativa, per un primo screening di fattibilità di tale scelta.

Data la localizzazione del progetto in ambiente continentale, nello specifico, si elencano soltanto le **Unità terrestri**, escludendo dallo screening quelle *marine*.

Lista di controllo "unità ambientali sensibili" – Unità terrestri

Aree vincolate con specifica normativa	Presenza
Riserve integrali e/o riserve generali orientate in parchi regionali di cui all'art. 2 della legge 6 dicembre 1991, istituite o comunque perimetrate ai sensi della medesima legge	-
Riserve naturali di cui all'art. 2 della legge 6 dicembre 1991, istituite o comunque perimetrate ai sensi della medesima legge	-
Fasce di rispetto di fiumi, corsi d'acqua, laghi e coste marine, ai sensi del D.Lgs. 42/2004.	X
Boschi tutelati ai sensi del D.Lgs. 42/2004.	X
Altre aree vincolate ai sensi del D.Lgs. 42/2004.	-
Zone umide di importanza internazionale ai sensi della Convenzione di Ramsar (DPR 448 del 13.3.1976)	-
Siti di Importanza Comunitaria proposti per l'inserimento della rete Natura 2000, di cui al DPR 8/9/1997 n. 357	X
Fasce di rispetto di sorgenti o captazioni idriche (art. 6 del DPR 236/88)	-
Zone ad elevato livello di tutela o conservazione da parte di Piani Territoriali Paesistici regionali	-
Ambiti di rilevanza ambientale individuati da leggi regionali	X
Vincoli paesaggistici: Bellezze naturali e singolarità geologiche ai sensi del D.Lgs. 42/2004	-
Vincoli paesaggistici: Ville, giardini e parchi di cui al D.Lgs. 42/2004	-
Vincoli paesaggistici: Complessi di valore estetico e tradizionale di cui al D.Lgs. 42/2004	-
Vincoli paesaggistici: Bellezze panoramiche e punti di vista di cui al D.Lgs. 42/2004	-
Tutele delle cose di interesse artistico o storico: vincoli archeologici, ai sensi del D. Lgs. 42/2004	-
Beni sottoposti a vincolo architettonico e monumentale ai sensi del D.Lgs. 42/2004	-

* D.M. 1 aprile 2004 "Linee guida per l'utilizzo dei sistemi innovativi nelle valutazioni di impatto ambientale" – Capitolo 3

La lista di controllo permette di evidenziare che l'area d'intervento è **soggetta** a "vincolo paesaggistico" ai sensi del D.Lgs. 42/2004. Tale vincolo è dovuto alla presenza della "**fascia di rispetto fluviale**" del Fiume Tanaro.

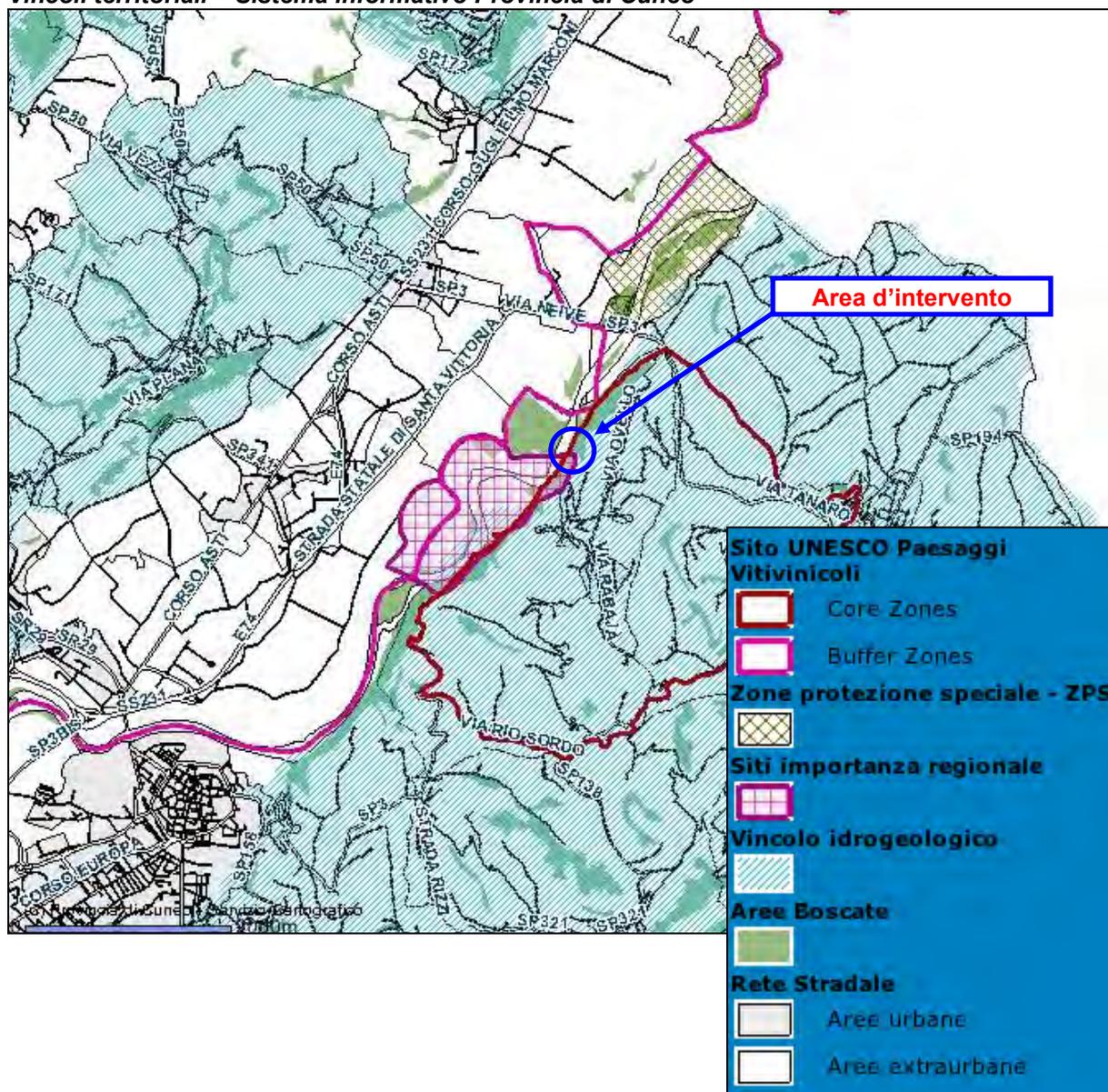
Si segnala che l'area di studio in prevalenza **non è soggetta** al “vincolo per scopi idrogeologici” ai sensi del R.D. 30 dicembre 1923, n. 3267. Soltanto l'ammorsamento della traversa in sponda destra del Fiume Tanaro è **soggetta** a tale vincolo.

Le verifiche hanno permesso di constatare che l'area d'intervento è **soggetta** a “vincolo naturalistico” in quanto le opere progettate si trovano al di fuori ma nelle vicinanze della **ZPS “Fiume Tanaro e Stagni di Neive – codice identificativo IT1160054”** facente parte delle “aree della rete Natura 2000”.

Il progetto si trova a valle di un'area tutelata da legge regionale (Sito di importanza Regionale “Stagni di Mogliasso – codice SIR IT1160055” e ricade, inoltre nella vasta **area tutelata dall'UNESCO** a tutela del **Paesaggio vitivinicolo del Piemonte: Langhe-Roero e Monferrato**.

L'indagine sulla presenza di eventuali emergenze architettoniche, beni ambientali – urbanistici e archeologici nell'area di studio, ha verificato che l'impianto idroelettrico in progetto **non interferisce** direttamente con “Beni Ambientali Architettonici” né con “Beni Urbanistici e Archeologici”.

Vincoli territoriali – Sistema informativo Provincia di Cuneo



2.5. Quadro riepilogativo sul tema vincolistico

Nella seguente tabella si riassume quanto enunciato nei paragrafi precedenti indicando sinteticamente l'esistenza e le ragioni dei vincoli a cui è sottoposto il progetto di impianto idroelettrico.

Quadro riepilogativo del tema vincolistico

L'analisi del tema vincolistico permette di evidenziare che:

il progetto è **sottoposto** a "vincolo paesaggistico" (D.Lgs. 42/2004), per la presenza della fascia di rispetto dei corsi d'acqua;

il progetto è **sottoposto** a "vincolo paesaggistico" (D.Lgs. 42/2004), per la presenza di aree boscate;

il progetto è **sottoposto** a "vincolo idrogeologico" (R.D. 3267/23);

il progetto **non interferisce** con "Siti di Importanza Comunitaria" (SIC);

il progetto **interferisce** con "Siti di Importanza Regionale" (SIR);

il progetto **interferisce**, "Zone di protezione speciale" (ZPS);

il progetto **non interferisce** con "Beni Architettonici e Ambientali" vincolati ai sensi dell'art. 2 del D.Lgs. 42/2004, sostituito la precedente legge 1/6/1939 n. 1089;

il progetto **non interferisce** con "Siti archeologici" vincolati ai sensi dell'art. 2 del D.Lgs. 42/2004, sostituito la precedente legge 1/6/1939 n. 1089;

2.6. Piano Paesaggistico Regionale (PPR)

Al fine dell'inquadramento Paesaggistico dell'Area oggetto di studio si è proceduto ad analizzare Piano paesaggistico Regionale della Regione Piemonte (P.P.R.), adottato con D.G.R. n. 53-11975 del 4 agosto 2009.

2.6.1. Componenti Paesaggistiche

Le **Componenti Paesaggistiche** sono individuate dalle norme tecniche del PPR e sono rappresentate nella **Tavola 4** del PPR "Componenti Paesaggistiche" alla quale si fa riferimento per verificare la compatibilità dell'intervento con la pianificazione regionale.

Per quanto riguarda le **Componenti e sistemi naturalistici** individuati nell'area oggetto di studio il PPR, prevede:

Nella fascia fluviale interna (art.14), ferme restando le prescrizioni del PAI per quanto non attiene alla tutela del paesaggio, deve essere conservata la vegetazione arbustiva ed arborea di tipo igrofilo e i lembi di bosco planiziale. La realizzazione degli impianti di produzione idroelettrica deve rispettare eventuali fattori caratterizzanti il corso d'acqua quali cascate e salti di valore scenico.

Nelle fascia fluviale allargata (art.14) individuata nel sito oggetto dell'intervento, le direttive del PPR, fermi restando i vincoli e le limitazioni dettate dal PAI per quanto non attiene la tutela del paesaggio, al fine di garantire il miglioramento delle condizioni ecologiche e paesaggistiche, prevedono che si provveda a favorire il mantenimento degli ecosistemi più naturali, con la rimozione o la mitigazione dei fattori di frammentazione e di isolamento e la realizzazione o il potenziamento dei corridoi di connessione ecologica, di cui all'articolo 42; inoltre le direttive del PPR prevedono il miglioramento dell'accessibilità e la percorribilità pedonale, ciclabile, a cavallo, nonché la fruibilità degli spazi ricreativi con attrezzature ed impianti a basso impatto ambientale.

Nelle aree di elevato interesse agronomico (art.20) il Ppr riconosce, come componenti rilevanti del paesaggio agrario e risorsa insostituibile per lo sviluppo sostenibile della Regione, le aree ad elevata capacità d'uso dei suoli, individuate nella Tavola P4, e le aree che hanno acquisito una Denominazione di Origine. Il Ppr persegue gli obiettivi di:

salvaguardia attiva dello specifico valore agronomico;

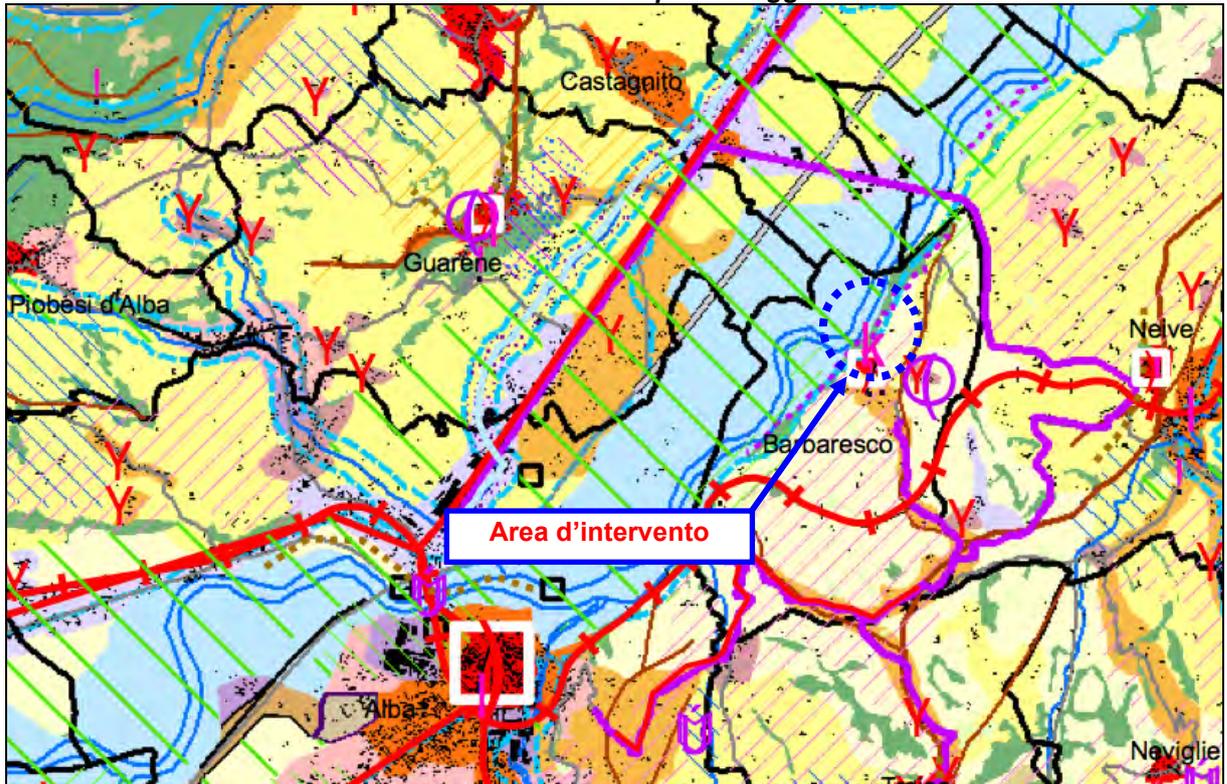
protezione del suolo dall'impermeabilizzazione, dall'erosione, da forme di degrado legate alle modalità colturali;

mantenimento dell'uso agrario delle terre, secondo tecniche agronomiche adeguate a garantire la peculiarità delle produzioni e, nel contempo, la conservazione del paesaggio.

Per quanto riguarda le **Componenti e caratteri percettivi** individuati nell'area oggetto di studio il PPR, prevede:

In merito alle aree rurali di specifico interesse paesaggistico (art.40) si deve tener conto dei caratteri delle aree per garantire la loro conservazione attiva, la valorizzazione dei segni agrari e la connettività ecosistemica.

Estratto della Tavola P4 – Componenti paesaggistiche
Evidenziata con ovale blu la zona interessata dall'opera in oggetto



Estratto della Tavola P4 – Componenti paesaggistiche - Legenda
Legenda Tavola P4 – Componenti paesaggistiche

Componenti e sistemi naturalistici

-  Aree di montagna (art. 13)
-  Sistemi di vette e crinali montani e pedemontani (art. 13)
-  Sistemi di crinali collinari (art. 31)
-  Ghiacciai, rocce e macereti (art. 13)
-  Fascia Fluviale Allargata (art. 14)
-  Fascia Fluviale Interna (art. 14)
-  Laghi (art. 15)
-  Territori a prevalente copertura boscata (art. 16)
-  Orli di terrazzo (art. 17)
-  Elementi di specifico interesse geomorfologico e naturalistico (bordati se con rilevanza visiva, art. 17)
-  Praterie (art. 19)
-  Prato-pascoli, cespuglieti e fasce a praticoltura permanente (art. 19)
-  Aree non montane a diffusa presenza di siepi e filari (art. 19)
-  Aree di elevato interesse agronomico (art. 20)

Componenti e sistemi storico-territoriali

Viabilità storica e patrimonio ferroviario (art. 22):

-  Rete viaria di età romana e medievale
-  Rete viaria di età moderna e contemporanea
-  Rete ferroviaria storica

Torino e centri di I-II-III rango (art. 24):

Torino



-  Struttura insediativa storica di centri con forte identità morfologica (art. 24)
-  Sistemi di testimonianze storiche del territorio rurale (art. 25)
-  Presenza stratificata di sistemi irrigui (art. 25)
-  Nuclei alpini connessi agli usi agro-silvo-pastorali (art. 25)
-  Sistemi di ville, vigne e giardini storici (art. 26)
-  Luoghi di villeggiatura e centri di loisir (art. 26)
-  Infrastrutture e attrezzature turistiche per la montagna (art. 26)
-  Aree e impianti della produzione industriale ed energetica di interesse storico (art. 27)
-  Poli della religiosità (art. 28)
-  Sistemi di fortificazioni (art. 29)

Legenda Tavola P4 – Componenti paesaggistiche

Componenti e caratteri percettivi

-  Elementi caratterizzanti di rilevanza paesaggistica (art. 30)
-  Belvedere (art. 30)
-  Fulcri del costruito (art. 30)
-  Fulcri naturali (art. 30)
-  Profili paesaggistici (art. 30)
-  Percorsi panoramici (art. 30)
-  Assi prospettici (art. 30)

Relazioni visive tra insediamento e contesto (art. 31):

-  Insediamenti tradizionali con bordi poco alterati o fronti urbani costituiti da edificati compatti in rapporto con acque, boschi, coltivi
-  Sistemi di nuclei costruiti di costa o di fondovalle, leggibili nell'insieme o in sequenza
-  Insediamenti pedemontani o di crinale in emergenza rispetto a versanti collinari o montani prevalentemente boscati o coltivati
-  Bordi di nuclei storici o di emergenze architettoniche isolate e porte urbane
-  Aree caratterizzate dalla presenza diffusa di sistemi di attrezzature o infrastrutture storiche (idrauliche, di impianti produttivi industriali o minerari, di impianti rurali)

Aree rurali di specifico interesse paesaggistico (art. 32):

-  Aree sommitali costituenti fondali e skyline
-  Sistemi paesaggistici agroforestali di particolare interdigitazione tra aree coltivate e bordi boscati
-  Sistemi paesaggistici rurali di significativa omogeneità e caratterizzazione dei coltivi: le risaie
-  Sistemi paesaggistici rurali di significativa omogeneità e caratterizzazione dei coltivi: i vigneti
-  Sistemi paesaggistici rurali di significativa varietà e specificità, con la presenza di radi insediamenti tradizionali integri o di tracce di sistemazioni agrarie e delle relative infrastrutture storiche
-  Sistemi rurali lungo fiume con radi insediamenti tradizionali e, in particolare, nelle confluenze fluviali
-  Luoghi ed elementi identitari (art. 33)

Legenda Tavola P4 – Componenti paesaggistiche

Componenti morfologico-insediative

-  Urbane consolidate dei centri maggiori (art. 35) m.i.1
-  Urbane consolidate dei centri minori (art. 35) m.i.2
-  Tessuti urbani esterni ai centri (art. 35) m.i.3
-  Tessuti discontinui suburbani (art. 36) m.i.4
-  Insediamenti specialistici organizzati (art. 37) m.i.5
-  Area a dispersione insediativa prevalentemente residenziale (art. 38) m.i.6
-  Area a dispersione insediativa prevalentemente specialistica (art. 38) m.i.7
-  "Insule" specializzate (art. 39) m.i.8
-  Complessi infrastrutturali (art. 39) m.i.9
-  Aree rurali di pianura o collina con edificato diffuso (art. 40) m.i.10
-  Sistemi di nuclei rurali di pianura, collina e bassa montagna (art. 40) m.i.11
-  Villaggi di montagna (art. 40) m.i.12
-  Aree rurali di montagna o alta collina con edificazione rada e dispersa (art. 40) m.i.13
-  Aree rurali di pianura con edificato rado (art. 40) m.i.14
-  Alpeggi e insediamenti rurali d'alta quota (art. 40) m.i.15
-  Porte urbane (art. 10)
-  Varchi tra aree edificate (art. 10)
-  Elementi strutturanti i bordi urbani (art. 10)

Aree degradate, critiche e con detrazioni visive

-  Elementi di criticita' puntuali (art. 41)
-  Elementi di criticita' lineari (art. 41)

Base cartografica

-  Autostrade
-  Strade statali, regionali e provinciali
-  Ferrovie
-  Sistema idrografico
-  Confini comunali
-  Aree urbanizzate

2.7. Piano di Tutela delle Acque (PTA) della Regione Piemonte

Le tavole di piano riferite alla specifica Area idrografica AI01 ALTO PO, sono le seguenti:

Tav.1 "Inquadramento territoriale acque superficiali"

Tav.2 "Inquadramento territoriale acque sotterranee"

Tav.3 "Vincoli esistenti"

Tav.4 "Reti di monitoraggio ambientale e stato di qualità dei corpi idrici a specifica destinazione"

Tav.5 "Pressioni- prelievi e scarichi"

Tav.6 "Pressioni- prelievi ad uso irriguo"

Tav.7 "Pressioni- uso del suolo e attività antropiche"

Tav.8 "Stato quantitativo"

Tav.9 "Stato ambientale D.Lgs. 152/99"

Tav.10 "Criticità quali-quantitative"

2.7.1. Inquadramento territoriale acque superficiali

I dati caratteristici del bacino idrografico interessato dal progetto sono contenuti nella monografia dell'Area idrografica AI20 – Basso Tanaro della quale si riportano alcuni estratti.

**Estratto PTA Regione Piemonte –
Localizzazione dell'area d'intervento nel Bacino idrografico del Po –
Area Idrografica AI 02- Basso Po.**

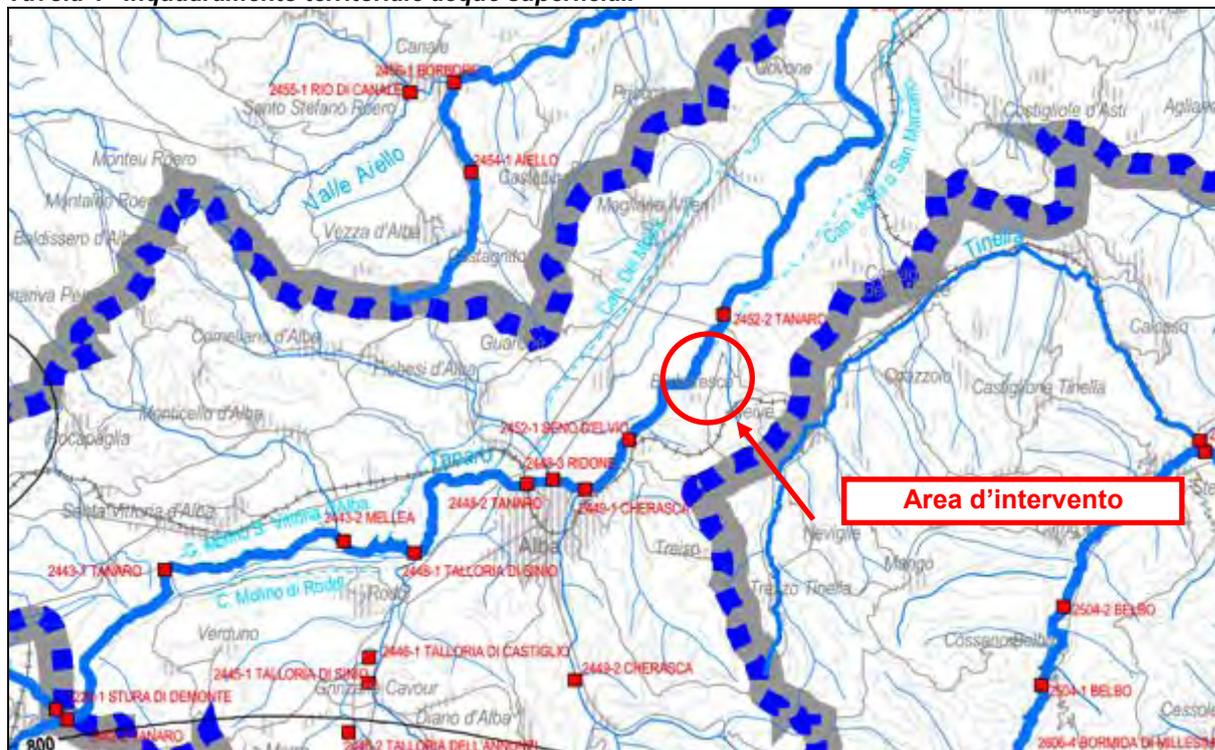


L'intervento in progetto si trova nel bacino idrografico del Po, sottobacino del Tanaro, **Area idrografica Basso Tanaro (AI20)** alla cui monografia si fa riferimento.

Il **Fiume Tanaro è segnalato** nell'elenco dei **Corsi d'acqua significativi**. Si tratta di corsi d'acqua da monitorare e classificare in ragione del loro rilevante interesse ambientale, per particolari utilizzazioni in atto o per valori naturalistici e/o paesaggistici, nonché quelli che, per carico inquinante convogliato, possono aver influenza negativa sui corpi idrici.

Estratto PTA Regione Piemonte

Tavola-1 "Inquadramento territoriale acque superficiali"



Legenda Tavola-1 "Inquadramento territoriale acque superficiali"



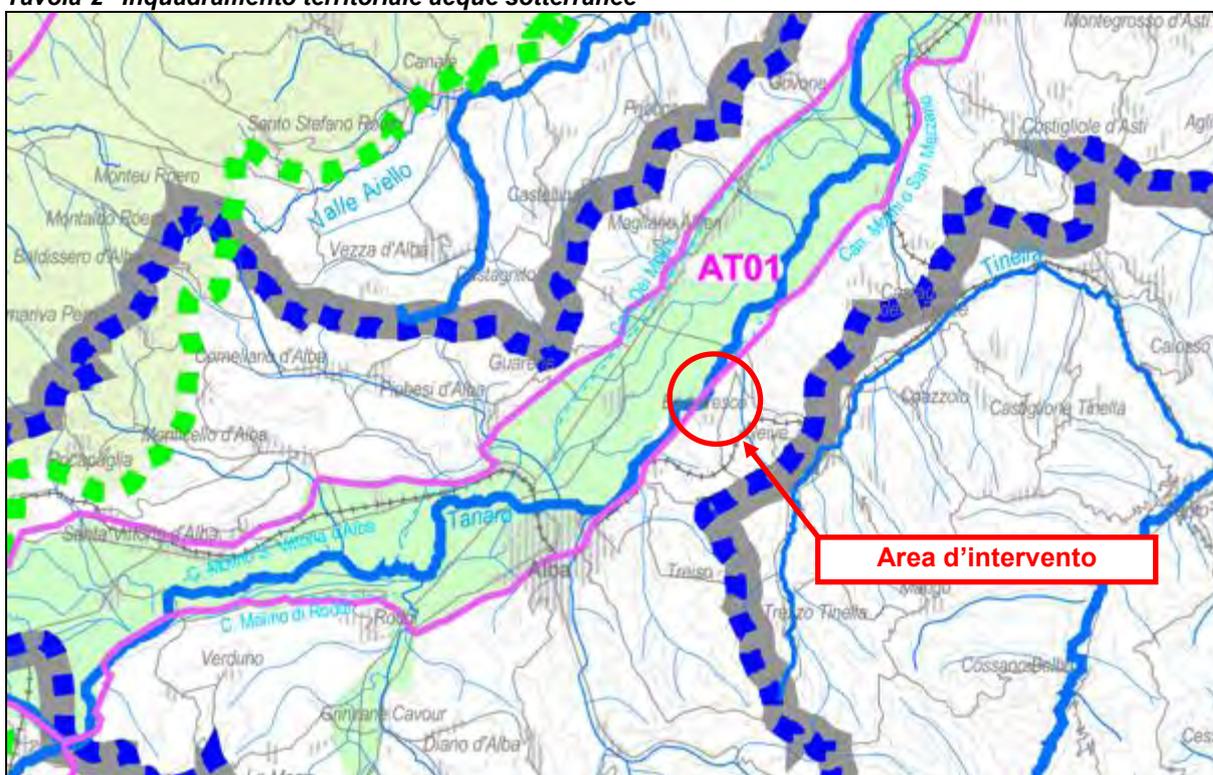
L'intervento si colloca sull'asta principale del Fiume Tanaro, definito dal PTA come "**Corso d'acqua naturale significativo**".

Il progetto si colloca tra la sezione di chiusura **2452-2 Tanaro (a valle)** e la sezione **2452-1 Seno d'Alvio (a monte)** in corrispondenza dello sbarramento che della derivazione irrigua denominata "**Canale Molini o San Marzano**".

2.7.2. Inquadramento territoriale acque sotterranee

Il progetto si sviluppa in ambito collinare nella vasta pianura di fondovalle, nell'**area idrologicamente separata AT01** costituente acquifero superficiale del corpo idrico significativo, al di fuori di aree con influenza sull'acquifero profondo.

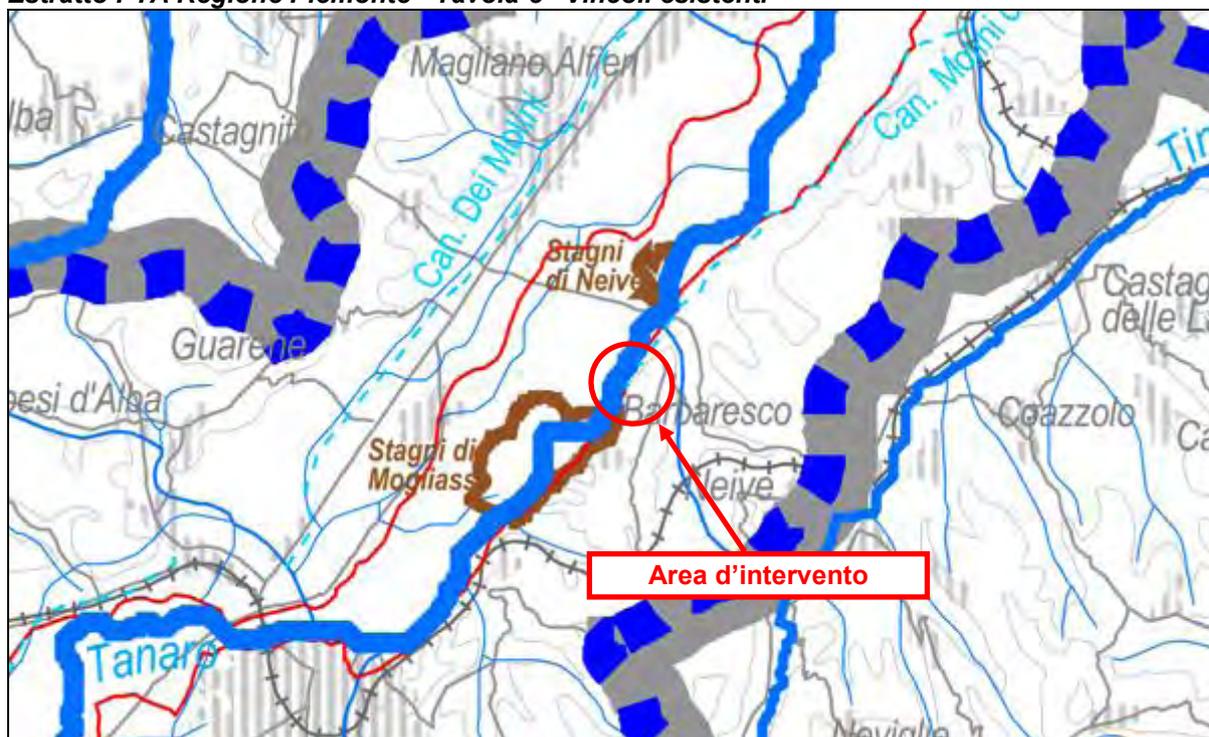
Estratto PTA Regione Piemonte Tavola-2 "Inquadramento territoriale acque sotterranee"



2.7.3. Vincoli esistenti

Per quanto riguarda le aree soggette a vincolo la cartografia di piano evidenzia che l'area di intervento ricade al di fuori di aree protette ma in zona intermedia tra due siti di importanza regionale (biotopi denominati "Stagni di Mogliasso" a monte e "Stagni di Neive" a valle).

Estratto PTA Regione Piemonte - Tavola-3 "Vincoli esistenti"



Legenda Tavola-3 "Vincoli esistenti"



2.7.4. Reti di monitoraggio ambientale e stato di qualità dei corpi idrici a specifica destinazione

Sul Fiume Tanaro è segnalata la presenza, a valle dell'impianto in progetto, di due "Stazioni di monitoraggio chimico-fisico e biologico", a monte e a valle della traversa in oggetto e di più "Stazioni di monitoraggio chimico-fisico" i acque sotterranee. Nei pressi di Alba è anche attivo un "Punto di campionamento del monitoraggio delle acque dolci per la vita dei pesci".

Estratto PTA Regione Piemonte

Tavola-4 "Rete di monitoraggio e stato di qualità dei corpi idrici a specifica destinazione"



Legenda

Tavola-4 "Rete di monitoraggio e stato di qualità dei corpi idrici a specifica destinazione"

Stazioni monitoraggio acque superficiali

- Stazioni di monitoraggio automatico con sensore idrometrico (Tipologia A)
- Stazioni di monitoraggio automatico con sensore idrometrico e di qualità dell'acqua (Tipologia B)
- Stazioni di monitoraggio automatico con sensore idrometrico, di qualità dell'acqua e sedimentatore (Tipologia C)
- Sezioni di monitoraggio chimico - fisico (cf) e biologico (b) su corsi d'acqua naturali
- Sezioni di monitoraggio chimico - fisico (cf) e biologico (b) su canali
- Punto di campionamento del monitoraggio delle acque dolci per la vita dei pesci (D.Lgs. 130/92)

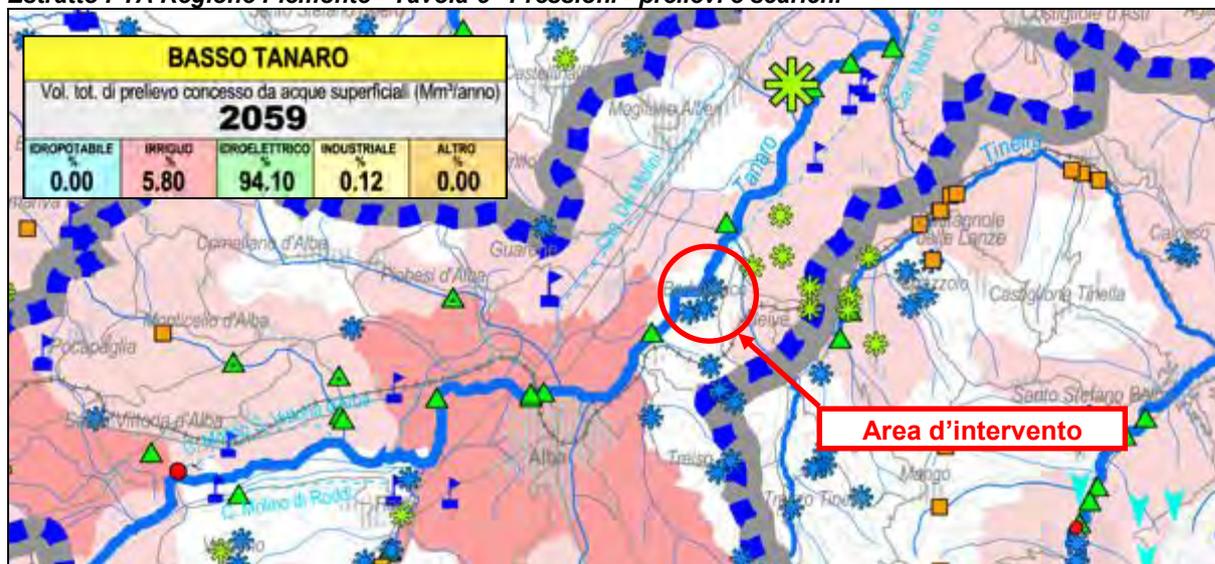
Stazioni di monitoraggio acque sotterranee

- Acquifero superficiale**
 - Punti manuali
 - Punti in automatico
 - Stazione manuale monitoraggio chimico - fisico
- Acquifero profondo**
 - Punti in automatico
 - Stazione manuale monitoraggio chimico - fisico
- Acque dolci superficiali utilizzate per la produzione di acqua potabile (ex D.P.R. 515/82)**

2.7.5. Pressioni - prelievi e scarichi

Per quanto riguarda i prelievi e gli scarichi segnalati dal PTA, si osserva che a monte dell'impianto sono indicati **diversi scarichi civili trattati**. Il sito di intervento è anche una **grande derivazione per uso irriguo**.

Estratto PTA Regione Piemonte - Tavola-5 "Pressioni - prelievi e scarichi"



Legenda Tavola-5 "Pressioni- prelievi e scarichi"

Grandi derivazioni, grandi prelievi (l/s)
(fonte Catasto Derivazioni, 2003)

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| Uso industriale | Uso irriguo |
| ● 500 - 1.000 | ● 500 - 1.000 |
| ● 1.001 - 5.000 | ● 1.000 - 5.000 |
| ● > 5.000 | ● 5.000 - 10.000 |
| Uso idroelettrico | ● 10.000 - 25.000 |
| ● 500 - 1.000 | ● > 25.000 |
| ● 1.001 - 4.000 | Altro uso |
| ● 4.001 - 10.000 | ● > 500 |
| ● 10.001 - 50.000 | |
| ● > 50.000 | |

Infrastrutture (condotte e canali)

- Non interrate
- interrate
- Non interrate doppio verso
- interrate doppio verso
- non classificate
- ▬ Galleria

Prese ad uso idropotabile (l/s)
(fonte Catasto SCI, 2000)

- 0 - 100
- 101 - 500
- 501 - 3.600

Pozzi ad uso idropotabile (m³/anno)
(Fonte Catasto SCI, 2000)

- < 50000
- 50000 - 100000
- 100000 - 500000
- > 500000

Campi pozzi idropotabili di interesse regionale

Pozzi ad uso industriale (Mm³/anno)
(dato su base comunale)

- < 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- > 10

Sorgenti uso idropotabile
(Fonte Catasto SCI, 2000)

Scarichi

Scarichi produttivi

- | | |
|---|---|
| Scarichi produttivi superficiali trattati | Scarichi produttivi superficiali non trattati |
| ▲ Attività produttiva | ▲ Attività produttiva |
| ● Raffreddamento | ● Raffreddamento |

Scarichi civili trattati (A.e.)

- | | |
|-----------------------------|-------------------------------|
| Trattamento primario | Trattamento secondario |
| ● <2.000 | ● <2.000 |
| ● 2.000 - 10.000 | ● 2.000 - 10.000 |
| ● 10.000 - 100.000 | ● 10.000 - 100.000 |
| ● >100.000 | ● >100.000 |
| Trattamento avanzato | |
| ● <2.000 | |
| ● 2.000 - 10.000 | |
| ● 10.000 - 100.000 | |
| ● >100.000 | |

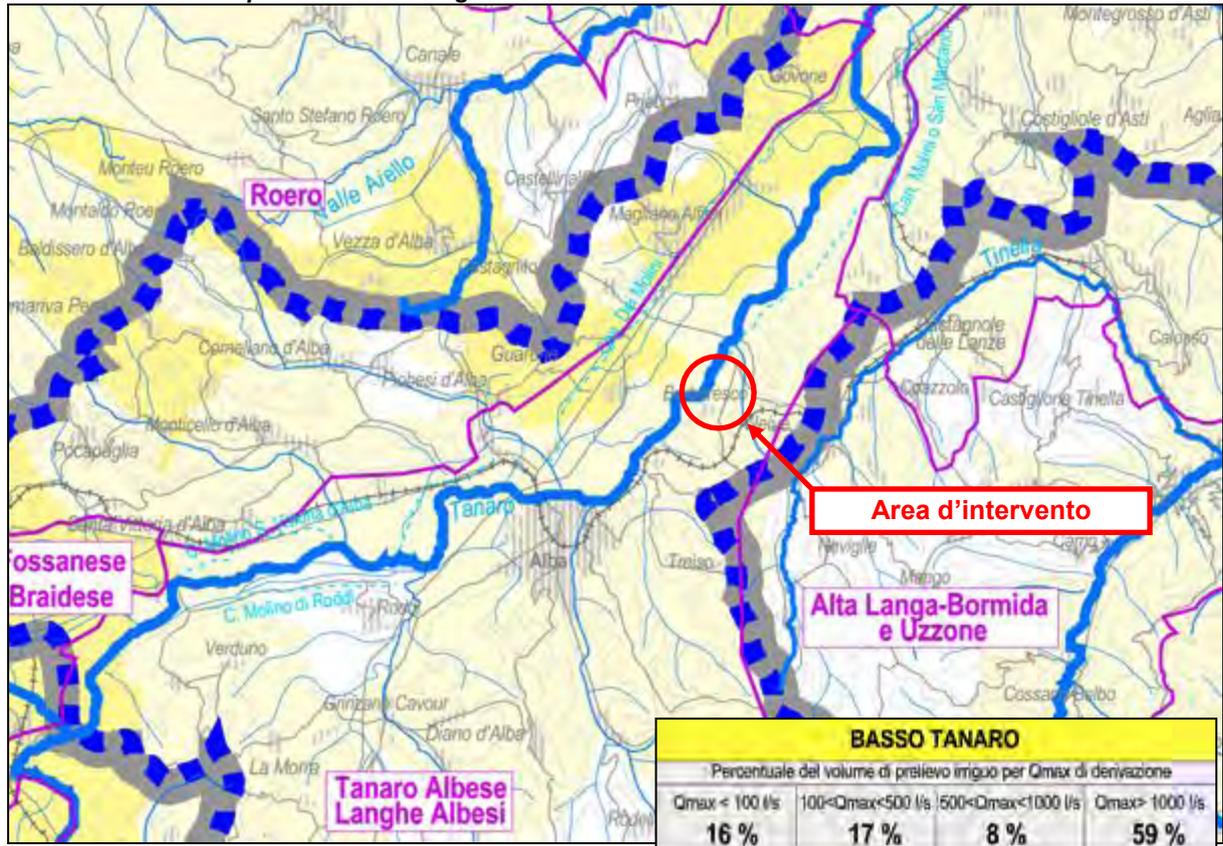
Scarichi civili non trattati
Punti di recapito superficiale

2.7.6. Pressioni - prelievi ad uso irriguo

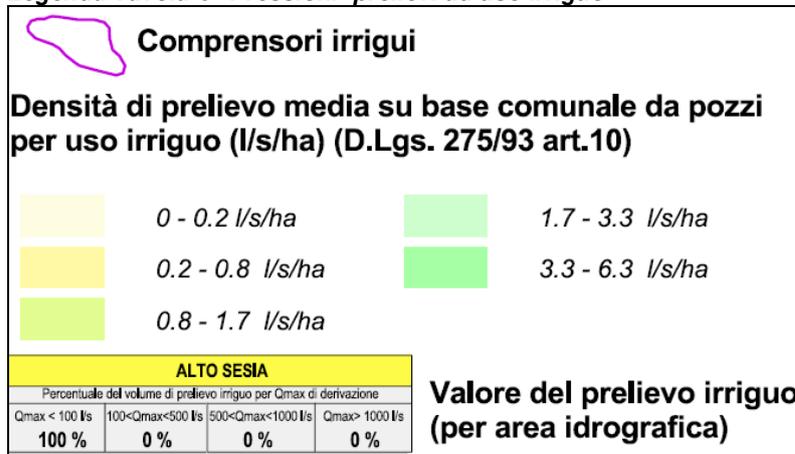
La **Tavola 6 “Pressioni - prelievi ad uso irriguo”** individua la densità di prelievo irriguo. L’area di intervento, delimitata dal cerchio rosso, ricade sul territorio di competenza del Comprensorio individuato dal PTA come **Tanaro albese Langhe Albesi**. La derivazione irrigua del **Canale San Marzano** consente l’irrigazione di parte della **Pianura astigiana**

I prelievi idrici a carico di tale comprensorio irriguo sono importanti (compresi fra 0,8 e 1,7 l/s/ha), che permettono l’irrigazione delle aree limitrofe ad intensa attività agricola.

**Estratto PTA Regione Piemonte–
Tavola-6 “Pressioni- prelievi ad uso irriguo”**



Legenda Tavola-6 “Pressioni- prelievi ad uso irriguo”



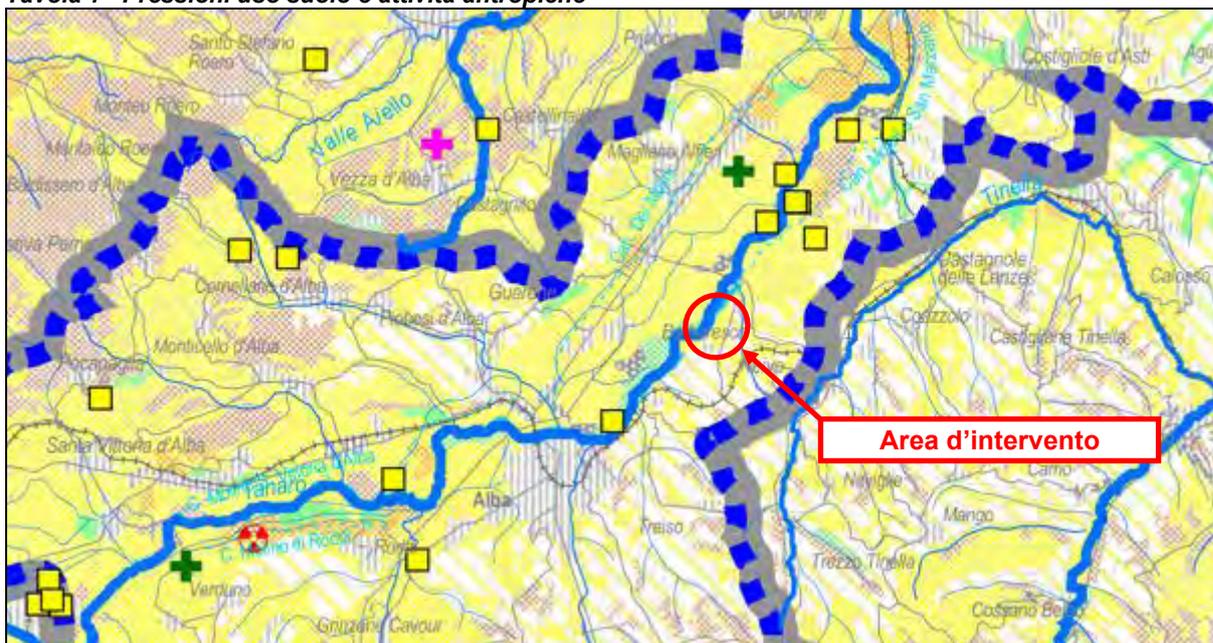
2.7.7. Pressioni - uso del suolo e attività antropiche

L'estratto della **Tavola 7 "Pressioni uso suolo e attività antropiche"** individua le fonti di pressione antropica che si ripercuotono sulla risorsa suolo ponendo particolare attenzione alla presenza di impianti industriali a rischio di incidenti rilevanti, di siti inquinanti temporanei e di discariche.

Dalla lettura della carta si percepisce che l'area di indagine è localizzata in **zona agricola eterogenea** la cui coltura prevalente è il seminativo.

Estratto PTA Regione Piemonte

Tavola-7 "Pressioni uso suolo e attività antropiche"



Legenda Tavola-7 "Pressioni uso suolo e attività antropiche"

Attività antropiche

- Impianti a rischio di incidenti rilevanti
- Siti inquinati (interventi a breve termine)
- Aree inquinate di interesse nazionale

Discariche

- prima categoria
- seconda categoria tipo A-B-C
- Cave e miniere**

Principali categorie di uso suolo

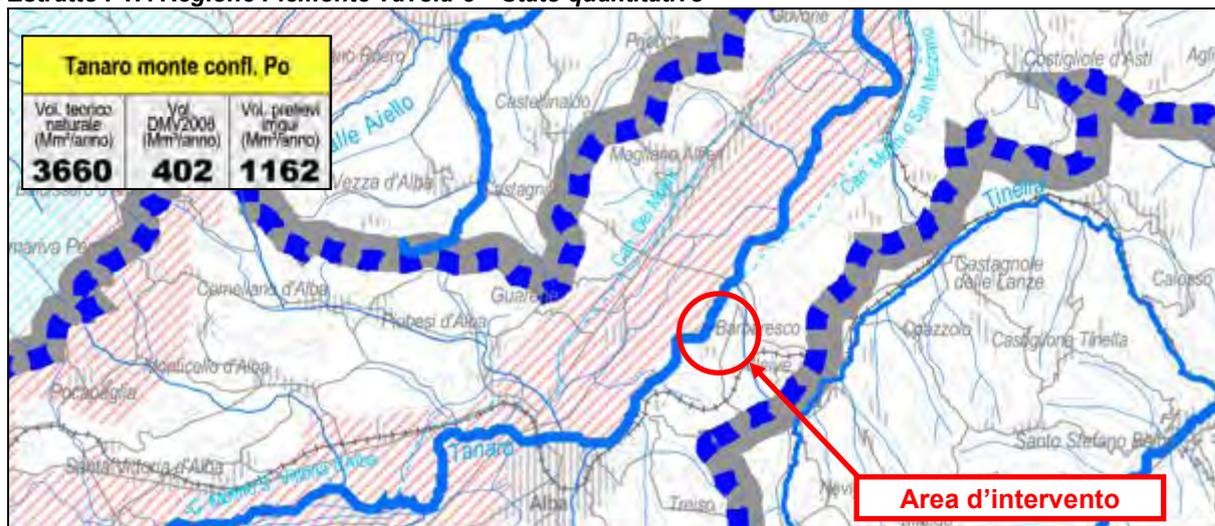
- Zone urbanizzate
- Zone industriali, commerciali e reti di comunicazione
- Zone estrattive, discariche e cantieri
- Zone verdi artificiali non agricole
- Seminativi (escluse le risaie)
- Risaie
- Colture permanenti
- Prati stabili
- Zone agricole eterogenee
- Zone boscate
- Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e/o erbacea
- Zone aperte a vegetazione rada o assente
- Corsi d'acqua, canali e idrovie Bacini d'acqua

2.7.8. Stato quantitativo

La **Tavola 8 “Stato quantitativo”** fornisce indicazioni sulla quantità di acqua disponibile nell’intero bacino. La lettura dei dati globali, permette di osservare che a livello quantitativo, il Po alla sezione di chiusura alla confluenza con il Po ha valori soddisfacenti che influiscono positivamente sulla qualità del corso d’acqua definita sostanzialmente buona dal PTA.

L’intervento si colloca in una zona definita di **“Classe D”** in cui l’**impatto antropico è nullo o trascurabile ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica**. L’intervento in progetto ha modeste ripercussioni locali e non influisce quantitativamente sull’assetto complessivo del bacino del Po.

Estratto PTA Regione Piemonte Tavola-8 “Stato quantitativo”



Legenda Tavola-8 “Stato quantitativo”

Tanaro monte confli. Po		
Vol. teorico naturale (Mm ³ /anno)	Vol. DMV2008 (Mm ³ /anno)	Vol. prelievi ingui (Mm ³ /anno)
3660	402	1162

Acque superficiali - indicatori di bilancio (per aree idrografiche)

Acque sotterranee - indicatori di stato

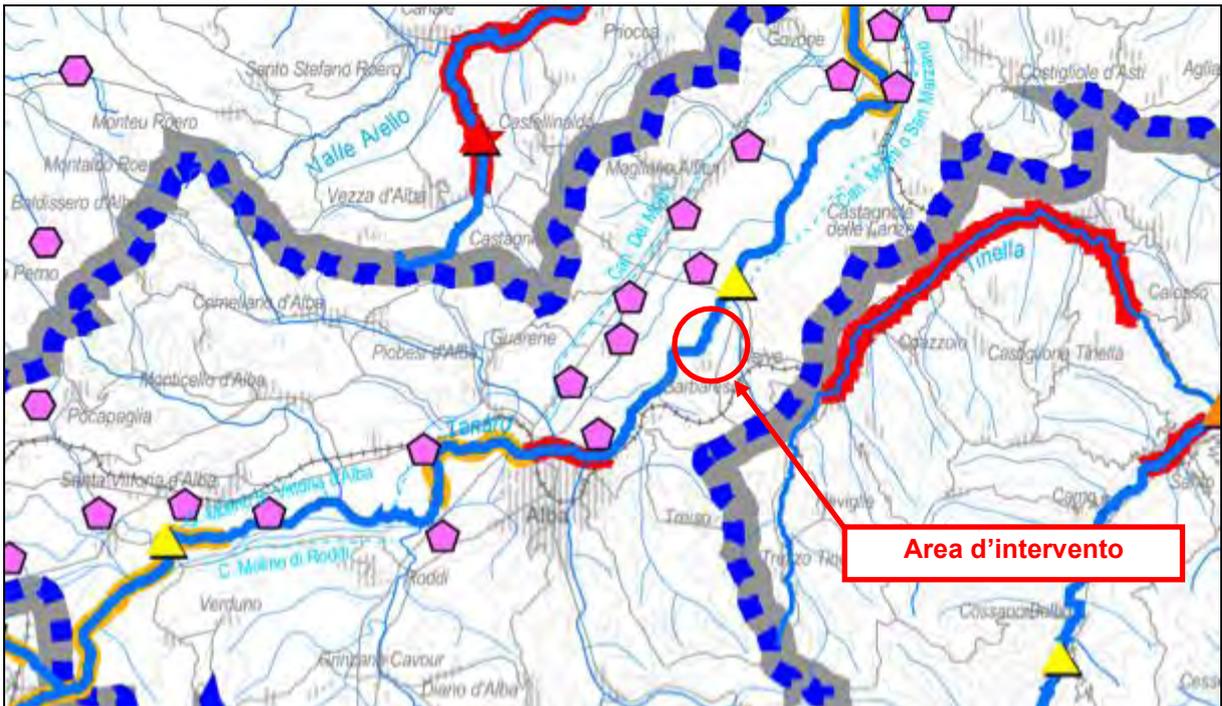
- Classe A** - L'impatto antropico è nullo o trascurabile con condizioni di equilibrio idrogeologico. Le estrazioni di acqua o alterazioni della velocità naturale di ravvenamento sono sostenibili sul lungo periodo
- Classe B** - L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa sostenibile sul lungo periodo
- Classe C** - Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti
- Classe D** - Impatto antropico nullo o trascurabile, ma con presenza di complessi idrogeologici con intrinseche caratteristiche di scarsa potenzialità idrica

2.7.9. Stato ambientale D.Lgs. 152/99

L'estratto dalla **Tavola 9 "Stato ambientale"** fornisce indicazioni sullo stato ambientale dei corsi d'acqua superficiali che solcano l'**area idrografica AI20 Basso Tanaro**.

Il PTA segnala, a monte e a valle del sito in esame una caratterizzazione ecosistemica dei corsi d'acqua superficiali ormai compromessa. Si segnala nei pressi di Barbaresco uno stato ambientale delle acque superficiali riferito biennio 2001-2002 di tipo **sufficiente** senza indicazioni riguardanti la **caratterizzazione ecosistemica** e senza indicazioni di particolari criticità riguardanti lo stato ambientale del corpo idrico.

**Estratto PTA Regione Piemonte
Tavola-9 "Stato ambientale"**



Legenda Tavola-9 "Stato ambientale"

Stato ambientale dei corsi d'acqua superficiali sul biennio 2001 - 2002

- ▲ Elevato
- ▲ Buono
- ▲ Sufficiente
- ▲ Scadente
- ▲ Pessimo

Caratterizzazione ecosistemica dei corsi d'acqua superficiali

- Compromessa
- Critica

Stato ambientale dei corpi idrici sotterranei sul biennio 2001 - 2002

- | Acquifero superficiale | | Acquifero profondo | |
|---------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|----------------------|
| ◆ | Elevato | ◆ | Elevato |
| ◆ | Buono | ◆ | Buono |
| ◆ | Sufficiente | ◆ | Sufficiente |
| ◆ | Scadente | ◆ | Scadente |
| ◆ | Particolare | ◆ | Particolare |
| ◆ | Scadente-Particolare | ◆ | Scadente-Particolare |

Stato ambientale dei laghi significativi sul biennio 2001 - 2002

- | | | |
|---|--|---|
| Classe 1 | Classe 3 | Classe 5 |
| Classe 2 | Classe 4 | |

2.7.10. Criticità quali-quantitative

L'estratto della **Tavola 10 "Criticità quali-quantitative"** indica che il tratto del Fiume Tanaro interessato dall'intervento presenta le seguenti caratteristiche:

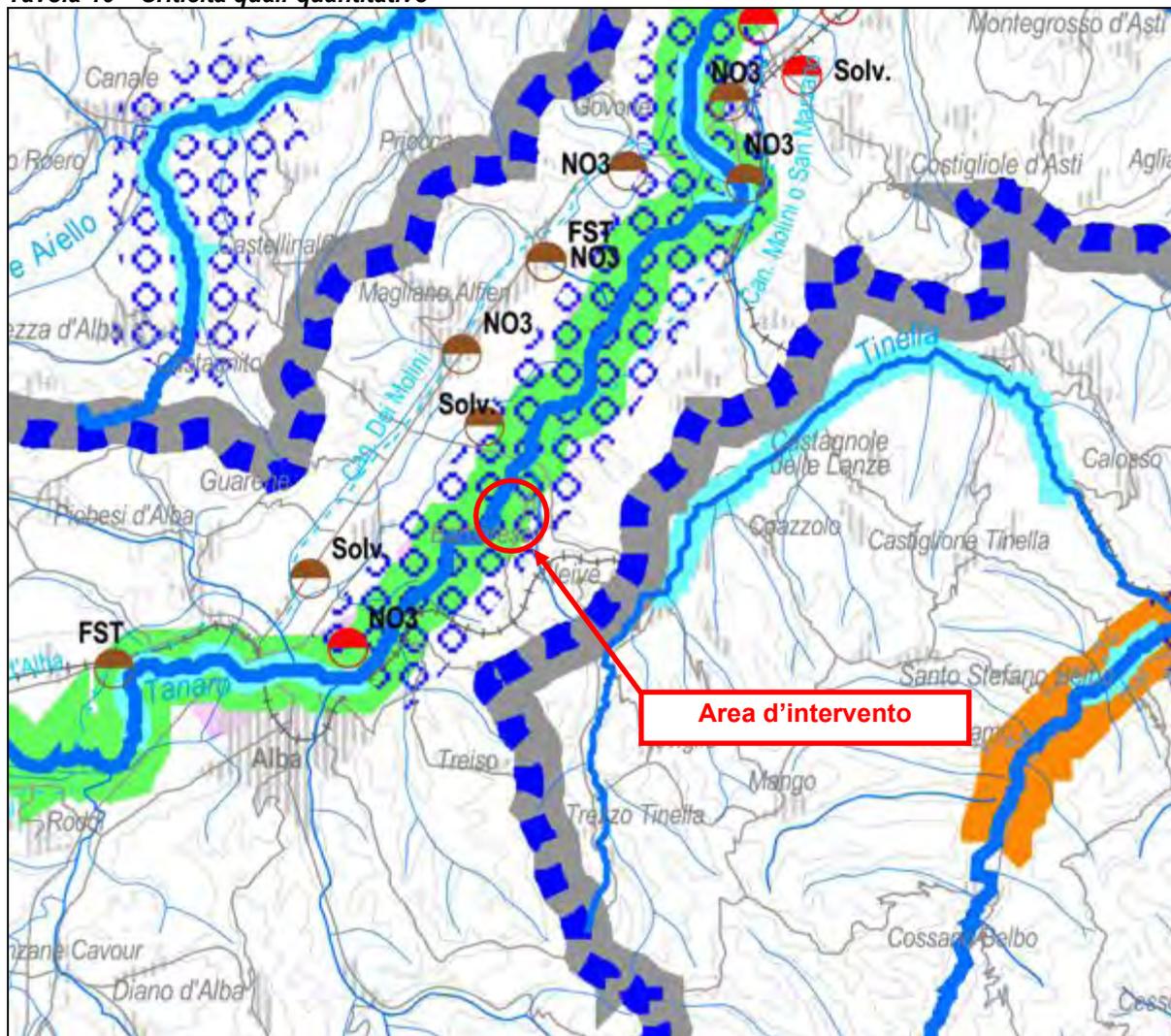
Acque superficiali:

- **stato di criticità quantitativo**, rispetto al regime idrologico del corso d'acqua, di tipo **basso** (impatto basso dei prelievi con portate in alveo inferiori al DMV per 30 giorni all'anno);
- **criticità qualitativa** a causa di tratti di corsi d'acqua a forte criticità di tipo fisico-chimico-biologico.

Corpi idrici sotterranei:

- Non sono segnalate criticità riguardanti i corpi idrici sotterranei.

**Estratto PTA Regione Piemonte
Tavola-10 "Criticità quali-quantitative"**



Legenda Tavola-10 "Criticità quali-quantitative"

Corpi idrici superficiali**Stato quantitativo**

Stato di criticità quantitativo (rispetto al regime idrologico naturale del corso d'acqua)

-  *Alto - Forte impatto dei prelievi con portate in alveo inferiori al DMV per più di 100 giorni/anno*
-  *Medio - Impatto medio dei prelievi con portate in alveo inferiori al DMV per di 30 - 99 giorni/anno*
-  *Basso - Impatto basso dei prelievi con portate in alveo inferiori al DMV per meno di 30 giorni/anno*

Criticità qualitativa

-  *Tratti di corsi d'acqua a specifica destinazione per la vita dei pesci in regime di recupero*
-  *Assetto ecologico in classe di degrado critico e compromesso*
-  *Tratti di corsi d'acqua a forte criticità di tipo chimico - fisico - biologico*

Corpi idrici sotterranei**Stato quantitativo**

-  *Classe B - L'impatto antropico è ridotto, vi sono moderate condizioni di disequilibrio del bilancio idrico, senza che tuttavia ciò produca una condizione di sovrasfruttamento, consentendo un uso della risorsa e sostenibile sul lungo periodo*
-  *Classe C - Impatto antropico significativo con notevole incidenza dell'uso sulla disponibilità della risorsa evidenziata da rilevanti modificazioni agli indicatori generali sopraesposti*

Criticità qualitative

-  *Porzioni di territorio suscettibili di inquinamento di origine diffusa*
-  *Porzioni di territorio suscettibili di inquinamento da nitrati*

Situazioni di compromissione da:

Solv. Solventi clorurati

FST Prodotti fitosanitari

NO3 Nitrati

 Acquifero superficiale

 Acquifero profondo

} Soglia di attenzione

 Acquifero superficiale

 Acquifero profondo

} Contaminazione conclamata

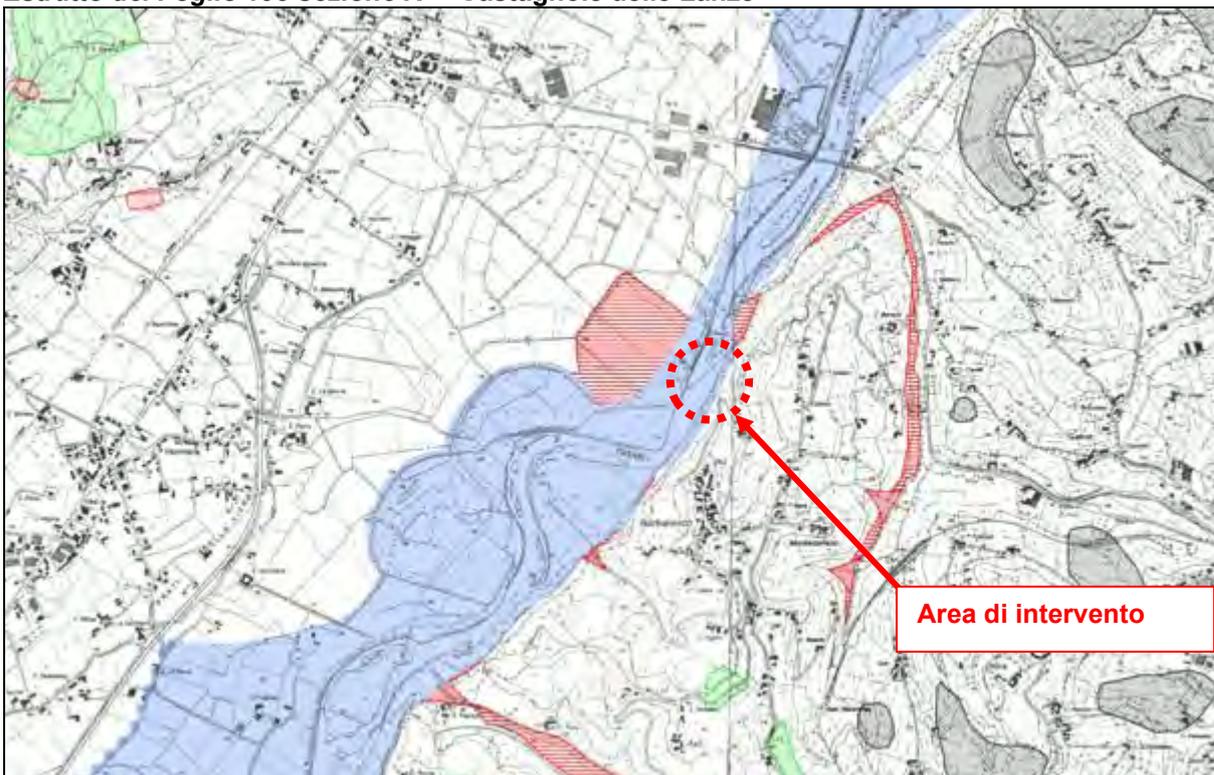
 Situazione di degrado qualitativo ricadente nelle aree di ricarica degli acquiferi profondi

2.8. Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Il PAI, con deliberazione C.I. n. 18/2001, è stato dotato dell' "Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici" e della relativa "Delimitazione delle Aree di dissesto" attraverso la pubblicazione di carte topografiche in scala 1:25.000 di cui si riporta un estratto.

La sezione di riferimento del PAI è la numero 193-IV "Castagnole delle Lanze".

PAI - "Delimitazione delle Aree di dissesto" Estratto del Foglio 193 sezione IV – Castagnole delle Lanze



Il progetto si sviluppa in area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali

2.9. Strumenti urbanistici comunali

Il progetto interessa il territorio comunale di Barbaresco (CN) con alcune opere accessorie che sono posizionate nel Comune di Castagnito (CN)

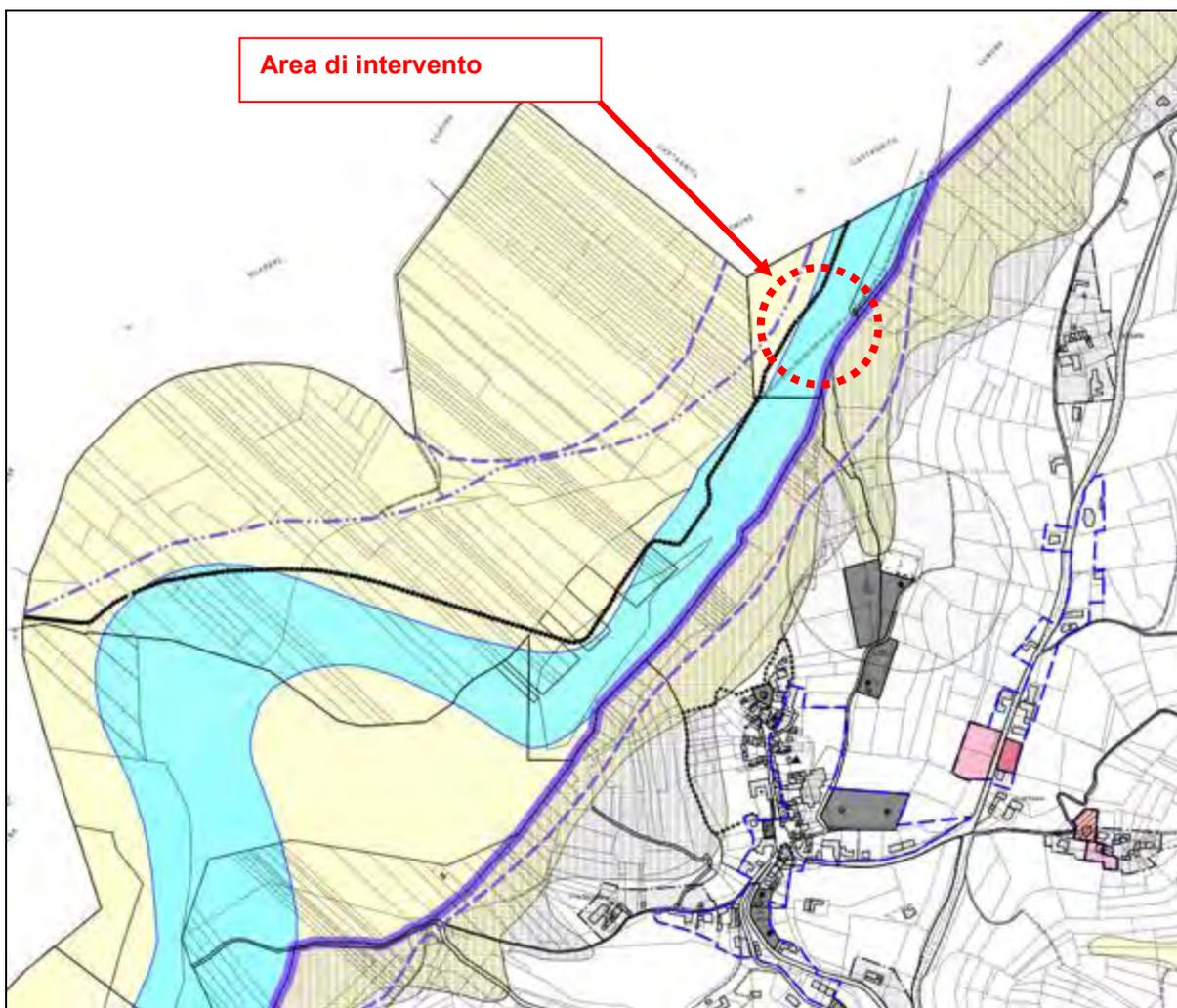
2.9.1. Piano regolatore generale del Comune di Barbaresco

L'intervento si sviluppa principalmente nell'ambito del Comune Barbaresco il cui strumento urbanistico vigente è il seguente:

Piano Regolatore Generale Comunale, approvato con D.C.C. n. 34 del 14/12/2011 e successive varianti – Variante n. 9 con Aggiornamento al PAI

REGIONE PIEMONTE PROVINCIA DI CUNEO	Allegato alla Delibera del C.C. n° 34 del 14/12/2011	
COMUNE DI BARBARESCO	P.R.G.C.	
	VARIANTE N° 9 EX ART. 17 COMMA 7 L.R. 56/77 E S.M.I.	
	PERIMETRAZIONE DELLA ZONA DI ECCELLENZA (CORE ZONE N° 6 LIMITATAMENTE AL TERRITORIO COMUNALE)	
	DEFINITIVO	
Progetto Preliminare Delibera del C.C. n° 9 del 27/04/2011 Pubblicazione ed esecutività a sensi di Legge.	OGGETTO: TERRITORIO COMUNALE	
Progetto Definitivo Delibera del C.C. n° 34 del 14/12/2011 Pubblicazione ed esecutività a sensi di Legge.	AGG. CARTOGRAFICO	DICEMBRE 2005
	SCALA	1:5000
	DATA	DICEMBRE 2010
	TAVOLA	2

Estratto Tavola di PRGC di Barbaresco – Territorio Comunale

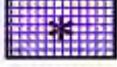


Per quanto riguarda la classificazione riguardante **pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica** il progetto si trova in **CLASSE IIIa** e in **fascia A** del PAI.

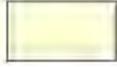
Legenda Tavola di PRGC di Barbaresco – Territorio Comunale

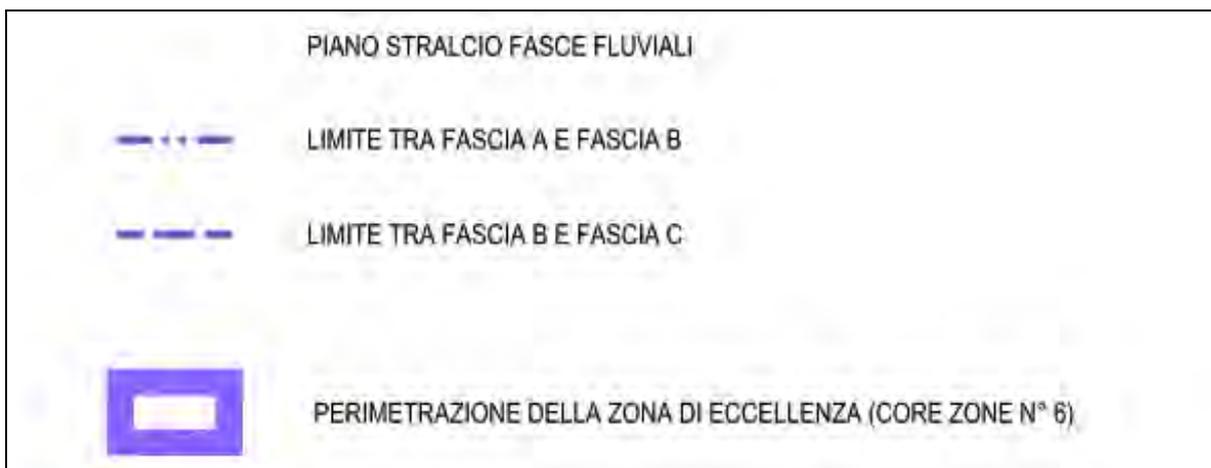
	DELIMITAZIONE NUCLEO STORICO
	DELIMITAZIONE CENTRO ABITATO
	NUCLEO FRAZIONALE RURALE
	AREE A STANDARDS PER L'ISTRUZIONE, PER ATTREZZATURE RELIGIOSE, CULTURALI, SOCIALI, ASSISTENZIALI, SANITARIE, AMMINISTRATIVE, PARCHI, PER IL GIOCO E LO SPORT
	AREE PER PARCHEGGI

Legenda Tavola di PRGC di Barbaresco – Territorio Comunale

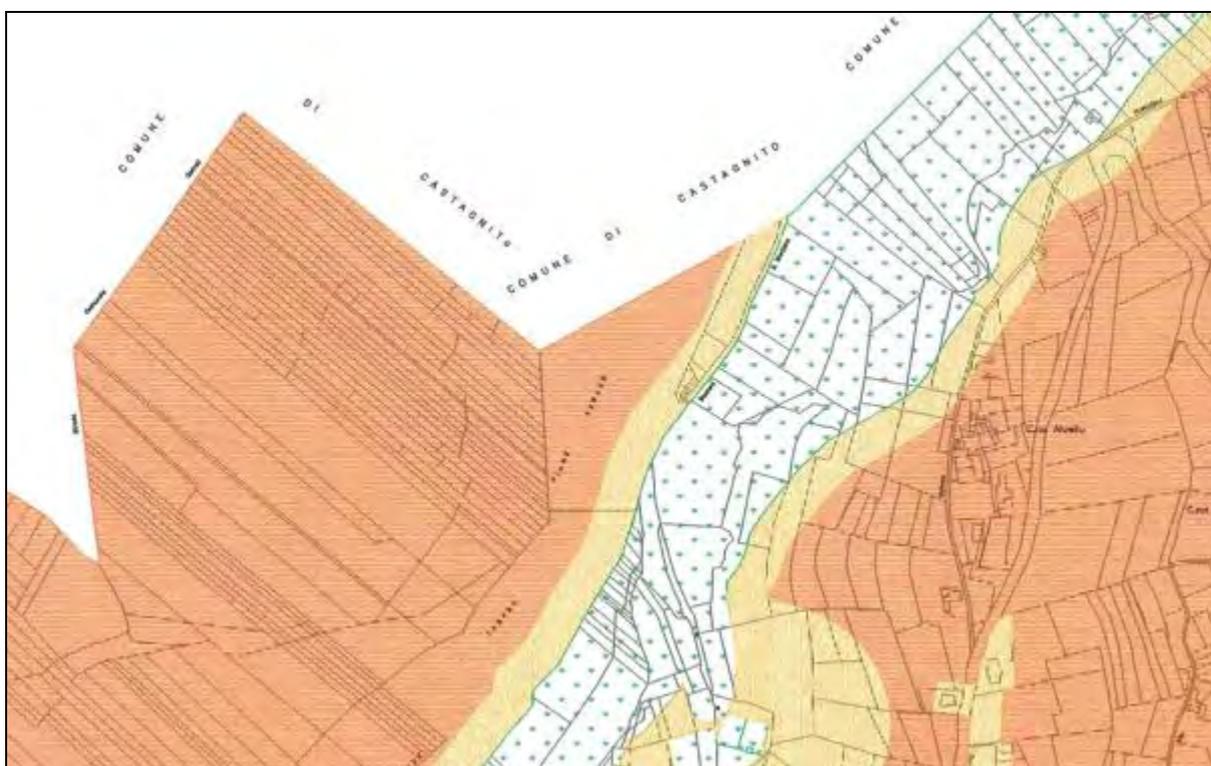
	ZONE DESTINATE ALLE INFRASTRUTTURE FERROVIARIE
	AREE E FASCE DI RISPETTO
	AREE A DISPOSIZIONE PER NUOVE EDIFICAZIONI INDICE DI DENSITA' FONDIARIA 0,90 MC/MQ
	AREE A DISPOSIZIONE PER NUOVE EDIFICAZIONI INDICE DI DENSITA' FONDIARIA 0,70 MC/MQ
	AREE A DISPOSIZIONE PER NUOVE EDIFICAZIONI INDICE DI DENSITA' FONDIARIA 0,50 MC/MQ
	IMPIANTO ARTIGIANALE CONFERMATO NELLA PROPRIA UBICAZIONE
	AREE ARTIGIANALI INDUSTRIALI CON OBBLIGO DI P.E.C.
	AREA ATTREZZATA MULTIFUNZIONALE
	AREA DI TUTELA PER FUTURO AMPLIAMENTO DEL CENTRO ABITATO
	AREA BOSCHIVA E COLTIVA PROTETTA
	FABBRICATO PER IL QUALE E' AMMISSIBILE L'AUMENTO DI 400 MC
	PISTA CICLABILE

Legenda Tavola di PRGC di Barbaresco – Territorio Comunale

	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA E IDONEITA' ALLA UTILIZZAZIONE URBANISTICA (CIRC. REG. 7LAP)
	CLASSE II - SETTORI CON MODESTE LIMITAZIONI URBANISTICHE
	CLASSE IIIa - SETTORI NON EDIFICATI INIDONEI A NUOVI INSEDIAMENTI
	CLASSE IIIb - SETTORI EDIFICATI INIDONEI A NUOVI INSEDIAMENTI



Per quanto riguarda la **zonizzazione acustica** il Comune di Barbaresco individua le aree interessate dal progetto in **Classe III “aree di tipo misto”**.



VALORI LIMITE ASSOLUTI DI EMISSIONE, IMMISSIONE E QUALITA' (DPCM 14-11-97)

CL.	DEFINIZIONE	TEMPI DI RIFERIMENTO EMISSIONE		TEMPI DI RIFERIMENTO IMMISSIONE		TEMPI DI RIFERIMENTO QUALITA'		RETINO	COLORE
		06:00-22:00	22:00-06:00	06:00-22:00	22:00-06:00	06:00-22:00	22:00-06:00		
I	aree particolarmente protette	45 dB(A)	35 dB(A)	50 dB(A)	40 dB(A)	47 dB(A)	37 dB(A)		verde
II	aree ad uso prevalentemente residenziale	50 dB(A)	40 dB(A)	55 dB(A)	45 dB(A)	52 dB(A)	42 dB(A)		giallo
III	aree di tipo misto	55 dB(A)	45 dB(A)	60 dB(A)	50 dB(A)	57 dB(A)	47 dB(A)		arancione
IV	aree di intensa attività umana	60 dB(A)	50 dB(A)	65 dB(A)	55 dB(A)	62 dB(A)	52 dB(A)		rosso
V	aree prevalentemente industriali	65 dB(A)	55 dB(A)	70 dB(A)	60 dB(A)	67 dB(A)	57 dB(A)		viola
VI	aree esclusivamente industriali	65 dB(A)	65 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)	70 dB(A)		blu

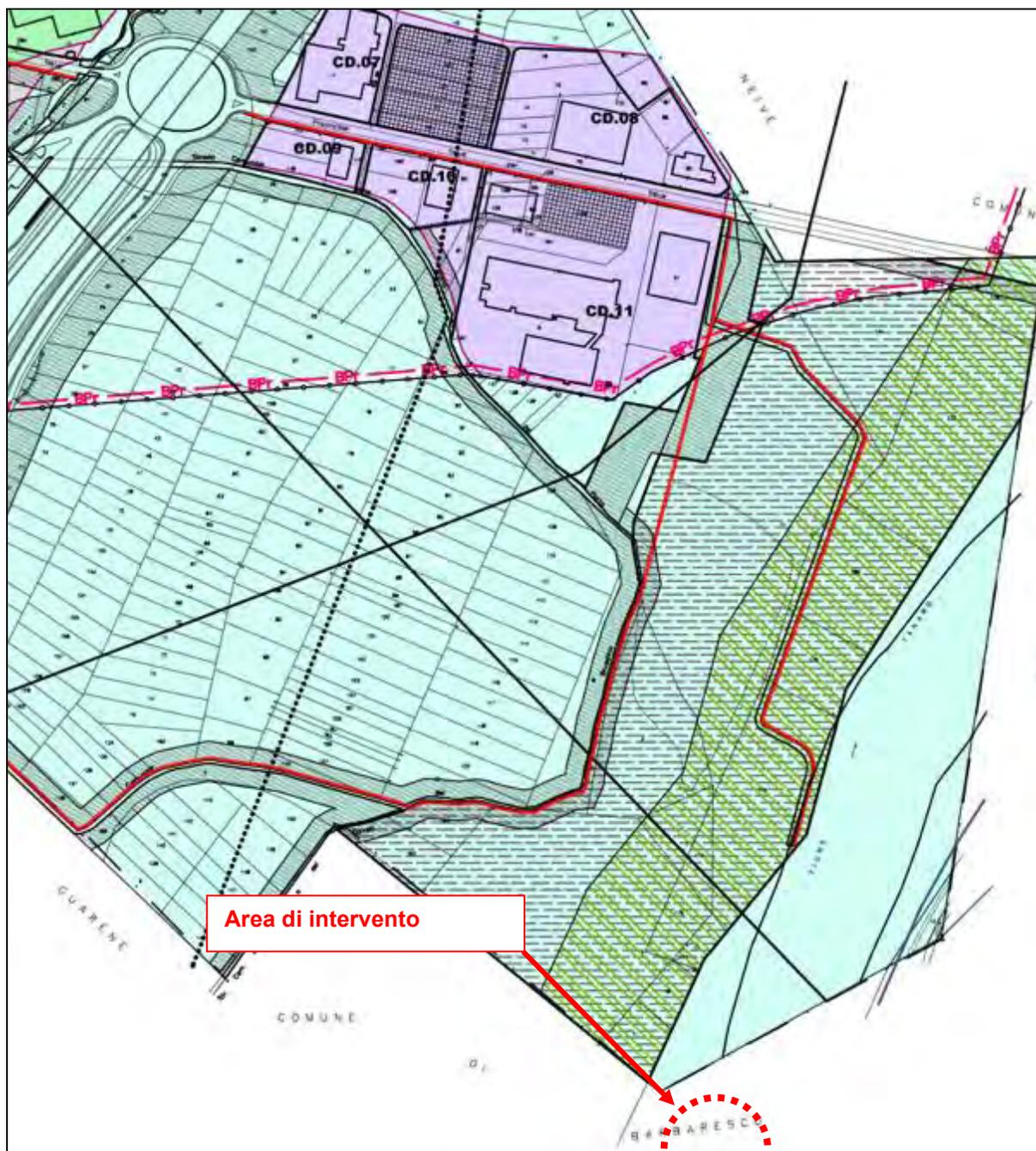
2.9.2. *Piano regolatore generale del Comune di Castagnito*

Alcune opere accessorie del progetto (linea elettrica ecc.) sono ubicate nell'ambito del Comune Castagnito il cui strumento urbanistico vigente è il seguente:

Piano Regolatore Generale Comunale, approvato con D.G.R. n. 17-3222 del 26/06/2006 e successive varianti – con Aggiornamento al PAI

<p>REGIONE PIEMONTE</p> <p>COMUNE DI</p> <p>CASTAGNITO</p>	
	
<p>Progetto preliminare: delibera del C.C. n° 33 del 30/07/2003 Esecutività ai sensi di legge Pubblicata dal 01/08/03 al 15/08/03</p> <p>Progetto definitivo: delibera del C.C. n° 03 del 18/02/2004 Esecutività ai sensi di legge Pubblicata dal 25/02/04 al 10/03/04</p> <p>Parere del S.U.R.: Pratica n°A40473 Prot. gen. n°7695.9/04 Adeguamento ed interpretazioni Comunali al parere del S.U.R.: Delib. n° 21 del 20/06/2005 Esecutiva a sensi di Legge.</p>	
<p>P.R.G.C.</p> <p>PIANO REGOLATORE GENERALE COMUNALE DEFINITIVO</p> <p>VARIANTE URBANISTICA E REVISIONE DELLO STRUMENTO URBANISTICO PER ADEGUAMENTO AL P.A.I.</p> <p>OGGETTO: TERRITORIO COMUNALE</p>	
<p>ESTREMI DI APPROVAZIONE REGIONALE D.G.R. N. 17-3222 DEL 26/06/2006 PUBBLICAZIONE B.U.R. N. 27 DEL 06/07/2006</p>	
<p>AGG. CARTOGRAFICO</p> <p>BASE CARTOGRAFICA</p> <p>DATA</p> <p>TAVOLA</p>	<p>FEBBRAIO 2004</p> <p>1:5000</p> <p>LUGLIO 2006</p> <p>2</p>

Estratto Tavola di PRGC di Castagnito – Territorio Comunale



Per quanto riguarda la classificazione riguardante **pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica** il progetto ricade in **Classe IIIa**.

Il territorio comunale di Castagnito è interessato per opere accessorie al progetto quali elettrodotto interrato e strada di accesso al sito dove sono collocate le maggiori opere che si trova, invece in Comune di Barbaresco.

Legenda Tavola di PRGC di Castagnito – Territorio Comunale

FASCE FLUVIALI	
# Progetto P.S.F.F. Autorità di Bacino del Fiume Po approvato in data 24/07/1998 con D.P.C.M. # Adozione del progetto di variante del P.S.F.F. (Delib. n.3/2000 del 16.03.2000)	
	Limite tra la fascia A e la fascia B :
	Limite tra la fascia B e la fascia C :
	Limite di progetto tra la fascia B e la fascia C :
	Limite esterno della fascia C :

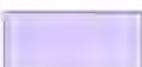
Legenda Tavola di PRGC di Castagnito – Territorio Comunale

LEGENDA	
	LIMITE CENTRO STORICO
	PERIMETRAZIONE AREE
CA.	AREE RESIDENZIALI
CD.	AREE ARTIGIANALI INDUSTRIALI
CT.	AREE COMMERCIALI
CS.	AREE DI CENTRO STORICO
	AREE A STANDARD URBANISTICI
ASS	ASSISTENZIALI
SAN	SANITARIE
CULT	CULTURALI
REL	RELIGIOSE
AMM	AMMINISTRATIVE
SOC	SOCIALI
SMT/SEL	SCUOLE
PAR	PARCO
VER	VERDE
SPORT	GIOCO E SPORT
	PARCHEGGIO
	AZIENDE AGRICOLE SITUATE NEL CENTRO ABITATO
	FASCE DI RISPETTO

Legenda Tavola di PRGC di Castagnito – Territorio Comunale

	AREE PER ATTREZZATURE AL SERVIZIO DI INSEDIAMENTI ARTIGIANALI E INDUSTRIALI
	AREE DI TUTELA PER FUTURO AMPLIAMENTO DEL CENTRO ABITATO
	AREE A VERDE PRIVATO
	PARCO FLUVIALE
	FASCIA SOGGETTA ALLA LEGGE GALASSO
	AREE DI TUTELA AMBIENTALE
	AMBITO DI PEC
	BOSCHI
•	EDIFICI VINCOLATI AI SENSI D.L. 29/10/99 N° 490
▲	EDIFICI VINCOLATI AI SENSI L.R. N° 35/95
	PISTE CICLABILI
	PERCORRENZA METANODOTTO
	PERCORRENZA LINEA ALTA TENSIONE
	PERCORRENZA COLLETTORE FOGNARIO
	AMBITO SOGGETTO A PERMESSO DI COSTRUIRE CONVENZIONATO

Legenda Tavola di PRGC di Castagnito – Territorio Comunale

CLASSI D'IDONEITA' URBANISTICA	
Settore pianeggiante del fondovalle Tanaro	
	<p>Classe II p <i>Pericolosità geomorfologica bassa.</i> <i>Aree idonee a nuovi insediamenti.</i> Porzioni pianeggianti del fondovalle e di raccordo con l'adiacente settore collinare, nelle quali le condizioni di bassa pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di Norme Tecniche d'Attuazione ispirate al D.M. 11.03.1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intero significativo.</p>
	<p>Classe II-1 p <i>Area d'inondazione per piena catastrofica - Fascia C del P.S.F.F.</i> <i>Aree idonee a nuovi insediamenti, con limitazioni alla realizzazione di vani interrati o seminterrati ed obbligo di modesti rialzi del piano terra degli edifici.</i> Porzioni pianeggianti del fondovalle nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di Norme Tecniche d'Attuazione ispirate al D.M. 11.03.1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intero significativo.</p>
	<p>Classe III-A-1 p <i>Fascia d'esondazione - Fascia B del P.S.F.F.</i> <i>Fascia di deflusso della piena - Fascia A del P.S.F.F.</i> <i>Aree non idonee a nuovi insediamenti.</i> Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti ed ampliamenti dell'esistente.</p>
	<p>Classe III-A-2 p <i>Fascia d'esondazione: Fascia B del P.S.F.F.</i> Porzioni di territorio inedificate comprese tra il limite esterno della fascia di progetto ed il limite interno della Fascia C e ricadenti nella perimetrazione di zona Bpr del P.S.F.F., prive di forme morfologiche riattribuibili legate alla dinamica fluviale, inidonee a nuovi insediamenti. Ai sensi dell'art. 51, punto 1°, a seguito alla realizzazione degli interventi di riassetto territoriale e successive verifiche di compatibilità idraulica la suddetta perimetrazione potrà, eventualmente, essere riveduta per renderla idonea ai fini urbanistici.</p>
	<p>Classe III-B-2 p <i>Aree edificate comprese nella Fascia B del P.S.F.F.</i> Porzioni di territorio edificate, comprese tra il limite esterno della fascia di progetto ed il limite interno della fascia C e nella perimetrazione di zona BPr del P.S.F.F., prive di forme morfologiche riattribuibili legate alla dinamica fluviale, inidonee a nuovi insediamenti. Per gli edifici ed attività esistenti sono consentiti esclusivamente gli interventi specificati all'art. 51 punto 2°. Ai sensi dell'art. 51, punto 1°, a seguito alla realizzazione degli interventi di riassetto territoriale e successive verifiche di compatibilità idraulica la suddetta perimetrazione potrà, eventualmente, essere riveduta per consentire ampliamenti, completamenti e nuove edificazioni che riguardino lotti interclusi.</p>
	<p>Classe III-B-3 p <i>Aree edificate comprese nella Fascia B del P.S.F.F.</i> Porzioni di territorio edificate, comprese tra il limite esterno della fascia di progetto ed il limite interno della fascia C e nella perimetrazione di zona BPr del P.S.F.F., nelle quali gli elementi di pericolosità e di rischio sono tali da imporre interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente. Sotto l'aspetto urbanistico, con riferimento agli edifici esistenti ed attività in atto, sono esclusivamente consentiti gli interventi di cui all'art. 51 punto 2° della Deliberaz. n.18/2001 dell'Autorità di Bacino del fiume Po.</p>
	<p>Perimetrazione zona BPr dichiarata a rischio idrogeologico molto elevato e soggetta all'art. 49, Titolo IV, Norme d'attuazione al P.A.I.</p>

Legenda Tavola di PRGC di Castagnito – Territorio Comunale

Settore collinare



Classe II c

*Pericolosità geomorfologica moderata.
Aree idonee a nuovi insediamenti.*

Porzioni collinari, subplaneggianti o debolmente acclivi, nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modesti accorgimenti tecnici esplicitati a livello di Norme Tecniche d'Attuazione ispirate al D.M. 11.03.1988 e realizzabili a livello di progetto esecutivo esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno significativo.



Classe III c (indifferenziata)

Pericolosità da moderata ad elevata.

Aree non idonee a nuovi insediamenti, salvo ulteriori analisi di dettaglio per la realizzazione di opere per attività agricole e residenze rurali.

Porzioni di territorio inedificate, ma con possibile presenza di edifici sparsi, ritenute potenzialmente dissestabili (aree ad incerta stabilità, aree allagabili da acque a bassa energia e battente, vicinanza di frane attive, aree caratterizzate da fattori geomorfologici e geotecnici penalizzanti, quali elevata acclività e possibile presenza di coperture terrigene soffici e cedevoli).



Classe III-A-1 c

Aree coinvolgibili da processi legati alla dinamica dei versanti con pericolosità elevata per presenza di frane quiescenti (Fq) o pericolosità molto elevata per presenza di frane attive (Fa).

Aree non idonee a nuovi insediamenti.

Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inidonee a nuovi insediamenti ed ampliamenti dell'esistente.



Classe III-A-2 c

Aree coinvolgibili da processi legati alla dinamica torrentizia con pericolosità molto elevata (Ee)

Aree non idonee a nuovi insediamenti.



Classe III-B-4 c

Porzioni di territorio nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da richiedere, cautelativamente, interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico a tutela del patrimonio urbanistico esistente.

3. MOTIVAZIONI ALLA BASE DELLA SCELTA PROGETTUALE

Nel progettare la ricostruzione della traversa con finalità di ripristino delle funzioni del Canale irriguo San Marzano in sponda destra e di valorizzazione energetica del salto idraulico con inserimento di impianto idroelettrico in sponda sinistra è stato necessario analizzare la dinamica locale del Fiume Tanaro con particolare riferimento ai dati storici e agli avvenimenti degli ultimi decenni legati alla realizzazione di opere idrauliche di difesa spondale, alle opere stradali e alle arginature esistenti.

Oltre alle opere esistenti, si è tenuto conto del progetto di consolidamento delle "Rocche di Barbaresco" dello Studio di ingegneria IG, di cui è stato realizzato un primo lotto, e che prevede l'allontanamento del Fiume Tanaro dal piede del versante collinare sottostante il capoluogo di Barbaresco.

Le scelte progettuali hanno consentito di individuare il punto ottimale per la ricostruzione di una traversa ortogonale all'asta fluviale, costituita da sbarramento mobile con manufatti adatti alla derivazione irrigua in destra orografica e al funzionamento dell'impianto idroelettrico in sponda sinistra.

L'utilizzo della tecnologia di sbarramento mobile consente una sezione naturale di deflusso in caso di piena molto utile ai fini dell'abbattimento del rischio idraulico.

Per la progettazione ed in particolare per il posizionamento corretto e la scelta ottimale del tipo di traversa si è tenuto conto dei seguenti fattori:

1. Presenza punto di presa originale del Canale San Marzano;
2. Precedenti traverse;
3. Presenza di voragine nel fondo alveo in corrispondenza della traversa costruita nel 2002;
4. Presenza di marna compatta nel substrato all'altezza del punto di presa del Canale San Marzano;
5. Presenza di un tratto stabile dell'asta fluviale non soggetto a divagazioni
6. Presenza di punto di confluenza delle acque di golena in sponda sinistra;
7. Presenza dell'edificio di guardiania e manufatti idraulici del Canale San Marzano;
8. Altezza dello sbarramento ed estensione dell'effetto di rigurgito a monte della nuova traversa;
9. Tipo di sbarramento ottimale;
10. Valorizzazione energetica del salto idraulico;
11. Inserimento della scala di rimonta per l'ittiofauna.

Presenza punto di presa originale del Canale San Marzano

Il punto di presa del Canale San Marzano è ben evidente in sponda destra ed è individuato sin dai tempi del primo Catasto Piemontese, è visibile su tutte le cartografie tecniche (IGM, CTR Piemonte) oltre ad essere certamente identificato con il rilievo dello stato di fatto allegato al progetto. Era il punto in cui la traversa obliqua ottocentesca si ammorsava in sponda destra.

Con la ricostruzione della traversa nel 2002, lo storico punto di presa irriguo è stato spostato circa 90 metri a monte, con la realizzazione di un tratto di canale di adduzione che era stato costruito sulla sommità della scogliera di difesa spondale. Come già evidenziato la scogliera e parte del canale sono successivamente crollati prima del crollo della traversa.

Precedenti traverse

Le precedenti traverse erano concepite come sbarramenti fissi al servizio esclusivo del Canale San Marzano ed avevano la prima un andamento obliquo, la seconda un andamento ortogonale rispetto all'asta fluviale. Ambedue le traverse hanno subito un rovinoso crollo in occasione di eventi di piena che hanno compromesso la funzionalità irrigua del Canale San Marzano.

Presenza di voragine nel fondo alveo in corrispondenza della traversa del 2002

La profonda voragine venutasi a creare a valle della traversa ortogonale, che l'ha totalmente scalzata provocandone il ribaltamento e il crollo avvenuto a seguito di una piena ordinaria nel novembre 2010, si è formata con l'erosione dello strato compatto di marna in cui erano infissi i pali di fondazione di grosso diametro che sorreggevano il coronamento in calcestruzzo armato della traversa.

Dove un tempo esisteva uno strato compatto di marna e, in luogo della voragine con profondità anche di 13 metri rispetto al fondo alveo, ora è presente uno spesso strato di materiale sciolto di deposito alluvionale non stratificato.

Presenza di marna compatta nel substrato all'altezza dell'originario punto di presa del Canale San Marzano

Più a valle della traversa crollata nel 2010 e all'altezza del punto di presa originario del Canale San Marzano l'alveo del Fiume Tanaro presenta ancora un substrato marnoso intatto e quasi affiorante rispetto al fondo alveo che ben si adatta ad ospitare la fondazione della traversa in progetto. La presenza della marna compatta superficiale e la corrispondenza con il punto di presa del Canale San Marzano hanno indirizzato la progettazione di una traversa ortogonale in questo punto.

Presenza di un tratto stabile dell'asta fluviale non soggetto a divagazioni

Lo studio della dinamica fluviale e delle divagazioni storiche dell'alveo attivo del Fiume Tanaro hanno portato ad individuare un tratto di asta fluviale che risulta stabile da secoli il cui limite di monte è posizionato poco sopra la presa originale del Canale San Marzano (circa 30 metri a valle delle rovine dell'ultima traversa crollata) e si estende per circa 180 metri a valle. In base alle indagini sulla dinamica fluviale questo tratto di fiume risulta favorevole al posizionamento di una traversa ortogonale alla corrente.

Presenza di punto di confluenza delle acque di golena

Sulla sponda sinistra del Tanaro, nei pressi della zona di ammorsamento della vecchia traversa del 2002, crollata nel 2010, è evidente la presenza di una zona di peri-alveo interessata in presenza di piene da fenomeni di deflusso delle acque dell'area golenale il cui rientro nell'alveo inciso provocano locali ed evidenti fenomeni erosivi sulla sponda, evidenziati anche in occasione della recentissima alluvione del novembre 2016, con la formazione di solchi profondi e asportazione di terreno agricolo.

Presenza dei manufatti idraulici e dell'edificio di guardiania del Canale San Marzano

Nella configurazione originaria e nelle immediate vicinanze della sponda destra, la derivazione del Canale San Marzano comprende diverse strutture tra cui:

- la bocca di presa governata da paratoia e inserita alla base di un muro che sbarrava l'ingresso al canale;
- una grossa vasca di sedimentazione la cui parte terminale sul lato sinistro è collegata ad uno scaricatore di fondo e di troppo pieno con canale che sfocia in Tanaro circa 40 metri a valle della presa;
- un edificio di guardiania con locali tecnici e di servizio localizzato nello spazio compreso tra fiume, presa, vasca di sedimentazione e scaricatore.

Al fine di consentire la piena riattivazione delle opere irrigue è necessario posizionare l'ammorsamento di destra della traversa a monte dei manufatti sopra citati.

Altezza dello sbarramento ed estensione dell'effetto di rigurgito a monte della nuova traversa

Considerata la storica presenza della traversa obliqua di derivazione del Canale San Marzano la cui quota del coronamento era presumibilmente analoga a quella della traversa ortogonale della prima ricostruzione, si è ritenuto opportuno non aumentarla, ma bensì rimanere 10 cm al di sotto.

L'estensione dell'invaso a monte della traversa sarà quindi contenuta all'interno dell'area già rigurgitata dalle precedenti traverse. Si tratta dunque di una ricostruzione sia delle strutture, sia dei livelli idrici già storicamente presenti nel tratto di Fiume Tanaro prospiciente la Rocca di Barbaresco e relativa ricostruzione degli habitat naturali della fascia fluviale.

Tipo di sbarramento ottimale

Le due traverse precedentemente realizzate consistevano in sbarramenti di tipo fisso che presentavano importanti criticità dovute all'insorgere di erosioni a valle dei manufatti e all'innalzamento della quota di piena che hanno avuto come conseguenza il crollo di entrambe le strutture. Alla luce di quanto avvenuto e analizzando la dinamica fluviale la soluzione adottata deve necessariamente abbattere i rischi utilizzando nuove tecnologie con sbarramento di tipo mobile.

Valorizzazione energetica del salto idraulico;

Per l'ottimizzazione dell'uso della risorsa idrica e in armonia con le direttive europee, nazionali e regionali in tema di produzione di energia da fonti rinnovabili, vista la portata e il salto disponibili, è coerente ed opportuno, inserire un impianto idroelettrico che consenta una significativa produzione di energia.

Inserimento della scala di rimonta per l'ittiofauna

Le traverse precedentemente realizzate nel sito in oggetto erano del tutto sprovviste della scala di rimonta per l'ittiofauna, mentre l'attuale normativa obbliga, nel caso di costruzione di uno sbarramento, alla realizzazione di una scala di risalita per l'ittiofauna.

Si è considerato che la derivazione idroelettrica, posta in sponda sinistra, restituisce immediatamente a valle della traversa, dunque per motivi di attrattività per la fauna ittica è opportuno prevedere una scala di rimonta nei pressi della derivazione con maggiore portata che creerà, a valle della restituzione, un flusso certamente prevalente rispetto a quello del lato destro.

Considerando la considerevole larghezza dell'alveo (circa 130 m) e la dinamica fluviale che concentra le portate di piena sul lato destro mantenendo un'incisione sul fondo alveo e conseguente un flusso d'acqua perenne, si ritiene opportuno realizzare una seconda scala di rimonta su questo lato.

Posizionamento della traversa

Alla luce di quanto sopra esposto la scelta del sito di ricostruzione della traversa mobile risulta essere quella di progetto con traversa ortogonale al flusso della corrente immersa in destra orografica all'altezza del punto di presa originale del canale San Marzano e in sinistra esternamente ai fenomeni erosivi.

Compatibilità con il progetto "Consolidamento delle rocche di Barbaresco"

Il progetto di ricostruzione della traversa con valorizzazione energetica risulta pienamente compatibile con le opere previste dal progetto comunale "Consolidamento delle rocche di Barbaresco" in quanto è posto interamente e adeguatamente a valle delle opere previste in tale progetto.

4. ELENCO ELABORATI

Il progetto di derivazione idroelettrica sul Fiume Tanaro nei comuni di Barbaresco e Castagnito è redatto in ottemperanza al Regolamento Regionale 10/R 2003 e s.m.i. e Regolamento Regionale 2/R 2015.

Nella seguente tabella sono elencati gli elaborati di progetto la cui definizione di dettaglio è stata possibile attraverso un continuo raffronto con le risultanze delle indagini condotte attraverso gli elaborati progettuali. Parte integrante del progetto e lo Studio di Impatto ambientale.

Gli elaborati del **Progetto** sono elencati nel seguente prospetto.

10/R	Num	Elaborato	Scala
	1	Sintesi non tecnica	
A1	2	Relazione tecnica	
	3	Relazione idrologica	
	4.1	Relazione di compatibilità idraulica	
	4.2	Planimetria delle aree esondabili - Portate duecentennale e cinquecentennale	1:5.000
	4.3	Planimetria delle aree esondabili - Portata centennale	1:5.000
	4.4	Planimetria delle aree esondabili - Portata ventennale	1:5.000
	4.5	Planimetria dei flussi di piena	1:5000
	5	Fascicolo sullo sbarramento fluviale	
	6	Studio delle componenti biotiche e abiotiche acquatiche e compatibilità con il PdgPo	
	7	Relazione geologica	
A2	8	Corografia con individuazione del bacino idrografico	1:200.000
A3	9	Planimetria su Carta Tecnica Regionale	1:10.000
	10	Planimetria catastale	1:2.000
	11	Estratto P.R.G.C.	1:2.000
	12	Planimetria esistente	1:2.000
	13	Planimetria in progetto	1:2.000
	14	Planimetria particolareggiata situazione in progetto	1:500
A5	15	Piante dell'impianto idroelettrico	1:200
	16	Sezioni e prospetti dell'impianto idroelettrico	1:200
	17	Piante, sezioni e prospetti locale quadri e cabina ENEL	Varie
A4	18.1	Sezioni trasversali del Fiume Tanaro - Sezioni 1-10	1:2.000/1:200
A4	18.2	Sezioni trasversali del Fiume Tanaro - Sezioni 11-20	1:2.000/1:200
A4	18.3	Sezioni trasversali del Fiume Tanaro - Sezioni 21-31	1:2.000/1:200
A4	19	Profili longitudinali del Fiume Tanaro	1:2.000/1:100
A4	19.1	Situazione esistente con portata duecentennale, centennale, ventennale ed in condizioni di magra e di media	1:2.000/1:100
A4	19.2	Situazione in progetto con portata duecentennale e cinquecentennale	1:2.000/1:100
A4	19.3	Situazione in progetto con portata centennale e ventennale	1:2.000/1:100
A4	19.4	Situazione in progetto con portata in condizioni di magra e di media	1:2.000/1:100
A6	20	Piano finanziario delle opere progettate e attestazione di credito	
A7	21	Cronoprogramma dei lavori	
A10	22	Piano di gestione e manutenzione delle opere	
	23	Piano di dismissione delle opere con stima dei costi di dismissione	
	24	Relazione paesaggistica	
	25	Valutazione previsionale di impatto acustico	
	26	Relazione ittiologica	
	27	Documentazione fotografica e fotoinserimenti	
	28	Relazione preliminare di inquadramento archeologico	
	29	Piano di utilizzo delle terre e rocce da scavo	

A8	-	Scheda del catasto delle derivazioni idriche	
A11	-	Proposta di Convenzione per il couso	
A12	-	Preventivo di Connessione	
A13	-	Ricevute avvenuto versamento spese istruttorie	
		STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE	
A9	SIA 1	Studio di impatto ambientale	
A9	SIA 2	Valutazione di incidenza	
A9	SIA 3	Opere di mitigazione e compensazione	

5. COORDINATE UTM DELL'IMPIANTO

L'impianto si sviluppa nei comuni di Barbaresco e Castagnito e le coordinate dell'impianto in progetto sono le seguenti:

UTM:	Est 427172.59 m	Nord 4953747.82 m
WGS 84:	Lat. 44.733700°	Long. 8.081507°

6. SCelta PROGETTUALE E IPOTESI PROGETTUALI ALTERNATIVE

6.1. Analisi delle alternative progettuali e scelta della soluzione in esame

Durante l'iter progettuale sono state prese in considerazione diverse soluzioni tra cui la non realizzazione dell'opera (ipotesi ZERO).

Qualora l'opera non venisse realizzata (IPOTESI ZERO) e si mantenesse invariata l'attuale conformazione dell'area in esame, non si determinerebbero certamente impatti negativi, ma si rinunciarebbe ai vantaggi dell'intervento, tra i quali:

il soddisfacimento di una domanda di energia crescente con produzione di energia mediante ricorso a fonti rinnovabili e metodologie meno inquinanti di quelle attualmente comunemente impiegate.

L'ipotesi ZERO, dunque, va considerata e valutata non tanto come alternativa alla realizzazione dell'impianto, quanto piuttosto come termine di confronto rispetto ai diversi scenari ipotizzabili per la costruzione dello stesso.

Tra le numerose opzioni è stata scelta quella che permette il miglior compromesso tra impatto ambientale e paesaggistico, realizzabilità tecnica e il tornaconto economico.

In fase progettuale si è valutata la possibilità di localizzare l'impianto in altre sezioni, ritenute poi meno vantaggiose. Di seguito si riporta una descrizione dettagliata delle alternative prese in considerazione e delle valutazioni tecniche, economiche ed ambientali che hanno condizionato la scelta definitiva.

Come già detto durante la fase di studio sono state fatte varie alternative progettuali prima di giungere alla soluzione adottata.

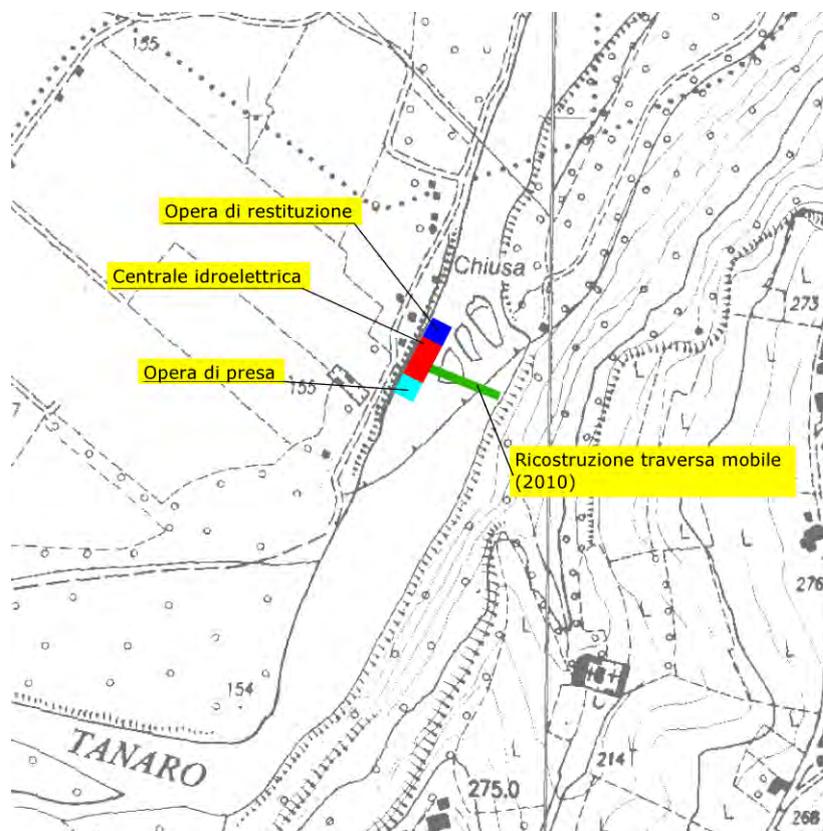
Sulla base del rilievo topografico sono state valutate ipotesi tipologicamente diverse su entrambe le sponde del Fiume Tanaro.

Punto di partenza dello studio è l'utilizzo dell'asta del Fiume Tanaro nel rispetto del contesto ambientale considerata la presenza di altri impianti idroelettrici nella zona.

Nel seguito si riporta una breve descrizione delle ipotesi progettuali alternative vagliate in fase di studio e successivamente quella adottata per il presente progetto.

6.2. Soluzione alternativa A

Ricostruzione della traversa nello stesso punto di quella crollata nel 2010 con impianto in corpo traversa



SOLUZIONE ALTERNATIVA A

L'ipotesi alternativa prevede la realizzazione di una traversa abbattibile di altezza pari a 3,60 m, situata nello stessa posizione di quella crollata nel 2010.

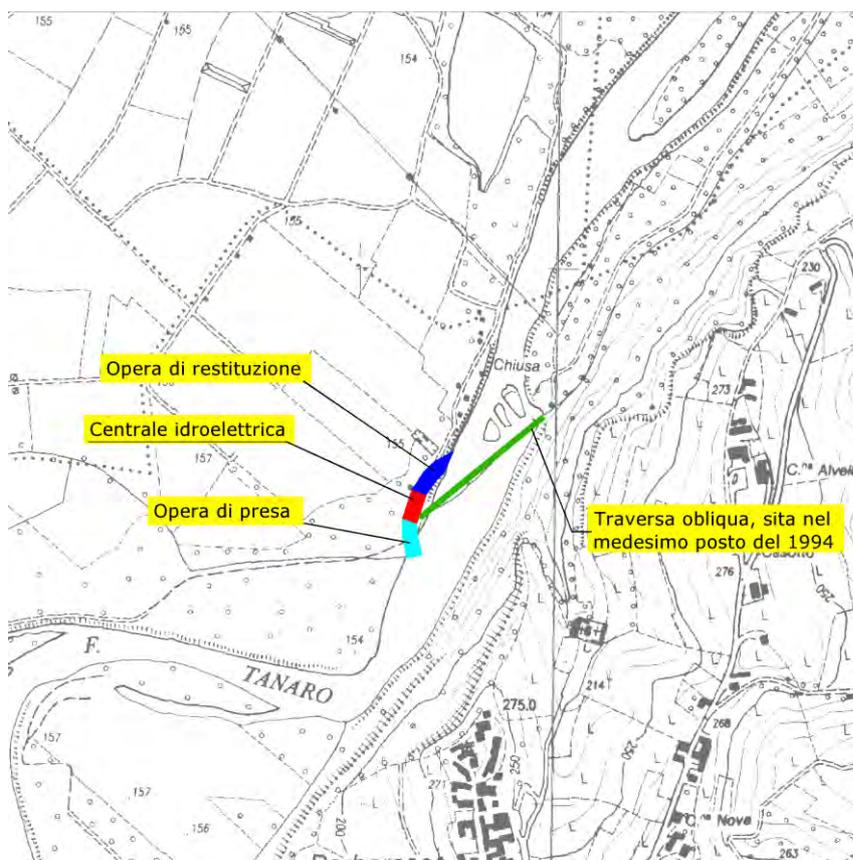
L'ipotesi prevede, inoltre, il totale abbattimento dei residui esistenti e reliquati vari. Si prevede una soglia fissa che regolarizza il fondo di circa 1.50 m rispetto al fondo naturale. Per la traversa in progetto si prevede una lunghezza pari a quella precedente, di circa 125/130 m lineari. E' prevista la realizzazione di due turbine situate nel corpo traversa in sponda sinistra orografica, ognuna della capacità di 60 mq/sec. La quota del coronamento dello sbarramento mobile si prevede uguale a quella della traversa crollata. Il salto idraulico medio è di circa 4.10 m. la produzione è valutata in circa 15.000.000 KWh/anno.

Trattandosi di un'area molto particolare, compresa tra il S.I.R. di monte (stagni di Mogliasso) e la Z.P.S. di valle (stagni di Neive), oltre che in territorio Patrimonio dell'Umanità (UNESCO), si ritiene fondamentale il pieno rispetto paesaggistico dell'opera nel contesto ambientale e architettonico e pertanto si ritiene indispensabile rilasciare in alveo tutto il Deflusso Minimo Vitale. Ai fini produttivi l'intervento si ritiene interessante. Ai fini del deflusso delle piene, essendo sbarramento abbattibile, il comportamento idraulico è sicuramente migliore e rassicurante rispetto a quello di una traversa fissa, come quella precedentemente realizzata sul medesimo sito. Visto singolarmente però l'impianto restringe la sezione idraulica del corso d'acqua, essendo il complesso delle turbine una parte fissa e non rimovibile. Il restringimento della sezione di alveo è di circa il 20%, valore non tollerabile per un deflusso regolare delle piene del Fiume Tanaro.

Alla luce di quanto sopra espresso si ritiene la soluzione alternativa A non proponibile.

6.3. Soluzione alternativa B

Ricostruzione della traversa in modo obliquo sulla traccia della traversa storica crollata nel 1994 ed impianto idroelettrico in sponda sinistra orografica.



SOLUZIONE ALTERNATIVA B

L'ipotesi alternativa B prevede la realizzazione di una traversa abbattibile di altezza pari a 3.60 m, situata nello stesso posto di quella crollata nel 1994, dunque posta in modo obliquo all'asta fluviale. L'ipotesi prevede, inoltre, il totale abbattimento dei residui esistenti e reliquati vari. Per la traversa in progetto si prevede una lunghezza pari a quella vecchia, di circa 200 m lineari. Si prevede la realizzazione di un impianto idroelettrico situato in sponda sinistra orografica, costituito essenzialmente da due turbine della capacità di 60 mq/sec cadauna.

La quota del coronamento dello sbarramento mobile si prevede uguale a quella della traversa crollata più di recente (anno 2010). Il salto idraulico medio è di circa 4.10 m. la produzione è valutata in circa 15.000.000 KWh/anno.

Trattandosi di un'area molto particolare, compresa tra il S.I.R. di monte (stagni di Mogliasso) e la Z.P.S. di valle (stagni di Neive), oltre che in territorio Patrimonio dell'Umanità (UNESCO), si ritiene fondamentale il pieno rispetto paesaggistico dell'opera nel contesto ambientale e architettonico e pertanto si ritiene indispensabile rilasciare in alveo tutto il Deflusso Minimo Vitale. Ai fini produttivi l'intervento si ritiene interessante. Ai fini del deflusso delle piene, essendo sbarramento abbattibile, il comportamento idraulico è sicuramente migliore e rassicurante rispetto a quello di una traversa fissa, come quella precedentemente realizzata. La traversa così posizionata, obliqua rispetto al corso d'acqua principale, potrebbe provocare dei fenomeni erosivi presso la sponda sinistra orografica, in quanto in caso di piena la corrente verrà indirizzata proprio da quel lato dell'alveo.

Alla luce di quanto sopra espresso si ritiene la soluzione alternativa B non proponibile.

6.4. Soluzione adottata

Sbarramento mobile con derivazione irrigua in sponda destra e valorizzazione energetica del salto tramite impianto idroelettrico puntuale in sinistra

Elementi progettuali della soluzione adottata

- Ricostruzione di una traversa mediante sbarramento mobile di altezza pari a 3,75 m sovrastante una soglia fissa.
- L'impianto con la presenza della traversa permette di garantire la portata di concessione irrigua del Canale San Marzano al Consorzio "Capitto"
- Opera di presa idroelettrica in sponda sinistra orografica
- Locale turbine in corrispondenza della traversa in sinistra orografica
- Restituzione nel Fiume Tanaro ai piedi dello sbarramento
- Produzione annua stimata circa 17,4 GWh

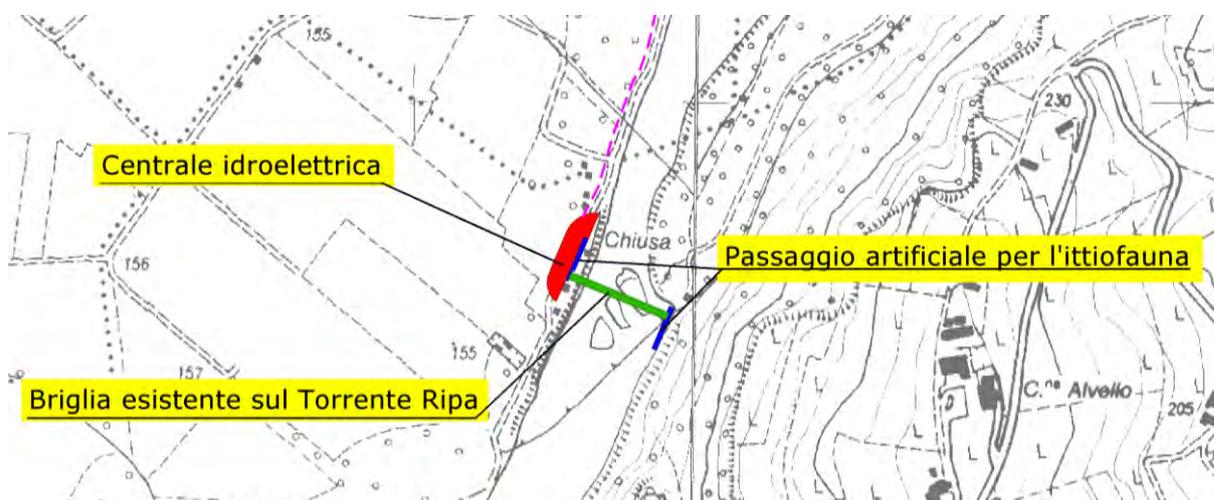


Figura 1: Soluzione adottata

CONCLUSIONI

La soluzione adottata ipotizza un impianto privo di tratto sotteso, con una produzione annua presunta di circa 17,4 GWh ed un salto nominale di circa 5,05 m; l'impianto in sponda sinistra è agevolmente realizzabile, inoltre la sponda non è investita dalla corrente principale né presenta problematiche di carattere geomorfologico.

L'impianto garantisce la portata di concessione della presa irrigua del Canale San Marzano del Consorzio "Capitto".

7. DESCRIZIONE GENERALE DELL'IMPIANTO

Per una migliore consultazione del progetto, nel presente paragrafo si riporta una sintesi degli elementi dimensionali e tecnici relativi alle opere previste e si rimanda ai successivi capitoli per gli approfondimenti tecnici.

Il Progetto prevede la ricostruzione della traversa a servizio del Canale San Marzano e la valorizzazione energetica con realizzazione di un nuovo impianto idroelettrico ad acqua fluente, costituito da opera di presa posta in sponda sinistra del Fiume Tanaro.

L'impianto è di tipo puntuale.

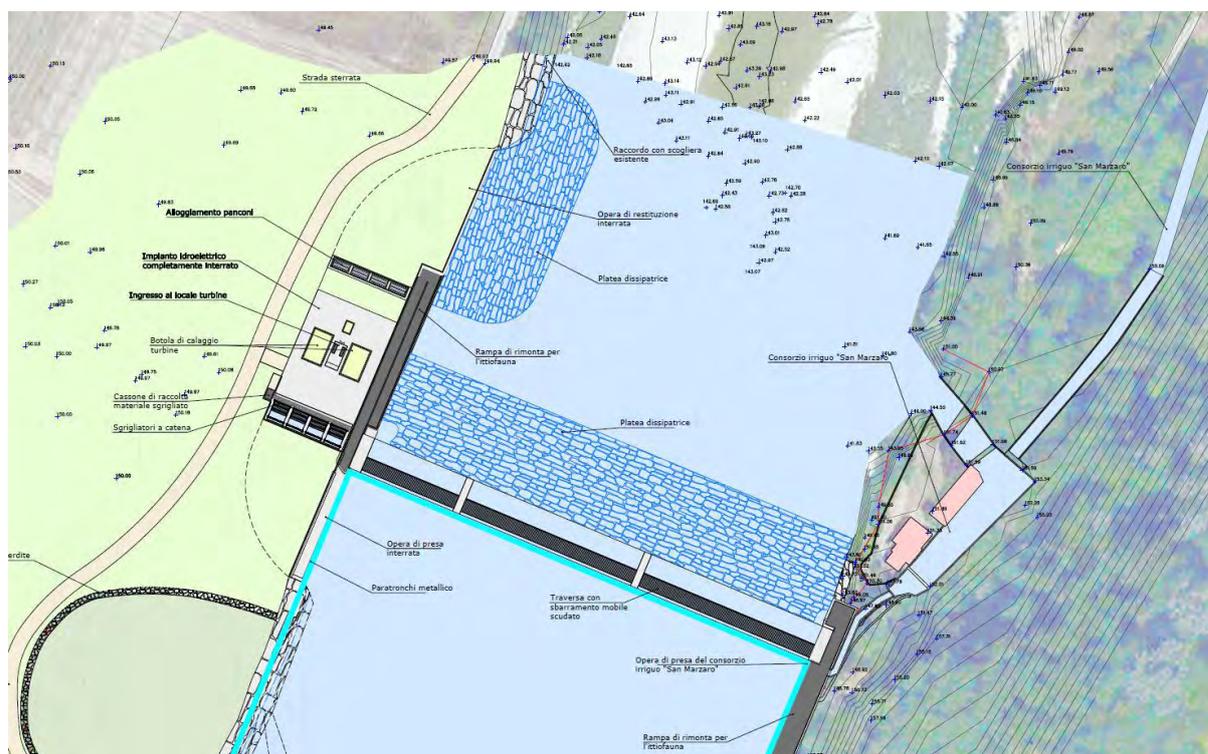


Figura 2: Planimetria delle opere in progetto

La traversa in oggetto è posta nella tratto rettilineo del fiume.

La struttura in progetto si costituisce di due elementi: un elemento fisso, il cui coronamento è previsto a quota 144,02 m s.l.m. e che si presenta come una traversa inclinata in c.a. con taglioni di fondazione e pilastri emergenti; e un elemento mobile ovvero uno sbarramento gonfiabile scudato capace di gestire con sicurezza l'innalzamento e l'abbattimento, fissato sopra la soglia in c.a. e aderente ai pilastri suddetti, che consente di innalzare la soglia dello sbarramento fino a quota 147,77 m s.l.m..

La traversa è completata con due passaggi artificiali per l'ittiofauna, posti uno in destra ed uno in sinistra orografica, oltre al dovuto adeguamento delle opere di derivazione irrigua in sponda destra.

L'opera di presa è prevista in sponda sinistra, mediante un manufatto in c.a. delle dimensioni utili di 30,0 x 4,73 metri, con una soglia di derivazione posta a quota 144,27 m s.l.m.; l'imbocco dell'opera di presa è protetto da un paratronchi metallico. L'opera di derivazione è di tipo interrato e permette di convogliare la portata verso la vasca di carico.

Tale vasca, a cielo aperto, è dotata di appositi vani per il calaggio dei panconi di chiusura per le operazioni di manutenzione. Immediatamente a valle un impianto sgrigliatore a catena, posto su solaio in c.a., solleva il materiale in sospensione e lo raccoglie in un cassone metallico per il successivo smaltimento a rifiuto.

Il fondo scorrevole del canale subisce quindi un approfondimento rilevante, circa 3 metri, sino al livello del distributore delle turbine.

Le due turbine, Kaplan "tipo Pit" ad asse orizzontale, sono poste entro un fabbricato completamente interrato delle dimensioni utili massime di 21,00 x 29,65 metri ed sono capaci di governare una portata massima di 60,000 m³/s ciascuna.

La restituzione avviene mediante un canale interrato che presenta il fondo inclinato dal piano delle turbine a salire fino alla quota dell'alveo. Lo sbocco nel Fiume Tanaro avviene a valle della platea antiersiva dello sbarramento e presenta una sistemazione in massi non intasati per la sistemazione dell'alveo. Tale accorgimento permette di limitare l'impatto dell'opera, migliorandone l'inserimento nel contesto fluviale pur garantendo il necessario grado di sicurezza e stabilità, requisiti fondamentali per tali opere idrauliche.

L'opera di restituzione è posta in posizione tale da costituire la prosecuzione delle strutture esistenti dello scarico di fondo della derivazione irrigua pertanto, la portata turbinata è restituita immediatamente a valle della traversa.

I passaggi artificiali per l'ittiofauna si presentano con struttura in c.a. costituita da una serie di 31 vasche successive ognuna dotata di una gaveta debitamente dimensionata.

Il posizionamento su entrambe le sponde garantisce l'attrattività sia in virtù della derivazione idroelettrica sia per la presenza della derivazione irrigua.

La traversa, per tutta la sua lunghezza, è completata da una platea antiersiva in massi non intasati. La funzione della platea è quella di evitare fenomeni erosivi a valle della traversa.

Una seconda platea è inoltre prevista in posizione longitudinale rispetto al corso d'acqua e in corrispondenza delle opere di restituzione.

La connessione alla rete ENEL è prevista mediante la realizzazione di un basso fabbricato, posto in sponda sinistra orografica in prossimità dell'area industriale a monte della SP3. L'area è di facile accesso essendo servita da una pista esistente che si diparte dalla stessa Strada Provinciale.

Si prevede quindi un elettrodotto, di tipo cordato ad elica, che diventerà parte delle rete ENEL; esso sarà interrato lungo la pista esistente dall'impianto in progetto sino alla cabina di connessione. Tale soluzione è da verificare in fase di approvazione del preventivo di connessione, regolarmente richiesto all'ente gestore.

8. SINTESI IDROLOGICA

Di seguito si riassumono le principali caratteristiche idrologiche del fiume Tanaro riferite al bacino imbrifero dell'impianto idroelettrico in progetto nel Comune di Barbaresco.

In particolare si riportano:

- portate medie
portate e contributi specifici medi mensili ed annui dell'anno medio;
- curva di durata delle portate
curve di durata delle portate e dei contributi specifici dell'anno medio;
- portate derivabili
portate medie mensili ed annua derivate dall'impianto idroelettrico nell'anno medio.

Per la stima delle portate e dei contributi specifici si è ricorso al metodo della similitudine idrologica, sulla base dei dati di portata misurati nello stesso fiume Tanaro nella stazione idrometrica dell'ARPA Piemonte nel Comune di Alba.

L'analisi idrologica dettagliata propedeutica ai risultati riassunti nel presente capitolo è contenuta nell'elaborato 3 "Relazione idrologica".

8.1. Portate medie

La Tabella 1 ed il Grafico 1 riassumono le portate ed i contributi specifici medi mensili ed annui stimati alla sezione di presa della centrale idroelettrica in progetto.

L'elaborazione delle portate è stata condotta con la metodologia anzi detta.

Tabella 1: Portate e contributi specifici medi mensili ed annuo del fiume Tanaro nella sezione della presa in progetto

Grandezza	Anno	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
q (l/s km ²)	20,78	14,99	15,86	26,55	35,22	43,49	25,64	7,97	5,36	10,06	15,61	28,65	20,05
Q (m ³ /s)	73,278	52,866	55,923	93,625	124,174	153,335	90,401	28,111	18,883	35,458	55,036	101,005	70,707

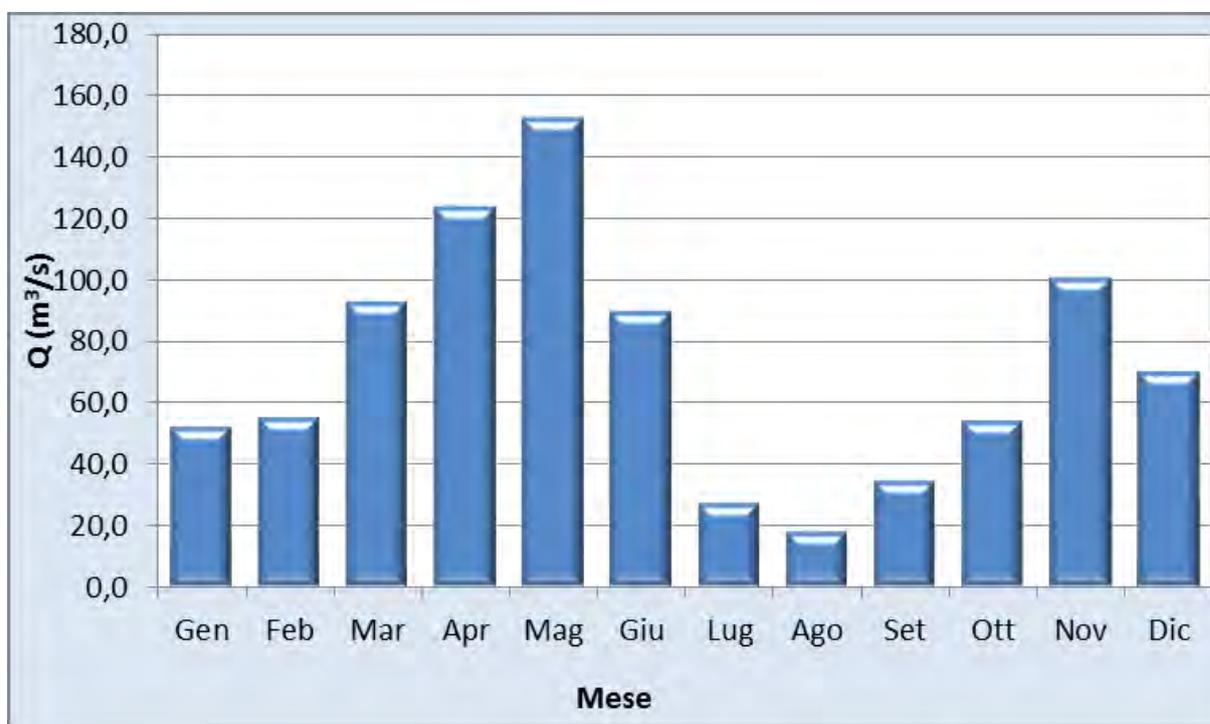


Grafico 1: Portate medie mensili del fiume Tanaro nella sezione della presa in progetto

8.2. Curva di durata delle portate

La curva di durata delle portate fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto è stata determinata con lo stesso procedimento utilizzato per le portate medie mensili ed annua.

Tabella 2: Curva di durata delle portate del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto

Durata (gg)	10	30	60	91	135	182	274	355	Minimo
q (l/s km ²)	70,33	47,30	33,62	25,63	18,98	14,61	8,41	3,04	1,95
Q (m ³ /s)	247,995	166,769	118,542	90,373	66,918	51,520	29,670	10,702	6,859

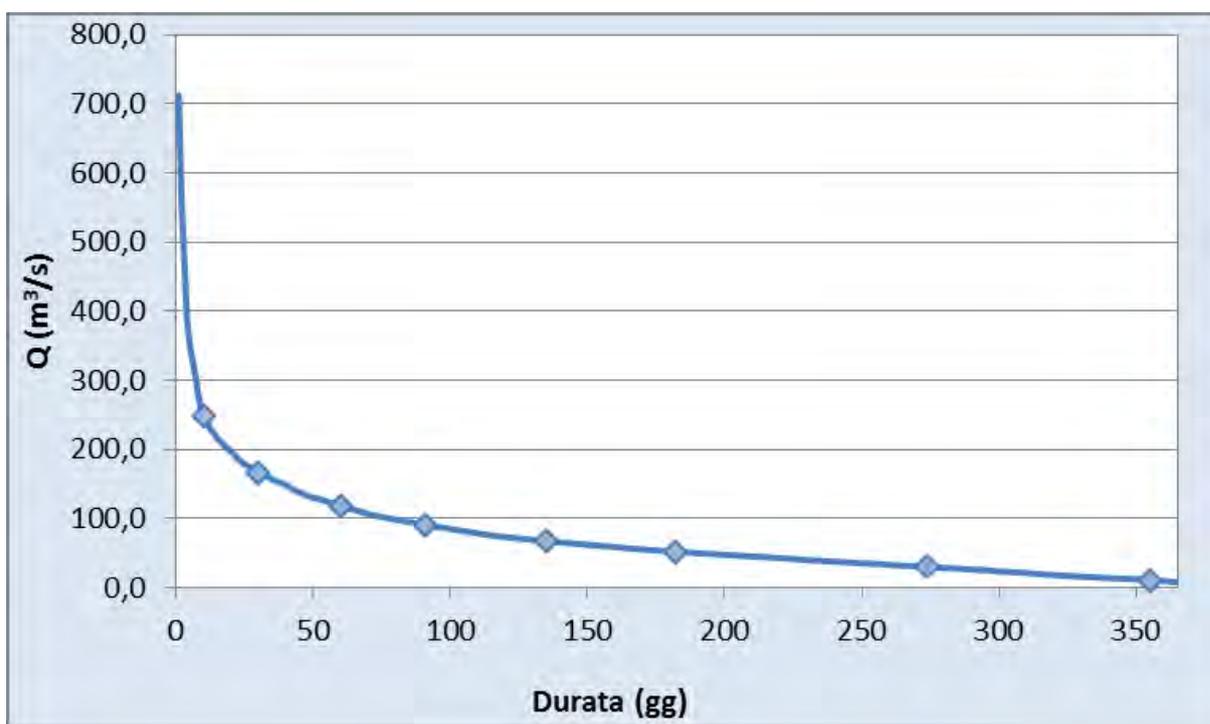


Grafico 2: Curva di durata delle portate del fiume Tanaro nella sezione di presa in progetto

8.3. Portate derivabili

Le portate derivabili nell'anno idrologico medio sono definite sulla base della curva annua dei deflussi del fiume Tanaro nella sezione a monte dello sbarramento del canale San Marzano.

Nel tratto di fiume Tanaro compreso tra la stazione di misura dell'ARPA Piemonte ad Alba e la presa idroelettrica in progetto, il Sistema Informativo delle Risorse Idriche (S.I.R.I.) della Regione Piemonte non segnala la presenza di derivazioni che sottraggano parte della risorsa idrica del fiume Tanaro senza restituirla.

Presso l'impianto idroelettrico in progetto è presente la presa del canale San Marzano, che serve il Consorzio Irriguo Capitto, attualmente non alimentata per la mancanza dello sbarramento fluviale. Essendo esistente, la derivazione irrigua ha priorità di prelievo rispetto a quella idroelettrica, che quindi formalmente risulta sottesa dal prelievo ad uso agricolo.

La concessione del Consorzio Irriguo Capitto prevede la derivazione della portata massima di 0,700 m³/s da esercitare tutto l'anno, nel solo rispetto del rilascio del deflusso minimo vitale (dati ricavati dal S.I.R.I. della Regione Piemonte).

L'impianto idroelettrico in progetto non presenta tratto sotteso: la centrale preleva, valorizza energeticamente e restituisce la portata con un layout molto compatto, limitato alla minima estensione necessaria ad alloggiare le turbine idrauliche. Alla luce di ciò non è necessario rilasciare portate addizionali al deflusso minimo vitale.

In particolare il **deflusso minimo vitale di base**, pari a **8,500 m³/s**, è rilasciato attraverso i seguenti dispositivi idraulici:

- passaggio per l'ittiofauna sinistro Q = 0,574 m³/s;
- vena di mascheramento della traversa Q = 7,353 m³/s;
- passaggio per l'ittiofauna destro Q = 0,574 m³/s.

Il rilascio del deflusso minimo vitale di base di 8,500 m³/s deve essere garantito sia dalla derivazione irrigua sia dal prelievo idroelettrico in progetto.

Raggiunto il limite di esercizio dell'impianto, la portata in eccesso è rilasciata attraverso la vena di mascheramento della traversa ed i passaggi artificiali per l'ittiofauna, fino al raggiungimento della quota idrometrica massima d'esercizio (148,77 m s.l.m.). Per disponibilità idriche maggiori, lo sbarramento mobile è abbattuto e l'impianto disattivato.

L'impianto idroelettrico in progetto è dotato di due turbine idrauliche identiche, che esercitano la valorizzazione energetica entro i seguenti limiti:

- $Q_{min} = 9,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata minima d'esercizio;
- $Q_{max} = 60,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata massima d'esercizio.

Di conseguenza le portate valorizzate energeticamente dall'impianto idroelettrico in progetto, nel complesso delle due turbine installate, sono comprese tra:

- $Q_{min} = 9,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata minima d'esercizio;
- $Q_{max} = 120,000 \text{ m}^3/\text{s}$ portata massima d'esercizio.

Come indicato in precedenza, l'analisi delle portate derivabili dall'impianto idroelettrico in progetto è basata sulle curve mensili di durata delle portate totali del fiume Tanaro, alle quali è sottratto il prelievo della derivazione irrigua del canale San Marzano.

Dall'analisi della curva di durata delle portate si è ricavata la distribuzione delle portate nell'anno idrologico medio, riportata nella Tabella 3, in cui sono utilizzate le seguenti diciture:

Portata	Descrizione
Q_{tot}	Portata del fiume Tanaro a monte delle derivazioni
Q_{irr}	Portata derivata dal canale San Marzano
Q_{disp}	Portata disponibile nel fiume a valle della derivazione irrigua $\equiv Q_{tot} - Q_{irr}$
Q_{der}	Portata derivata dall'impianto in progetto (in funzione della capacità di esercizio)
Q_{ril}	Portata rilasciata $\equiv Q_{disp} - Q_{der}$
Q_{PAI}	Portata rilasciata attraverso i passaggi per l'ittiofauna
Q_{sbarr}	Portata rilasciata sulla traversa
H_w	Quota idrometrica a monte dello sbarramento

Tabella 3: Curve di durata delle portate

Durata (gg)	Q_{tote} (m ³ /s)	Q_{irr} (m ³ /s)	Q_{disp} (m ³ /s)	Q_{der} (m ³ /s)	Q_{ril} (m ³ /s)	Q_{PAI} (m ³ /s)	Q_{sbarr} (m ³ /s)	H_w (m s.l.m.)
10	247,995	0,700	247,295	120,000	127,295	1,654	125,640	148,42
30	166,769	0,700	166,069	120,000	46,069	1,357	44,712	148,10
60	118,542	0,700	117,842	109,342	8,500	1,147	7,353	147,87
91	90,373	0,700	89,673	81,173	8,500	1,147	7,353	147,87
135	66,918	0,700	66,218	57,718	8,500	1,147	7,353	147,87
182	51,520	0,700	50,820	42,320	8,500	1,147	7,353	147,87
274	29,670	0,700	28,970	20,470	8,500	1,147	7,353	147,87
355	10,702	0,700	10,002	0,000	10,002	1,159	8,843	147,88
Media	73,301	0,692	72,609	50,431	22,178	1,201	20,976	

Nell'anno medio l'impianto idroelettrico è disattivato per 4 gg per eccessiva disponibilità idrica e 46 gg per mancanza di risorsa idrica e deriva la portata massima d'esercizio per 46 gg.

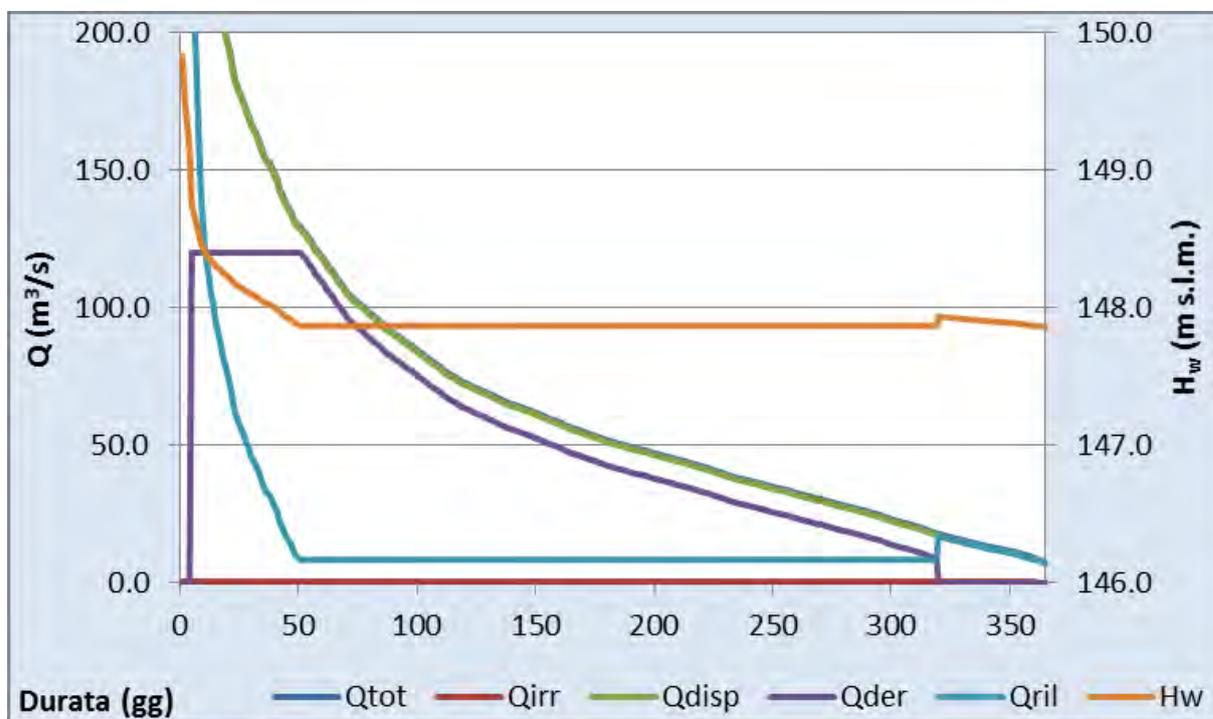


Grafico 3: Curve di durata delle portate

Nella seguente Tabella 4 è riportata la curva di durata delle portate derivabili dall'impianto idroelettrico in progetto, desunte col metodo precedentemente indicato, relative all'anno idrologico medio.

Tabella 4: Curve di durata della portata derivabile (m³/s)

D (gg)	Q (m ³ /s)														
1	0,000	51	119,934	101	74,704	151	52,315	201	37,891	251	25,641	301	13,721	351	0,000
2	0,000	52	118,739	102	74,257	152	52,088	202	37,595	252	25,479	302	13,562	352	0,000
3	0,000	53	117,997	103	73,637	153	51,717	203	37,363	253	25,259	303	13,384	353	0,000
4	0,000	54	116,455	104	72,953	154	51,259	204	37,207	254	25,073	304	13,096	354	0,000
5	120,000	55	115,302	105	72,309	155	50,935	205	36,946	255	24,917	305	12,843	355	0,000
6	120,000	56	114,148	106	71,567	156	50,581	206	36,726	256	24,633	306	12,692	356	0,000
7	120,000	57	112,223	107	70,970	157	50,257	207	36,523	257	24,488	307	12,464	357	0,000
8	120,000	58	111,574	108	70,431	158	50,019	208	36,239	258	24,134	308	12,143	358	0,000
9	120,000	59	110,310	109	69,921	159	49,654	209	35,897	259	23,763	309	11,927	359	0,000
10	120,000	60	109,342	110	69,312	160	49,335	210	35,642	260	23,624	310	11,667	360	0,000
11	120,000	61	108,183	111	68,350	161	48,906	211	35,474	261	23,334	311	11,479	361	0,000
12	120,000	62	106,594	112	67,793	162	48,541	212	35,253	262	23,073	312	11,097	362	0,000
13	120,000	63	105,522	113	67,092	163	48,054	213	35,079	263	22,847	313	10,851	363	0,000
14	120,000	64	104,559	114	66,640	164	47,642	214	34,876	264	22,627	314	10,578	364	0,000
15	120,000	65	103,406	115	66,153	165	47,358	215	34,633	265	22,488	315	10,239	365	0,000
16	120,000	66	101,632	116	65,828	166	46,964	216	34,355	266	22,296	316	9,889		
17	120,000	67	100,693	117	65,074	167	46,836	217	34,036	267	21,995	317	9,584		
18	120,000	68	99,597	118	64,611	168	46,581	218	33,868	268	21,694	318	9,255		
19	120,000	69	98,536	119	63,857	169	46,222	219	33,497	269	21,525	319	9,012		
20	120,000	70	96,977	120	63,608	170	45,897	220	33,294	270	21,299	320	0,000		
21	120,000	71	95,997	121	63,410	171	45,584	221	33,021	271	21,201	321	0,000		
22	120,000	72	95,046	122	62,976	172	45,225	222	32,807	272	21,005	322	0,000		
23	120,000	73	94,345	123	62,460	173	45,004	223	32,650	273	20,642	323	0,000		
24	120,000	74	93,603	124	61,955	174	44,714	224	32,331	274	20,470	324	0,000		
25	120,000	75	92,756	125	61,689	175	44,419	225	31,897	275	20,165	325	0,000		
26	120,000	76	92,107	126	61,410	176	44,111	226	31,607	276	19,979	326	0,000		
27	120,000	77	91,539	127	60,906	177	43,752	227	31,404	277	19,660	327	0,000		
28	120,000	78	90,837	128	60,570	178	43,520	228	31,137	278	19,473	328	0,000		
29	120,000	79	89,788	129	60,181	179	43,056	229	30,911	279	19,249	329	0,000		
30	120,000	80	88,953	130	59,793	180	42,888	230	30,581	280	19,061	330	0,000		
31	120,000	81	88,321	131	59,474	181	42,506	231	30,117	281	18,845	331	0,000		
32	120,000	82	87,544	132	59,051	182	42,320	232	29,920	282	18,709	332	0,000		
33	120,000	83	86,965	133	58,552	183	42,094	233	29,607	283	18,464	333	0,000		
34	120,000	84	86,269	134	58,100	184	41,793	234	29,346	284	18,225	334	0,000		
35	120,000	85	85,434	135	57,718	185	41,549	235	29,102	285	18,038	335	0,000		
36	120,000	86	84,362	136	57,312	186	41,393	236	28,934	286	17,740	336	0,000		
37	120,000	87	83,602	137	56,970	187	41,166	237	28,726	287	17,572	337	0,000		
38	120,000	88	83,034	138	56,506	188	40,877	238	28,523	288	17,327	338	0,000		
39	120,000	89	82,576	139	56,176	189	40,552	239	28,372	289	17,096	339	0,000		
40	120,000	90	81,770	140	55,932	190	40,326	240	28,117	290	16,881	340	0,000		
41	120,000	91	81,173	141	55,648	191	40,094	241	27,868	291	16,632	341	0,000		
42	120,000	92	80,680	142	55,335	192	39,816	242	27,705	292	16,300	342	0,000		
43	120,000	93	80,031	143	55,068	193	39,682	243	27,520	293	16,126	343	0,000		
44	120,000	94	79,295	144	54,674	194	39,532	244	27,230	294	15,874	344	0,000		
45	120,000	95	78,628	145	54,361	195	39,358	245	27,027	295	15,726	345	0,000		
46	120,000	96	78,054	146	54,152	196	39,207	246	26,841	296	15,375	346	0,000		
47	120,000	97	77,509	147	53,903	197	38,992	247	26,650	297	15,114	347	0,000		
48	120,000	98	77,057	148	53,509	198	38,546	248	26,331	298	14,681	348	0,000		
49	120,000	99	76,211	149	53,115	199	38,250	249	26,007	299	14,350	349	0,000		
50	120,000	100	75,643	150	52,744	200	38,071	250	25,810	300	14,056	350	0,000		

9. EVOLUZIONE STORICA DEI MANUFATTI DI SBARRAMENTO PREESISTENTI

9.1. Traversa del XIX secolo crollata nel 1994

Le opere irrigue del Consorzio Canale San Marzano sono storicamente databili alla metà dell'800 e fanno parte di quelle grandi opere di bonifica e irrigazione realizzate ai tempi di Cavour. La derivazione irrigua delle acque del Fiume Tanaro è ubicata in destra orografica a valle della rocca di Barbaresco. Le vecchie carte catastali del 1898 testimoniano che la derivazione irrigua era già presente e ben strutturata.

La Traversa era posta obliquamente rispetto alla asta fluviale così come riportato nella carta IGM dell'inizio del '900 e nella carta tecnica regionale dei più recenti anni '80. In particolare l'ammorsamento di valle corrispondeva con il punto di derivazione del Consorzio irriguo.

Si trattava di un'opera di sbarramento fondata su pali di legno infissi alla sottostante marna con coronamento in muratura e di riempimenti in materiale litoide. Lo sviluppo della traversa era di circa 200 metri e consentiva la derivazione in sponda destra, lo stramazzo delle portate dell'alveo inciso sulla traversa e il deflusso delle correnti di golena, in caso di piena, in sponda sinistra.

Durante l'evento alluvionale del novembre 1994 questo manufatto ha ceduto sul lato destro ed è stato sfondato ed eroso dalla corrente che lo ha reso inefficiente con completa compromissione della capacità irrigua del Canale San Marzano.

9.2. Traversa completata nel 2002 e crollata nel 2010

L'evento alluvionale del 1994 ha danneggiato irreparabilmente la traversa esistente posizionata "in obliquo" rispetto al flusso principale del fiume Tanaro.

Nel 2002 la traversa è stata ricostruita modificandone in modo profondo le caratteristiche tecniche rispetto a quella originale. Lo sbarramento è stato posizionato in modo ortogonale alla linea di deflusso, circa 90 metri a monte del punto originale di derivazione.

L'opera di sbarramento, posizionato ortogonalmente rispetto al flusso principale, presentava un corpo traversa costituito da una soletta di coronamento posizionata su due serie di pali in c.a. di diametro 120 cm e un profilo di completamento a valle costituito da uno riempimento in grandi massi rivestito da una serie di massi cementati posizionati alla rinfusa con grosse protuberanze.

Nell'ottobre dell'anno 2000, quando rimaneva da realizzare ancora una parte della soletta nei pressi della sponda sinistra orografica e parte del profilo in massi, l'evento alluvionale di quell'anno ha causato il completo crollo del profilo in massi e una forte erosione in sponda sinistra orografica dovuta alla mancanza temporanea di adeguate difese spondali.

A seguito di tale evento, sono stati realizzati alcuni interventi di completamento della struttura della traversa, lasciando da rieseguire il profilo idraulico in massi a valle della stessa, essendo esauriti i fondi a disposizione. In sostanza, lo sbarramento risultava formato da una semplice "berlinese" con coronamento in calcestruzzo lastricato in pietra, ma totalmente privo del paramento di valle ed anche della scala di risalita dei pesci che non era prevista in progetto.

Durante il periodo 2005-2008 sono stati presentati sei progetti idroelettrici per l'utilizzo energetico della traversa esistente. Durante il periodo istruttorio era stata fatta una batimetria accurata anche dell'area posta appena a valle dello stramazzo della traversa rilevando che a partire dal centro alveo fino alla sponda destra era presente una voragine nello strato marnoso.

La voragine aveva profondità rilevante e allarmante per la stabilità della traversa con una profondità anche di 13 metri rispetto al fondo alveo e con dimensioni planimetriche pari a circa 70 metri trasversali e circa 25 metri longitudinali rispetto alla direzione della corrente.

Inoltre, la voragine di fondo alveo aveva scalzato anche la scogliera laterale di difesa spondale in destra orografica che è crollata portando con sé il tratto iniziale del canale irriguo che, nel 2004, è stato ripristinato mediante un "ponte-canale" realizzato con tubazione in acciaio che ha consentito la ripresa della funzionalità irrigua.

Le condizioni di stabilità della traversa erano diventate estremamente critiche, tanto che, nel novembre 2010 un evento di piena, non particolarmente rilevante, ha provocato il crollo di gran parte della traversa che si è sostanzialmente rovesciata nella voragine creata in poco tempo dall'erosione dovuta allo stramazzo non protetto dalla prevista e mai realizzata mantellata in massi.

Oggi, in sinistra Tanaro, è evidente quello che rimane della traversa crollata che consiste in un tronco di berlinese dello sviluppo complessivo di circa 50 metri con struttura piegata verso valle alla sua estremità in centro alveo e le scogliere spondali.

La traversa non ha quindi più alcuna funzione di sbarramento e non consente la derivazione irrigua. La parte rimasta in piedi costituisce un considerevole ostacolo al deflusso delle acque e, di fatto, costituisce un pennello idraulico che sposta la corrente in destra orografica accentuando le problematiche su quella sponda.

In sponda sinistra, a seguito degli eventi alluvionali del 2000 e del 2010, a lato dell'ammorsamento della traversa realizzata nel 2002, si è creata una zona di forte erosione dovuta ai flussi idrici di rientro dell'area di golenale che concentrano il potere erosivo nella zona prossima all'alveo inciso.

Il recentissimo evento alluvionale del novembre 2016 ha evidenziato ulteriormente la fragilità dell'area di confluenza dei flussi golenali in sponda sinistra, a lato e nell'intorno dei resti della traversa e la tendenza naturale dell'acqua di golenale a confluire in quella zona.

9.3. Demolizione dei reliquati della vecchia traversa crollata nel 2010

I relitti della vecchia traversa saranno rimossi per la parte emergente dall'alveo in quanto il manufatto crea un ostacolo al naturale deflusso delle acque del Fiume Tanaro e rappresenta un impatto paesaggistico negativo.

La lunghezza del reliquato è di circa 60 metri. Il cordolo sommitale ha una sezione media che misura di 1,80 m in altezza e 4,60 m in larghezza, mentre ciascuno dei 65 pali ha un diametro di 1,20 m. La demolizione inizierà con lo smantellamento del coronamento in calcestruzzo armato a seguito del quale si procederà a tagliare meccanicamente ogni singolo palo a circa un metro al disotto del fondo dell'alveo naturale. Il materiale di risulta, per complessivi 800 m³ circa, sarà conferito a discarica autorizzata.

Parallelamente alla demolizione del relitto della traversa si provvederà ad abbassare la scogliera di sponda per ricondurla alle quote di progetto con la sommità alla quota di 149,00 m s.l.m. e si procederà al rimodellamento delle superfici per raccordarle con le opere e con i piani naturali di campagna e di greto.

10. RICOSTRUZIONE DELLA TRAVERSA CON SBARRAMENTO MOBILE

L'impianto in progetto deriva la portata attraverso una nuova opera di captazione prevista in sponda sinistra orografica con adeguamento della presa irrigua del canale San Marzano posta in destra. Attualmente il prelievo irriguo non è esercitato poiché la traversa fluviale precedente è parzialmente crollata nel 2010 (circa 2/3 della struttura sono crollati). Tale struttura era stata costruita per rimpiazzare la traversa fluviale presente prima, danneggiata irreparabilmente dall'alluvione del 1994. La traversa ante 1994 aveva una direzione particolarmente obliqua rispetto l'asse del fiume Tanaro, per convogliare la portata verso la sponda destra dove era presente la derivazione irrigua. La traversa più recente era stata costruita in modo ortogonale all'asse del fiume, in posizione pressoché baricentrica rispetto a quella precedente, allungando a ritroso il canale irriguo.

Allo scopo di alimentare nuovamente il canale irriguo ed al contempo valorizzare energeticamente la risorsa idrica del fiume Tanaro, è previsto il rifacimento della traversa fluviale composta da una soglia fissa in cemento armato ed un sistema di innalzamento mobile, abbattibile durante le piene. La traversa è posizionata in corrispondenza del vertice di valle della struttura danneggiata nel 1994, in modo da ripristinare la presa del canale irriguo pressoché nella posizione originale.

La traversa mobile è formata da tre paratoie a ventola movimentate da cuscini pneumatici (sbarramento gonfiabile scudato), che innalzano il coronamento di 3,50 m fino alla quota di 147,77 m s.l.m.. Quando le paratoie a ventola sono abbattute, la sommità degli scudi risulta a quota 144,27 m s.l.m..

Sulla traversa fluviale è rilasciata costantemente una vena idraulica minima di 10 cm, cosicché l'altezza idrometrica ordinaria di progetto (148,87 m s.l.m.) coincida con la quota del coronamento della traversa fluviale crollata parzialmente nel 2010. Di conseguenza, la quota massima della soglia mobile in progetto è 0,10 m più bassa di quella dello sbarramento parzialmente crollato.

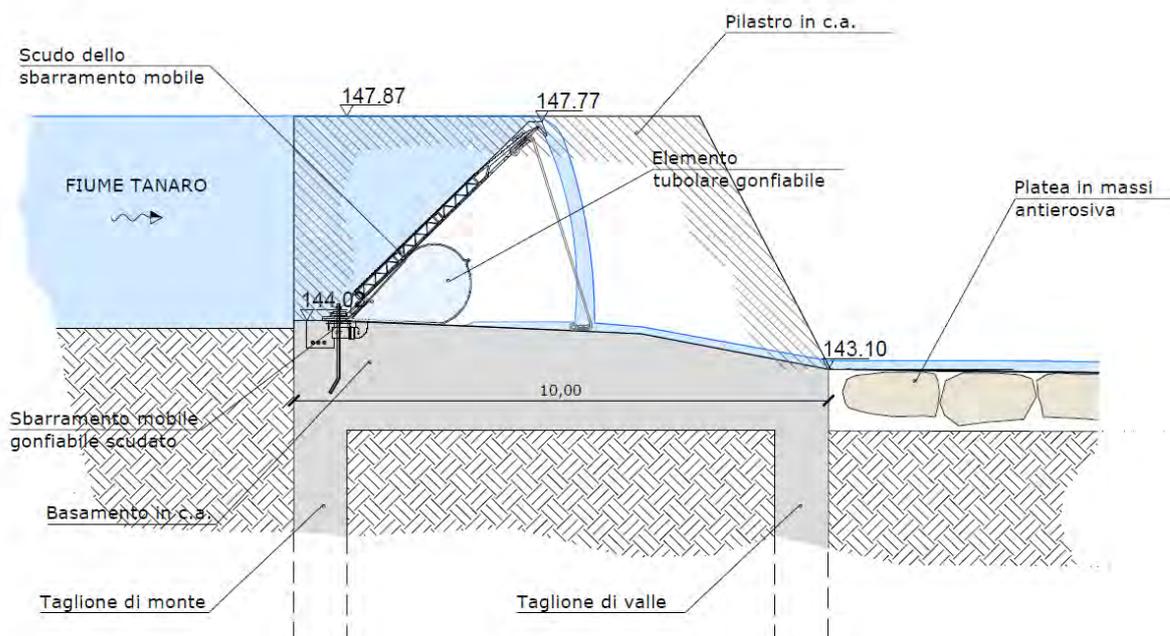


Figura 3: Sezione della traversa nella situazione in progetto

La soglia fissa è realizzata in cemento armato con soglia superiore posta a quota 144,02 m s.l.m. e paramento leggermente inclinato verso valle fino a quota di 143,10 m s.l.m..

La traversa è dotata di una fondazione costituita da un taglione di monte ed un taglione di valle dimensionati al fine di inibire eventuali fenomeni di sifonamento dell'opera. La traversa si estende nel senso dello scorrimento dell'acqua per 10,00 m ed in senso trasversale misura 131,00 m in totale, in quanto è composta da tre tronconi distinti delle misure di 27 m sul lato sinistro, 50 m per la parte centrale e 50 m per la porzione verso destra. I tre tratti sono separati da due pilastri in c.a. che misurano 2,00 m in senso trasversale e 10,00 nel longitudinale del fiume, con il paramento di monte verticale mentre quello di valle leggermente inclinato. La sommità dei pilastri è posta a quota 147,87 m s.l.m., equivalente alla quota dell'acqua invasata in normali condizioni di esercizio dell'impianto.

Al fine di mascherare l'opera è previsto il rilascio costante di una portata d'acqua al di sopra dello sbarramento mobile in modo da creare un velo d'acqua che limiti la percezione visiva dell'opera migliorandone l'inserimento paesaggistico.

Ai due lati estremi dello sbarramento vi sono due pareti in c.a. che delimitano la sezione della traversa; la sommità di queste strutture è posta a quota 149,00 m s.l.m.. In adiacenza ad esse sono poste le due scale di rimonta dell'ittiofauna previste in progetto per garantire un'adeguata circolazione della popolazione ittica presente nel Fiume Tanaro.

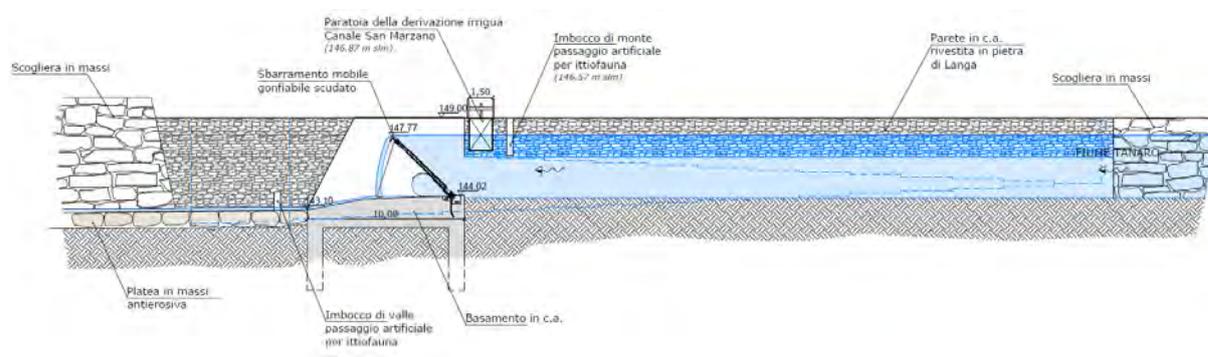


Figura 4: Prospetto del passaggio artificiale dell'ittiofauna in sponda destra orografica

Presso la parete in sponda destra orografica si trovano l'imbocco del Canale San Marzano appositamente adeguato ed integrato con la scala di risalita dell'ittiofauna, costituita da una struttura a bacini successivi in c.a. delimitata da un muro rivestito in pietra di langa che continua in linea con la parete di delimitazione della traversa. Il complesso delle vasche è ricoperto da un grigliato metallico removibile, installato a quota 149,00 m s.l.m.. L'imbocco della scala di monte è posizionato in adiacenza all'imbocco irriguo, poco a monte dello sbarramento, mentre lo sbocco di valle è posto al piede della traversa. La struttura si sviluppa principalmente nella zona a monte dello sbarramento per garantire adeguato spazio alle opere di convogliamento delle acque derivate dal Consorzio Irriguo Capitto.

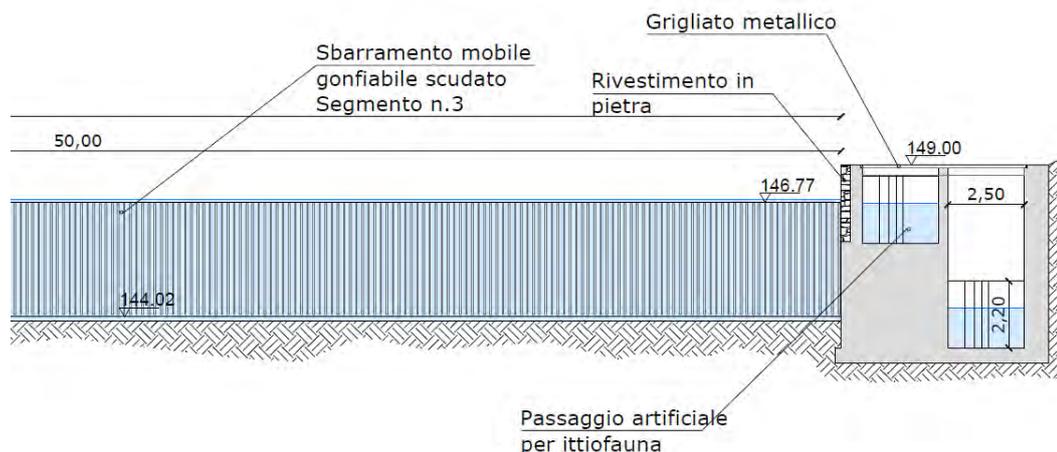


Figura 5: Sezione del passaggio artificiale dell'ittiofauna in sponda destra orografica

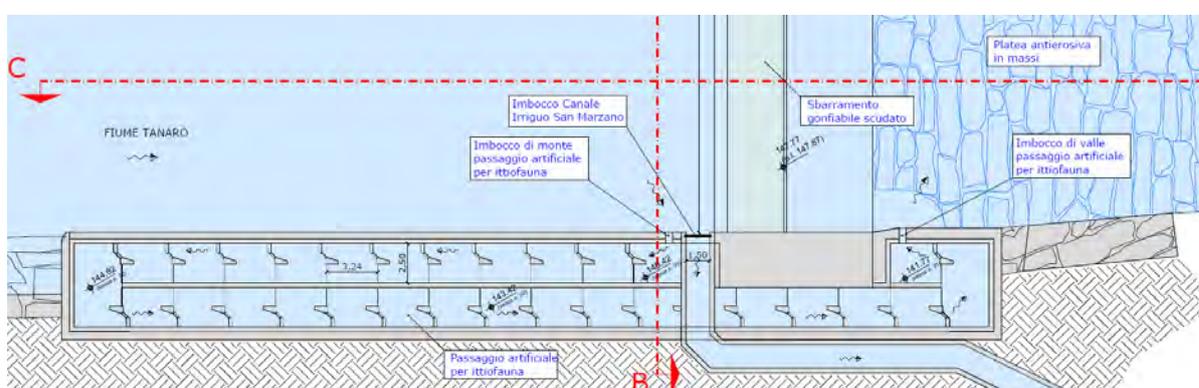


Figura 6: Pianta del passaggio artificiale dell'ittiofauna in sponda destra orografica e imbocco del canale irriguo San Marzano

Presso la parete in sponda sinistra è posto l'imbocco della scala di rimonta dell'ittiofauna dell'impianto, costituita da una struttura a bacini successivi in c.a. delimitata da un muro rivestito in pietra di langa che continua in linea con la parete di delimitazione della traversa. Il complesso delle vasche è ricoperto da un grigliato metallico removibile, installato a quota 149,00 m s.l.m.. L'imbocco della scala di monte è posizionato in adiacenza all'imbocco irriguo, poco a monte dello sbarramento, mentre lo sbocco di valle è posto al piede della traversa. La struttura si sviluppa principalmente nella zona a valle dello sbarramento e costituisce la delimitazione tra la presa e la restituzione dell'impianto idroelettrico.

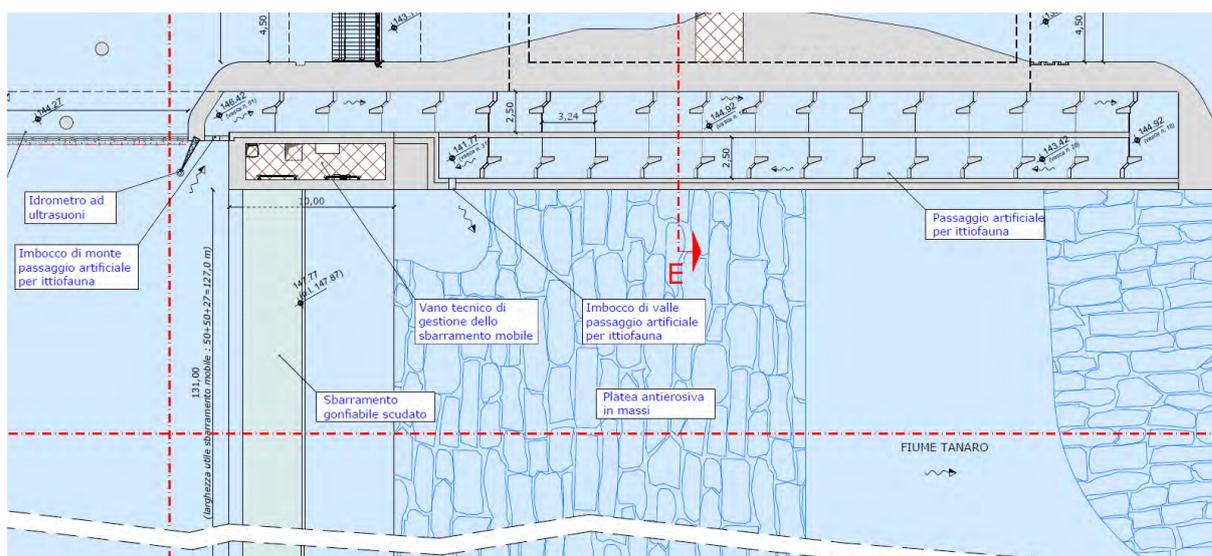


Figura 7: Pianta del passaggio artificiale dell'ittiofauna in sponda sinistra orografica

A valle della traversa in c.a. è collocata una platea antiersivosa, realizzata tramite massi ciclopici non intasati, che garantisce una adeguata consistenza del fondo alveo a valle della soglia in cemento armato di ancoraggio dello sbarramento mobile. La platea antiersivosa occupa in larghezza l'intera sezione del letto del fiume, pari a circa 130 m, e si sviluppa in lunghezza per circa 25 m. Nei pressi degli sbocchi di valle delle due scale di rimonta dell'ittiofauna sono realizzate due vasche in massi più profonde rispetto alla platea antiersivosa in modo da creare delle pozze d'acqua più profonda a tutela delle specie ittiche.

11. CENTRALE IDROELETTRICA

11.1. Opera di presa ed adduzione

L'impianto idroelettrico principale deriva la portata in sinistra orografica valorizzando il salto idraulico creato dal progetto della traversa fluviale fissa incrementato dallo sbarramento mobile. L'imbocco si sviluppa appena a monte della soglia della traversa fissa in progetto.

La presa è ricavata di fronte alla derivazione irrigua presa irrigua del canale San Marzano" ed è formata da uno stramazzo in parete spessa largo 30,00 m, la cui soglia è alla quota di 144,27 m s.l.m.. Presso la soglia di presa è installato un paratronchi metallico che protegge l'imbocco della derivazione dal materiale galleggiante di grandi dimensioni.

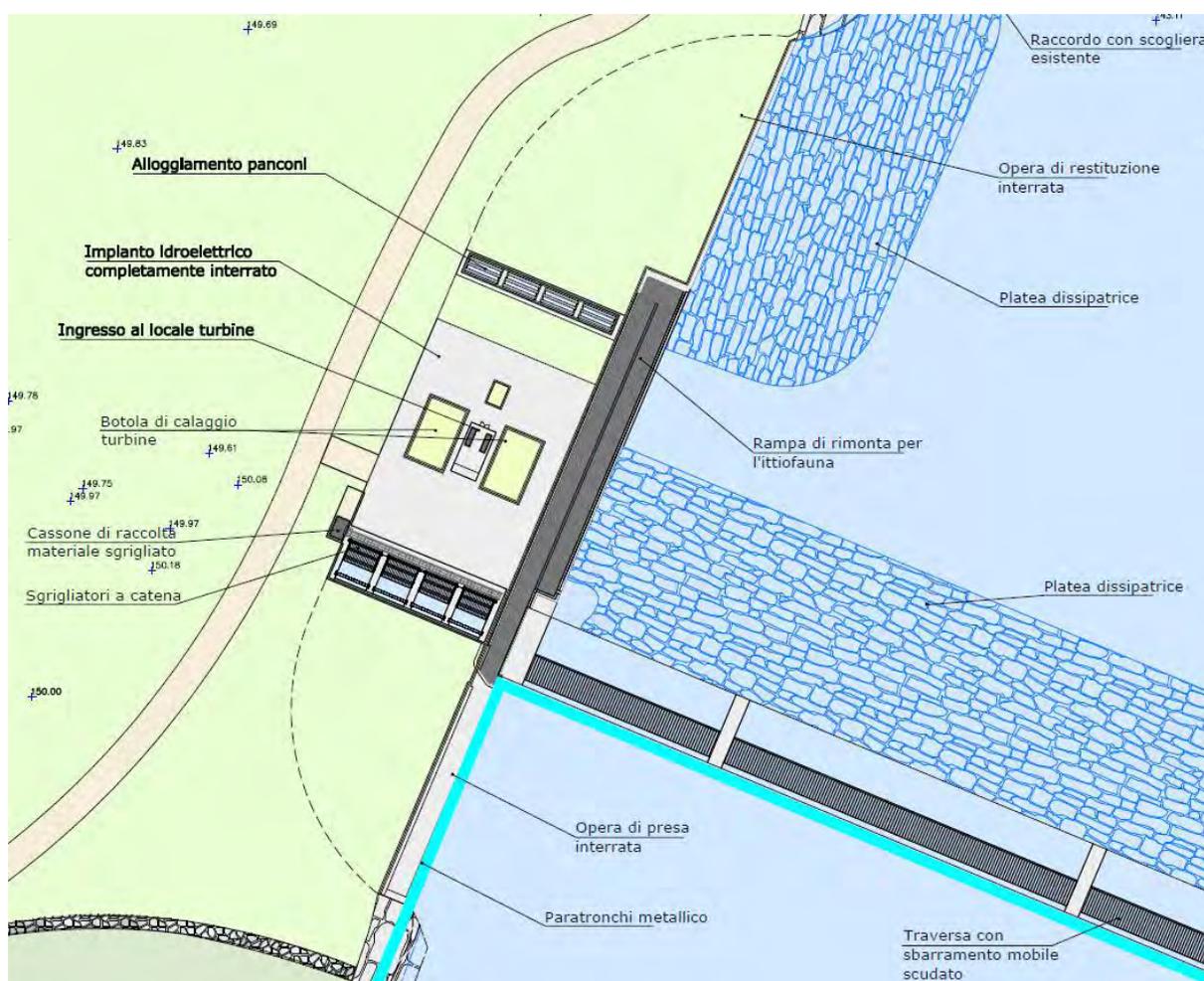


Figura 8: Pianta dell'impianto idroelettrico

Il canale di derivazione forma una curva in pianta, di raccordo tra la soglia di presa e l'imbocco delle turbine; il canale ha sezione scatolare in cemento armato con il fondo che parte da quota 144,22 m s.l.m. in quanto subito dopo la soglia di presa vi è uno scalino di 5 cm; il fondo prosegue verso il piano delle turbine con una curva discendente fino a raggiungere il piano a quota 143,17 m s.l.m., dove sono installati gli sgrigliatori automatici a catena per la pulizia e la rimozione del materiale galleggiante. La larghezza del canale di adduzione passa dai 30,00 m della soglia di presa ai 21,00 m al piano degli sgrigliatori, dove sono presenti 3 setti divisorii in c.a. dello spessore di 1,00 m ciascuno che creano quindi 4 canali della larghezza di 4,50 m l'uno. Questi setti in c.a. prevedono l'alloggiamento dei panconi per la chiusura e gestione dell'impianto e il vano per l'installazione dei 4 sgrigliatori automatici a catena. Ogni sgrigliatore convoglia il materiale sgrigliato su di un nastro

trasportatore che raccoglie il tutto in un apposito cassone di raccolta posizionato sul lato esterno dell'impianto in un pozzetto interrato rispetto al piano campagna. La scelta di tale tipologia permette di limitare l'ingombro in altezza rendendo così l'impianto non visibile dall'area circostante. Il piano di appoggio, costituito da un solaio in c.a., è infatti ribassato di circa 70 cm rispetto al piano campagna e risulterà così solamente visibile il parapetto di sicurezza posto sul perimetro della vasca.

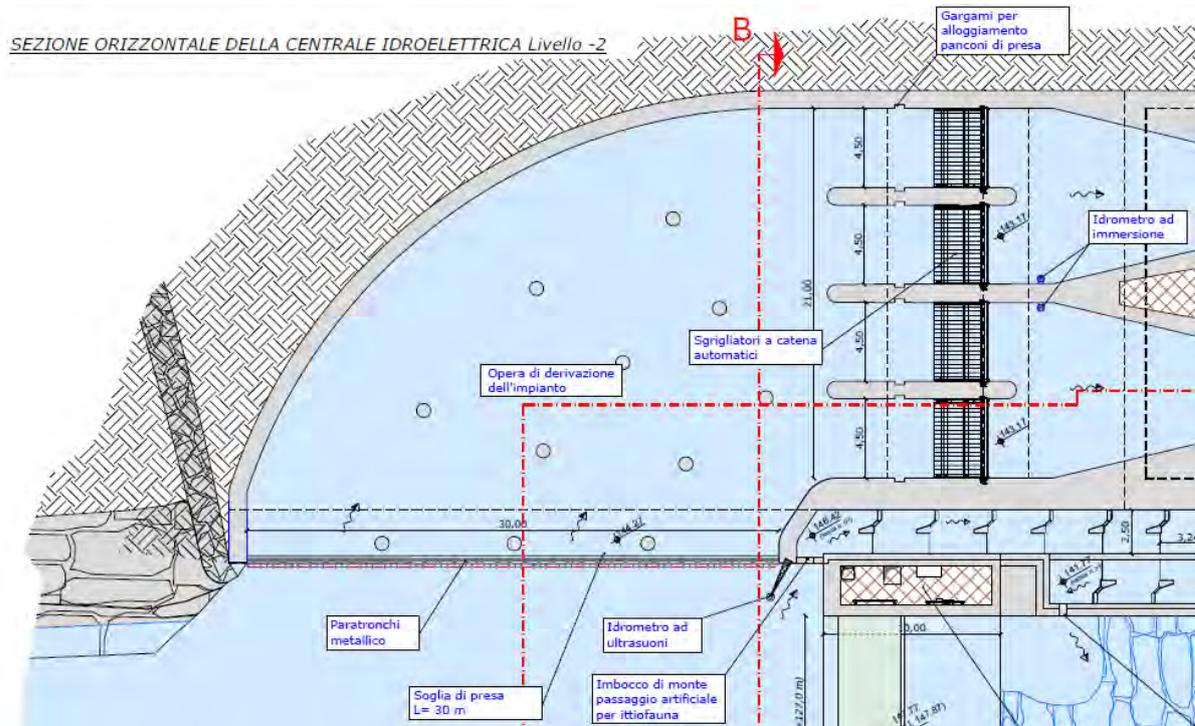


Figura 9: Pianta dell'opera di derivazione idroelettrica

Tutto il canale di derivazione è interrato, coperto con una soletta piana avente l'estradosso a quota 149,60 m s.l.m. e ricoprimento di terreno e strato vegetale integrato con il piano campagna circostante. Nella porzione a ridosso della soglia di presa è prevista una passerella carrabile senza ricoprimento di terreno per consentire il passaggio dei mezzi durante le operazioni di manutenzione e rimozione del materiale eventualmente accumulato presso il paratronchi. L'unico tratto del canale di adduzione che rimane a cielo aperto è la porzione terminale dove sono posizionati gli alloggiamenti dei panconi e gli sgrigliatori; in questo tratto si trova una apertura delle dimensioni di 5,40 x 21,00 m delimitata da cordoli in c.a. per consentire il posizionamento dei panconi e l'installazione del grigliato ed organi meccanici connessi. Sopra il cordolo in c.a. è collocata una recinzione con parapetto metallico a delimitazione dell'area a cielo aperto.

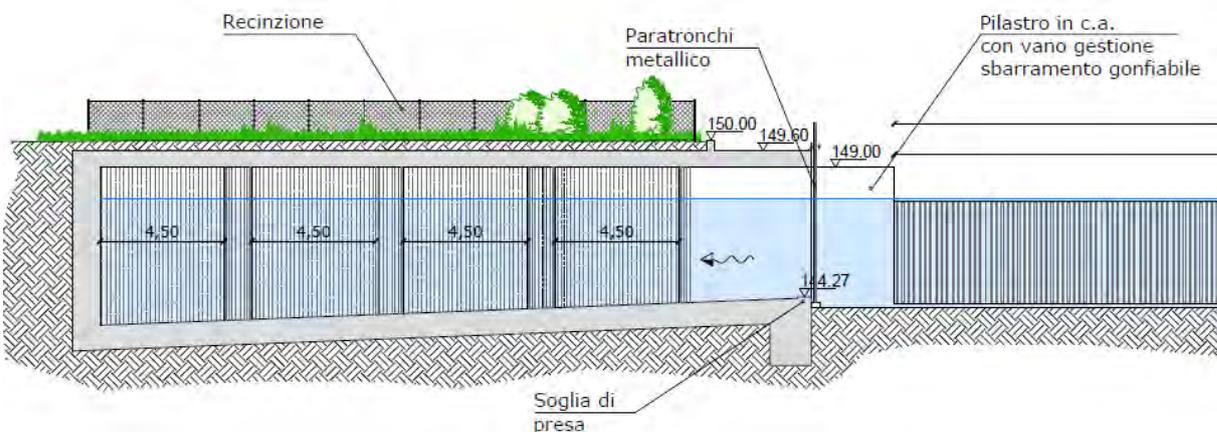


Figura 10: Sezione dell'opera di derivazione idroelettrica

A valle degli sgrigliatori partono due vasche di carico che convogliano l'acqua derivata alle due turbine Kaplan assiali "tipo Pit"; il piano di posa del corpo principale delle turbine è posto a quota 136,70 m s.l.m.

11.2. Edificio e meccanismi di produzione

L'edificio centrale è costituito da una struttura in c.a. di tipo interrata. Il complesso dei gruppi di produzione è formato da due turbine Kaplan assiali "tipo Pit".

Si prevede la realizzazione di un locale completamente interrato con accessi a tenuta stagna per evitare il rischio di interferenza con gli impianti elettrici.

Tale volume interrato ospita:

- I gruppi di produzione
- i quadri di gestione necessari
- il sistema di gestione dello sbarramento gonfiabile

Si prevede quindi l'installazione di un impianto di raffreddamento capace di garantire la tenuta della bocche di aerazione in caso di esondazione.

L'edificio di produzione è posto interamente sotto al piano campagna ed esternamente la centrale si presenta come una soletta in c.a. posta a quota 150,00 m s.l.m. in modo da esser integrata con il piano campagna circostante. La copertura in cemento della centrale è quasi interamente visibile, eccezion fatta per un rettangolo delle dimensioni di 6,50 x 23,80 m nella porzione di valle della copertura che prevede un ricoprimento in terreno naturale ed inerbimento.

Sulla soletta sono posizionate due botole per il calaggio delle turbine aventi dimensioni in pianta pari a 5,00 x 8,50 m; una ulteriore botola con dimensioni in pianta di 2,00 x 3,45 m è posizionata al centro della soletta ed è adibita al calaggio dei quadri elettrici ed altre apparecchiature di gestione. Il posizionamento e la manutenzione straordinaria delle macchine potrà essere quindi effettuato mediante l'ausilio di un autogrù dell'esterno.

Al centro della platea, di fronte alla botola di calaggio quadri elettrici, è collocato l'unico elemento emergente dell'impianto che corrisponde al vano di accesso pedonale alla centrale. Si tratta di un elemento in c.a. a pianta rettangolare 3,60 x 7,16 m e prospetto laterale a forma di trapezio rettangolo, ossia con il lato di monte inclinato per accompagnare la pendenza della scala ospitata all'interno. Il volume emerge dalla soletta di copertura della centrale di 2,50 m. La parete di valle presenta la porta di accesso pedonale all'impianto che misura 120 x 220 cm. Sul solaio del vano scala sono previste due bocche di aerazione delle dimensioni di 80 x 260 cm ciascuna, provviste di apposito grigliato metallico.

Tramite la scala di accesso si arriva dapprima al piano di alloggiamento dei quadri elettrici, corrispondente ad una porzione trasversale adiacente al lato di monte della centrale, avente misure in pianta pari a 3,65 x 21,00 m. Una ulteriore rampa di scale porta al piano del locale quadri e generatori, posto a quota 144,40 m s.l.m. dove sono posizionati i quadri elettrici e le due cabine di alloggiamento dei trasformatori. Complessivamente il vano centrale occupa una superficie in pianta pari a 21,00 x 29,65 m.

I generatori delle turbine sono installati in un apposito vano posto ad un livello inferiore a quota 136,70 m s.l.m.

11.3. Canale di restituzione

A valle delle due turbine Kaplan assiali “tipo Pit” inizia l’opera di restituzione, costituita da due elementi fondamentali: diffusori e canale di restituzione.

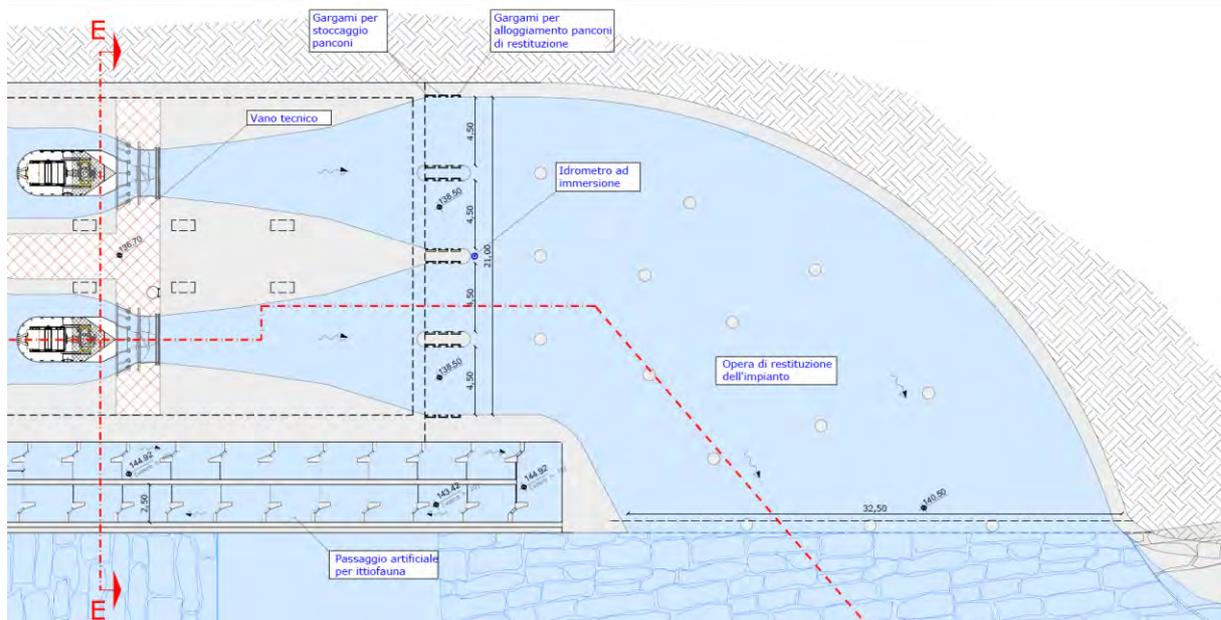


Figura 11: Pianta dell’opera di restituzione

I diffusori sono elementi metallici di raccordo tra le turbine e l’opera di restituzione; sono annegati nel getto in c.a. del fondo della centrale e convogliano l’acqua turbinata verso il canale di restituzione. Ognuno dei due diffusori è posizionato in orizzontale con fondo scorrevole a quota 137,50 m s.l.m. , presenta uno sviluppo in pianta pari a 10,80 m e termina in un canale in c.a. a forma di tronco di piramide che sale di 1,00 m rispetto al fondo dei diffusori fino a quota 138,50 m s.l.m.. I canali trapezoidali terminano presso i pilastri che ospitano i gargami per lo stoccaggio dei panconi che coincidono con il muro di valle della centrale. In questo tratto l’acqua viene convogliata al canale di restituzione tramite 4 passaggi aventi larghezza in pianta pari a 4,50 m e fondo scorrevole in piano per 6,50 m a quota 138,50 m s.l.m.. Questo segmento corrisponde all’unica porzione del canale di restituzione che risulta visibile all’esterno in quanto a cielo aperto per garantire la corretta movimentazione dei panconi.

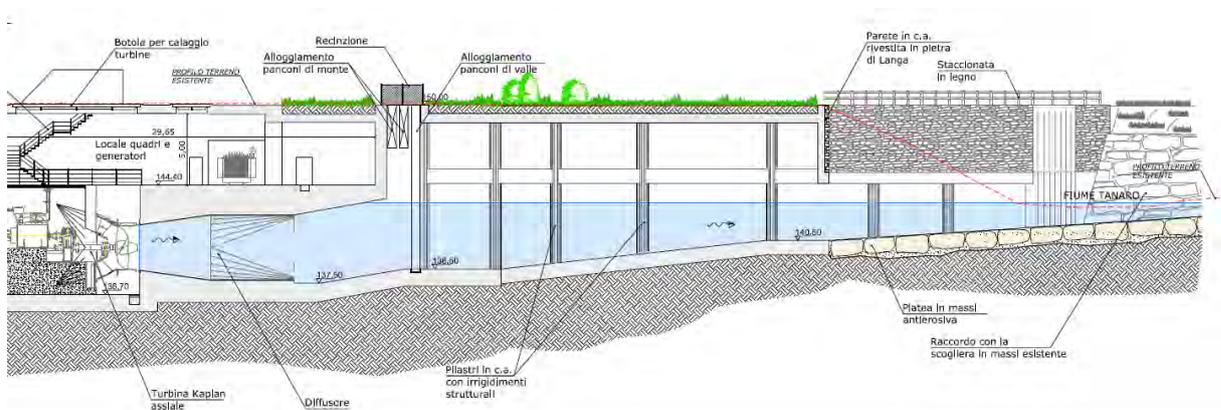


Figura 12: Sezione dell’opera di restituzione

Da quel punto inizia il canale di restituzione che si presenta in pianta come un elemento in curva che raccorda la centrale con la sponda del Fiume Tanaro; la sezione di partenza presso gli alloggiamenti dei panconi misura 21,00 m di larghezza mentre in uscita verso il fiume la sezione si estende per 32,50 m. Il canale parte da quota 138,50 m s.l.m. presenta il fondo in c.a. che sale fino a quota 140,50 m s.l.m. nel punto di sbocco nel Fiume Tanaro, dove si prevede il raccordo con il fondo alveo esistente tramite la sistemazione di massi non intasati a formare una platea per un fronte di circa 25 m dinnanzi allo sbocco della restituzione.

Il canale di restituzione è coperto da un solaio in c.a. sostenuta da tre file di pilastri rotondi disposti a raggiera. L'estradosso del solaio è posto a quota 149,40 m s.l.m. e presenta uno strato di ricoprimento formato da terreno naturale inerbito che consente di mascherare il canale di restituzione integrandolo con il terreno circostante.

12. LOCALE DI CONSEGNA ENEL

Il locale che ospita la cabina ENEL è ricavato all'interno di un basso fabbricato posto in sponda sinistra orografica oltre l'argine esistente in prossimità della Strada Provinciale 3, lungo la stradina sterrata che porta alla zona dove è previsto l'impianto idroelettrico in progetto.

In considerazione del fatto che occorre posizionare le apparecchiature elettriche al di sopra della quota di esondazione, si è individuata una zona esterna alla fascia B di esondazione del PAI di facile accesso dalla strada pubblica.

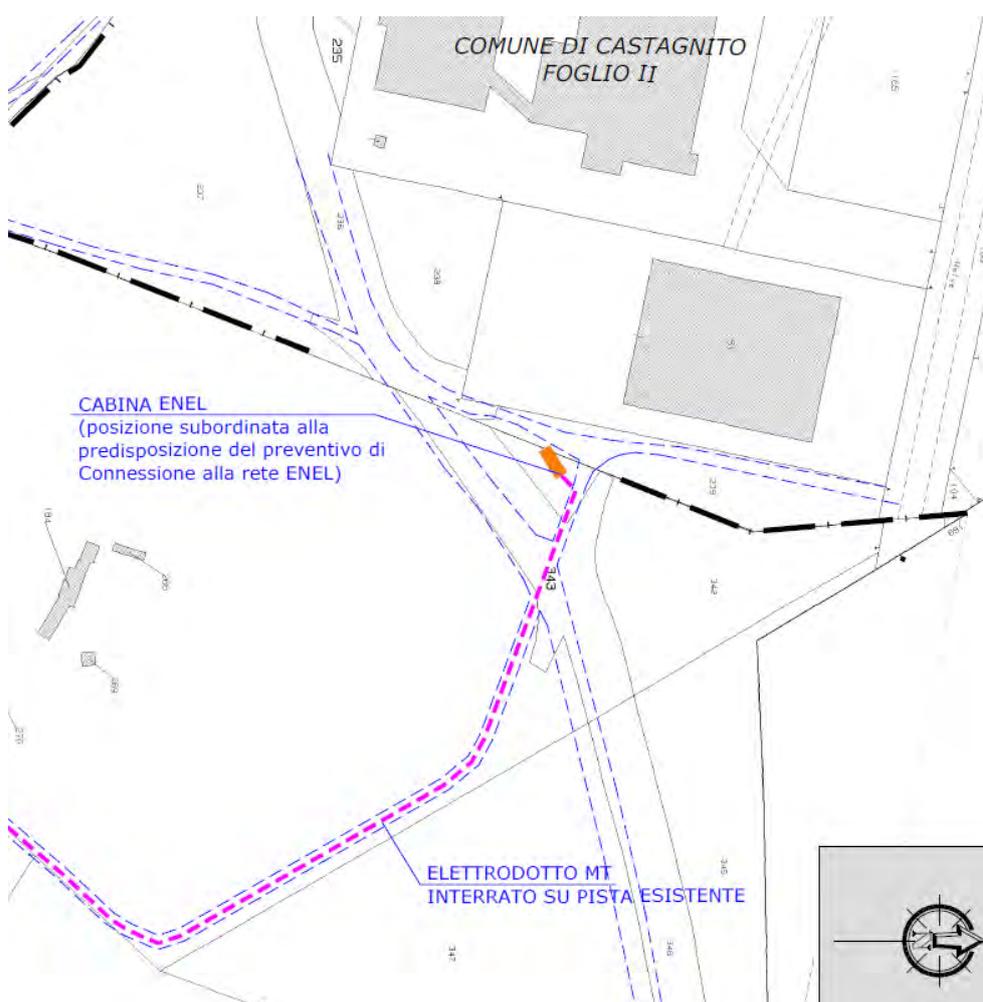


Figura 13: planimetria catastale di individuazione della cabina ENEL

Il fabbricato è largo 4,00 m e lungo 11,10 m oltre ad un piccolo vano adibito ad ospitare il trasformatore; mentre l'altezza al colmo è di 3,85 m.

La struttura si costituisce di una platea in cemento armato, dotata di cunicoli passacavi, rialzata rispetto al piano di campagna circostante.

Le pareti sono previste in mattoni dello spessore di 25 cm e intonacate con malta di calce, mentre il tetto è in legno a due falde con copertura in coppo-tegola.

Tra la struttura lignea e i quadri elettrici viene realizzato un solaio in c.a. REI 120.

I serramenti e le griglie di aerazione, in vetroresina, sono di tipo standard adottato dall'ENEL. Si prevede inoltre una porzione di parete in blocchetti di vetrocemento per garantire l'illuminazione interna.

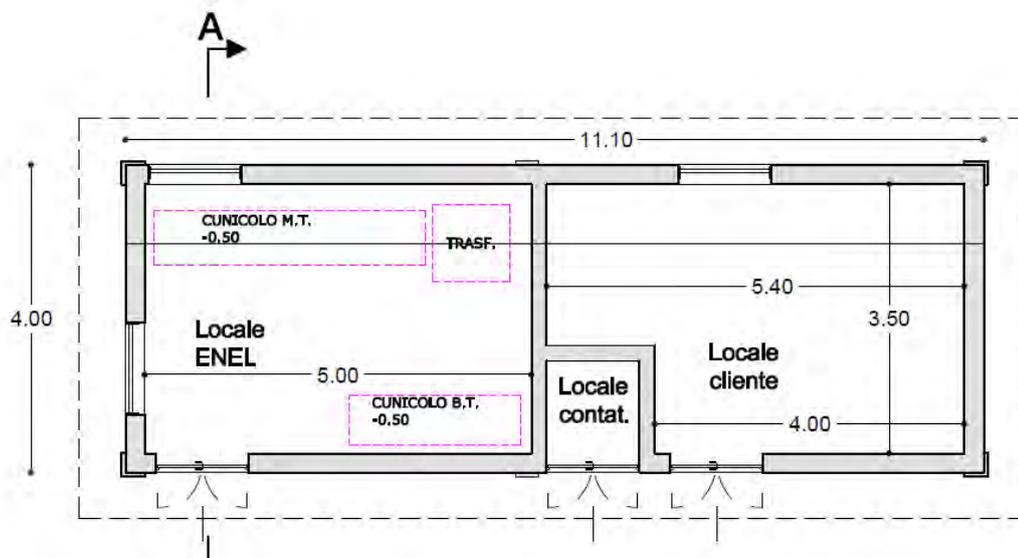


Figura 14: Pianta della cabina ENEL

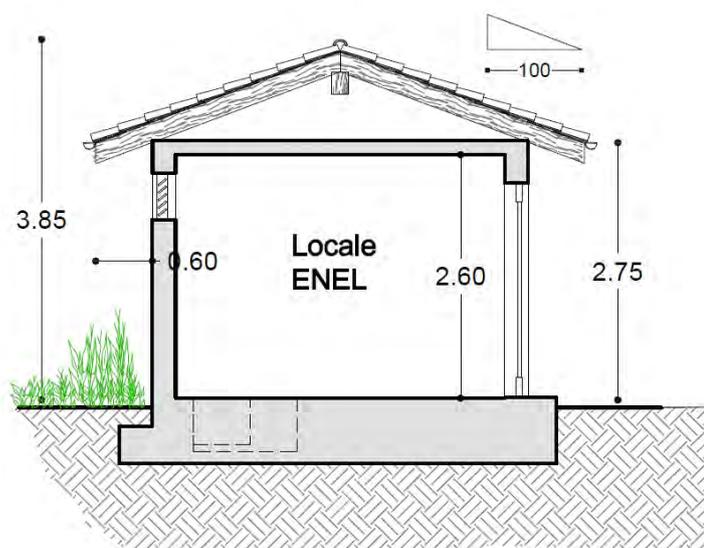


Figura 15: Sezione della cabina ENEL

Funzionalmente l'edificio adibito a gestione e cessione dell'energia è diviso in tre locali, ognuno con una funzione distinta:

- locale ENEL, contiene i quadri elettrici dell'operatore elettrico che fornisce il servizio di ritiro e distribuzione dell'energia elettrica prodotta, nonché di alimentazione dei servizi ausiliari dell'impianto.
- locale di misura, contiene i misuratori dell'energia elettrica prelevata o ceduta alla rete;
- locale cliente, contiene i quadri elettrici e le apparecchiature ad uso della ditta proprietaria dell'impianto idroelettrico.

Ciascun locale interno è accessibile direttamente dall'area di corte; l'accesso al locale ENEL, come per gli altri vani, è ricavato sul prospetto lato nord-ovest (lato pista esistente).

I locali sono previsti con le seguenti dimensioni planimetriche:

- locale quadri (ENEL): 5,00 x 3,50 metri
- locale misure : 1,20 x 1,20 metri
- locale cliente : 5,40 x 3,50 metri

Le dimensioni e nonché i serramenti, i grigliati e, più in generale, i caratteri progettuali dei due locali devono sottostare ai capitolati ENEL.

Si prevedono pertanto:

- spazi passacavi al piano pavimento,
- accessi con porte in vetroresina
- ventilazione con grigliati in vetroresina e illuminazione mediante pareti in vetrocemento

Inoltre l'inserimento di un solaio interposto tra il locale quadri e la copertura permette di rispettare tali a tali prescrizioni consentendo di realizzare un tetto in legno anche in corrispondenza dei locali ENEL migliorando l'inserimento paesaggistico dell'opera.

13. GESTIONE DELLA PORTATA

La portata disponibile nel fiume Tanaro presso lo sbarramento fluviale del canale San Marzano è ripartita in tre flussi:

- portata rilasciata
portata rilasciata attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e sulla soglia della traversa fluviale;
- portata derivata ad uso irriguo
portata derivata dal Consorzio Irriguo Capitto attraverso il canale San Marzano (l'unico deflusso allontanato dall'alveo senza restituzione diretta);
- portata derivata ad uso idroelettrico
portata valorizzata energeticamente attraverso le turbine dell'impianto idroelettrico.

La portata prelevata ad uso idroelettrico risulta formalmente (legalmente) derivata, tuttavia in pratica rientra tra i deflussi rilasciati, poiché la centrale non sottende tratti di alveo naturale.

Nella documentazione progettuale e soprattutto nel prosieguo del presente capitolo, la portata derivata ad uso idroelettrico è considerata derivata, come previsto dalla normativa in materia.

13.1. Dispositivi di modulazione della portata

La distribuzione delle portate presso l'opera di presa è regolata da dispositivi idraulici di modulazione classificabili in:

- dispositivi di modulazione fissi;
- dispositivi di modulazione mobili.

Un'altra possibile classificazione dei dispositivi di modulazione delle portate in base alla propria funzione è:

- dispositivi di rilascio;
- dispositivi di prelievo irriguo
- dispositivi di prelievo idroelettrico.

Nella pagina che segue sono elencati i dispositivi di modulazione della portata con la classificazione, la descrizione e la regola operativa di funzionamento.

Dispositivo		Tipo	Descrizione	Regola operativa
Dispositivi di rilascio	Passaggi artificiali per l'ittiofauna	Fisso	Lo sbarramento è dotato di due passaggi artificiali per l'ittiofauna del tipo a bacini successivi collegati idraulicamente attraverso fenditure verticali a tutta altezza. I passaggi sono ubicati presso le sponde destra e sinistra orografica in adiacenza alla traversa fluviale. L'alimentazione avviene direttamente dal bacino a monte della traversa fluviale e corrisponde alla portata complessiva di 1,147 m ³ /s, equamente ripartita tra i due dispositivi di risalita in 0,574 m ³ /s.	Il corretto rilascio della portata di competenza di ciascun passaggio artificiale per l'ittiofauna avviene con il carico idraulico ordinario di progetto a monte dello sbarramento pari a 147,87 m s.l.m.. La funzionalità dei passaggi artificiali per l'ittiofauna è garantita fino all'altezza idrometrica massima di progetto di 148,77 m s.l.m., raggiungibile in condizione di abbondante disponibilità idrica nel fiume Tanaro.
	Sbarramento mobile	Mobile	Lo sbarramento è composto da una soglia fissa in cemento armato alla quota di 144,27 m s.l.m. ed un sovrizzo mobile di 3,50 m di altezza. Il dispositivo innalza il coronamento della traversa fino alla soglia di 147,77 m s.l.m.. Lo sbarramento mobile è formato da tre paratoie a ventola azionate attraverso cuscinetti pneumatici. Le paratoie sono larghe rispettivamente, da sinistra verso destra, 27,00 m, 50,00 m e 50,00 m, per uno sviluppo complessivo di 127,00 m.	Lo sbarramento mobile è ordinariamente mantenuto con la sommità alla quota di progetto di 147,77 m s.l.m.. Ciò garantisce il rilascio di una vena idraulica di mascheramento di 10 cm di spessore. Lo sbarramento è mantenuto sollevato fino al raggiungimento della quota idrometrica massima di progetto di 148,77 m s.l.m., corrispondente ad una vena idraulica di 1,00 m al di sopra delle paratoie a ventola. Per disponibilità idriche maggiori, le paratoie sono abbattute per favorire il deflusso della piena. La quota della sommità delle paratoie sollevate, 147,77 m s.l.m., garantisce la priorità di alimentazione dei passaggi artificiali per l'ittiofauna, le cui soglie risultano 1,20 m più basse.
Dispositivo di prelievo irriguo	Paratoia di presa irrigua	Mobile	La derivazione irrigua del canale San Marzano è regolata da una paratoia piana di presa disposta sulla sponda destra del fiume Tanaro, a monte del passaggio artificiale per l'ittiofauna. La paratoia di presa è larga 1,50 m e la soglia di derivazione è realizzata a quota 146,87 m s.l.m.. La paratoia ha un'escursione di 1,00 m, cosicché l'apertura sia limitata alla quota idrometrica ordinaria di progetto a monte dello sbarramento (147,87 m s.l.m.).	La paratoia di presa irrigua è regolata per mantenere il livello idrometrico ordinario di progetto a monte dello sbarramento (147,87 m s.l.m.). Inoltre la paratoia di presa irrigua è regolata per limitare il prelievo del canale San Marzano al deflusso massimo di concessione (attualmente 0,700 m ³ /s), in funzione della portata misurata nello stesso canale. Infine, quando necessario, la paratoia è chiusa per disattivare la derivazione irrigua del canale San Marzano.
Dispositivi di prelievo idroelettrico	Turbine idrauliche principali	Mobile	Ciascuna delle due turbine dell'impianto idroelettrico in progetto è di tipo Kaplan biregolante ad asse orizzontale, con distributore assiale e girante a quattro pale. Ognuna di esse è accoppiata ad un generatore sincrono a magneti indotti custodito nella fossa realizzata a monte della girante. Ogni turbina opera con portate comprese tra 9,000 m ³ /s e 60,000 m ³ /s, con un limite di esercizio complessivo per l'impianto di 120,000 m ³ /s.	Ciascuna turbina è regolata al fine di mantenere il carico idraulico ordinario di progetto a monte dello sbarramento pari a 147,87 m s.l.m.. Esse sono esercite in subordine rispetto alla derivazione irrigua e soprattutto al rilascio del deflusso minimo vitale di base. I meccanismi di regolazione delle macchine idrauliche costituiscono anche i dispositivi di limitazione della portata massima di competenza di ciascuna turbina dell'impianto idroelettrico in progetto. Le turbine sono disattivate per disponibilità idriche nel fiume Tanaro minori di quella che permette la derivazione minima d'esercizio e comunque quando le paratoie a ventola dello sbarramento mobile sono abbattute.

13.2. Dispositivo di limitazione della portata derivata

La limitazione del prelievo irriguo del canale San Marzano è attuata con la paratoia di presa, sulla base della portata della misura della portata derivata.

La limitazione del prelievo idroelettrico è operata dai meccanismi di regolazione delle turbine idrauliche, che sono tarati per impedire il passaggio di una portata maggiore di quella massima di concessione.

I dispositivi sono regolati in continuo in funzione della misura delle portate derivate dalle singole turbine idrauliche.

13.3. Dispositivi di misura della portata

L'impianto è dotato di dispositivi automatici di misura continua della distribuzione delle portate presso l'opera di captazione. In particolare si rilevano le seguenti portate:

- rilasciata;
- derivata irrigua;
- derivata idroelettrica.

La somma delle tre misure corrisponde alla portata disponibile nel fiume a monte delle opere di presa.

La portata rilasciata nel tratto sotteso è misurata in funzione dell'altezza piezometrica della vena idraulica che alimenta i passaggi artificiali per l'ittiofauna e di quella che stramazza sulla soglia dello sbarramento. L'altezza piezometrica è misurata con un sensore idrometrico ad ultrasuoni posto a monte della traversa fluviale in progetto, presso la sponda sinistra orografica.

La portata che defluisce attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna è calcolata con l'utilizzo della formula relativa agli stramazzi rigurgitati, mentre il flusso della vena idraulica sullo sbarramento è definita con l'ausilio dell'espressione degli stramazzi liberi. Durante il normale esercizio, lo sbarramento mobile è completamente sollevato e la geometria è nota.

La portata derivata ad uso irriguo è misurata nel canale irriguo attraverso un sensore ad ultrasuoni installato in una sezione per la quale è ricostruita la scala di deflusso.

La portata valorizzata energeticamente attraverso ciascuna turbina idraulica è determinata con metodo indiretto sulla base dei valori di potenza elettrica ai morsetti del generatore e di salto idraulico. La potenza generata dal gruppo di produzione è misurata attraverso un wattmetro, mentre il salto idraulico è determinato come differenza tra le altezze idrometriche misurate presso l'imbocco e lo scarico della turbina da due idrometri ad immersione.

I sensori di pressione sono installati in tubi camicia aperti sul fondo e verso l'alto al fine di proteggerli da eventuali corpi galleggianti trasportati dalla corrente. L'altezza idrometrica nei bacini di carico è misurata in modo distinto per ciascuna turbina, mentre presso la restituzione è rilevata con un unico sensore ad immersione fissato alla parete compresa tra i due diffusori.

La misura della portata valorizzata energeticamente dalle varie turbine è misurata per via indiretta poiché l'impianto è così compatto che non è possibile individuare una sezione adatta a sistemi di misura basati sul solo livello idrometrico o sul metodo area · velocità.

13.4. Ripartizione della portata

Come specificato al precedente paragrafo 13.1. “Dispositivi di modulazione della portata”, il rilascio del deflusso minimo vitale avviene attraverso i passaggi artificiali per l’ittiofauna e la vena di mascheramento della traversa. La corretta alimentazione dei passaggi artificiali per l’ittiofauna e della vena di mascheramento della traversa (complessivamente 8,500 m³/s, pari al deflusso minimo vitale di base) è assicurata dal mantenimento del carico idrometrico alla quota ordinaria di progetto di 147,87 m s.l.m. a monte dello sbarramento. Il passaggio artificiale per l’ittiofauna e la vena idraulica scenica sono verificati nell’apposito paragrafo 13.5. “Dispositivi di rilascio del deflusso minimo vitale”.

Il carico idraulico a monte della traversa è regolato dalle turbine idrauliche e dalla paratoia di presa irrigua del canale San Marzano.

I dispositivi di rilascio del deflusso minimo vitale sono rappresentati da:

- passaggi artificiali per l’ittiofauna;
- vena di mascheramento della traversa fluviale.

I passaggi artificiali per l’ittiofauna rilasciano una portata costante di 1,147 m³/s, che ottimizza anche la funzione di risalita per i pesci.

La vena sullo sbarramento mobile ha un’altezza costante di 10 cm, che equivale alla portata di rilascio di 7,353 m³/s.

Complessivamente i dispositivi rilasciano la portata di deflusso minimo vitale di base di 8,500 m³/s.

La successiva Tabella 5 riporta la distribuzione della portata in funzione di quella disponibile nel fiume Tanaro.

I simboli utilizzati hanno i seguenti significati:

-	Q_{disp}		portata disponibile;
-	Q_{ril}		portata rilasciata a valle della traversa;
-	Q_{PAI}		portata rilasciata nei passaggio per i pesci;
-	$Q_{min P}$	= 1,055 m ³ /s	portata rilasciata nei passaggi per i pesci con un carico idraulico pari alla massima quota dello sbarramento mobile;
-	Q_{sbarr}		portata rilasciata sullo sbarramento;
-	Q_{irr}		portata derivata dal canale irriguo San Marzano;
-	$Q_{max I}$	= 0,77 m ³ /s	portata massima della concessione irrigua;
-	Q_{idr}		portata derivata dalla centrale idroelettrica;
-	$Q_{min C}$	= 9,000 m ³ /s	portata minima d’esercizio della centrale idroelettrica;
-	$Q_{max C}$	= 120,000 m ³ /s	portata massima d’esercizio della centrale idroelettrica.

Tabella 5: Distribuzione delle portate

Q_{disp}	Q_{ril}	Q_{irr}	Q_{idr}	Regola operativa
$Q_{disp} \leq Q_{min P}$ $Q_{disp} \leq 1,055 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = Q_{disp}$ $0,000 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{ril} \leq 1,055 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{PAI} = Q_{ril}$ $0,000 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{PAI} \leq 1,055 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{sbarr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{irr} = 0$ $Q_{irr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{idr} = 0$ $Q_{idr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Tutta la portata è rilasciata attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna. Lo sbarramento gonfiabile scudato è completamente sollevato (147,77 m s.l.m.). La paratoia di presa irrigua è chiusa. Le turbine dell'impianto idroelettrico sono disattivate.
$Q_{min P} < Q_{disp} \leq DMV$ $1,055 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{disp} \leq 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = Q_{disp}$ $1,055 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{ril} \leq 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$ $1,055 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{PAI} \leq 1,147 \text{ m}^3/\text{s}$ $0,000 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{sbarr} \leq 7,353 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{irr} = 0$ $Q_{irr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{idr} = 0$ $Q_{idr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Tutta la portata è rilasciata attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e la vena idraulica sullo sbarramento mobile. Lo sbarramento gonfiabile scudato è completamente sollevato (147,77 m s.l.m.). La paratoia di presa irrigua è chiusa. Le turbine dell'impianto idroelettrico sono disattivate.
$DMV < Q_{disp} \leq DMV + Q_{max I}$ $8,500 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{disp} \leq 9,200 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = DMV$ $Q_{ril} = 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{PAI} = 1,147 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{ril D} = 7,353 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{irr} = Q_{disp} - DMV$ $0,000 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{irr} \leq 0,700 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{idr} = 0$ $Q_{idr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e la vena idraulica sullo sbarramento mobile è rilasciato il deflusso minimo vitale di base (8,500 m ³ /s). Lo sbarramento gonfiabile scudato è completamente sollevato (147,77 m s.l.m.). La paratoia di presa irrigua è regolata per mantenere il livello idrometrico ordinario di progetto (147,87 m s.l.m.). Le turbine dell'impianto idroelettrico sono disattivate.
$DMV + Q_{max I} < Q_{disp} < DMV + Q_{max I} + Q_{min C}$ $9,200 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{disp} < 18,200 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = Q_{disp} - Q_{max I}$ $8,500 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{ril} < 17,500 \text{ m}^3/\text{s}$ $1,147 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{PAI} < 1,211 \text{ m}^3/\text{s}$ $7,353 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{sbarr} < 16,289 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{irr} = Q_{max I}$ $Q_{irr} = 0,700 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{idr} = 0$ $Q_{idr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	La paratoia di presa irrigua è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione (0,700 m ³ /s). La portata disponibile non derivata ad uso irriguo è rilasciata attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e la vena idraulica sullo sbarramento mobile. Lo sbarramento gonfiabile scudato è completamente sollevato (147,77 m s.l.m.). Le turbine dell'impianto idroelettrico sono disattivate.
$DMV + Q_{max I} + Q_{min C} \leq Q_{disp} \leq DMV + Q_{max I} + Q_{max C}$ $18,200 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{disp} \leq 129,200 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = DMV$ $Q_{ril} = 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{PAI} = 1,147 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{sbarr} = 7,353 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{irr} = Q_{max I}$ $Q_{irr} = 0,700 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{idr} = Q_{disp} - DMV - Q_{max I}$ $Q_{min C} \leq Q_{idr} \leq Q_{max C}$ $9,000 \text{ m}^3/\text{s} \leq Q_{idr} \leq 120,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e la vena idraulica sullo sbarramento mobile è rilasciato il deflusso minimo vitale di base (8,500 m ³ /s). Lo sbarramento gonfiabile scudato è completamente sollevato (147,77 m s.l.m.). La paratoia di presa irrigua è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione (0,700 m ³ /s). Le turbine dell'impianto idroelettrico sono regolate per mantenere il livello idrometrico ordinario di progetto (147,87 m s.l.m.).
$DMV + Q_{max I} + Q_{max C} < Q_{disp} \leq Q_{max T} + Q_{max I} + Q_{max C}$ $129,200 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{disp} \leq 361,442 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = Q_{disp} - Q_{max I} - Q_{max C}$ $8,500 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{ril} \leq 240,742 \text{ m}^3/\text{s}$ $1,147 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{PAI} \leq 1,973 \text{ m}^3/\text{s}$ $7,353 \text{ m}^3/\text{s} < Q_{sbarr} \leq 238,769 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{irr} = Q_{max I}$ $Q_{irr} = 0,700 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{idr} = Q_{max C}$ $Q_{idr} = 120,000 \text{ m}^3/\text{s}$	La paratoia di presa irrigua è regolata per limitare il prelievo alla portata massima di concessione (0,700 m ³ /s). Le turbine dell'impianto idroelettrico sono regolate per limitare il prelievo alla portata massima di concessione (120,000 m ³ /s). La portata disponibile non derivata ad uso irriguo ed idroelettrico è rilasciata attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e la vena idraulica sullo sbarramento mobile. Lo sbarramento gonfiabile scudato è completamente sollevato (147,77 m s.l.m.).
$Q_{disp} > Q_{max T} + Q_{max I} + Q_{max C}$ $Q_{ril} > 361,442 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{ril} = Q_{disp}$ $Q_{ril} > 361,442 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{irr} = 0$ $Q_{irr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	$Q_{idr} = 0$ $Q_{idr} = 0,000 \text{ m}^3/\text{s}$	Lo sbarramento gonfiabile scudato è completamente abbattuto (144,27 m s.l.m.). Tutta la portata è rilasciata sullo sbarramento mobile abbattuto. La paratoia di presa irrigua è chiusa. Le turbine dell'impianto idroelettrico sono disattivate.

13.5. Dispositivi di rilascio del deflusso minimo vitale

Il deflusso minimo vitale è rilasciato attraverso i seguenti dispositivi idraulici:

- passaggi artificiali per l'ittiofauna;
- vena di mascheramento della traversa fluviale.

Il rilascio avviene secondo la gerarchia indicata nel precedente elenco.

13.5.1. *Passaggi artificiali per l'ittiofauna*

La traversa è larga circa 130 m e sul coronamento della stessa è rilasciata una vena idraulica di 10 cm di spessore, corrispondente alla portata complessiva di 7,353 m³/s. Per quanto indicato, secondo le indicazioni del Manuale Regionale "*Linee guida per la progettazione e verifica dei passaggi per pesci*", i punti più attrattivi per l'ittiofauna in risalita sono gli estremi della traversa fluviale.

Per quanto indicato, la portata che completa il deflusso minimo vitale di base è rilasciata attraverso due passaggi artificiali per l'ittiofauna, il cui imbocco di valle corrisponde ai vertici dello sbarramento fluviale.

Attraverso ciascun passaggio artificiale per l'ittiofauna è rilasciata la portata minima di 0,574 m³/s, che assommata alla vena idraulica completa il deflusso minimo vitale di base di 8,500 m³/s.

I due passaggi artificiali per l'ittiofauna sono del tipo a bacini successivi collegati idraulicamente da fenditure verticali a tutta altezza. Le fenditure sono accostate ad una parete del passaggio per l'ittiofauna e sono dotate di un deflettore per evitare che si formi un flusso rettilineo continuo che impedirebbe la risalita dei pesci. La parete divisoria tra le vasche contigue, affianco alla fenditura di passaggio idraulico, è formata da una chiusa metallica inserita in appositi gargami, in modo che possa essere rimossa per semplificare le operazioni di pulizia e di manutenzione.

Ciascuno passaggio è realizzato in cemento armato all'interno delle sponde destra e sinistra del fiume Tanaro ed è coperto con un grigliato metallico che permette l'illuminazione naturale e l'eventuale accesso alla scala di risalita.

Le vasche dei passaggi artificiali per l'ittiofauna sono larghe 2,50 m e generalmente lunghe 3,00 m. Le fenditure sono larghe 0,412 m ed il dislivello tra le vasche è di 0,15 m. Le soglie di imbocco di monte dei passaggi sono realizzate a quota 146,57 m s.l.m., quindi risultano 1,20 m più profonde della quota di massimo sollevamento della traversa mobile. Questa configurazione garantisce la precedenza di funzionamento dei passaggi artificiali per l'ittiofauna rispetto alla vena idraulica di mitigazione della traversa mobile; ovviamente in queste condizioni idrologiche (disponibilità idrica nel fiume minore del deflusso minimo vitale) le derivazioni irrigua ed idroelettrica sono disattivate e tutto il deflusso è rilasciato a valle dello sbarramento.

Il passaggio artificiale per l'ittiofauna è ordinariamente alimentato con un carico idraulico di 147,87 m s.l.m., tuttavia l'efficacia dei dispositivi di risalita è assicurata fino alla portata di abbattimento dello sbarramento mobile, corrispondente ad una quota idrometrica di 148,77 m s.l.m., 0,90 m più elevata della condizione ordinaria. Pertanto ordinariamente nelle vasche dei passaggi artificiali per l'ittiofauna è presente un battente idraulico di 1,30 m, che arriva fino a 2,20 m in condizioni di massima idraulicità di funzionamento.

13.5.2. Verifica delle fenditure

L'espressione per la verifica dei passaggi idraulici rigurgitati è:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h_2 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1} + \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot L \cdot h_1 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1}$$

con

- Q portata;
- $\mu = 0,65$ coefficiente di portata (Schoklitsch);
- $L = 0,412$ m larghezza;
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità;
- $h_1 = 0,15$ m altezza della vena libera;
- h_2 altezza della vena rigurgitata.

La verifica è condotta nelle condizioni ordinaria e di massima idraulicità:

- condizione ordinaria ($h_2 = 1,15$ m)

$$Q = 0,65 \cdot 0,412 \cdot 1,15 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,15} + \frac{2}{3} \cdot 0,65 \cdot 0,412 \cdot 0,15 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,15} = 0,574 \text{ m}^3/\text{s}$$

- condizione di massima idraulicità ($h_2 = 2,05$ m)

$$Q = 0,65 \cdot 0,412 \cdot 2,05 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,15} + \frac{2}{3} \cdot 0,65 \cdot 0,412 \cdot 0,15 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,15} = 0,978 \text{ m}^3/\text{s}$$

13.5.3. Verifica della velocità nei passaggi

La velocità della corrente attraverso un passaggio idraulico è riconducibile a:

$$U = \frac{Q}{\Omega}$$

con:

- U velocità della corrente;
- Q portata;
- Ω superficie idraulica.

Riconducendosi alla geometria delle fenditure indicata in precedenza, la superficie idraulica è pari a:

$$\Omega = L \cdot h$$

Sostituendo i relativi valori nella formula si ottiene:

- condizione ordinaria ($h = 1,30$ m $Q = 0,574$ m³/s)

$$\Omega = L \cdot h_3 = 0,412 \cdot 1,30 = 0,535 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{0,574}{0,535} = 1,07 \text{ m/s}$$

- condizione di massima idraulicità ($h = 2,20$ m $Q = 0,978$ m³/s)

$$\Omega = L \cdot h_3 = 0,412 \cdot 2,20 = 0,905 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{0,987}{0,905} = 1,09 \text{ m/s}$$

La velocità massima nei passaggi idraulici rispetta le prescrizioni.

13.5.4. Verifica della velocità nelle vasche

La velocità della corrente attraverso le vasche è calcolata con la medesima metodologia utilizzate per i passaggi idraulici.

Le vasche dei passaggi artificiali per l'ittiofauna sono larghe 2,50 m, pertanto:

- condizione ordinaria ($h = 1,30 \text{ m}$ $Q = 0,574 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$\Omega = L \cdot h_3 = 2,50 \cdot 1,30 = 3,250 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{0,574}{3,250} = 0,18 \text{ m/s}$$

- condizione di massima idraulicità ($h = 2,20 \text{ m}$ $Q = 0,978 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$\Omega = L \cdot h_3 = 2,50 \cdot 2,20 = 5,500 \text{ m}^2$$

$$U = \frac{0,978}{5,500} = 0,18 \text{ m/s}$$

La velocità massima nelle vasche rispetta le capacità natatorie della fauna ittica presente nel fiume Tanaro presso l'impianto idroelettrico in progetto.

13.5.5. Verifica della dissipazione di energia

La potenza dissipata nelle vasche del passaggio artificiale per l'ittiofauna è calcolata con l'espressione:

$$P = \gamma \cdot Q \cdot \Delta h$$

dove

- P potenza;
- $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- Q portata;
- $\Delta h = 0,15 \text{ m}$ salto idraulico.

Sostituendo i valori si ottiene quindi:

- condizione ordinaria ($Q = 0,574 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$P = 9810 \cdot 0,574 \cdot 0,15 = 844 \text{ W}$$

- condizione di massima idraulicità ($Q = 0,978 \text{ m}^3/\text{s}$)

$$P = 9810 \cdot 0,978 \cdot 0,15 = 1452 \text{ W}$$

Le vasche hanno dimensioni minime di 2,50 m x 3,00 m, pertanto il volume e la potenza specifica dissipata risultano:

- condizione ordinaria ($h = 1,30 \text{ m}$)

$$V = 2,50 \cdot 3,00 \cdot 1,30 = 9,75 \text{ m}^3$$

$$\frac{P}{V} = \frac{844}{9,75} = 87 \text{ W/m}^3$$

- condizione di massima idraulicità ($h = 2,20 \text{ m}$)

$$V = 2,50 \cdot 3,00 \cdot 2,20 = 16,50 \text{ m}^3$$

$$\frac{P}{V} = \frac{1452}{16,50} = 88 \text{ W/m}^3$$

Anche la dissipazione energetica all'interno delle vasche rispetta le capacità natatorie della fauna ittica presente nel fiume Tanaro presso l'impianto idroelettrico in progetto.

13.5.6. Comportamento idraulico dei passaggi nelle varie condizioni idrologiche

La Tabella 6 e la Tabella 7 che seguono riporta i dati di funzionamento del passaggio artificiale per l'ittiofauna nelle varie condizioni idrologiche della curva di durata delle portate disponibili nel fiume Tanaro nell'anno idrologico medio.

Tabella 6: Portata nei passaggi artificiali per l'ittiofauna

Durata (gg)	Q _{disp} (m ³ /s)	H _w (m s.l.m.)	h _w (m)	h ₁ (m)	h ₂ (m)	Q _{PAI} (m ³ /s)
10	247,295	148,423	1,853	0,150	1,703	0,827
30	166,069	148,099	1,529	0,150	1,379	0,679
60	117,842	147,870	1,300	0,150	1,150	0,574
91	89,673	147,870	1,300	0,150	1,150	0,574
135	66,218	147,870	1,300	0,150	1,150	0,574
182	50,820	147,870	1,300	0,150	1,150	0,574
274	28,970	147,870	1,300	0,150	1,150	0,574
355	10,002	147,883	1,313	0,150	1,163	0,580

Tabella 7: Moto idraulico nei passaggi artificiali per l'ittiofauna

Durata (gg)	h _w (m)	Q _{PAI} (m ³ /s)	Ω _{passaggio} (m ²)	U _{passaggio} (m/s)	Ω _{vasca} (m ²)	U _{vasca} (m/s)	P (W)	V (m ³)	P / V (W/m ³)
10	1,853	0,827	0,762	1,08	4,632	0,18	1217	13,90	88
30	1,529	0,679	0,629	1,08	3,823	0,18	999	11,47	87
60	1,300	0,574	0,535	1,07	3,250	0,18	844	9,75	87
91	1,300	0,574	0,535	1,07	3,250	0,18	844	9,75	87
135	1,300	0,574	0,535	1,07	3,250	0,18	844	9,75	87
182	1,300	0,574	0,535	1,07	3,250	0,18	844	9,75	87
274	1,300	0,574	0,535	1,07	3,250	0,18	844	9,75	87
355	1,313	0,580	0,540	1,07	3,282	0,18	853	9,85	87

13.5.7. Vena idraulica di mascheramento dello sbarramento mobile

Il progetto prevede il rilascio di una vena idraulica di mascheramento dello sbarramento gonfiabile dello spessore minimo di 10 cm.

La vena è rilasciata su tutta la lunghezza della traversa mobile.

Lo sbarramento mobile è composto da tre paratoie a ventola ordinariamente sollevate alla quota di 147,77 m s.l.m..

Ciascuna paratoia a ventola forma uno stramazzo rettangolare, la cui larghezza è pari rispettivamente a 27 m, 50 m e 50 m. Pertanto la soglia è complessivamente larga 127 m.

La verifica della portata della vena idraulica di mascheramento della traversa mobile è svolta con l'espressione:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

con

- Q portata;
- $\mu = 0,62$ coefficiente di portata;
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità;
- $L = 127,00 \text{ m}$ larghezza alla base;
- $h = 0,10 \text{ m}$ altezza della vena rigurgitata.

Sostituendo i dati nella formula si ottiene:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot 0,62 \cdot 127,00 \cdot \sqrt{2g} \cdot 0,10^{3/2} = 7,353 \text{ m}^3/\text{s}$$

Il rilascio complessivo della vena di mascheramento della traversa gonfiabile e dei due passaggi artificiali per l'ittiofauna (quello in destra e quello in sinistra) assommano a:

$$Q = 0,574 + 7,353 + 0,574 = 8,500 \text{ m}^3/\text{s}$$

14. SALTO IDRAULICO

14.1. Quota idrometrica a monte

A monte dello sbarramento, il livello idraulico è mantenuto alla quota di progetto di 147,87 m s.l.m. fino alla portata disponibile di 128,500 m³/s, corrispondente alla somma dei rilasci ordinari dei passaggi per l'ittiofauna (0,487 m³/s ciascuno) e della vena idraulica sullo sbarramento mobile (7,527 m³/s) e della portata massima di esercizio delle turbine idrauliche (60,000 m³/s ciascuna).

Per deflussi maggiori, lo sbarramento è mantenuto sollevato fino al raggiungimento dell'altezza idrometrica di 148,77 m s.l.m., corrispondente ad una portata complessiva disponibile di 366,070 m³/s. Qualora la portata disponibile comportasse una quota idrometrica maggiore a 148,77 m s.l.m., lo sbarramento mobile è abbattuto completamente ed entrambe le turbine idrauliche dell'impianto idroelettrico sono disattivate.

Di seguito si procede alla definizione delle altezze idrometriche nei bacini di carico delle due turbine idrauliche.

14.1.1. Metodo di calcolo

Dapprima è necessario stabilire la quota piezometrica a monte dello sbarramento in funzione della portata rilasciata.

La portata di alimentazione delle due turbine subisce una filtrazione grossolana attraverso il paratronchi, posto in corrispondenza della soglia di presa. Infine ciascuna macchina idraulica è munita di una griglia per la pulizia fine della portata. Pertanto è necessario tenere in considerazione le seguenti perdite di carico concentrate:

- paratronchi;
- soglia di presa;
- griglia (indipendente per ciascuna turbina).

Le perdite di carico distribuite sono invece trascurabili rispetto a quelle concentrate e pertanto non sono quantificate.

14.1.2. Quota piezometrica nel bacino a monte dello sbarramento

La quota piezometrica della corrente nel bacino a monte dello sbarramento è definita sulla base della portata rilasciata attraverso i passaggi artificiali per l'ittiofauna e la vena idraulica sullo sbarramento, sia sulle paratoie a ventola sia sui piloni intermedi.

Le formule utilizzate sono quelle riportate nel paragrafo di verifica: 13.5. "Dispositivi di rilascio del deflusso minimo vitale".

La portata di ciascun passaggio artificiali per l'ittiofauna è regolata dalle fenditure verticali che collegano le vasche successive, riconducibili idraulicamente a stramazzi rigurgitati:

$$Q = \mu \cdot L \cdot h_2 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1} + \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot L \cdot h_1 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1}$$

con

- Q portata;
- $\mu = 0,65$ coefficiente di portata (Schoklitsch);
- $L = 0,412$ m larghezza;
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità;
- $h_1 = 0,15$ m altezza della vena libera;
- $h_2 = h - h_1$ altezza della vena rigurgitata;
- $h = H_w - H_s$ altezza totale della vena idraulica;
- H_w quota idrometrica;
- $H_s = 146,77$ m s.l.m. quota della soglia del passaggio per l'ittiofauna.

La portata che defluisce attraverso la vena idraulica sullo sbarramento (sia la parte mobile sia quella fissa) è regolata dall'espressione degli stramazzi liberi:

$$Q_1 = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot L \cdot \sqrt{2g} \cdot h^{3/2}$$

dove

- $Q_1 = Q_2$ portata della vena su ognuna delle strutture gonfiabili
- $\mu = 0,62$ coefficiente di portata
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità
- L larghezza dello stramazzo
 - $L = 127,00$ m larghezza delle paratoie
 - $L = 4,00$ m larghezza delle pile
- $h = H_w - H_s$ altezza della vena idraulica
- H_w quota idrometrica
- H_s quota della soglia
 - $H_s = 147,77$ m s.l.m. quota della soglia mobile
 - $H_s = 147,87$ m s.l.m. quota della soglia fissa

Nell'eventualità che lo sbarramento mobile sia abbattuto, la quota della soglia mobile si abbassa di 3,50 m a 144,27 m s.l.m..

Svolgendo il calcolo per tutti i valori della curva di durata della portata rilasciata si ottengono i livelli idrometrici riassunti nella successiva Tabella 8.

Tabella 8: Quote idrometriche nel bacino a monte dello sbarramento mobile

D (gg)	H (m s.l.m.)														
1	149,83	51	147,87	101	147,87	151	147,87	201	147,87	251	147,87	301	147,87	351	147,89
2	149,53	52	147,87	102	147,87	152	147,87	202	147,87	252	147,87	302	147,87	352	147,89
3	149,34	53	147,87	103	147,87	153	147,87	203	147,87	253	147,87	303	147,87	353	147,89
4	149,15	54	147,87	104	147,87	154	147,87	204	147,87	254	147,87	304	147,87	354	147,89
5	148,74	55	147,87	105	147,87	155	147,87	205	147,87	255	147,87	305	147,87	355	147,88
6	148,68	56	147,87	106	147,87	156	147,87	206	147,87	256	147,87	306	147,87	356	147,88
7	148,61	57	147,87	107	147,87	157	147,87	207	147,87	257	147,87	307	147,87	357	147,88
8	148,53	58	147,87	108	147,87	158	147,87	208	147,87	258	147,87	308	147,87	358	147,88
9	148,47	59	147,87	109	147,87	159	147,87	209	147,87	259	147,87	309	147,87	359	147,87
10	148,42	60	147,87	110	147,87	160	147,87	210	147,87	260	147,87	310	147,87	360	147,87
11	148,39	61	147,87	111	147,87	161	147,87	211	147,87	261	147,87	311	147,87	361	147,87
12	148,37	62	147,87	112	147,87	162	147,87	212	147,87	262	147,87	312	147,87	362	147,87
13	148,35	63	147,87	113	147,87	163	147,87	213	147,87	263	147,87	313	147,87	363	147,87
14	148,33	64	147,87	114	147,87	164	147,87	214	147,87	264	147,87	314	147,87	364	147,86
15	148,31	65	147,87	115	147,87	165	147,87	215	147,87	265	147,87	315	147,87	365	147,86
16	148,29	66	147,87	116	147,87	166	147,87	216	147,87	266	147,87	316	147,87		
17	148,28	67	147,87	117	147,87	167	147,87	217	147,87	267	147,87	317	147,87		
18	148,26	68	147,87	118	147,87	168	147,87	218	147,87	268	147,87	318	147,87		
19	148,25	69	147,87	119	147,87	169	147,87	219	147,87	269	147,87	319	147,87		
20	148,23	70	147,87	120	147,87	170	147,87	220	147,87	270	147,87	320	147,94		
21	148,22	71	147,87	121	147,87	171	147,87	221	147,87	271	147,87	321	147,94		
22	148,20	72	147,87	122	147,87	172	147,87	222	147,87	272	147,87	322	147,93		
23	148,18	73	147,87	123	147,87	173	147,87	223	147,87	273	147,87	323	147,93		
24	148,17	74	147,87	124	147,87	174	147,87	224	147,87	274	147,87	324	147,93		
25	148,15	75	147,87	125	147,87	175	147,87	225	147,87	275	147,87	325	147,93		
26	148,15	76	147,87	126	147,87	176	147,87	226	147,87	276	147,87	326	147,93		
27	148,14	77	147,87	127	147,87	177	147,87	227	147,87	277	147,87	327	147,93		
28	148,12	78	147,87	128	147,87	178	147,87	228	147,87	278	147,87	328	147,92		
29	148,11	79	147,87	129	147,87	179	147,87	229	147,87	279	147,87	329	147,92		
30	148,10	80	147,87	130	147,87	180	147,87	230	147,87	280	147,87	330	147,92		
31	148,09	81	147,87	131	147,87	181	147,87	231	147,87	281	147,87	331	147,92		
32	148,08	82	147,87	132	147,87	182	147,87	232	147,87	282	147,87	332	147,92		
33	148,07	83	147,87	133	147,87	183	147,87	233	147,87	283	147,87	333	147,92		
34	148,06	84	147,87	134	147,87	184	147,87	234	147,87	284	147,87	334	147,91		
35	148,05	85	147,87	135	147,87	185	147,87	235	147,87	285	147,87	335	147,91		
36	148,04	86	147,87	136	147,87	186	147,87	236	147,87	286	147,87	336	147,91		
37	148,03	87	147,87	137	147,87	187	147,87	237	147,87	287	147,87	337	147,91		
38	148,03	88	147,87	138	147,87	188	147,87	238	147,87	288	147,87	338	147,91		
39	148,01	89	147,87	139	147,87	189	147,87	239	147,87	289	147,87	339	147,91		
40	148,00	90	147,87	140	147,87	190	147,87	240	147,87	290	147,87	340	147,91		
41	147,99	91	147,87	141	147,87	191	147,87	241	147,87	291	147,87	341	147,90		
42	147,97	92	147,87	142	147,87	192	147,87	242	147,87	292	147,87	342	147,90		
43	147,96	93	147,87	143	147,87	193	147,87	243	147,87	293	147,87	343	147,90		
44	147,94	94	147,87	144	147,87	194	147,87	244	147,87	294	147,87	344	147,90		
45	147,93	95	147,87	145	147,87	195	147,87	245	147,87	295	147,87	345	147,90		
46	147,92	96	147,87	146	147,87	196	147,87	246	147,87	296	147,87	346	147,90		
47	147,91	97	147,87	147	147,87	197	147,87	247	147,87	297	147,87	347	147,90		
48	147,89	98	147,87	148	147,87	198	147,87	248	147,87	298	147,87	348	147,90		
49	147,88	99	147,87	149	147,87	199	147,87	249	147,87	299	147,87	349	147,89		
50	147,88	100	147,87	150	147,87	200	147,87	250	147,87	300	147,87	350	147,89		

14.1.3. Quota idrometrica nei bacini di carico

Come indicato in precedenza, la quota idrometrica nei bacini di carico della centrale idroelettrica in progetto dipende dalle perdite di carico idraulico localizzate presso:

- paratronchi;
- soglia di presa;
- griglia (indipendente per ciascuna turbina).

Paratronchi

La perdita di carico localizzata presso il paratronchi è calcolata attraverso la relazione di Kirschmer.

La perdita di carico in corrispondenza della griglia è:

$$\Delta H = \xi \cdot \frac{U_1^2}{2g}$$

dove

- ΔH perdita di carico localizzata;
- ξ coefficiente di forma;
- U_1 velocità della corrente a monte del paratronchi;
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità.

Il coefficiente di forma è definito dall'espressione:

$$\xi = k_1 \cdot \left(\frac{s}{d} \right)^{4/3} \cdot \text{sen } \vartheta$$

in cui

- $k_1 = 1,79$ coefficiente (per barre circolari);
- $s = 0,05 \text{ m}$ larghezza dell'asta;
- $d = 0,35 \text{ m}$ distanza netta tra le aste;
- $\vartheta = 90^\circ$ inclinazione delle aste rispetto l'orizzontale.

Sostituendo i valori si ottiene:

$$\xi = 1,79 \cdot \left(\frac{0,05}{0,35} \right)^{4/3} \cdot \text{sen } 90^\circ = 0,13$$

La velocità della corrente a monte della griglia è:

$$U_1 = \frac{Q}{\Omega_1} = \frac{Q}{L \cdot h_1}$$

$$h_1 = H_1 - H_f$$

con

- U_1 velocità della corrente a monte;
- Q portata;
- $L = 30,00 \text{ m}$ larghezza della griglia;
- h_1 altezza piezometrica;
- H_1 quota piezometrica a monte dello sbarramento;
- $H_f = 144,27 \text{ m s.l.m.}$ quota del fondo;

Soglia di presa

La soglia di presa è schematizzata idraulicamente come uno stramazzo rigurgitato, che è governato dall'espressione:

$$Q = L \cdot \left(\mu_1 \cdot h_2 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1} + \frac{2}{3} \cdot \mu_2 \cdot h_1 \cdot \sqrt{2g \cdot h_1} \right)$$

con:

- Q portata;
- $L = 30,00$ m larghezza;
- $\mu_1 = \mu_2 = 0,65$ coefficiente di portata (Schoklitsch);
- h_1 altezza della vena libera (perdita di carico);
- $h_2 = h - h_1$ altezza della vena rigurgitata;
- $h = H_1 - H_f$ altezza idrometrica a monte;
- H_1 quota piezometrica a valle del paratronchi;
- $H_f = 144,27$ m s.l.m. quota della soglia;
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità.

La soluzione di questa equazione è raggiunta per via iterativa.

Griglia di pulizia

La perdita di carico localizzata presso la griglia di pulizia è calcolata attraverso la relazione di Kirschmer, come per il paratronchi:

$$\Delta H = \xi \cdot \frac{U_1^2}{2g}$$

Il coefficiente di forma è definito dall'espressione:

$$\xi = k_1 \cdot \left(\frac{s}{d} \right)^{4/3} \cdot \text{sen } \vartheta$$

in cui

- $k_1 = 2,42$ coefficiente (per facce squadrate);
- $s = 0,008$ m larghezza dell'asta;
- $d = 0,042$ m distanza netta tra le aste;
- $\theta = 72^\circ$ inclinazione delle aste rispetto l'orizzontale.

Sostituendo i valori si ottiene:

$$\xi = 2,42 \cdot \left(\frac{0,008}{0,042} \right)^{4/3} \cdot \text{sen } 72^\circ = 0,25$$

Tabella 9: Curve di durata della portata valorizzata energeticamente dalla singola turbina (m³/s)

D (gg)	Q (m ³ /s)														
1	0,000	51	59,967	101	37,352	151	52,315	201	37,891	251	25,641	301	13,721	351	0,000
2	0,000	52	59,370	102	37,129	152	52,088	202	37,595	252	25,479	302	13,562	352	0,000
3	0,000	53	58,999	103	36,818	153	51,717	203	37,363	253	25,259	303	13,384	353	0,000
4	0,000	54	58,228	104	36,476	154	51,259	204	37,207	254	25,073	304	13,096	354	0,000
5	60,000	55	57,651	105	36,155	155	50,935	205	36,946	255	24,917	305	12,843	355	0,000
6	60,000	56	57,074	106	35,784	156	50,581	206	36,726	256	24,633	306	12,692	356	0,000
7	60,000	57	56,112	107	35,485	157	50,257	207	36,523	257	24,488	307	12,464	357	0,000
8	60,000	58	55,787	108	35,215	158	50,019	208	36,239	258	24,134	308	12,143	358	0,000
9	60,000	59	55,155	109	34,960	159	49,654	209	35,897	259	23,763	309	11,927	359	0,000
10	60,000	60	54,671	110	34,656	160	49,335	210	35,642	260	23,624	310	11,667	360	0,000
11	60,000	61	54,091	111	34,175	161	48,906	211	35,474	261	23,334	311	11,479	361	0,000
12	60,000	62	53,297	112	33,897	162	48,541	212	35,253	262	23,073	312	11,097	362	0,000
13	60,000	63	52,761	113	33,546	163	48,054	213	35,079	263	22,847	313	10,851	363	0,000
14	60,000	64	52,280	114	33,320	164	47,642	214	34,876	264	22,627	314	10,578	364	0,000
15	60,000	65	51,703	115	33,076	165	47,358	215	34,633	265	22,488	315	10,239	365	0,000
16	60,000	66	50,816	116	32,914	166	46,964	216	34,355	266	22,296	316	9,889		
17	60,000	67	50,346	117	32,537	167	46,836	217	34,036	267	21,995	317	9,584		
18	60,000	68	49,798	118	32,305	168	46,581	218	33,868	268	21,694	318	9,255		
19	60,000	69	49,268	119	31,928	169	46,222	219	33,497	269	21,525	319	9,012		
20	60,000	70	48,488	120	31,804	170	45,897	220	33,294	270	21,299	320	0,000		
21	60,000	71	47,998	121	31,705	171	45,584	221	33,021	271	21,201	321	0,000		
22	60,000	72	47,523	122	31,488	172	45,225	222	32,807	272	21,005	322	0,000		
23	60,000	73	47,172	123	31,230	173	45,004	223	32,650	273	20,642	323	0,000		
24	60,000	74	46,801	124	30,978	174	44,714	224	32,331	274	20,470	324	0,000		
25	60,000	75	46,378	125	30,844	175	44,419	225	31,897	275	20,165	325	0,000		
26	60,000	76	46,053	126	30,705	176	44,111	226	31,607	276	19,979	326	0,000		
27	60,000	77	45,769	127	30,453	177	43,752	227	31,404	277	19,660	327	0,000		
28	60,000	78	45,419	128	30,285	178	43,520	228	31,137	278	19,473	328	0,000		
29	60,000	79	44,894	129	30,091	179	43,056	229	30,911	279	19,249	329	0,000		
30	60,000	80	44,477	130	29,793	180	42,888	230	30,581	280	19,061	330	0,000		
31	60,000	81	44,161	131	29,474	181	42,506	231	30,117	281	18,845	331	0,000		
32	60,000	82	43,772	132	29,051	182	42,320	232	29,920	282	18,709	332	0,000		
33	60,000	83	43,482	133	28,552	183	42,094	233	29,607	283	18,464	333	0,000		
34	60,000	84	43,135	134	28,100	184	41,793	234	29,346	284	18,225	334	0,000		
35	60,000	85	42,717	135	27,718	185	41,549	235	29,102	285	18,038	335	0,000		
36	60,000	86	42,181	136	27,312	186	41,393	236	28,934	286	17,740	336	0,000		
37	60,000	87	41,801	137	26,970	187	41,166	237	28,726	287	17,572	337	0,000		
38	60,000	88	41,517	138	26,506	188	40,877	238	28,523	288	17,327	338	0,000		
39	60,000	89	41,288	139	26,176	189	40,552	239	28,372	289	17,096	339	0,000		
40	60,000	90	40,885	140	25,932	190	40,326	240	28,117	290	16,881	340	0,000		
41	60,000	91	40,587	141	25,648	191	40,094	241	27,868	291	16,632	341	0,000		
42	60,000	92	40,340	142	25,335	192	39,816	242	27,705	292	16,300	342	0,000		
43	60,000	93	40,016	143	25,068	193	39,682	243	27,520	293	16,126	343	0,000		
44	60,000	94	39,647	144	24,674	194	39,532	244	27,230	294	15,874	344	0,000		
45	60,000	95	39,314	145	24,361	195	39,358	245	27,027	295	15,726	345	0,000		
46	60,000	96	39,027	146	24,152	196	39,207	246	26,841	296	15,375	346	0,000		
47	60,000	97	38,755	147	23,903	197	38,992	247	26,650	297	15,114	347	0,000		
48	60,000	98	38,529	148	23,509	198	38,546	248	26,331	298	14,681	348	0,000		
49	60,000	99	38,105	149	23,115	199	38,250	249	26,007	299	14,350	349	0,000		
50	60,000	100	37,821	150	22,744	200	38,071	250	25,810	300	14,056	350	0,000		

14.1.4. Risultati

L'analisi dell'altezza idrometrica nei bacini di carico delle turbine dell'impianto idroelettrico in progetto è condotta con le seguenti portate:

- portata massima della singola turbina;
- portata massima dell'impianto;
- curva di durata delle portate.

Portata massima della singola turbina

Con la portata massima d'esercizio della singola turbina, pari a 60,000 m³/s, si ottiene una perdita di carico presso la soglia di presa pari a 0,038 m.

Sostituendo i valori nelle espressioni indicate sia per la soglia di presa sia per la griglia di pulizia si ottiene:

- paratronchi

$$h_1 = 147,870 - 144,270 = 3,600 \text{ m}$$

$$U_1 = \frac{60,000}{30,00 \cdot 3,600} = 0,56 \text{ m/s}$$

$$\Delta H = 0,13 \cdot \frac{0,56^2}{2g} = 0,002 \text{ m}$$

$$H_2 = 147,870 - 0,002 = 147,868 \text{ m s.l.m.}$$

- presa

$$h = 147,868 - 144,270 = 3,598 \text{ m}$$

$$h_2 = 3,598 - 0,038 = 3,560 \text{ m}$$

$$Q = 30,00 \cdot \left(0,65 \cdot 3,560 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,038} + \frac{2}{3} \cdot 0,65 \cdot 0,038 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,038} \right) = 60,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_2 = 147,868 - 0,038 = 147,830 \text{ m s.l.m.}$$

- griglia di pulizia

$$h_1 = 147,830 - 143,17 = 4,660 \text{ m}$$

$$U_1 = \frac{60,000}{9,00 \cdot 4,660} = 1,43 \text{ m/s}$$

$$\Delta H = 0,25 \cdot \frac{1,43^2}{2g} = 0,026 \text{ m}$$

$$H_2 = 147,830 - 0,026 = 147,804 \text{ m s.l.m.}$$

Portata massima dell'impianto

Con la portata massima d'esercizio dell'impianto, pari a 120,000 m³/s, si ottiene una perdita di carico presso la soglia di presa pari a 0,154 m.

Sostituendo i valori nelle espressioni indicate sia per la soglia di presa sia per la griglia di pulizia si ottiene:

- paratronchi

$$h_1 = 147,870 - 144,270 = 3,600 \text{ m}$$

$$U_1 = \frac{120,000}{30,00 \cdot 3,600} = 1,11 \text{ m/s}$$

$$\Delta H = 0,13 \cdot \frac{1,11^2}{2g} = 0,008 \text{ m}$$

$$H_2 = 147,870 - 0,008 = 147,862 \text{ m s.l.m.}$$

- presa

$$h = 147,862 - 144,270 = 3,592 \text{ m}$$

$$h_2 = 3,592 - 0,154 = 3,438 \text{ m}$$

$$Q = 30,00 \cdot \left(0,65 \cdot 3,438 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,154} + \frac{2}{3} \cdot 0,65 \cdot 0,154 \cdot \sqrt{2g \cdot 0,154} \right) = 120,000 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$H_2 = 147,862 - 0,154 = 147,708 \text{ m s.l.m.}$$

- griglia di pulizia

$$h_1 = 147,708 - 143,17 = 4,538 \text{ m}$$

$$U_1 = \frac{60,000}{9,00 \cdot 4,538} = 1,47 \text{ m/s}$$

$$\Delta H = 0,25 \cdot \frac{1,47^2}{2g} = 0,028 \text{ m}$$

$$H_2 = 147,708 - 0,028 = 147,680 \text{ m s.l.m.}$$

Curva di durata delle portate

La successiva Tabella 10 riporta i valori di quota idrometrica calcolati nel bacino di carico dell'impianto principale per ciascun valore della curva di durata delle portate derivabili nell'anno idrologico medio.

Tabella 10: Quote idrometriche nel bacino di carico nell'anno idrologico medio

D (gg)	H (m s.l.m.)														
1	149,83	51	147,68	101	147,80	151	147,82	201	147,84	251	147,86	301	147,87	351	147,89
2	149,53	52	147,68	102	147,80	152	147,82	202	147,84	252	147,86	302	147,87	352	147,89
3	149,34	53	147,69	103	147,80	153	147,82	203	147,84	253	147,86	303	147,87	353	147,89
4	149,15	54	147,69	104	147,80	154	147,82	204	147,84	254	147,86	304	147,87	354	147,89
5	148,62	55	147,69	105	147,80	155	147,82	205	147,85	255	147,86	305	147,87	355	147,88
6	148,55	56	147,70	106	147,80	156	147,82	206	147,85	256	147,86	306	147,87	356	147,88
7	148,48	57	147,70	107	147,81	157	147,82	207	147,85	257	147,86	307	147,87	357	147,88
8	148,40	58	147,71	108	147,81	158	147,82	208	147,85	258	147,86	308	147,87	358	147,88
9	148,33	59	147,71	109	147,81	159	147,82	209	147,85	259	147,86	309	147,87	359	147,87
10	148,28	60	147,71	110	147,81	160	147,83	210	147,85	260	147,86	310	147,87	360	147,87
11	148,25	61	147,72	111	147,81	161	147,83	211	147,85	261	147,86	311	147,87	361	147,87
12	148,23	62	147,72	112	147,81	162	147,83	212	147,85	262	147,86	312	147,87	362	147,87
13	148,20	63	147,72	113	147,81	163	147,83	213	147,85	263	147,86	313	147,87	363	147,87
14	148,18	64	147,73	114	147,81	164	147,83	214	147,85	264	147,86	314	147,87	364	147,86
15	148,16	65	147,73	115	147,81	165	147,83	215	147,85	265	147,86	315	147,87	365	147,86
16	148,14	66	147,74	116	147,81	166	147,83	216	147,85	266	147,86	316	147,87		
17	148,12	67	147,74	117	147,82	167	147,83	217	147,85	267	147,86	317	147,87		
18	148,10	68	147,74	118	147,82	168	147,83	218	147,85	268	147,86	318	147,87		
19	148,09	69	147,74	119	147,82	169	147,83	219	147,85	269	147,86	319	147,87		
20	148,07	70	147,75	120	147,82	170	147,83	220	147,85	270	147,86	320	147,94		
21	148,06	71	147,75	121	147,82	171	147,83	221	147,85	271	147,86	321	147,94		
22	148,04	72	147,75	122	147,82	172	147,83	222	147,85	272	147,86	322	147,93		
23	148,02	73	147,75	123	147,82	173	147,83	223	147,85	273	147,86	323	147,93		
24	148,00	74	147,76	124	147,82	174	147,83	224	147,85	274	147,86	324	147,93		
25	147,99	75	147,76	125	147,82	175	147,83	225	147,85	275	147,86	325	147,93		
26	147,98	76	147,76	126	147,82	176	147,83	226	147,85	276	147,86	326	147,93		
27	147,97	77	147,76	127	147,82	177	147,84	227	147,85	277	147,86	327	147,93		
28	147,96	78	147,76	128	147,82	178	147,84	228	147,85	278	147,86	328	147,92		
29	147,95	79	147,77	129	147,82	179	147,84	229	147,85	279	147,86	329	147,92		
30	147,93	80	147,77	130	147,80	180	147,84	230	147,85	280	147,86	330	147,92		
31	147,92	81	147,77	131	147,81	181	147,84	231	147,85	281	147,86	331	147,92		
32	147,91	82	147,77	132	147,81	182	147,84	232	147,85	282	147,86	332	147,92		
33	147,90	83	147,77	133	147,81	183	147,84	233	147,85	283	147,86	333	147,92		
34	147,89	84	147,77	134	147,81	184	147,84	234	147,85	284	147,86	334	147,91		
35	147,87	85	147,78	135	147,81	185	147,84	235	147,85	285	147,86	335	147,91		
36	147,86	86	147,78	136	147,81	186	147,84	236	147,85	286	147,86	336	147,91		
37	147,86	87	147,78	137	147,81	187	147,84	237	147,86	287	147,86	337	147,91		
38	147,85	88	147,78	138	147,81	188	147,84	238	147,86	288	147,86	338	147,91		
39	147,84	89	147,78	139	147,81	189	147,84	239	147,86	289	147,86	339	147,91		
40	147,83	90	147,78	140	147,81	190	147,84	240	147,86	290	147,86	340	147,91		
41	147,82	91	147,78	141	147,81	191	147,84	241	147,86	291	147,86	341	147,90		
42	147,79	92	147,79	142	147,81	192	147,84	242	147,86	292	147,87	342	147,90		
43	147,78	93	147,79	143	147,81	193	147,84	243	147,86	293	147,87	343	147,90		
44	147,76	94	147,79	144	147,82	194	147,84	244	147,86	294	147,87	344	147,90		
45	147,75	95	147,79	145	147,82	195	147,84	245	147,86	295	147,87	345	147,90		
46	147,74	96	147,79	146	147,82	196	147,84	246	147,86	296	147,87	346	147,90		
47	147,73	97	147,79	147	147,82	197	147,84	247	147,86	297	147,87	347	147,90		
48	147,71	98	147,79	148	147,82	198	147,84	248	147,86	298	147,87	348	147,90		
49	147,69	99	147,80	149	147,82	199	147,84	249	147,86	299	147,87	349	147,89		
50	147,69	100	147,80	150	147,82	200	147,84	250	147,86	300	147,87	350	147,89		

14.2. Quota idrometrica a valle

Il calcolo della quota idrometrica a valle delle turbine idrauliche è svolto con metodo numerico attraverso il codice di calcolo informatico Hec-Ras. Il modello idraulico è quello utilizzato per le verifiche del fiume Dora Riparia contenute nell'elaborato progettuale 4 "Relazione di compatibilità idraulica".

L'altezza idrometrica a valle delle turbine è considerata coincidente con quella presente nella sezione 25, che intercetta lo spigolo di monte dello scarico dell'impianto idroelettrico in progetto.

Considerando il rilascio minimo pari al deflusso minimo vitale di base (8,500 m³/s) con la portata massima di esercizio si ottengono i seguenti livelli idrometrici:

- singola turbina
 $Q_{disp} = 68,500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{der} = 60,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_w = 142,79 \text{ m s.l.m.}$
- impianto complessivo
 $Q_{disp} = 128,500 \text{ m}^3/\text{s}$ $Q_{der} = 120,000 \text{ m}^3/\text{s}$ $H_w = 143,17 \text{ m s.l.m.}$

Nella condizione di deflusso medio annuo del fiume Tanaro ($Q_{med a} = 73,278 \text{ m}^3/\text{s}$), il livello idrometrico nella sezione di scarico in progetto è pari a 142,82 m s.l.m..

La successiva Tabella 11 riporta i valori di quota idrometrica calcolati presso gli scarichi delle turbine per ciascun valore della curva di durata delle portate derivabili nell'anno idrologico medio.

Tabella 11: Quote idrometriche presso lo scarico delle turbine

D (gg)	H (m s.l.m.)														
1	145,25	51	143,17	101	142,89	151	142,74	201	142,65	251	142,58	301	142,51	351	142,40
2	144,84	52	143,16	102	142,89	152	142,74	202	142,65	252	142,58	302	142,51	352	142,40
3	144,58	53	143,16	103	142,89	153	142,73	203	142,65	253	142,57	303	142,51	353	142,40
4	144,30	54	143,15	104	142,88	154	142,73	204	142,64	254	142,57	304	142,50	354	142,39
5	144,17	55	143,15	105	142,88	155	142,73	205	142,64	255	142,57	305	142,50	355	142,39
6	144,08	56	143,14	106	142,87	156	142,73	206	142,64	256	142,57	306	142,50	356	142,38
7	144,00	57	143,13	107	142,87	157	142,73	207	142,64	257	142,57	307	142,50	357	142,38
8	143,90	58	143,13	108	142,87	158	142,72	208	142,64	258	142,57	308	142,49	358	142,37
9	143,82	59	143,12	109	142,86	159	142,72	209	142,64	259	142,57	309	142,49	359	142,37
10	143,76	60	143,12	110	142,86	160	142,72	210	142,63	260	142,57	310	142,49	360	142,36
11	143,72	61	143,11	111	142,85	161	142,72	211	142,63	261	142,56	311	142,49	361	142,36
12	143,70	62	143,10	112	142,85	162	142,71	212	142,63	262	142,56	312	142,49	362	142,36
13	143,66	63	143,10	113	142,84	163	142,71	213	142,63	263	142,56	313	142,48	363	142,30
14	143,63	64	143,09	114	142,84	164	142,71	214	142,63	264	142,56	314	142,48	364	142,28
15	143,60	65	143,09	115	142,84	165	142,71	215	142,63	265	142,56	315	142,48	365	142,26
16	143,58	66	143,07	116	142,84	166	142,70	216	142,63	266	142,56	316	142,48		
17	143,56	67	143,06	117	142,83	167	142,70	217	142,63	267	142,56	317	142,48		
18	143,54	68	143,06	118	142,83	168	142,70	218	142,62	268	142,56	318	142,47		
19	143,52	69	143,05	119	142,82	169	142,70	219	142,62	269	142,55	319	142,47		
20	143,50	70	143,04	120	142,82	170	142,70	220	142,62	270	142,55	320	142,47		
21	143,49	71	143,04	121	142,82	171	142,70	221	142,62	271	142,55	321	142,47		
22	143,46	72	143,03	122	142,82	172	142,69	222	142,62	272	142,55	322	142,46		
23	143,44	73	143,03	123	142,81	173	142,69	223	142,62	273	142,55	323	142,46		
24	143,43	74	143,02	124	142,81	174	142,69	224	142,62	274	142,55	324	142,46		
25	143,41	75	143,02	125	142,81	175	142,69	225	142,61	275	142,55	325	142,46		
26	143,41	76	143,02	126	142,80	176	142,69	226	142,61	276	142,55	326	142,46		
27	143,39	77	143,01	127	142,80	177	142,68	227	142,61	277	142,55	327	142,45		
28	143,38	78	143,01	128	142,80	178	142,68	228	142,61	278	142,54	328	142,45		
29	143,37	79	143,00	129	142,79	179	142,68	229	142,61	279	142,54	329	142,45		
30	143,36	80	143,00	130	142,79	180	142,68	230	142,60	280	142,54	330	142,45		
31	143,35	81	142,99	131	142,79	181	142,68	231	142,60	281	142,54	331	142,45		
32	143,34	82	142,99	132	142,79	182	142,68	232	142,60	282	142,54	332	142,44		
33	143,33	83	142,98	133	142,78	183	142,67	233	142,60	283	142,54	333	142,44		
34	143,32	84	142,97	134	142,78	184	142,67	234	142,60	284	142,54	334	142,44		
35	143,31	85	142,97	135	142,78	185	142,67	235	142,60	285	142,54	335	142,44		
36	143,30	86	142,96	136	142,77	186	142,67	236	142,60	286	142,54	336	142,44		
37	143,29	87	142,95	137	142,77	187	142,67	237	142,59	287	142,53	337	142,44		
38	143,29	88	142,95	138	142,77	188	142,67	238	142,59	288	142,53	338	142,44		
39	143,27	89	142,95	139	142,76	189	142,66	239	142,59	289	142,53	339	142,43		
40	143,26	90	142,94	140	142,76	190	142,66	240	142,59	290	142,53	340	142,43		
41	143,26	91	142,94	141	142,76	191	142,66	241	142,59	291	142,53	341	142,43		
42	143,24	92	142,93	142	142,76	192	142,66	242	142,59	292	142,53	342	142,43		
43	143,23	93	142,93	143	142,76	193	142,66	243	142,59	293	142,53	343	142,42		
44	143,22	94	142,92	144	142,75	194	142,66	244	142,58	294	142,52	344	142,42		
45	143,21	95	142,92	145	142,75	195	142,66	245	142,58	295	142,52	345	142,42		
46	143,20	96	142,92	146	142,75	196	142,66	246	142,58	296	142,52	346	142,42		
47	143,20	97	142,91	147	142,75	197	142,66	247	142,58	297	142,52	347	142,41		
48	143,18	98	142,91	148	142,75	198	142,65	248	142,58	298	142,51	348	142,41		
49	143,18	99	142,90	149	142,74	199	142,65	249	142,58	299	142,51	349	142,41		
50	143,17	100	142,90	150	142,74	200	142,65	250	142,58	300	142,51	350	142,40		

14.3. Salto idraulico nell'anno idrologico medio

Il salto idraulico è calcolato per ciascuna turbina come dislivello tra l'altezza piezometrica nel bacino di carico e quella presso lo scarico.

Come indicato in precedenza, quando entrambe attive, le turbine processano la medesima portata, pertanto il salto idraulico di ciascuna macchina idraulica coincide.

Considerando le portate massime di esercizio delle turbine si ottengono i seguenti salti idraulici:

- singola turbina
 - $Q_{der} = 60,000 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $H_1 = 147,80 \text{ m s.l.m.}$
 - $H_2 = 142,79 \text{ m s.l.m.}$
 - $h = 147,80 - 142,79 = 5,01 \text{ m}$

- impianto complessivo
 - $Q_{der} = 120,000 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $H_1 = 147,68 \text{ m s.l.m.}$
 - $H_2 = 143,17 \text{ m s.l.m.}$
 - $h = 147,68 - 143,17 = 4,51 \text{ m}$

La successiva Tabella 12 riporta i valori di salto idraulico per ciascun valore della curva di durata delle portate derivabili.

Tabella 12: Salto idraulico (m)

D (gg)	h (m)														
1	4,58	51	4,51	101	4,91	151	5,08	201	5,19	251	5,28	301	5,36	351	5,49
2	4,69	52	4,52	102	4,91	152	5,08	202	5,19	252	5,28	302	5,36	352	5,49
3	4,76	53	4,53	103	4,91	153	5,09	203	5,19	253	5,29	303	5,36	353	5,49
4	4,85	54	4,54	104	4,92	154	5,09	204	5,20	254	5,29	304	5,37	354	5,50
5	4,45	55	4,54	105	4,92	155	5,09	205	5,21	255	5,29	305	5,37	355	5,49
6	4,47	56	4,56	106	4,93	156	5,09	206	5,21	256	5,29	306	5,37	356	5,50
7	4,48	57	4,57	107	4,94	157	5,09	207	5,21	257	5,29	307	5,37	357	5,50
8	4,50	58	4,58	108	4,94	158	5,10	208	5,21	258	5,29	308	5,38	358	5,51
9	4,51	59	4,59	109	4,95	159	5,10	209	5,21	259	5,29	309	5,38	359	5,50
10	4,52	60	4,59	110	4,95	160	5,11	210	5,22	260	5,29	310	5,38	360	5,51
11	4,53	61	4,61	111	4,96	161	5,11	211	5,22	261	5,30	311	5,38	361	5,51
12	4,53	62	4,62	112	4,96	162	5,12	212	5,22	262	5,30	312	5,38	362	5,51
13	4,54	63	4,62	113	4,97	163	5,12	213	5,22	263	5,30	313	5,39	363	5,57
14	4,55	64	4,64	114	4,97	164	5,12	214	5,22	264	5,30	314	5,39	364	5,58
15	4,56	65	4,64	115	4,97	165	5,12	215	5,22	265	5,30	315	5,39	365	5,60
16	4,56	66	4,67	116	4,97	166	5,13	216	5,22	266	5,30	316	5,39		
17	4,56	67	4,68	117	4,99	167	5,13	217	5,22	267	5,30	317	5,39		
18	4,56	68	4,68	118	4,99	168	5,13	218	5,23	268	5,30	318	5,40		
19	4,57	69	4,69	119	5,00	169	5,13	219	5,23	269	5,31	319	5,40		
20	4,57	70	4,71	120	5,00	170	5,13	220	5,23	270	5,31	320	5,47		
21	4,57	71	4,71	121	5,00	171	5,13	221	5,23	271	5,31	321	5,47		
22	4,58	72	4,72	122	5,00	172	5,14	222	5,23	272	5,31	322	5,47		
23	4,58	73	4,72	123	5,01	173	5,14	223	5,23	273	5,31	323	5,47		
24	4,57	74	4,74	124	5,01	174	5,14	224	5,23	274	5,31	324	5,47		
25	4,58	75	4,74	125	5,01	175	5,14	225	5,24	275	5,31	325	5,47		
26	4,57	76	4,74	126	5,02	176	5,14	226	5,24	276	5,31	326	5,47		
27	4,58	77	4,75	127	5,02	177	5,16	227	5,24	277	5,31	327	5,48		
28	4,58	78	4,75	128	5,02	178	5,16	228	5,24	278	5,32	328	5,47		
29	4,58	79	4,77	129	5,03	179	5,16	229	5,24	279	5,32	329	5,47		
30	4,57	80	4,77	130	5,01	180	5,16	230	5,25	280	5,32	330	5,47		
31	4,57	81	4,78	131	5,02	181	5,16	231	5,25	281	5,32	331	5,47		
32	4,57	82	4,78	132	5,02	182	5,16	232	5,25	282	5,32	332	5,48		
33	4,57	83	4,79	133	5,03	183	5,17	233	5,25	283	5,32	333	5,48		
34	4,57	84	4,80	134	5,03	184	5,17	234	5,25	284	5,32	334	5,47		
35	4,56	85	4,81	135	5,03	185	5,17	235	5,25	285	5,32	335	5,47		
36	4,56	86	4,82	136	5,04	186	5,17	236	5,25	286	5,32	336	5,47		
37	4,57	87	4,83	137	5,04	187	5,17	237	5,27	287	5,33	337	5,47		
38	4,56	88	4,83	138	5,04	188	5,17	238	5,27	288	5,33	338	5,47		
39	4,57	89	4,83	139	5,05	189	5,18	239	5,27	289	5,33	339	5,48		
40	4,57	90	4,84	140	5,05	190	5,18	240	5,27	290	5,33	340	5,48		
41	4,56	91	4,84	141	5,05	191	5,18	241	5,27	291	5,33	341	5,47		
42	4,55	92	4,86	142	5,05	192	5,18	242	5,27	292	5,34	342	5,47		
43	4,55	93	4,86	143	5,05	193	5,18	243	5,27	293	5,34	343	5,48		
44	4,54	94	4,87	144	5,07	194	5,18	244	5,28	294	5,35	344	5,48		
45	4,54	95	4,87	145	5,07	195	5,18	245	5,28	295	5,35	345	5,48		
46	4,54	96	4,87	146	5,07	196	5,18	246	5,28	296	5,35	346	5,48		
47	4,53	97	4,88	147	5,07	197	5,18	247	5,28	297	5,35	347	5,49		
48	4,53	98	4,88	148	5,07	198	5,19	248	5,28	298	5,36	348	5,49		
49	4,51	99	4,90	149	5,08	199	5,19	249	5,28	299	5,36	349	5,48		
50	4,52	100	4,90	150	5,08	200	5,19	250	5,28	300	5,36	350	5,49		

14.4. Salto idraulico nominale

Il salto idraulico nominale è definito sulla base dei seguenti parametri:

- $H_1 = 147,87$ m s.l.m. livello ordinario di progetto a monte dello sbarramento;
- $H_2 = 142,82$ m s.l.m. livello della portata media annua nella sezione di scarico.

Sulla base dei parametri indicati, il salto idraulico nominale di concessione risulta:

- $h_{nom} = 147,87 - 142,82 = 5,05$ m

15. PRODUZIONE

Di seguito si determinano la potenza erogata e l'energia prodotta dall'impianto idroelettrico in progetto. Il calcolo è svolto con le seguenti espressioni:

$$P = \gamma \cdot \eta \cdot Q \cdot H$$

$$E = P \cdot t$$

dove

- E energia;
- P potenza;
- $\gamma = 9,81 \text{ kN/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- $\eta = 83\%$ rendimento dell'impianto;
- Q portata derivata;
- h salto idraulico netto;
- t tempo di funzionamento.

Il salto idraulico a disposizione delle turbine non è univoco, bensì dipende dalla portata sia derivata sia presente in alveo, come dimostrato nel precedente capitolo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** **“Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.”**.

In conseguenza di ciò il salto idraulico medio riportato nelle successive tabelle è calcolato a ritroso in funzione della produzione annua dell'impianto:

$$h = \frac{E}{\eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot t}$$

dove

- h salto idraulico netto medio;
- E energia prodotta nell'anno;
- η rendimento dell'impianto;
- $\gamma = 9,81 \text{ kN/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- Q portata derivata media annua;
- $t = 8\,760 \text{ h/anno}$ tempo di funzionamento.

La successiva Tabella 13 riassume le potenze e le produzioni relative ai valori caratteristici della curva di durata delle portate derivate dall'impianto idroelettrico in progetto.

Tabella 13: Curve di durata

Durata (gg)	Q (m ³ /s)	h (m)	P (kW)	E (kWh)
10	120,000	4,52	4 417	106 003
30	120,000	4,57	4 467	107 200
60	109,342	4,59	4 089	98 142
91	81,173	4,84	3 202	76 850
135	57,718	5,03	2 363	56 722
182	42,320	5,16	1 777	42 651
274	20,470	5,31	885	21 250
355	0,000	5,49	0	0
Anno	50,431	4,85	1 991	17 442 847

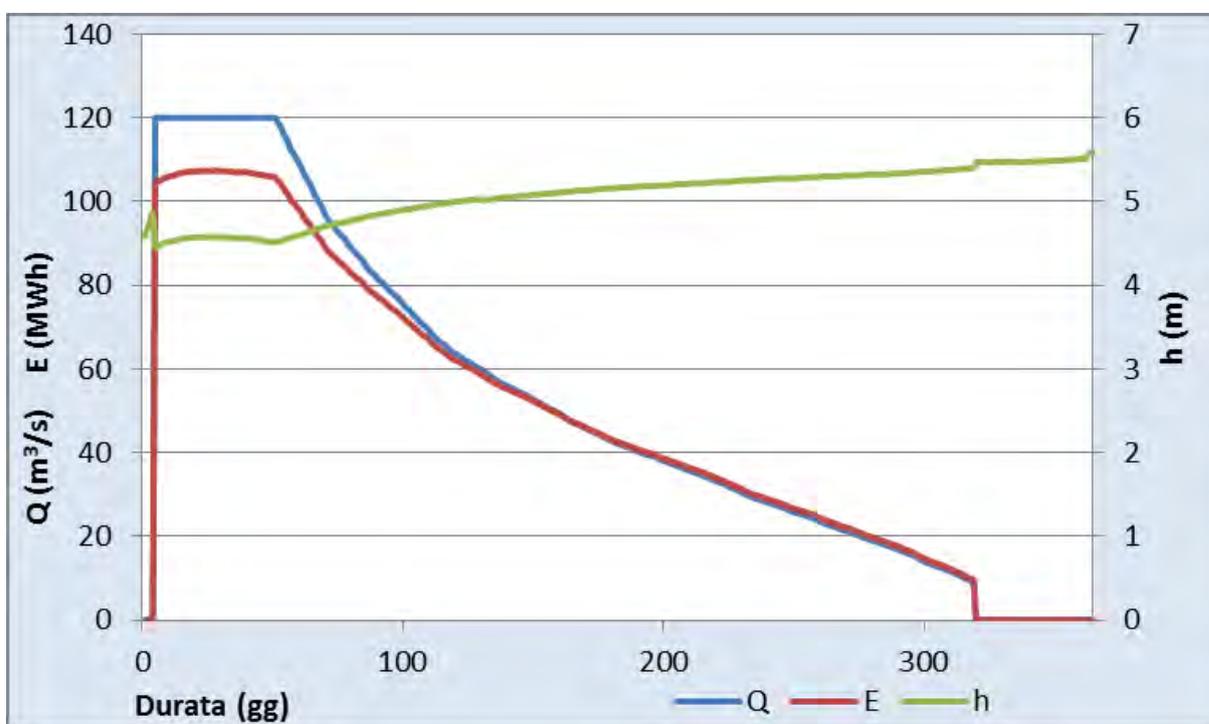


Grafico 4: Curve di durata

Nella Tabella 14 è riportata la curva di durata della produzione idroelettrica complessiva dell'impianto.

Tabella 14: Curva di durata della produzione complessiva dell'impianto

D (gg)	E (kWh)														
1	0	51	105 701	101	71 648	151	51 933	201	38 458	251	26 447	301	14 363	351	0
2	0	52	104 972	102	71 232	152	51 713	202	38 161	252	26 280	302	14 197	352	0
3	0	53	104 371	103	70 655	153	51 453	203	37 928	253	26 103	303	14 010	353	0
4	0	54	103 347	104	70 159	154	51 006	204	37 843	254	25 913	304	13 734	354	0
5	104 362	55	102 406	105	69 558	155	50 689	205	37 580	255	25 751	305	13 470	355	0
6	104 786	56	101 684	106	69 003	156	50 344	206	37 358	256	25 459	306	13 311	356	0
7	105 101	57	100 319	107	68 443	157	50 027	207	37 154	257	25 310	307	13 072	357	0
8	105 468	58	99 782	108	67 937	158	49 892	208	36 868	258	24 946	308	12 760	358	0
9	105 696	59	98 949	109	67 594	159	49 534	209	36 523	259	24 564	309	12 534	359	0
10	106 003	60	98 142	110	67 021	160	49 222	210	36 335	260	24 421	310	12 260	360	0
11	106 159	61	97 385	111	66 247	161	48 801	211	36 165	261	24 168	311	12 063	361	0
12	106 127	62	96 259	112	65 720	162	48 538	212	35 943	262	23 899	312	11 662	362	0
13	106 413	63	95 354	113	65 188	163	48 059	213	35 767	263	23 665	313	11 425	363	0
14	106 761	64	94 745	114	64 759	164	47 654	214	35 562	264	23 438	314	11 138	364	0
15	106 840	65	93 764	115	64 296	165	47 374	215	35 316	265	23 294	315	10 781	365	0
16	106 956	66	92 650	116	63 988	166	47 078	216	35 034	266	23 097	316	10 413		
17	107 048	67	92 041	117	63 399	167	46 952	217	34 712	267	22 785	317	10 092		
18	107 032	68	91 097	118	62 957	168	46 701	218	34 608	268	22 474	318	9 763		
19	107 190	69	90 373	119	62 363	169	46 346	219	34 232	269	22 343	319	9 507		
20	107 268	70	89 209	120	62 125	170	46 025	220	34 026	270	22 109	320	0		
21	107 173	71	88 355	121	61 936	171	45 716	221	33 750	271	22 007	321	0		
22	107 314	72	87 711	122	61 520	172	45 449	222	33 532	272	21 805	322	0		
23	107 285	73	87 096	123	61 148	173	45 231	223	33 373	273	21 428	323	0		
24	107 241	74	86 628	124	60 665	174	44 944	224	33 050	274	21 250	324	0		
25	107 377	75	85 883	125	60 409	175	44 651	225	32 671	275	20 935	325	0		
26	107 199	76	85 310	126	60 261	176	44 346	226	32 376	276	20 742	326	0		
27	107 421	77	84 988	127	59 776	177	44 075	227	32 170	277	20 412	327	0		
28	107 314	78	84 367	128	59 452	178	43 845	228	31 898	278	20 256	328	0		
29	107 339	79	83 612	129	59 196	179	43 384	229	31 668	279	20 024	329	0		
30	107 200	80	82 869	130	58 592	180	43 217	230	31 392	280	19 829	330	0		
31	107 246	81	82 478	131	58 288	181	42 836	231	30 919	281	19 604	331	0		
32	107 272	82	81 784	132	57 884	182	42 651	232	30 717	282	19 463	332	0		
33	107 250	83	81 435	133	57 522	183	42 509	233	30 398	283	19 209	333	0		
34	107 152	84	80 979	134	57 089	184	42 208	234	30 132	284	18 961	334	0		
35	107 043	85	80 227	135	56 722	185	41 965	235	29 883	285	18 767	335	0		
36	106 992	86	79 424	136	56 445	186	41 809	236	29 712	286	18 457	336	0		
37	107 068	87	78 900	137	56 116	187	41 583	237	29 555	287	18 317	337	0		
38	106 943	88	78 384	138	55 670	188	41 294	238	29 347	288	18 063	338	0		
39	107 119	89	77 968	139	55 462	189	41 049	239	29 193	289	17 822	339	0		
40	107 060	90	77 395	140	55 227	190	40 823	240	28 932	290	17 599	340	0		
41	106 820	91	76 850	141	54 953	191	40 591	241	28 677	291	17 339	341	0		
42	106 734	92	76 558	142	54 650	192	40 312	242	28 511	292	16 994	342	0		
43	106 676	93	75 963	143	54 393	193	40 179	243	28 321	293	16 813	343	0		
44	106 498	94	75 443	144	54 119	194	40 028	244	28 077	294	16 581	344	0		
45	106 466	95	74 830	145	53 816	195	39 854	245	27 869	295	16 428	345	0		
46	106 427	96	74 302	146	53 613	196	39 703	246	27 679	296	16 061	346	0		
47	106 208	97	73 951	147	53 372	197	39 488	247	27 482	297	15 789	347	0		
48	106 133	98	73 534	148	52 990	198	39 116	248	27 155	298	15 366	348	0		
49	105 874	99	72 900	149	52 711	199	38 819	249	26 822	299	15 020	349	0		
50	105 930	100	72 373	150	52 350	200	38 639	250	26 620	300	14 712	350	0		

16. SCELTA DELLE TURBINE E POTENZE INSTALLATE E NOMINALI

16.1. Scelta delle turbine da installare

Ciascuna delle turbine installate nell'impianto idroelettrico in progetto sono in grado di operare con portate comprese nel seguente intervallo:

$$- Q \in [9,000; 60,000] m^3/s$$

La grandezza che indica il tipo di turbina da adottare è la velocità specifica che si calcola con la formula:

$$\omega_s = \omega \cdot \frac{\sqrt{Q}}{(g \cdot h_u)^{3/4}} = 2\pi \cdot n \cdot \frac{\sqrt{Q}}{(g \cdot h_u)^{3/4}}$$

dove:

- $n = 1,67$ giri/s velocità di rotazione di regime della turbina (100 giri/min);
- $Q = 60,000$ m³/s portata massima;
- $g = 9,81$ m/s² accelerazione di gravità;
- $h = 5,01$ m salto idraulico.

Sostituendo i valori nell'espressione si ottiene:

$$\omega_1 = 2\pi \cdot 1,67 \cdot \frac{\sqrt{60,000}}{(g \cdot 5,01)^{3/4}} = 4,37 \text{ rad/s}$$

Di seguito si riporta la tabella 11.3 del libro "Fondamenti di macchine – Signum scuola - Torino - 1997".

Tabella 15: Velocità specifiche caratteristiche di ogni tipo di turbina (rad/s)

Tipo di turbina	Velocità specifica		
	Limite inferiore	Valore centrale	Limite superiore
Pelton a un getto	0,03	0,07	
Pelton a tre getti		0,1	0,35
Francis lenta	0,25	0,6	
Francis normale		1,1	
Francis veloce		1,6	2,5
Kaplan a otto pale	1,7	2,5	
Kaplan a sei pale		3,2	
Kaplan a cinque pale		3,8	
Kaplan a quattro pale		4,3	6
A elica	4,6		10

Tenuto conto della tabella, si decide di installare due turbine Kaplan biregolanti ad asse orizzontale, con distributore assiale e girante a quattro pale.

16.2. Potenza dell'impianto e delle turbine

La potenza delle turbine idrauliche è calcolata con l'espressione:

$$P = \eta \cdot \gamma \cdot Q \cdot h$$

dove

- P potenza;
- η rendimento;
- $\gamma = 9,81 \text{ kN/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- Q portata;
- h salto idraulico.

16.2.1. Potenza nominale

La potenza nominale è definita trascurando il rendimento dei macchinari, pertanto il relativo coefficiente assume valore unitario.

Ne consegue che la potenza nominale sia:

- $Q_{med} = 50,431 \text{ m}^3/\text{s}$
- $h_{nom} = 5,05 \text{ m}$
- $P_{med} = 9,81 \cdot 50,431 \cdot 5,05 = 2498 \text{ kW}$

16.2.2. Potenza installata

Per il calcolo della potenza delle turbine idrauliche installate bisogna tenere in considerazione il relativo rendimento, pari all'88%; la potenza installata è calcolata come somma della potenza delle due turbine, poiché una sola turbina a pieno carico valorizza un salto idraulico maggiore rispetto alla condizione di massima capacità dell'impianto:

- $Q_{max} = 60,000 \text{ m}^3/\text{s}$
- $h(Q_{max}) = 5,01 \text{ m}$
- $\eta = 88\%$
- $P_{max \text{ turbina}} = 0,88 \cdot 9,81 \cdot 60,000 \cdot 5,01 = 2597 \text{ kW}$
- $P_{max \text{ impianto}} = 2597 + 2597 = 5194 \text{ kW}$

17. MOVIMENTI TERRA E VALUTAZIONE DEGLI SCAVI

La superficie interessata dagli scavi è pari a 4200 m² di cui soltanto 450 m² in area di proprietà privata e 3750 m² su area demaniale. Nel conteggio è escluso l'alveo inciso del fiume.

Il volume di scavo totale ammonta a 40510 m³ con 4800 mc su area privata, che si prevede di riutilizzare completamente all'interno del cantiere e i restanti 35710 m³ in area demaniale a disposizione degli Enti.

18. CONSOLIDAMENTO DEL PUNTO DI CONFLUENZA DELLA ACQUE GOLENALI

Il progetto è particolarmente attento all'assetto idrogeologico dell'area d'intervento ed è finalizzato alla conservazione dei siti naturalmente predisposti e modellati dalla dinamica fluviale che vede anche una complessa attività di deflusso delle acque nell'area golenale in sinistra orografica; in particolare il progetto si colloca ai margini della stessa e consente il mantenimento dei naturali punti di scolo delle acque di golena ben evidenziati dal recente evento di piena del novembre 2016.

Le operazioni di recupero ambientale prevedono la stabilizzazione superficiale del punto di confluenza delle acque golenali con ricostituzione di un substrato pedologico, riutilizzando il terreno di copertura (ricco di materiale organico) prelevato dagli orizzonti superficiali ed assicurando un assetto pedologico in grado di permettere l'insediamento della vegetazione naturale. Si avrà:

- Ripristino e tutela della dinamica fluviale con opere di consolidamento superficiale che garantiscono il naturale rientro in alveo delle acque golenali;
- Recupero degli orizzonti organici del suolo accantonato durante la fase di scotico delle superfici vegetali interessate dall'opera;
- Ripristino della morfologia del terreno attraverso rimodellamento delle superfici.

L'intervento è realizzato con la costruzione di una soglia in gabbioni di pietrame interrati, con coronamento al livello del piano di campagna soprastante, posizionati al margine dell'area agricola coltivata, nel punto in cui è evidente l'erosione dovuta alla concentrazione delle acque di golena al momento del rientro in alveo in caso di piena del Fiume Tanaro. Questa struttura consente di evitare l'erosione dei campi coltivati e di stabilizzare un'area di perialveo altrimenti soggetta a periodiche modificazioni consentendo un deflusso regolare delle acque limitandone l'effetto erosivo.

A valle del cordolo in gabbionate il terreno sarà rimodellato in modo da formare un area pianeggiante protetta verso il fiume da una scogliera il cui coronamento sarà circa un metro al di sotto del coronamento del cordolo in gabbioni. Nell'area delimitata a monte dal cordolo e a valle dalla scogliera saranno messe a dimora specie riparie posizionate a nuclei e costituite da specie appartenenti al genere *Salix* e *Alnus*.

19. OPERE DI RIPRISTINO AMBIENTALE

19.1. Opere compensative

Ripristino funzionalità canale irriguo San Marzano

Il Consorzio Capitto Canale San Marzano è titolare di concessione di derivazione irrigua ma oggi le opere sono inutilizzate in quanto manca lo sbarramento sul fiume Tanaro, essendo crollato nel novembre 2010. Il canale, a valle delle opere di presa, sedimentazione e scarico realizzate in calcestruzzo armato, è realizzato per 150 metri con tubazione in cls di diametro 150 cm, mentre la successiva e restante parte del canale è ricavata con sezione in terra.

Nei primi 350 metri a valle della tubazione, il canale si presenta parzialmente ostruito da colamenti di materiale terroso proveniente dal soprastante versante; più a valle, per altri 700 metri circa, si osservano numerosi crolli di alberi con tronchi e fronde che invadono il sedime del canale. La presenza della strada di servizio e di accesso all'edificio di guardiania e lo stato di inefficienza del canale stesso facilitano l'improprio abbandono e l'accumulo di rifiuti di vario tipo che sono sparsi qua e là sulle sponde e sul fondo.

Il progetto delle opere compensative prevede di ripristinare la funzionalità del canale e delle opere accessorie per il primo tratto di circa 1200 metri che manifesta i maggiori problemi e criticità per la rimessa in pristino del complesso di opere irrigue. L'intervento consiste nella ripulitura del fondo dai detriti e rifiuti, nella riprofilatura della sezione in terra e nel miglioramento naturalistico della vegetazione forestale presente nelle fasce adiacenti il canale di proprietà del Consorzio. Si provvederà dunque a sfoltire la vegetazione, eliminare le piante alloctone come la robinia e inserire nuove specie arboree autoctone appartenenti al quercio-carpineto.

Opere naturalistiche e selvicolturali

I rilievi vegetazionali nell'area d'intervento hanno evidenziato che le formazioni forestali presenti hanno una struttura paranaturale con presenza di varie specie riparie come salici, pioppi e aceri che, insieme ai frassini formano cenosi igrofile che popolano le sponde. Nella parte alta delle sponde stesse e nelle zone maggiormente mesofile è invece vigorosa la diffusione naturale di una specie alloctona come la robinia che, di fatto, fa concorrenza a specie autoctone come querce e carpini danneggiati anche da un prelievo irrazionale e non programmato da parte degli operatori del comparto agricolo.

Al fine di reintrodurre specie autoctone ormai poco diffuse e confinate a spazi sempre più esigui, si prevede di intervenire in due aree boscate lunghe complessivamente circa 2000 metri e larghe 10 metri, corrispondenti alla scarpata in sponda sinistra compresa tra il sito d'intervento e il ponte della strada di Neive e nella fascia a lato del canale San Marzano. L'intervento selvicolturale consiste nell'eliminazione delle robinie e nella loro sostituzione con piante del quercio-carpineto come farnia e carpino.

Seconda scala dei pesci

A completamento e ottimizzazione dell'intervento, in considerazione della larghezza sostenuta dell'alveo inciso e della probabilità di formazione di due linee di flusso sui lati dell'alveo appena a valle della traversa e al fine di introdurre un importante elemento a favore del miglioramento della qualità delle acque del Fiume Tanaro, è stata prevista una seconda scala di rimonta per l'ittiofauna sul lato destro del corso d'acqua. L'assetto definitivo delle opere vedrà, quindi, la presenza di due scale di rimonta che costituiranno un importante intervento a garanzia dell'efficacia di tali manufatti nel conservare la continuità biologica del corso d'acqua.

Realizzazione di sentiero naturalistico pedonale

Il recente evento alluvionale del novembre 2016 ha provocato gravi danni alla strada asfaltata che percorreva il bordo spondale a monte della traversa e che consentiva di raggiungere la località Mogliasso costeggiando il fiume. Il manto bituminoso e la sede stradale sono stati diffusamente erosi tanto da comprometterne la funzionalità. Di fatto la scarpata lato fiume della stradina era protetta da

una esile scogliera che ha totalmente ceduto alla forza delle acque di rientro in alveo provenienti dalla zona golenale.

Tra le opere compensative si prevede una demolizione del manto bituminoso e di quello che rimane della protezione in massi, il conferimento a discarica autorizzata del materiale di risulta, il tracciamento di un sentiero pedonale che consenta una fruizione naturalistica dell'area con posizionamento di adeguata cartellonistica di informazione scientifica. Il sentiero a fondo naturale avrà una larghezza di circa 2 metri e sarà realizzato seguendo il naturale andamento del terreno.

Ripristino pista ciclabile

Considerato che l'area era servita da una pista ciclabile in parte realizzata con il primo lotto esecutivo del progetto di "Consolidamento delle Rocche di Barbaresco" ora parzialmente interrotta dai fenomeni erosivi dovuti alla recentissima alluvione del novembre 2016 e non essendo a conoscenza dei futuri interventi pubblici, al fine di ripristinare il collegamento ciclabile, è stata prevista la costruzione di un tratto di pista ciclabile che si sviluppa per 250 metri a margine dell'area agricola in modo da rimpiazzare il tratto di pista mancante in questa zona.

Si indica anche un razionale tracciato di una eventuale nuova pista ciclabile che vada a sostituire quella esistente e danneggiata dalla recente piena, individuando per tale scopo un'area idraulicamente più sicura e meno esposta ai flussi di correnti di piena. La pista sarà realizzata in fondo naturale migliorato e sarà larga avrà una larghezza 3 metri e avrà uno sviluppo complessivo di circa 1.100 metri.

Creazione area umida

Circa 600 metri a monte del sito d'intervento è stata localizzata un'area depressa particolarmente adatta alla realizzazione di un'area umida e alla creazione di un habitat favorevole allo sviluppo di numerose specie animali e vegetali in analogia a quanto avviene nelle vicine aree protette di Mogliasso e degli Stagni di Neive. Considerando la nuova quota del pelo libero dell'acqua nel Tanaro a monte dello sbarramento mobile in progetto, soltanto un metro al di sotto del fondo dell'attuale depressione, risulta agevole abbassare il fondo di circa 150 cm in semplice scavo e realizzare uno stagno con profondità media dell'acqua pari a 50 cm. La superficie dello stagno sarà pari a circa 900 mq. L'intervento consiste nella modellazione del terreno preceduta dall'accantonamento dello strato superficiale del terreno e la sua successiva stesura oltre alla messa a dimora di nuclei di salici, pioppi e frassini appartenenti alla vegetazione riparia completano l'intervento.

19.2. Aspetti scenici e di tutela paesaggistica

Nella progettazione delle opere è stata alta l'attenzione e la sensibilità ambientale finalizzata a consentire l'introduzione dei manufatti nel paesaggio con il più elevato rispetto dei canoni estetici e di percezione visiva anche in considerazione del fatto che l'area ricade nel sito Unesco "patrimonio dell'umanità".

In particolare si evidenziano i seguenti aspetti:

1. Tutte le pareti verticali a vista sono rivestite in pietra di langa;
2. Tutte le strutture dell'impianto idroelettrico sono interrato o subacquee e non emergono rispetto all'attuale piano di campagna;
3. I canali di adduzione e di scarico sono coperti da soletta portante con sovrastante manto erboso;
4. Lo stramazzo sul coronamento della traversa mobile ha un tirante di almeno 10 cm d'acqua che tracimando forma una vena stramazzone che forma una cascata che maschera totalmente la struttura portante e di elevazione;
5. Le scale di risalita dei pesci sia in destra sia in sinistra sono incastonate all'interno della spalla di ammassamento della traversa e dunque sono poco visibili e ben inserite nel contesto spondale, oltre a garantire un percorso ombreggiato e favorevole all'ittiofauna;
6. La demolizione e asportazione dei resti della vecchia traversa, accompagnata da un rimodellamento funzionale, ambientale e paesaggistico dell'area spondale di confluenza delle acque golenali consente di eliminare un elemento di disturbo idraulico e ambientale e di consolidare l'area di perialveo.

19.3. Ripristino del suolo e della copertura vegetale

Le operazioni di recupero ambientale proposte, sono finalizzate alla creazione di una copertura vegetale, prima di tipo erbaceo e successivamente di tipo arbustivo ed arboreo, in modo da naturalizzare il luogo, e riportarlo alle stesse caratteristiche di qualità ambientale attualmente esistenti.

Le prescrizioni tecniche esecutive sono relative a lavori da eseguire in conformità alle seguenti **fasì di intervento**:

- *recupero della terra vegetale esistente*
- *regimazione delle acque superficiali*
- *consolidamento degli strati superficiali*
- *copertura con georeti*
- *inerbimento*

19.4. Il recupero della terra vegetale esistente

Prima della realizzazione degli scavi si procederà al recupero della parte superficiale del suolo per uno spessore di circa 40/50 cm sull'intera superficie in modo da accantonare la maggiore quantità possibile di componenti organiche del terreno, separandole da quelle minerali. La porzione organica del terreno sarà ammassata nelle vicinanze degli scavi e riutilizzata nella formazione del letto di semina.

In linea generale nelle zone di scavo e di riporto, dove le caratteristiche di rocciosità e la profondità del suolo lo permettano, si prevede una preventiva asportazione del terreno vegetale con ammassamento e successivo riutilizzo dello stesso per i lavori di finitura, in modo da non disperdere e riutilizzare le componenti organiche del terreno.

Particolare attenzione e cura saranno rivolte alla sistemazione superficiale dei materiali coinvolti dai lavori procedendo ad un'adeguata regolarizzazione degli stessi, alla stesura del terreno vegetale accantonato ed al successivo inerbimento.

19.5. La regimazione delle acque superficiali

Nella realizzazione della opere, verrà predisposta una accurata regimazione delle acque di superficie operando in modo tale da evitare l'insorgere di processi erosivi; a tale proposito si ritengono sufficienti canalette di scolo, disposte trasversalmente alla linea di massima pendenza, con inclinazione massima del 10%, con scarico laterale in impluvi naturali o direttamente verso il fiume.

Nel caso specifico, tale regimazione riguarda principalmente le attività di cantiere in quanto la morfologia ondulata dei terreni interessati dagli interventi fanno prevedere che, una volta inerbite le superfici non sussistano problemi particolari riguardanti l'erosione superficiale. In ogni caso il deflusso superficiale delle acque sarà orientato seguendo l'attuale rete di drenaggio naturale e artificiale dell'area.

19.6. L'inerbimento

Le superfici scoticate saranno oggetto di un intervento di inerbimento che sarà effettuato in prevalenza con la tecnica della semina a spaglio e localmente con idrosemina al fine di garantire una celere ricostruzione del manto erboso.

Obbiettivo principale dell'intervento di ripristino è la immediata creazione di una copertura vegetale con caratteristiche simili alla fitocenosi presente in zona. L'intervento di inerbimento deve essere il più tempestivo possibile, sarà effettuato con il metodo della semina a spaglio e localmente (scarpate delle strade e tratti a maggiore pendenza) con quello dell'idrosemina, utilizzando un miscuglio composto da sostanze colloidali e agglomeranti, sostanze igroscopiche, materiale organico, fertilizzante e sementi. Il concime utilizzato per l'idrosemina dovrà essere del tipo a lenta cessione con un alto titolo d azoto per favorire la germinazione delle sementi.

E' importante l'uniforme distribuzione della miscela sulla superficie interessata. I semi, quindi, non vengono interrati ma rimangono in superficie, parzialmente protetti dalle sostanze solide componenti la miscela.

Con questo sistema si tende a ridurre al minimo i tempi di lavorazione concentrando le diverse operazioni (fertilizzazione, concimazione, semina, irrigazione e protezione del terreno), in un unico intervento, grazie al quale sia anche possibile ridurre al minimo le cure colturali.

- Per ogni metro quadrato di superficie trattata oltre ad una adeguata quantità di acqua variabile a seconda del tipo di idrosemiatrice utilizzata, la miscela dovrà contenere le seguenti sostanze nella quantità minima indicata:

- sostanze colloidali e agglomeranti	300 gr
- sostanze igroscopiche	250 gr
- materiale organico	400 gr
- concime complesso azotato a lenta cessione	30 gr
- miscuglio di sementi	30 gr

Molto importante è la presenza, nella miscela, delle sostanze agglomeranti che hanno la prerogativa di legare le particelle terrose fini, opponendo una resistenza all'azione erosiva degli agenti meteorici sul terreno nudo.

Esse devono poter penetrare nel terreno per alcuni centimetri e formare un reticolo in modo da espletare l'azione antierosiva di protezione e di garantire, nel contempo, l'infiltrazione dell'acqua ed i normali scambi gassosi tra radice ed atmosfera, necessari per lo sviluppo dei vegetali.

Gli agglomeranti devono essere biodegradabili e non lasciare traccia nel terreno dopo 6-12 mesi dalla loro applicazione in modo da contribuire, con le loro proprietà, al trattenimento del terreno superficiale nei primi mesi dopo la semina; la funzione antierosiva degli agglomeranti permette anche di "incollare" il seme al terreno garantendo un buon attecchimento del seme.

Le sostanze igroscopiche tipo la cellulosa rivestono anch'esse una notevole importanza tecnico-culturale in quanto trattengono l'acqua e garantiscono per lungo tempo il minimo apporto di acqua alle piante.

Il miscuglio di sementi da utilizzare sarà composto in prevalenza da graminacee prative, comunque con caratteristiche di buona rusticità e resistenza al calpestio nonché elevata capacità colonizzante e in minore misura da leguminose ed altre specie dicotiledoni anch'esse rustiche ed adatte a prati pascoli di pianura. Si veda di seguito la composizione specifica dettagliata.

Miscuglio adatto per prati stabili in ambienti di pianura, a basse quote.

<i>specie</i>	<i>%</i>	<i>specie</i>	<i>%</i>
<i>Festuca rubra</i>	20	<i>Trifolium repens</i>	5
<i>Festuca ovina</i>	15	<i>Anthyllis vulneraria</i>	2
<i>Phleum pratense</i>	6	<i>Vicia sativa</i>	3
<i>Dactylis glomerata</i>	5	<i>Vicia villosa</i>	3
<i>Lolium perenne</i>	5	<i>Salvia pratensis</i>	3
<i>Poa pratensis</i>	8	<i>Verbena officinalis</i>	1
<i>Agrostis tenuis</i>	2	<i>Achillea millefolium</i>	3
<i>Lotus corniculatus</i>	7	<i>Ranunculus acris</i>	1
<i>Medicago sativa</i>	3	<i>Sanguisorba minor</i>	2
<i>Medicago lupulina</i>	2	<i>Plantago lanceolata</i>	1
<i>Trifolium pratense</i>	3		

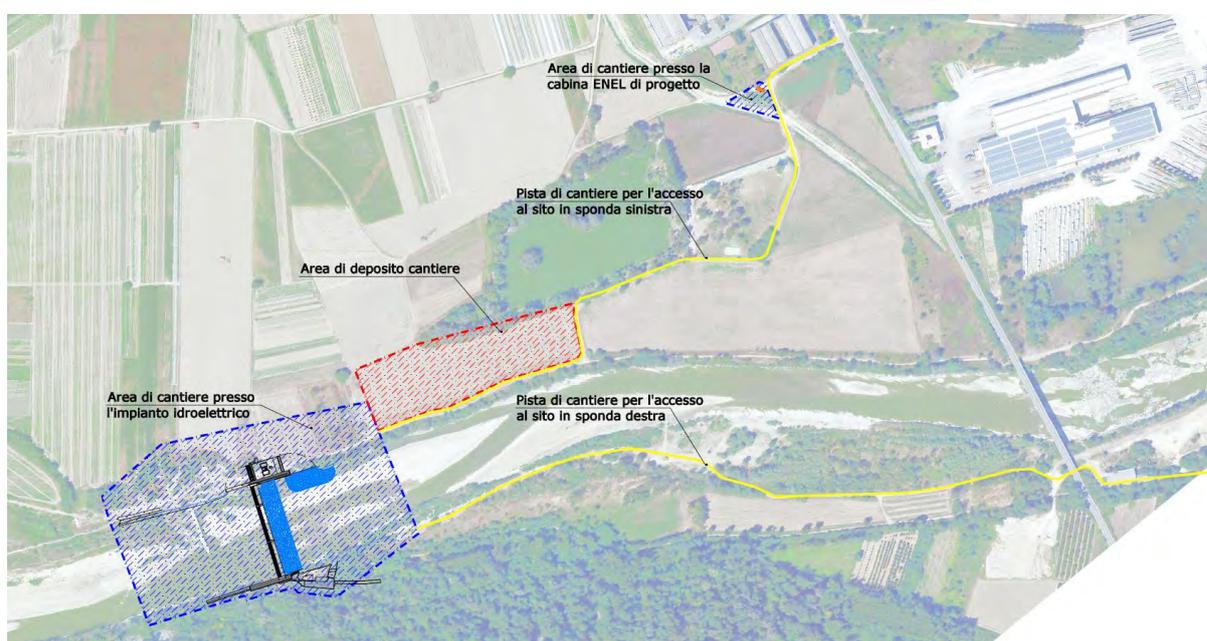
20. ACCESSIBILITÀ E ORGANIZZAZIONE DI CANTIERE

Gli elaborati planimetrici evidenziano l'esistente sistema viario principale e secondario della zona.

L'arteria viaria principale è costituita dalla S.P. 3 che collega Castagnito con Neive e Barbaresco; da questa strada si diparte una pista sterrata in sponda sinistra orografica nei pressi dell'area industriale di Castagnito che porta verso la sponda del Fiume Tanaro e la zona dove è previsto l'impianto idroelettrico in progetto.

Il cantiere è suddiviso in 3 aree principali:

- Area della cabina ENEL
- Area di deposito
- Area dell'impianto idroelettrico



• *Figura 16: Planimetria delle aree di cantiere*

A circa 120 m dalla SP 3 si trova il primo settore di cantiere che interessa la cabina ENEL. Si tratta di un reliquato di forma triangolare derivante dalla realizzazione dell'argine che circonda la fascia B del PAI a monte del complesso industriale. Nell'ambito dei lavori per la realizzazione della connessione ENEL è interessata anche la pista che porta alla centrale per quanto riguarda i lavori di posa del cavidotto privato di connessione, collocato sotto il sedime della pista stessa nel tratto tra centrale e cabina ENEL. La pista, oltre che essere interessata dalla posa del cavidotto ENEL interrato, permetterà l'accesso alla centrale idroelettrica in sponda sinistra e alla cabina ENEL in progetto, sia in fase di cantiere che in fase di esercizio.

Circa 800 m a monte si trova l'area di deposito di cantiere, nel tratto dove la pista esistente si avvicina alla sponda del Fiume Tanaro fino a ridosso della zona a valle dell'opera di restituzione.

L'area di cantiere dell'impianto idroelettrico si trova, percorrendo sempre la medesima pista sterrata, circa 1,3 km a monte della S.P. 3.

Si tratta dell'area di cantiere che ospita le opere più consistenti relative alla demolizione del moncone di traversa esistente, il rifacimento della stessa con lo sbarramento mobile, la rampa di risalita ittiofauna, l'opera di derivazione, locali di produzione e restituzione.

La stessa area di cantiere riguarda anche parte dell'alveo del Fiume Tanaro per la realizzazione dei tre tronconi di sbarramento mobile, ed interessa inoltre la sponda destra orografica per la parte

terminale dello sbarramento, per la seconda scala di rimonta dell'ittiofauna e per le opere di adeguamento della derivazione irrigua San Marzano del Consorzio "Capitto". L'accesso per la porzione di cantiere dell'impianto in sponda destra orografica è garantito da una pista sterrata esistente che corre nei terreni compresi tra il Fiume Tanaro e il canale irriguo San Marzano per il raggiungimento dei manufatti consortili di gestione della derivazione; la pista si immette anch'essa nella SP 3 a ridosso del ponte sul Fiume Tanaro.

Le piste elencate non necessitano di particolari adeguamenti ma saranno semplicemente oggetto di sistemazione e ripristino a seguito dei lavori.

Le operazioni svolte nel cantiere sono suddivisibili quindi per sommi capi alle aree sopra individuate:

- **Opere in alveo:** relative alla traversa, comporterà la realizzazione di rilevati temporanei in terreno sciolto per garantire le lavorazioni nel letto del fiume
- **Impianto idroelettrico:** relativo all'impianto principale in sponda sinistra, comporterà la realizzazione scavi profondi mediante l'adozione di opere provvisorie di contenimento (berlinese di micropali).
- **Locale ENEL:** relativo al fabbricato fuori-terra, comporterà la semplice sistemazione di un'area di manovra esistente.
- **Elettrodotto:** relativo alla linea MT, definito da ENEL Distribuzione spa, interesserà essenzialmente la pista esistente in sponda sinistra sino alla S.P. 3.
- **Adeguamento presa irrigua:** relativo alla derivazione irrigua San Marzano e in generale alle opere in sponda destra come il passaggio artificiale per l'ittiofauna comporterà l'integrazione dell'opera in progetto con la presa del canale del Consorzio "Capitto".

La realizzazione delle opere, anche data eterogeneità delle lavorazioni previste (movimenti terra, carpenteria edile, impiantistica specializzata e non, ecc), potrà essere realizzata da varie squadre di lavoro operanti contemporaneamente nelle varie aree del cantiere.

In questo modo è possibile ridurre in maniera significativa i tempi di cantiere e quindi l'impatto visivo che lo stesso cantiere può generare, senza però influire sull'aspetto legato alla sicurezza dei lavoratori.

La pianificazione temporale degli interventi, data la natura delle opere, è subordinata alle condizioni idrauliche del Fiume Tanaro ponendo contestualmente quale prioritaria la tutela della derivazione irrigua per la quale potranno essere realizzate opere aventi carattere provvisorio (es. tubazioni).

21. VERIFICHE IDRAULICHE DEL FIUME TANARO

Il Regolamento Regionale 2/R del 9 marzo 2015 della Regione richiede la determinazione dei profili della corrente relativi agli stati di magra, ordinario e di massima piena con tempo di ritorno di 200 anni. In ottemperanza alla “Direttiva traverse” approvata con Deliberazione 8/2010 dell’Autorità di Bacino del Fiume Po, le verifiche sono sviluppate con le portate di massima piena riferite ai tempi di ritorno di 20, 100 e 200 anni; inoltre, sono svolte le verifiche catastrofiche con le suddette portate e lo sbarramento parzialmente sollevato e con la portata di piena cinquecentennale e lo sbarramento mobile completamente sollevato.

Le verifiche idrauliche del fiume Tanaro presso l’impianto idroelettrico in progetto, considerano tutte le situazioni precedentemente elencate, sono contenute nell’elaborato progettuale 4 “Relazione di compatibilità idraulica”.

22. ANALISI DEL TRASPORTO SOLIDO

Di seguito si definisce la dimensione minima stabile del materiale che costituisce il fondo alveo nelle sezioni oggetto della verifica idraulica del f presso l'opera di presa in progetto.

22.1. Metodo di calcolo

Per il calcolo si è applicata la teoria del moto incipiente di Shields.

Il movimento del materiale di fondo non coesivo avviene quando la coppia di valori adimensionali

$$\psi = \frac{\gamma \cdot R \cdot i}{(\gamma_s - \gamma) \cdot d}$$

$$Re^* = \frac{\sqrt{g \cdot R \cdot i \cdot d \cdot \rho}}{\eta}$$

supera la curva di Shields.

Le grandezze citate hanno il seguente significato:

- $\gamma = 9810 \text{ N/m}^3$ peso specifico dell'acqua;
- $\gamma_s = 25506 \text{ N/m}^3$ peso specifico del materiale di fondo;
- R raggio idraulico;
- i pendenza del fondo dell'alveo;
- d diametro del materiale di fondo;
- $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ accelerazione di gravità;
- $\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$ densità dell'acqua;
- $\eta = 0,001370 \text{ Pa s}$ viscosità dell'acqua.

Di seguito si riportano i risultati ottenuti nelle sezioni considerate. I grafici riportano oltre alla curva di Shields, anche i punti corrispondenti ai diametri minimi stabili nelle sezioni analizzate.

22.2. Portata di massima piena duecentennale

Tabella 16: Diametri minimi stabili

Sezione	Esistente				Progetto			
	i	R (m)	d (m)	Re*	i	R (m)	d (m)	Re*
Sezione 1	0,14%	2,09	0,030	3696	0,14%	2,09	0,030	3692
Sezione 2	0,16%	1,98	0,034	4446	0,16%	1,98	0,034	4438
Sezione 3	0,15%	2,15	0,034	4449	0,15%	2,15	0,034	4435
Sezione 4	0,17%	2,48	0,046	6917	0,17%	2,48	0,046	6893
Sezione 5	0,16%	2,24	0,039	5370	0,16%	2,24	0,039	5345
Sezione 6	0,08%	2,39	0,022	2220	0,08%	2,39	0,022	2216
Sezione 7	0,08%	2,33	0,019	1865	0,08%	2,33	0,019	1858
Sezione 8	0,08%	2,15	0,019	1767	0,08%	2,15	0,019	1761
Sezione 9	0,06%	2,10	0,013	1083	0,06%	2,10	0,013	1077
Sezione 10	0,08%	1,88	0,017	1521	0,08%	1,89	0,017	1525
Sezione 11	0,12%	1,70	0,022	2287	0,12%	1,71	0,022	2290
Sezione 12	0,14%	1,73	0,026	2940	0,14%	1,73	0,026	2908
Sezione 13	0,11%	1,71	0,020	1982	0,11%	1,71	0,020	1961
Sezione 14	0,10%	1,68	0,018	1724	0,10%	1,69	0,018	1719
Sezione 15	0,17%	1,31	0,024	2619	0,17%	1,32	0,024	2603
Sezione 16	0,23%	1,56	0,038	5243	0,23%	1,55	0,038	5098
Sezione 17	0,34%	1,15	0,042	5915	0,33%	1,08	0,038	5170
Sezione 18	0,38%	1,82	0,074	14125	0,41%	2,06	0,091	19143
Sezione 19	0,27%	1,72	0,050	7676	0,21%	1,65	0,037	4985
Sezione 20	0,14%	2,05	0,031	3849	0,18%	1,64	0,033	4094
Sezione 21	0,25%	2,11	0,057	9472	0,36%	1,82	0,071	13169
Sezione 22	0,29%	1,92	0,060	10172	0,39%	1,77	0,075	14238
Sezione 23	0,27%	1,88	0,054	8825	0,25%	1,94	0,053	8491
Sezione 24	0,30%	1,79	0,058	9811	0,25%	1,78	0,048	7353
Sezione 25	0,25%	1,56	0,042	5910	0,19%	1,59	0,032	3949
Sezione 26	0,25%	1,53	0,042	5912	0,20%	1,59	0,035	4564
Sezione 27	0,21%	1,57	0,035	4601	0,21%	1,57	0,035	4601
Sezione 28	0,34%	2,98	0,111	25626	0,34%	2,98	0,111	25626
Sezione 29	0,41%	2,49	0,110	25524	0,41%	2,49	0,110	25524
Sezione 30	0,75%	2,75	0,221	72345	0,75%	2,75	0,221	72345
Sezione 31	0,40%	3,08	0,133	33739	0,40%	3,08	0,133	33739

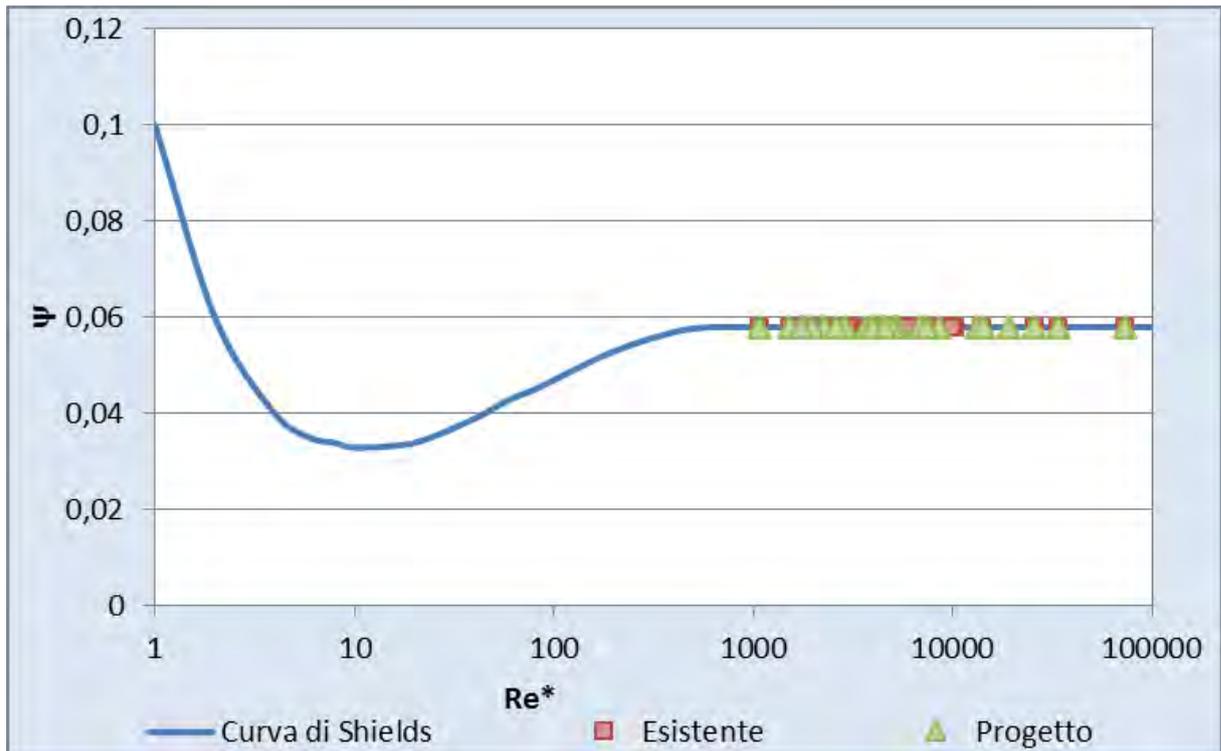


Grafico 5: Curva di Shields

Dall'analisi del trasporto solido, si evince che l'intervallo di diametri minimi stabili nelle situazioni esistente e di progetto rimane immutato. Quanto indicato è evidenziato anche nel Grafico 5. Pertanto, si ritiene che il trasporto solido non sia influenzato dalle opere in progetto e mantenga immutata la capacità di movimentazione dei sedimenti.

22.3. Portata media annua

Tabella 17: Diametri minimi stabili

Sezione	Esistente				Progetto			
	i	R (m)	d (m)	Re*	i	R (m)	d (m)	Re*
Sezione 1	0,15%	0,69	0,011	813	0,15%	0,69	0,011	813
Sezione 2	0,25%	0,64	0,017	1533	0,25%	0,65	0,017	1567
Sezione 3	0,04%	1,25	0,006	292	0,04%	1,25	0,006	292
Sezione 4	0,12%	1,07	0,014	1109	0,12%	1,07	0,014	1108
Sezione 5	1,27%	0,63	0,086	17608	1,27%	0,63	0,086	17563
Sezione 6	0,32%	0,60	0,021	2115	0,03%	1,03	0,004	152
Sezione 7	0,27%	0,62	0,018	1654	0,01%	1,30	0,002	66
Sezione 8	0,56%	0,67	0,040	5616	0,01%	1,26	0,002	52
Sezione 9	0,05%	0,98	0,005	246	0,00%	1,85	0,001	8
Sezione 10	0,02%	1,16	0,003	128	0,00%	2,61	0,001	6
Sezione 11	0,09%	0,87	0,009	546	0,00%	2,27	0,001	16
Sezione 12	0,08%	1,03	0,009	618	0,00%	2,45	0,001	22
Sezione 13	0,32%	0,66	0,023	2382	0,00%	1,89	0,001	12
Sezione 14	1,19%	0,51	0,065	11645	0,00%	2,02	0,001	8
Sezione 15	0,27%	0,88	0,026	2887	0,00%	2,68	0,001	8
Sezione 16	0,08%	1,20	0,011	751	0,00%	3,18	0,000	3
Sezione 17	0,12%	1,09	0,015	1217	0,00%	3,73	0,000	1
Sezione 18	0,10%	1,16	0,012	954	0,00%	3,05	0,000	3
Sezione 19	0,02%	1,69	0,004	151	0,00%	4,19		
Sezione 20	0,01%	1,98	0,002	64	0,00%	4,37		
Sezione 21	0,39%	0,65	0,027	3117	0,00%	3,66		
Sezione 22	0,30%	0,67	0,022	2241	0,00%	3,64		
Sezione 23	0,21%	0,75	0,017	1580	1,52%	0,09	0,015	1250
Sezione 24	0,74%	0,52	0,042	5922	0,93%	0,11	0,011	805
Sezione 25	0,16%	0,77	0,014	1105	0,18%	0,61	0,012	932
Sezione 26	1,33%	0,55	0,079	15443	0,25%	0,60	0,016	1399
Sezione 27	0,23%	0,80	0,020	1918	0,23%	0,80	0,020	1898
Sezione 28	0,21%	0,83	0,019	1844	0,21%	0,83	0,019	1855
Sezione 29	0,38%	0,98	0,040	5499	0,38%	0,98	0,040	5506
Sezione 30	0,78%	0,87	0,073	13782	0,78%	0,87	0,073	13713
Sezione 31	0,40%	0,80	0,034	4461	0,40%	0,79	0,034	4378

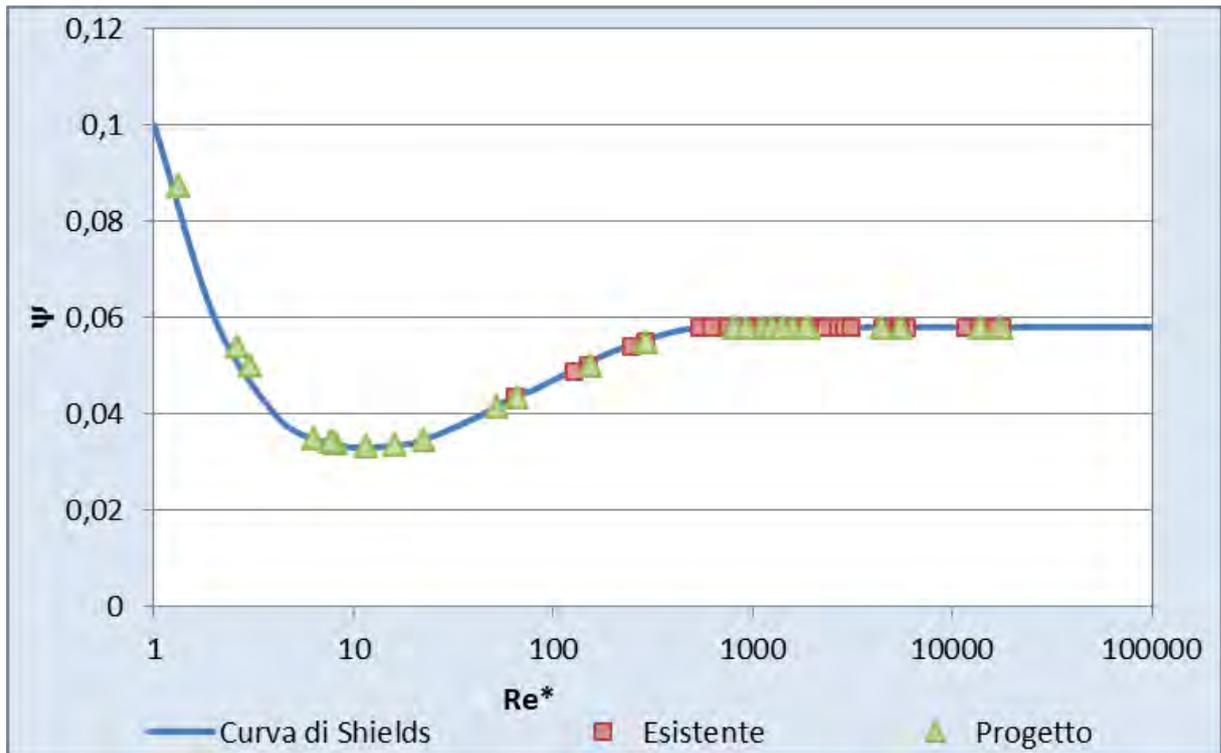


Grafico 6: Curva di Shields

Dall'analisi condotta con la portata media annua, emerge che il diametro minimo stabile della situazione di progetto è generalmente minore rispetto alla condizione esistente.

Tuttavia, come evidenziato con l'analisi dei diametri minimi stabili con la portata di massima piena duecentennale, i sedimenti fini eventualmente accumulati nei periodi di magra e di morbida sono asportati dalle portate di piena, ripristinando la continuità del trasporto solido.

Pertanto, si ritiene che il trasporto solido sia parzialmente influenzato dalle opere in progetto nei periodi di regime idraulico medio, ma la capacità di movimentazione dei sedimenti sia ripristinata dalle piene ordinarie e straordinarie del fiume Tanaro, durante le quali lo sbarramento mobile è completamente abbattuto.