REGIONE LIGURIA
PROVINCIA DI IMPERIA
Comune di Pieve di Teco



CENTRALE IDROELETTRICA UBICATA SUL TORRENTE ARROSCIA NEL COMUNE DI PIEVE DI TECO (IM)

Richiesta di concessione a derivare
dal Torrente Arroscia per la realizzazione di una
centrale idroelettrica a salto concentrato

PROGETTO DEFINITIVO

Oggetto

Relazione tecnica

Gruppo di progettazione

Dott. Ing. Paolo Gossa
via Torre Allera 49 - 12100 Cuneo (CN)
tel 348 8962431
ing.paolo.gossa@gmail.com

Dott. Ing. Andrea Demaria
via del Canale, 28 bis
12100 Cuneo (CN)
tel 392 9216521
ing.andrea.demaria@gmail.com

Dott. Ing. Luca Macario
via Combe n. 21,
12013 Chiusa di Pesio (CN)
tel 388 9427082
lucamac81@gmail.com

Committente

F.I.E.M.E S.r.l
Località San Gervasio, 12076 Lesegno (CN)

Dati progetto

CODICE LAVORO	FASE PROGETTO	TIPOLOG.DOCUMENTO	N.ELABORATO
PRO1013_RC	DF	R	01

ELABORATO

R.01

REVISIONE	DATA EMISSIONE	DESCRIZIONE	REDAZIONE	CONTROLLO	APPROVAZIONE
01	SETTEMBRE_2013	PRIMA EMISSIONE	Ing. Paolo GOSSA	Ing. Luca MACARIO	Ing. Andrea DEMARIA
02					

INDICE

1 PREMESSA ***3***

2 MOTIVAZIONI STRATEGICHE E FINALITÀ DELL'OPERA ***5***

2.1 **Gli orientamenti della politica energetica della Comunità Europea** **5**

2.2 **Le linee di indirizzo della politica energetica nazionale** **8**

2.3 **Il Sistema energetico Ligure** **10**

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO ***11***

3.1 **Descrizione dello stato di fatto** **11**

3.2 **Descrizione dell'intervento di progetto** **15**

3.2.1 L'opera di presa 16

3.2.2 Dispositivo per il rilascio del DMV 17

3.2.3 Verifica della bocca per il rilascio del DMV 17

3.2.4 Scala di risalita per l'ittiofauna 18

3.2.5 Bocca di presa 21

3.2.6 Dispositivo limitatore della portata massima derivabile 22

3.2.7 La camera di carico 22

3.2.8 La centrale 25

3.2.9 La restituzione in alveo 26

3.2.10 Edificio tecnico per la gestione dell'impianto e la consegna dell'energia 26

4 REGOLA OPERATIVA DELL'IMPIANTO ***28***

5 SALTO IDRAULICO A DISPOSIZIONE ***29***

5.1 **Quota idrometrica a monte** **29**

5.2 **Quota idrometrica a valle:** **29**

5.3 **Salto geodetico disponibile** **30**

6 QUADRO ENERGETICO DI PROGETTO ***31***

6.1 **Introduzione** **31**

6.2 **Calcolo della potenza nominale massima e media** **31**

6.3 **Calcolo delle potenze effettive dell'impianto** **32**

6.3.1 Calcolo della potenza effettiva massima 32

6.3.2 Calcolo della potenza effettiva media 33

6.4 **Produzione** **33**

7 VALUTAZIONE DEI COSTI ***34***

7.1 **Valutazione oneri di dismissione dell'impianto** **36**

7.2 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO** **36**

7.3 **PROGRAMMA DI SMANTELLAMENTO DELL'IMPIANTO** **37**

7.4 **Smaltimento opera di presa** **37**

7.5 **Smaltimento del canale di adduzione e della camera di carico** **38**

7.6 **Smaltimento centrale** **38**

7.7 **Ripristino dei luoghi** **38**

7.8 **Stima dei costi di dimissione dell'impianto e di ripristino dei luoghi** **39**

8 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI ***41***

8.1 **Fasi di cantiere** **41**

8.1.1 Allestimento cantiere 41

8.1.2 Modifica della traversa di derivazione, costruzione della bocca di presa costruzione della scala di risalita per l'ittiofauna. 43

8.1.3 Costruzione del canale di adduzione, del fabbricato della centrale e dello scarico in alveo 43

8.1.4 *Realizzazione del locale tecnico di gestione dell'impianto e del cavidotto di connessione con centrale di produzione* 43

8.1.5 Opere elettriche ed elettromeccaniche 44

8.1.6 Ripristini sistemazioni finali - Smantellamento cantieri e collaudi 44

8.2 **Aree di cantiere** **45**

8.3 **Descrizione del cantiere e dei ripristini** **45**

8.3.1 Cantiere fisso principale C1 – Realizzazione scala di risalita per l'ittiofauna, modifica della traversa di derivazione, realizzazione canale di adduzione, vasca di carico, centrale di produzione, scarico in alveo 46

8.3.2 Cantiere fisso principale C1 – Realizzazione opera di presa 46

8.3.3 Cantiere mobile CM1 – Realizzazione del cavidotto di collegamento 47

8.4 **Movimenti terra** **48**

8.5 **Viabilità di cantiere** **48**

9 CONCLUSIONI ***49***

1 PREMESSA

La società F.I.E.M.E s.r.l., con sede in Loc. San Gervasio, 12076 Lesegno (CN), ha incaricato il tecnico scrivente Gossa Ing. Paolo, residente a Cuneo Via Torre Allera n. 49, iscritto all'Ordine degli Ingegneri di Cuneo con il n° A1964, di predisporre il presente progetto per la realizzazione di una centrale idroelettrica nel Comune di Pieve di Teco (IM), poche centinaia di metri a valle del centro abitato.

Il progetto di cui alle tavole allegate risulta, ai sensi della normativa regionale in materia di programmazione energetica, essere così definito:

Impianto Idroelettrico ad acqua fluente di caratteristiche:

- Bacino idrografico: ***Torrente Arroscia***
- Corso d'acqua: Torrente Arroscia
- Bacino di dominio: ***85,70 km²*** *(verificato per misura diretta su C.T.R. alla scala 1:10.000)*
- Coordinate: ***Lat 44.04096*** ***Log 7.923015***
- Altitudine max : ***2.152 m s.l.m.***
- Altitudine min: ***218,63 m s.l.m.*** *(sfioro traversa)*
- Temperatura dell'acqua: **16°C**
- Portata massima derivata: ***3 m³ /s***
- Portata media derivata: ***1,78 m³/s***
- Portata minima derivata: ***0,60 m³/s***
- Salto disponibile medio: ***3,95 m***
- Potenza media: $\frac{(1000 \cdot 1{,}78 \cdot 3{,}95)}{102} = 68{,}93$ ***kW***

Il progetto è principalmente motivato dalla opportunità di utilizzare una traversa esistente, al fine di produrre energia idroelettrica, in conformità con i più recenti indirizzi di politica energetica regionale, nazionale e comunitaria, ed in particolare in relazione agli "*Indirizzi generali in materia di programmazione energetica regionale*".

Le finalità perseguite si possono solo indirettamente considerare come finalità strettamente ambientali, in quanto la politica di riferimento dell'intervento è la politica energetica. A tale riguardo, l'energia prodotta dalla centrale oggetto di studio ed immessa in rete contribuirebbe positivamente ad incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili. Nella predisposizione del progetto sono state osservate alcune specifiche indicazioni tendenti a minimizzare l'impatto ambientale dell'intervento: la portata derivata, oltreché inserirsi in un razionale utilizzo della risorsa idrica, a salvaguardia dell'ecosistema fluviale. La portata derivata viene, infatti, restituita immediatamente a valle della traversa esistente, non interrompendo il normale deflusso del corso d'acqua.

La realizzazione della centrale in progetto inoltre è mirata al mantenimento e all'utilizzo delle strutture esistenti, servendosene e ripristinandole laddove si presentino in cattivo stato di conservazione. Le opere previste pertanto si inseriscono perfettamente nel contesto attuale rendendo gli interventi di progetto minimi e localizzati in un breve tratto del Torrente a fianco dell'esistente traversa.

Nella presente relazione tecnico-descrittiva, dopo aver presentato il contesto normativo in cui si inserisce l'opera analizzandone le motivazioni strategiche e le finalità, si intende descrivere in maniera accurata le opere in progetto e il contesto in cui esse si vanno a collocare, al fine di valutare l'impatto economico-ambientale della centrale idroelettrica.

2 MOTIVAZIONI STRATEGICHE E FINALITÀ DELL'OPERA

2.1 Gli orientamenti della politica energetica della Comunità Europea

Un primo contributo innovativo alla definizione di strategie di sviluppo "durevole e sostenibile" nel settore energetico viene offerto dal Quinto Programma di Azione Ambientale, documento di carattere politico-programmatico approvato nel febbraio 1993 dal Consiglio e dai rappresentanti dei Governi degli Stati-membri della Comunità Europea[1]. Tale documento, relativo al periodo 1992-2000, sottolinea la necessità di elaborare strategie di sviluppo a lungo termine per assicurare che l'impatto ambientale della produzione e del consumo di energia sia ricondotto nell'ambito della sostenibilità, le cui caratteristiche principali sono:

- la salvaguardia della qualità della vita;
- il mantenimento della fruibilità delle risorse naturali;
- l'eliminazione del danno ambientale durevole;
- il soddisfacimento dei fabbisogni presenti senza pregiudizio per quelli delle generazioni future.

Facendo seguito al Quinto Programma, la Commissione europea il 24 gennaio 2001 ha adottato una proposta contenente una nuova ambiziosa strategia ambientale che definisce le aree prioritarie di intervento per il periodo 2001-2010. Il Sesto Programma "*Ambiente 2010: il nostro futuro, la nostra scelta*" ruota attorno a quattro aspetti fondamentali: cambiamento climatico, ambiente e salute, natura e biodiversità, gestione delle risorse naturali e sottolinea l'importanza di nuove forme di partecipazione di cittadini e imprese.

Con particolare riguardo al cambiamento climatico, l'obiettivo di riduzione delle emissioni dell'8% entro il 2008-2012 ai sensi del Protocollo di Kyoto costituisce l'asse portante del nuovo programma.

Il Trattato sulla Carta dell'energia e l'allegato Protocollo sull'efficienza energetica firmati a Lisbona il 17 dicembre 1994 e ratificati dall'Italia con la Legge 10 novembre 1997, n. 415, affiancano all'obiettivo primario di favorire gli scambi Est-Ovest e gli investimenti nel settore dell'energia, quello dello sviluppo sostenibile e della tutela dell'ambiente, impegnando le Parti a tenere in particolare considerazione *"il miglioramento dell'efficienza energetica, lo sviluppo e l'utilizzo delle fonti energetiche rinnovabili, la promozione dell'impiego di combustibili puliti e il ricorso a tecnologie e ad altri mezzi che riducano l'inquinamento".*

Nel 1995 la Commissione europea predispone un Libro Bianco intitolato *"Una politica energetica per l'Unione Europea"*, in cui, nell'ambito dell'individuazione di tre macro-obiettivi quali una migliore

[1] Informazioni tratte dal Piano Energetico della Regione Piemonte.

competitività, la sicurezza dell'approvvigionamento e la protezione dell'ambiente, vengono suggeriti riferimenti e indicazioni per un quadro comune di politica energetica sostenibile.

In particolare, grande enfasi viene attribuita al principio dei vantaggi competitivi che possono derivare per le attività economiche e produttive dall'adozione di tecnologie energetiche efficienti, nonché ad una nuova strategia che muove dalla necessità di stimolare un rinnovato ruolo delle Regioni e delle Autorità locali nel settore energetico.

Una strategia, quest'ultima, dettata dalla consapevolezza della maggiore efficacia di un approccio locale nell'attuazione di politiche per l'efficienza energetica e lo sviluppo delle fonti rinnovabili e nella applicazione di strumenti fortemente correlati alla specificità locale.

Due anni più tardi, nel 1997, a seguito di un ampio dibattito sulle potenzialità di sviluppo delle fonti rinnovabili e sul loro ruolo nel raggiungimento degli obiettivi strategici di protezione ambientale e di diversificazione delle fonti di approvvigionamento, incentrato su uno specifico Libro Verde, la Commissione europea propone un secondo Libro Bianco, questa volta dal titolo *"Energia per il futuro: le fonti energetiche rinnovabili"*, quale piano d'azione frutto di una strategia concertata.

Nel dicembre 1997 ha luogo a Kyoto, sotto l'egida dell'ONU, la terza Conferenza delle Parti alla Convenzione sui cambiamenti climatici. Un'assise internazionale convocata con il difficile compito di negoziare un accordo vincolante che stabilisca quantificati impegni di riduzione delle emissioni clima alteranti da mettersi in atto da parte dei Paesi industrializzati.

Dopo undici giorni di negoziato in cui emerge il ruolo trainante svolto dall'Unione Europea, i rappresentanti dei 170 Paesi partecipanti alla Conferenza adottano, il 10 dicembre, un Protocollo di attuazione nel quale sono definiti gli obiettivi di riduzione delle emissioni di gas serra, rispetto ai livelli del 1990, da conseguirsi entro il 2008-2010.

In particolare, trentotto Paesi, tra cui l'Italia, dovranno procedere ad una riduzione delle emissioni in misura maggiore. Segnatamente per gli Stati-membri dell'Unione Europea viene stabilita una percentuale di riduzione pari all'8% entro il periodo preso in considerazione.

Inoltre, il Protocollo orienta l'azione dei singoli Paesi, individuando misure e specifici settori d'intervento in cui primariamente procedere ai fini del conseguimento degli obiettivi posti, e in particolare:

- promozione dell'efficienza energetica in tutti i settori;
- sviluppo delle fonti rinnovabili per la produzione di energia e delle tecnologie innovative per la riduzione delle emissioni;
- protezione ed estensione delle foreste per l'assorbimento del carbonio;
- promozione dell'agricoltura sostenibile;
- limitazione e riduzione delle emissioni di metano dalle discariche di rifiuti e dagli altri settori energetici;
- misure fiscali appropriate per disincentivare le emissioni di gas serra.

Più recentemente, il 29 novembre 2000, la Commissione europea ha adottato il Libro Verde *"Verso una strategia europea di sicurezza dell'approvvigionamento energetico"* che ha messo in evidenza le debolezze strutturali dell'approvvigionamento di energia dell'Unione europea e le sue fragilità geopolitiche, economiche e sociali alla luce soprattutto degli impegni europei nel quadro del Protocollo di Kyoto.

In questo Libro, la Commissione ha evidenziato che l'Unione europea è fortemente dipendente dall'approvvigionamento energetico esterno e le sue importazioni coprono oggi il 50% della domanda. Persistendo l'attuale tendenza, questa percentuale è destinata ad aumentare entro il 2030 fino al 70%.

In questa direzione, la Direttiva 2001/77/CE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 27 settembre 2001 sulla *"promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"* partendo dalla considerazione che il potenziale di sfruttamento delle fonti energetiche rinnovabili è attualmente sottoutilizzato nella Comunità, riconosce la necessità di promuovere in via prioritaria le energie rinnovabili poiché queste, nel contribuire alla protezione dell'ambiente, allo sviluppo sostenibile e alla sicurezza degli approvvigionamenti, permettono di conseguire più rapidamente gli obiettivi di Kyoto.

La direttiva, prendendo le mosse dall'obiettivo indicativo del 12% quale contributo delle rinnovabili al complessivo consumo interno lordo di energia, da conseguire entro l'anno 2010, contenuto nel Libro Bianco sulle fonti energetiche rinnovabili, stabilisce che entro la stessa data sia raggiunta la quota indicativa del 22,1%, quale percentuale di elettricità prodotta da fonti energetiche rinnovabili sul consumo totale di elettricità della Comunità.

2.2 Le linee di indirizzo della politica energetica nazionale

La Conferenza Nazionale per l'Energia e l'Ambiente tenutasi a Roma nel novembre 1998 rappresenta il segnale di un nuovo modo di fare politica energetica, basato sulla concertazione, sul decentramento, sull'utilizzo dei meccanismi di mercato e sull'integrazione della stessa politica con quelle riguardanti il territorio.

Nel documento conclusivo della Conferenza, accanto alla stipulazione del Patto per l'energia e l'ambiente, sono indicate altre iniziative prioritarie in campo energetico:

- il riassetto del settore elettrico
- la delibera CIPE sul Protocollo di Kyoto
- l'introduzione della carbon-tax
- l'attuazione della Bassanini
- legge 10/91

Il Governo, nel documento citato, ha delineato un programma di azioni che prevede, tra l'altro, il raddoppio della quota di fonti energetiche rinnovabili entro la data del 2010 quale obiettivo da raggiungere in un costante dialogo con le Regioni.

Emerge dunque chiaramente la necessità di dialogare e confrontarsi con le Regioni, riconoscendo alle stesse un ruolo di programmazione troppo spesso trascurato a favore dell'attribuzione di compiti meramente operativi.

Il generale processo di riforma amministrativa, intrapreso in questi ultimi anni con le cosiddette leggi Bassanini (leggi 59/97, 127/97, 191/98 e decreto legislativo 112/98, modificato dal D. Lgs. 443/99), delinea un nuovo sistema di governo dell'energia, ridisegnando ruoli, competenze e procedure. Si tratta di un processo di regionalizzazione che rovescia il criterio di distribuzione delle funzioni, riconoscendo al sistema decentrato e integrato di regioni ed enti locali un ruolo programmatorio sul territorio che ha come punto di riferimento gli indirizzi fissati dall'Amministrazione centrale.

Specificamente, il decentramento alle regioni di compiti di pianificazione, indirizzo e controllo nel settore energetico, in parte già avviato con l'emanazione della legge 10/91 ed, in particolare, con leggi successive, con la legge 59/97 e il D.Lgs. 112/98, consente alle medesime di meglio strutturare le funzioni in materia energetica, fermo restando il rispetto delle competenze riservate allo Stato dall'art.29 dello stesso D.Lgs 112/98 e il conferimento di funzioni agli enti locali come previsto dall'art.31 dello stesso decreto.

Allo Stato sono riservati la definizione degli indirizzi di politica energetica nazionali, il coordinamento della programmazione energetica regionale, l'unificazione tecnica delle condotte delle varie amministrazioni, l'assolvimento di funzioni di rilevanza nazionale (quali la ricerca scientifica, la costruzione delle centrali elettriche oltre i 300 MW, l'attuazione del programma di metanizzazione del Mezzogiorno, la vigilanza sull'ENEA); agli enti locali sono attribuite le funzioni in materia di controllo

sul risparmio energetico e l'uso razionale dell'energia , nonchè le altre funzioni previste dalla legislazione regionale, oltrechè la redazione e l'adozione dei programmi di intervento per la promozione delle fonti rinnovabili e del risparmio energetico, l'autorizzazione all'installazione e all'esercizio degli impianti di produzione di energia, il controllo sul rendimento energetico degli impianti termici. In sintesi alle Regioni è riconosciuta quale potestà generale, quella di redigere ed approvare i piani energetici regionali, nonchè funzioni di amministrazione diretta in tema di certificazione energetica degli edifici e di contributi per i progetti di uso razionale dell'energia.

Il Parlamento, in data 26 marzo 2002, in occasione della discussione del D.L.7 febbraio 2002, n. 7 *(c.d. "Sblocca Centrali")* ha approvato l'ordine del giorno 9/2523/3 con cui ha impegnato il Governo alla presentazione di un disegno di legge di complessivo riordino e riforma del settore energetico.

Tra gli aspetti salienti del disegno di legge emerge la previsione di norme volte alla promozione dell'incremento della quota obbligatoria dell'energia elettrica da fonti rinnovabili e all'utilizzo razionale dell'energia.

Per quanto riguarda la risorsa idroelettrica, che ha rappresentato in passato uno dei significativi fattori di sviluppo economico del Paese, essa è ancora, a tutt'oggi, la fonte energetica nazionale di maggior rilievo; tale risorsa contribuisce, infatti, alla copertura del fabbisogno elettrico nazionale per circa il 17%, a fronte di una produzione netta pari a 46.769 GWh nel 1998, di cui il 75% da impianti ENEL e il rimanente 25% da impianti di soggetti privati e aziende municipalizzate.

Malgrado le potenzialità di sfruttamento della risorsa idrica a fini di produzione elettrica, come di seguito meglio specificato, siano ormai prossime all'esaurimento, il carattere strategico di tale forma di produzione, e pertanto il ruolo da essa svolto nel quadro del soddisfacimento del fabbisogno elettrico nazionale, continuano ad essere rilevanti. In particolare, nel nuovo scenario venutosi a determinare con la creazione del mercato unico europeo dell'energia elettrica, gli impianti idroelettrici continuano a ricoprire una funzione insostituibile nel breve periodo, consentendo un'efficace e rapida rimodulazione della produzione, un'ottimizzazione della stessa in funzione dei diagrammi di carico della rete elettrica, nonché il soddisfacimento delle punte di richiesta.

Tutto ciò, grazie alle peculiarità degli impianti contraddistinti dalla rapidità di presa di carico, dalla possibilità di funzionare per brevi periodi (e più volte) nell'arco della stessa giornata, nonché dalla capacità di regolazione della tensione, della frequenza e delle potenze attive e reattive. Inoltre, la completa indipendenza del funzionamento di tali impianti da interventi esterni li rende insostituibili per quanto attiene alla "riaccensione della rete" nei casi di blackout. Al di là di tali caratteristiche della produzione, che potremmo definire "dinamiche", altro fondamentale requisito della fonte idroelettrica è rappresentato dal suo squisito carattere di rinnovabilità che, unitamente alla sua estraneità a qualsiasi emissione in atmosfera, fa della risorsa un elemento d'importanza strategica nel bilancio energetico del Paese.

2.3 Il Sistema energetico Ligure

Le linee guida della politica energetica della Regione Liguria sono contenute all'interno del Piano Energetico Ambientale della Regione Liguria, all'interno del quale viene descritta la situazione attuale e vengono delineati le strategie future e gli obiettivi da raggiungere. Il quadro attuale evidenzia un'offerta complessiva di energia primaria nel territorio ligure di circa 6000 ktep, a fronte di consumi pari a 3443 ktep, con un'esportazione in altre regioni di circa il 43% dell'energia prodotta. Dietro questo quadro apparentemente positivo si nasconde però il problema dell'inquinamento, la produzione di energia, infatti, "è responsabile della più ampia percentuale di emissioni di gas serra sul territorio regionale, pari al 58%". È stato quindi stabilito che il futuro assetto energetico della regione non possa prescindere da alcuni principi base:

- rispetto dell'ambiente;
- razionalizzazione delle attività più energivore;
- produzione di sistemi produttivi ambientalmente qualificati;
- innovazione nella produzione di energia.

Alla luce di tali elementi, che costituiscono gli assi portanti delle strategie della regione in campo energetico, la Regione Liguria intende raggiungere il riassetto energetico promuovendo **la progressiva costituzione di un sistema di produzione diffuso sul territorio e caratterizzato dalla presenza di impianti produttivi di piccola-media taglia ad alta efficienza e contenuto impatto ambientale**. Gli obiettivi che infatti la Regione intende perseguire nella sua politica energetica sono:

- aumento dell'efficienza energetica;
- stabilizzazioni delle emissioni climalteranti ai livelli dell'anno 1990;
- raggiungimento del 7% del fabbisogno energetico da fonti rinnovabili, a fronte di una produzione da fonte rinnovabile attuale pari a solo l'1,5% dell'intero quantitativo di energia consumata.

La Regione intende raggiungere tale obiettivo attraverso l'impiego dell risorse energetiche rinnovabili. Alla luce di questo "è intenzione della Regione Liguria operare per la massima snellezza e semplificazione delle procedure necessarie per l'insediamento di impianti che utilizzino energie rinnovabili." "Per quanto attiene al comparto dell'idroelettrico la Regione Liguria, pur presentando caratteristiche geo-morfologiche particolari, presenta un potenziale idroelettrico di rilievo. Il quadro della produzione idroelettrica in Liguria nel 1998 rivela la presenza sul territorio regionale di 35 impianti per una potenza installata complessiva teorica pari a 4600 GWh e una produzione reale pari a 250 GWh nell'annualità di riferimento. Sulla base della conoscenza dell'attuale situazione la Regione ha delineato la realizzazione di nuovi impianti sostenibili dal punto di vista economico e ambientale quale una delle linee di indirizzo su cui orientare e sviluppare le future azioni specifiche di intervento.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

Al fine di descrivere le principali caratteristiche dell'impianto idroelettrico in progetto e gli interventi necessari per la sua realizzazione, nel presente paragrafo, si provvede ad analizzare le principali caratteristiche idrauliche del tratto di corso d'acqua interessato, prestando particolare attenzione alle opere presenti.

3.1 Descrizione dello stato di fatto

La traversa oggetto di intervento si trova circa 700 m a valle del concentrico di Pieve di Teco, in direzione SO.



Figura 1. Vista aerea della zona traversa.

Il tratto di alveo all'interno del quale è inserito il manufatto è essenzialmente rettilineo e corre in direzione N-S; la sezione d'alveo ha forma essenzialmente trapezia, essa è profondamente incisa e delimitata da sponde aventi elevata acclività a monte ed in corrispondenza del manufatto della traversa; procedendo a valle della stessa la sezione tende invece ad allargarsi, la sponda destra mantiene la sua acclività mentre l'inclinazione in sponda sinistra subisce un progressivo addolcimento. A monte del manufatto le sponde presentano una modesta coltre di copertura, la cui stabilità è favorita dalla presenza di una popolazione vegetale con componente prevalentemente arbustiva. In

corrispondenza della traversa si trova un massiccio affioramento roccioso, presente sia in sponda destra che in sponda sinistra, si riscontra pertanto una debole presenza della componente sopra evidenziata.



Figura 2. Vista della traversa da monte.

A valle della traversa l'acclività in sponda sinistra tende a diminuire, e l'affioramento viene progressivamente nascosto dallo strato di copertura e da una fitta vegetazione, mentre in sponda destra si rileva la presenza di un muro artificiale in pietrame e malta cementizia, utilizzato per sostenere il terrapieno relativo al piazzale del Cimitero Comunale.



Figura 3. Vista da valle della zona traversa



Figura 4. Vista della sponda destra idrografica

Per tutto il tratto in questione il ciglio di sponda sinistro è rappresentato dalla strada provinciale n.7, che corre parallelamente al corso del T.Arroscia ad una quota mediamente sopraelevata di 15 m rispetto al fondo alveo, mentre, come accennato in precedenza, la sponda destra è delimitata dal muro in pietra il cui coronamento è sopraelevato di circa 10 m rispetto al fondo alveo. Il manufatto a ridosso del quale andrà ad essere realizzata la centrale in progetto è costituito da una briglia in calcestruzzo e pietrame. Tale manufatto è stato presumibilmente realizzato negli anni settanta per limitare l'erosione dell'alveo e per conferire al torrente una pendenza definita di equilibrio, l'impiego delle briglie di trattenuta ha infatti contribuito negli anni a ridurre l'erosione al piede delle sponde dei corsi d'acqua, partecipando in questo modo al consolidamento spondale e più in generale alla stabilizzazione dei versanti.



Figura 5. Vista della traversa e zona centrale

Allo stato attuale la briglia presenta una lunghezza di 2 m circa ed occupa tutta la sezione d'alveo per una larghezza complessiva di 20 m circa, entrambe i paramenti sono verticali, la gàveta della briglia è di forma trapezoidale, con le ali rialzate di 2 m circa rispetto al coronamento, il quale risulta posto ad una quota di 218.45 m s.l.m.

Sia le fondamenta che le ali risultano intestate nell'affioramento roccioso sopra descritto, la traversa non riporta pertanto alcun danno dovuto a fenomeni di sifonamento al piede né di aggiramento laterale ad opera del flusso, in quanto la permeabilità del materiale di fondazione risulta essere nulla.

L'accesso al manufatto avviene mediante un sentiero carrabile che parte in corrispondenza di un piazzale a lato della suddetta strada provinciale e raggiunge il corso d'acqua mediante un percorso che si realizza interamente in sponda sinistra; allo stato attuale la pista risulta parzialmente ostruita dalla presenza di vegetazione arbustiva di piccole e medie dimensioni.



Figura 6. Vista della strada d'accesso ora in stato d'abbandono

Circa 350 m a monte della traversa oggetto di intervento si segnala la presenza del viadotto della SS28 del Colle di Nava; come potrà essere verificato dalle risultanza della simulazione idraulica l'inserimento della centrale di produzione e degli organi relativi alla traversa di derivazione non comporterà alcuna interferenza negativa con il manufatto stesso, essendo il profilo di rigurgito creato dall'inserimento della paratoia mobile circoscritto a circa 100 m a monte della traversa esistente.



Figura 7. Zona a valle della centrale

3.2 Descrizione dell'intervento di progetto

Lo schema di impianto prevede che, sia l'opera di derivazione, sia il gruppo di produzione, vengano posizionati a ridosso di una briglia in calcestruzzo esistente sul Torrente Arroscia. Tale manufatto è stato presumibilmente realizzato negli anni settanta per limitare l'erosione dell'alveo e per conferire al torrente una pendenza definita di equilibrio, l'impiego delle briglie di trattenuta ha infatti contribuito negli anni a ridurre l'erosione al piede delle sponde dei corsi d'acqua, partecipando in questo modo al consolidamento spondale e più in generale alla stabilizzazione dei versanti.

Le fasi propedeutiche alla progettazione preliminare, in particolare le verifiche idrauliche, hanno messo in luce alcune criticità connesse alla presenza in alveo della briglia, è risultato infatti che, in occasione di portate con tempo di ritorno cinquecentennale, il manufatto impone altezze della vena d'acqua tali per cui sono inevitabili esondazioni in sponda destra.

La derivazione in progetto sarà pertanto attuata apportando modifiche sostanziali alla briglia esistente che, pur mantenendo le sue funzionalità originarie, verrà convertita da strumento di regolazione del deflusso idraulico in strumento di captazione idrica.

Alla luce delle indicazioni fornite dalle verifiche idrauliche si è cercata una soluzione progettuale che garantisse nel contempo la sicurezza idraulica dell'area e l'efficienza funzionale dell'opera, pertanto il progetto prevede di:

- ampliare la sezione di deflusso della briglia mediante una ricalibrazione della gàveta ed il suo passaggio da sezione trapezia a rettangolare.

- modificare il profilo della briglia realizzando, sul lato di valle, uno scivolo in massi ciclopici annegati in cls per favorire il deflusso delle portate di piena;
- collocare sul coronamento della briglia una paratoia mobile, in modo da impostare la quota di presa a 220.23 m s.l.m
- ricavare una bocca di derivazione eseguendo un'incisione sul coronamento della briglia in sinistra orografica;
- realizzare una vasca di carico delle dimensioni contenute a ridosso delle briglia
- realizzare, a valle della vasca di carico, il locale macchine, all'interno del quale sarà ospitata una turbina kaplan ad asse suborizzontale.
- realizzare in destra orografica una scala di rimonta per l'ittiofauna;
- costruire il locale tecnico di servizio all'impianto all'esterno dell'alveo in un'area comodamente accessibile dalla strada provinciale SP7;
- realizzare un elettrodotto interrato che colleghi il gruppo di produzione al locale tecnico.

3.2.1 L'opera di presa

Lo sbarramento di derivazione in progetto è di tipo mobile e verrà collocato in corrispondenza della briglia sopra citata; la traversa esistente ha quota del coronamento pari a 218,63 m s.l.m e quota del fondo immediatamente a monte pari a 218,01 m s l m.

Come accennato in precedenza la traversa verrà modificata allargando la sezione di deflusso della gàveta, che passerà da una forma trapezia ad una rettangolare, per una larghezza complessiva di 20 m.

Per poter aumentare il salto geodetico complessivamente disponibile, sul coronamento della traversa verrà installata una paratoia piana di dimensioni rettangolari 19,60 x 1,80 m, che verrà mobilitata da 3 pistoni idraulici collocati al piede della traversa .Per mascherare l'inserimento dei pistoni a valle dell'opera di presa sarà realizzato uno scivolo in massi di grosse dimensioni legati in calcestruzzo.

L'inserimento della paratoia porterà ad un innalzamento del pelo libero rispetto al coronamento della traversa di 1,60 m, pertanto ad impianto in funzione il nuovo coronamento (quota di presa) sarà posto a 220,23 m s.l.m permettendo in tal modo all'acqua presente in alveo di essere "convogliata"verso la bocca di presa laterale in sponda sinistra e di essere trasportata all'interno della camera di carico pel tramite del canale di derivazione.

La paratoia avrà funzione di garantire il mantenimento della quota di presa in condizioni di impianto attivo, pertanto essa subirà una regolazione automatica in funzione del tirante idrico misurato all'interno del canale di derivazione, essa verrà inoltre abbattuta completamente in caso di fermo impianto, condizione che potrà verificarsi in caso di interventi di manutenzione all'impianto stesso oppure di piene del Torrente Arroscia; per ulteriori informazioni circa il meccanismo di regolazione della paratoia mobile si rimanda al paragrafo di descrizione.

3.2.2 Dispositivo per il rilascio del DMV

Come evidenziato nella relazione idrologica si è giunti a determinare la portata rilasciata a valle della traversa nella misura di 134 l/s.

Dato il suddetto valore di DMV si è deciso di scinderlo in due parti, 44 l/s verranno fatti entrare all'interno della scala di rimonta per l'ittiofauna garantendo così velocità e condizioni fisiche che permettano una rimonta agevolata all'ittiofauna presente; gli altri 90 l/s verranno fatti tracimare sul coronamento della traversa.

La su scritta portata genererà un battente di 2 cm sul coronamento della traversa, questa soluzione è stata scelta per avere un inserimento ambientale dell'opera ottimale e non lasciare mai in "asciutta" la traversa.

Il rilascio all'interno della scala di rimonta verrà garantito mediante due stramazzi posti in sponda destra aventi sezione rettangolare di dimensione 0,35 x 0,18 cm, i cui coronamenti saranno posti a 220,05 m.s.l.m. e 218,45 m.s.l.m.

Entrambe gli stramazzi andranno ad alimentare la scala di rimonta per l'ittiofauna posta immediatamente a valle della traversa di derivazione, il loro funzionamento però non avverrà in contemporanea: lo stramazzo superiore verrà attivato solo in caso di impianto in funzione, (paratoia completamente alzata), mentre in caso di fermo impianto (paratoia completamente abbassata) sarà in funzione solamente lo stramazzo posto a quota inferiore, il quale verrà attivato alzando la saracinesca posta al suo imbocco.

La scala sarà in contatto con gli stramazzi attraverso un piccolo canale (scavato all'interno della roccia) il quale unirà la settimana vasca al livello del coronamento della traversa.

Questa tipologia di opera garantirà il funzionamento della traversa in qualsiasi momento del regime idrologico.

3.2.3 Verifica della bocca per il rilascio del DMV

Di seguito si riporta la verifica dello stramazzo per il rilascio della portata di DMV e per la conseguente alimentazione della scala per la rimonta dell'ittiofauna.

Si ricorda che lo stramazzo superiore verrà attivato in caso di impianto in funzione, in tal caso il pelo libero verrà mantenuto costante ad una quota di 220,23 m s.l.m, mentre il coronamento dello stramazzo sarà posto ad una quota di 220,05 m.s.l.m.

In caso di fermo impianto verrà invece attivato lo stramazzo inferiore, in questa configurazione il pelo libero minimo è impostato dalla quota del coronamento della traversa, e cioè 218.63 m s.l.m, mentre il coronamento dello stramazzo è posto a 218,45 m s.l.m. In entrambe i casi all'interno dei due stramazzi il tirante idrico minimo garantito sarà di 0,18 m ovvero 18 cm.

Per valutare il passaggio del DMV viene utilizzata la relazione valida per lo stramazzo rettangolare a larga soglia:

$$Q = 0{,}385 \cdot b \cdot h \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h}$$

dove:

- b è la larghezza della bocca, pari a 0,35 m
- h è il tirante idraulico all'imbocco dello stramazzo, pari a 0,18 m
- g è l'accelerazione di gravità

Pertanto, applicando i suddetti valori alla formula precedentemente riportata si ottiene:

$$Q = 0{,}385 \cdot 0{,}35 \cdot 0{,}18 \cdot \sqrt{2 \cdot 9{,}81 \cdot 0{,}18} = 0{,}045\ m^3 / s$$

Dai calcoli effettuati risulta quindi che entrambe gli stramazzi sono verificati per il rilascio della portata di DMV pari a 45 l/s.

3.2.4 Scala di risalita per l'ittiofauna

La fauna ittica presente in alveo, ad oggi, subisce gli effetti derivati dalla presenza della briglia in alveo che, di fatto, rappresenta un ostacolo insormontabile alla fase di rimonta del corso d'acqua.

Le informazioni emerse dalle indagini, hanno rilevato che nel tratto di torrente interessato dall'intervento è abitato essenzialmente da ciprinidi reofili quali nello specifico il barbo e il vairone, mentre non è segnalata la presenza di salmonidi. Nonostante le indicazioni bibliografiche indichino che nell'area di intervento non sono presenti salmonidi si è optato di progettare una scala di rimonta per ittiofauna a bacini successivi, che la letteratura specializzata indica come passaggio artificiale per tutte le specie di pesci; tale scelta è motivata dal fatto che la qualità dell'acqua nel tratto di Arroscia interessato dall'intervento, le dinamiche di portata e la morfologia dell'alveo sono compatibili con la vita dei salmonidi e pertanto non si esclude che tali specie ittiche possano in futuro colonizzare il corso d'acqua.

Tipologia della scala di rimonta prescelta

Laddove si renda necessario ripristinare la continuità biologia dei corsi d'acqua coinvolti dalla realizzazione di opere di sbarramento, è ormai una pratica comune, sia nel panorama nazionale che internazionale, l'impiego di passaggi artificiali per l'ittiofauna. Tali manufatti si differenziano in tre diverse categorie:

Passaggi tecnici: passaggi artificiali di varie tipologie testate, apparentemente simili a comuni opere di ingegneria civile. Privilegiano l'uso di murature e parti metalliche o meccaniche (paratoie, diaframmi, ecc..), non imitando situazioni naturali come rapide e rocciosità. Sono la tipologia di passaggi per pesci più comune. Passaggi "close to nature": passaggi artificiali il cui aspetto imita il più

possibile le caratteristiche naturali del corso d'acqua, creando pertanto rapide, corsi d'acqua minori, etc. possono essere anche utilizzati con tecniche di ingegneria naturalistica (rampa in pietrame senza utilizzo di calcestruzzo per l'intasamento dei massi).

Strutture speciali: opere che permettono il passaggio dei pesci senza ricostituire la continuità fluviale. I pesci vengono spostati passivamente oppure attivamente, ma il fiume resta sostanzialmente interrotto.

Le diverse tipologie di passaggi sono state ideate per assolvere le loro funzioni nei più svariati ambiti operativi, esistono infatti scale di rimonta per piccoli dislivelli, che vengono realizzate completamente in pietrame, e tipologie speciali di passaggi che risultano indispensabili per superare ampi dislivelli e che prevedono l'impiego di speciali "ascensori" automatizzati.

Il corpo dell'opera sarà costituito da 19 di vasche posizionate in aderenza alla sponda destra messe in comunicazione tra loro attraverso un sistema di aperture a stramazzo lungo la faccia in comune completamente lastricato di pietra e intervallato trasversalmente da soglie di pietrame, che lo separano in tratti.

Dimensionamento idraulico della scala di rimonta

Come risulta dalla tavola di progetto la scala di rimonta per l'ittiofauna è dimensionata e realizzata secondo quando indicato dalle "Linee guida per la gestione della fauna ittica e degli ecosistemi fluviali in Provincia di Cuneo" e dal manuale "Linee guida per il corretto approccio metodologico alla progettazione dei Passaggi per Pesci" Pubblicato dalla Provincia di Modena.

Il corpo dell'opera sarà costituito da 19 di vasche posizionate in aderenza alla sponda destra messe in comunicazione tra loro attraverso un sistema di aperture a stramazzo lungo la faccia in comune completamente lastricato di pietra e intervallato trasversalmente da soglie di pietrame, che lo separano in tratti.

In ogni singolo tratto il dislivello tra il pelo libero dell'acqua a monte ed il successivo a valle, rispetto alla soglia, si stabilizzerà sui 20 cm permettendo una rimonta facilitata. Il salto di fondo tra i bacini è arrotondato, tale da non risultare pericoloso per pesci durante la rimonta. Le vasche hanno un livello d'invaso di 50 cm, la larghezza delle vasche in pietrame a rivestimento terminato risulterà essere di circa 1.20m. Il fondo è in ghiaia e piccolo ciottolame tale da ricreare un ambiente naturale e il più possibile vicino alle preferenze delle specie presenti nel Torrente Arroscia.

Si prevede di realizzare l'intera opera in materiale lapideo (andandola ad inserire all'interno dell'ammasso roccioso) tale che possa rendere al minimo l'impatto sull'ambiente. Il passaggio per pesci è quindi finalizzato alla mitigazione degli impatti ambientali, nel momento in cui lo stato naturale di un ecosistema fluviale viene alterato da manufatti che ne comportino una modifica dello stato originario. Tali dispositivi andrebbero previsti sin dalla fase di progettazione dei manufatti idraulici che determinano un ostacolo alla libera circolazione dell'ittiofauna, ma sicuramente il suo impiego è di

notevole valenza ed importanza anche su manufatti esistenti, venendo così a costituire un rilevante intervento finalizzato alla riqualificazione degli ambienti fluviali e riparali

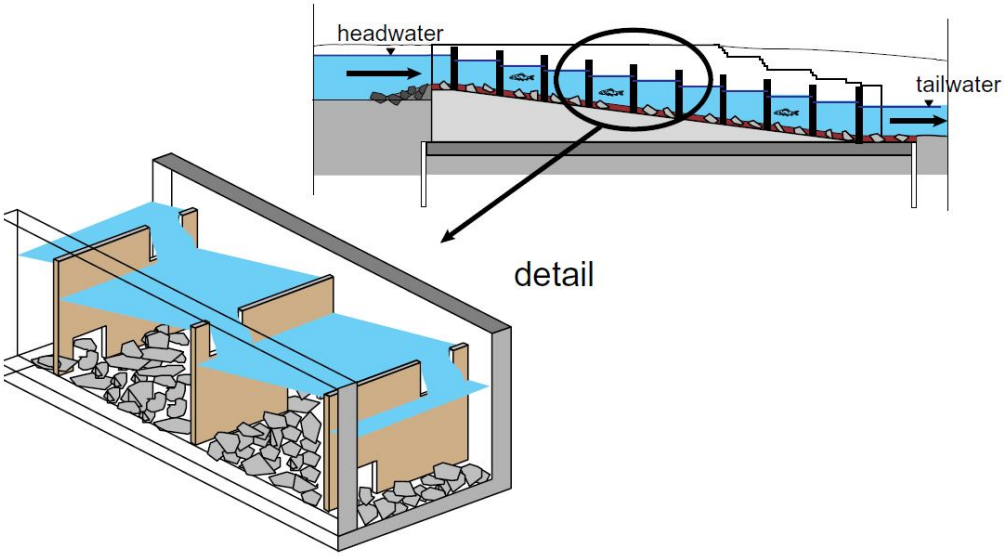


Figura 8. Sezione rappresentativa della scala di rimonta dell'ittiofauna

Per il dimensionamento si è fatto riferimento a quanto riportato nelle linee guida sopraccitate. Per ricavare la grandezza delle vasche della rampa di risalita si è utilizzata la relazione energetica di seguito indicata:

$$\frac{P}{V} = \frac{\gamma \cdot Q \cdot \Delta H}{W}$$

Dove:

- P: è la potenza totale dissipata;
- V: è il volume totale;
- ɤ : è il peso specifico dell'acqua;
- Q: è la portata
- ΔH: è l'altezza di ogni salto (20 cm);
- h: profondità della vasca (50 cm);
- W: è il volume della vasca (0,72 m3).

Per quanto riguarda l'apertura della soglia di sfioro delle vasche si è pensato di posizionarla in senso alternato in modo da avere un percorso più lungo dell'acqua e quindi una minor velocità. La larghezza dello sfioro, legata in modo intrinseco alla definizione della quota del pelo libero, è stata definita pari a 0,35 m. Tali dimensioni delle aperture per una portata di circa 45 l/s, impongono il pelo libero dell'acqua a 18 cm dalla quota della soglia. La velocità media di deflusso attraverso l'apertura calcolata come Q/(l*h) da luogo ad un valore di 0,72m/s nella bocca a battente, quindi ben al di sotto della soglia definita nelle linee guida di 1,5 m/s.

3.2.5 Bocca di presa

La bocca di presa sarà ubicata a lato della traversa di derivazione in sponda sinistra del T. Arroscia; essa sarà posta in direzione quasi ortogonale al flusso in arrivo alla traversa di derivazione, sarà costituita da un manufatto in cemento eseguito in opera ed avrà sezione rettangolare avente larghezza pari a 5,60 m ed altezza pari a 2 m circa.

Il coronamento della bocca di presa sarà posto ad una quota di 218.51 m s.l.m, e sarà quindi rialzato rispetto al fondo alveo di 50 cm circa in modo da impedire l'ingresso nel canale di derivazione agli elementi lapidei di dimensione maggiore, i quali verranno evacuati periodicamente mediante l'apertura della paratoia sghiaiatrice posta a lato della bocca.

Immediatamente a valle della bocca si trova la vasca dissabbiatrice, la quale avrà lunghezza di 5,50 m e larghezza di 2,50 m il Fondo della vasca varia da una quota di 218,51 m s.l.m ad una quota di 217,51 m s.l.m. Al termine della vasca sarà presente un gradino avente elevazione di 0.5 m rispetto al fondo, la cui funzione è quella di impedire alle ghiaie l'ingresso nella vasca di carico; sempre in corrispondenza del gradino, sul lato destro del canale, si trova la paratoia dissabbiatrice, la quale viene aperta in occasione della pulizia della vasca. La vasca sarà realizzata in cls eseguito in opera , mentre il muro esterno sarà mascherato utilizzando del pietrame reperito in alveo.

VERIFICA DEL CANALE SGHIAIATORE

Il canale sghiaiatore è stato dimensionato per permettere il deflusso della portata massima derivata di 2.856 l/s con un riempimento del canale pari mediamente a 2,46 m.

Assumendo una pendenza pari a 0.02 m/m la lunghezza del canale appare insufficiente per l'instaurarsi di un moto uniforme, per cui la formula di chezy risulta inapplicabile.

La sezione è stata quindi verificata mediante la relazione:

$$Q = v \cdot \Omega$$

Dove

- Q è la portata [m^3/s]
- v la velocità all'interno del canale [m/s]
- Ω la sezione di deflusso [m^2]

Ipotizzando una larghezza di 2.80m ed un tirante di 2,46 m si ottiene una sezione di deflusso Ω pari a 6,88 m^2, da cui risulta:

$$v = \frac{Q}{\Omega} = 0{,}436\ m/s$$

Il canale risulta quindi verificato per il transito della portata massima di concessione di 3.000 l/s.

3.2.6 Dispositivo limitatore della portata massima derivabile

In corrispondenza del gradino posto al termine del canale sghiaiatore è ubicata la paratoia di impianto, che verrà abbassata completamente in condizioni di fermo dovuto a operazioni di manutenzione sulla macchina idraulica oppure in occasione di eventi di piena, in modo tale da escludere la camera di carico e la sala macchine dal flusso in arrivo dal T.Arroscia.

La paratoia di impianto svolgerà inoltre la funzione di dispositivo di limitazione della portata derivata: con la configurazione prospettata, la limitazione della portata massima derivata non può essere realizzata mediante dispositivi fissi ed inamovibili (accoppiamento stramazzo trasversale/stramazzo laterale, luci sotto battente, ecc), a meno di non incidere in modo significativo sul salto dell'impianto e quindi anche sulla producibilità dello stesso.

Sia nel caso di luci sotto battente che nel caso di accoppiamento stramazzo trasversale/stramazzo laterale, per un loro corretto funzionamento si andrebbe a perdere un quantitativo di salto dello stesso ordine di grandezza del battente della corrente; data l'esiguità del salto dell'impianto (pari a 3,90metri), perdere anche solo mezzo metro sul dispositivo di limitazione della portata corrisponde a perdere circa un settimo della produzione di energia.

La regolazione della portata massima derivata avverrà pertanto nel seguente modo: nel caso in cui il misuratore di portata misuri un valore superiore alla portata massima concessa il PLC di centrale andrà a comandare l'abbattimento della paratoia a step in modo da ridurre l'ingresso di flusso nel canale derivatore, fino al raggiungimento di una portata turbinata inferiore alla massima concessa.

3.2.7 La camera di carico

La camera di carico è posta al termine del canale dissabbiatore, in sponda sinistra del T.Arroscia e costituisce, ha sezione rettangolare di dimensioni 4 x 2,80m e sarà costituita da un manufatto in cls parzialmente interrato. Essa avrà funzione di regolazione ed attenuazione delle oscillazioni di livello conseguenti alle variazioni della portata assorbita dalla turbina, ma anche e più semplicemente lo scopo di facilitare l'immissione dell'acqua nella turbina stessa. A lavori ultimati il materiale proveniente dallo scavo verrà utilizzato per i ritombamenti ed i ripristini così da mantenere a vista solamente il manufatto tecnico. Ad esecuzione avvenuta, oltre ai parapetti di protezione, risulteranno a vista solamente la soletta di copertura ed il grigliato di accesso alla paratoia di impianto, posti entrambe ad una quota di 220,90 m s.l.m. .

Nella parte superiore saranno localizzati il quadro elettrico e le apparecchiature elettriche ed elettroniche di controllo e gestione di alcune funzionalità specifiche

dell'impianto e più precisamente:

- quadro elettrico con alloggiamento dei sensori di livello;
- apparecchiatura per il funzionamento dello sgrigliatore;
- apparecchiatura per il funzionamento delle paratoie automatizzate;

Sempre nella parte superiore sarà localizzato lo sgrigliatore automatico a catena oltre alla canaletta di raccolta del materiale di sgrigliatura. La camera di carico avrà quota del fondo pari a 216,82 m s.l.m, al suo interno è presente una paratoia di scarico avente la funzione di evacuare l'acqua dalla vasca a seguito di fermo improvviso dell'impianto e/o per lo svuotamento e manutenzione della stessa. In tal caso il flusso verrà convogliato in alveo mediante un canale avente sezione rettangolare 1.5x 1 m, il quale sarà realizzato in cls e verrà interrato, la parte terminale del canale sarà ammorsata nella scogliera di protezione posta a tergo della camera di carico e al suo termine verrà realizzata una apposita platea antierosione in massi naturali.

Verifica del canale di fondo vasca della camera di carico

Il canale di derivazione e stato dimensionato per permettere il deflusso della portata massima derivata di 3.000 l/s.

Il calcolo della profondità di moto uniforme viene effettuato mediante la relazione di Gauckler-Strickler

$$y = \left(\frac{q}{ks \cdot if^{1/2}} \right)^{3/5}$$

dove

- q= portata per unità di larghezza (m2/s)
- ks= coefficiente di scabrezza di Strickler (m s1/3) =1/n
- if= pendenza del fondo (m/m)

Assumendo

- If = pendenza del fondo = 2%
- n = parametro di scabrezza di Manning = 0,018 m1/3/s
- B= larghezza del canale = 1.5 m
- Q= portata transitante = 3.000 l/s

Attraverso una opportuna procedura iterativa si ottiene un'altezza d'acqua y= 0,55 m, cui corrisponde una velocità del flusso pari a

$$v = \frac{Q}{B \cdot h} = 3{,}63 m/s$$

Il canale risulta quindi verificato per il transito di una portata di 3.000 l/s.

Calcolo delle perdite di carico al passaggio nello sgrigliatore

Una delle principali funzioni delle prese è di minimizzare l'ingresso del materiale trasportato dall'acqua in arrivo; a questo scopo a valle del canale di adduzione viene collocata una griglia per impedire che corpi galleggianti possano entrare nell'impianto.

La griglia è realizzata in più elementi costituiti da una serie di barre con spaziatura costante, ed è installata subito a monte della condotta forzata.

Esso consente di migliorare l'efficienza dello sgrigliatore automatico. Le griglie vengono realizzate con barre di acciaio; queste ultime possono essere facilmente costruite con diversi profili, nel nostro caso quello circolare, che consentono di conseguire minor insorgenza di fenomeni turbolenti e minori perdite di carico.

La griglia deve avere un'area netta, data dall'area totale meno l'ingombro frontale delle barre, tale che la velocità dell'acqua in griglia non superi 1 m/s per evitare il rischio di trascinamenti di materiale e per non aumentare eccessivamente le perdite di carico.

Le griglie possono essere imbullonate al telaio di supporto con bulloni d'acciaio inox oppure alloggiate in fessure verticali, in modo da poter essere rimosse e sostituite con panconi quando sia necessario fermare l'impianto per manutenzioni o riparazioni. Nel calcolo statico di grandi griglie si deve ipotizzare che la griglia possa essere completamente intasata e quindi si deve calcolare la struttura di sostegno in modo che resista senza eccessive deformazioni ad un carico pari alla pressione totale dell'acqua esercitata sull'intera area della griglia.

La perdita di carico attraverso la griglia è calcolata con la formula di Kirschmer, che è valida solo nel caso che la corrente sia perpendicolare alla griglia.

Le perdite sono:

$$\Delta h = k_2 \left(\frac{s}{b}\right)^{4/3} \frac{v^2}{2g} sen\alpha$$

dove:

- Δh = perdita di carico in griglia misurata in metri di colonna d'acqua.
- s = spazio tra le barre;
- b = larghezza delle barre
- v = velocità di ingresso, cioè a monte della griglia;
- k2 = coefficiente di forma delle barre, 1.79 per sezioni circolari.

Nella fattispecie avremo:

- s = 0.015 m
- b = 0.01 m
- v = 0.484 m/s
- k2 = coefficiente di forma delle barre, 1.79 per sezioni circolari.

Pertanto le perdite, con una portata di 3.000 l/s, possono essere stimate in circa 0,01m.

Le perdite a griglia sporca sono di difficile valutazione; esistono dei coefficienti correttivi della perdita di carico che variano da 1,2 per griglie con apparecchi di pulizia automatici a 2-4 per griglie pulite a mano, si assume un fattore 2 di amplificazione del carico che porta il valore a griglia sporca, a circa 0,02 m.

La griglia è rimovibile in caso di riparazioni e di manutenzioni, oltreché dotata di sistemi di pulizia automatici. L'impianto non è presidiato e sarà quindi installato uno sgrigliatore automatico. Esso può essere progettato in modo da intervenire o ad intervalli di tempo prestabiliti o quando si verifica a cavallo della griglia una perdita di carico superiore ad una soglia preimpostata. In questo secondo caso un sensore misura la perdita attraverso la griglia; quando un accumulo di materiale contro la griglia provoca un aumento della differenza di livello a cavallo della griglia, interviene lo sgrigliatore automatico.

3.2.8 La centrale

Il locale relativo alla centrale sarà localizzato in adiacenza alla vasca di carico, in sponda sinistra del T.Arroscia; al suo interno sarà ubicato il gruppo di produzione costituito da una turbina di tipo Kaplan a bulbo biregolante accoppiata al generatore.

Il Fabbricato misurerà in pianta 5,36 x 2,80 m e sarà realizzato in c.a.rivestito esternamente in pietrame reperito in alveo per migliorarne l'inserimento nel contesto paesistico-ambientale.

Per l'accesso alla sala macchine sono previsti due ingressi, in relazione alla tipologia di operazioni di manutenzione che si riterranno necessarie:

Il primo è costituito da una porta a tenuta stagna posta sul lato SO dell'edificio, alla quale si accede mediante un cunicolo che risulterà mascherato alla vista da una scogliera di protezione; tale ingresso è riservato al personale autorizzato per le operazioni di manutenzione o di semplice ispezione.

Il secondo è costituito da una botola a tenuta stagna posta sulla soletta di copertura a quota 220, 40 m s.l.m, e sarà accessibile mediante la pista permanente realizzata a fianco dell'edificio della centrale a ridosso della sponda sinistra; tale accesso verrà utilizzato per permettere il sollevamento o l'introduzione di parti meccaniche relative alla macchina o al generatore da parte di adeguati mezzi d'opera. Ad esecuzione avvenuta, dal lato SE , oltre ai parapetti di protezione, risulterà a vista solamente la soletta di copertura posta ad una quota di 220,40 m s.l.m , mentre dal lato SO , oltre ai parapetti di protezione, sarà visibile l'ingresso del cunicolo recante alla porta di ingresso del personale. Dal lato del T. Arroscia la vista del manufatto risulterà in parte mascherata da massi di grosse dimensioni che verranno addossati al muro lato NO, mentre la parte emergente verrà mascherata mediante l'utilizzo di pietrame reperito in alveo. Il sito sarà accessibile attraverso la pista carrabile che si diparte dal piazzale a vale dell'edificio Anas e raggiunge il corso d'acqua snodandosi in sponda sinistra, per chiarimenti sugli accessi di cantiere si rimanda comunque al capitolo di

competenza. In seguito alla realizzazione dell'opera si procederà al ripristino e al miglioramento dello stato dei luoghi mediante l'inerbimento delle superfici interessate dalle operazioni di scavo e successivo riporto oltre alla messa a dimora di specie arboree, onde ottenere un miglior inserimento dei manufatti nel paesaggio circostante.

3.2.9 La restituzione in alveo

L'acqua turbinata verrà restituita in alveo mediante un diffusore conico posto al di sotto dell'edificio della centrale in corrispondenza dello spigolo O del fabbricato, ad una distanza di circa 11 m dalla bocca di derivazione. Il flusso verrà indirizzato verso una fossa di dissipazione delle dimensioni indicative di 5 x 3 m ricavata mediante abbassamento del fondo alveo ed eventualmente rivestita in massi di grosse dimensioni qualora non ci si possa avvalere della protezione naturale dell'affioramento roccioso presente.

La parte terminale del diffusore canale verrà ammorsata in una piccola scogliera in progetto costituita da massi naturali con intasamento degli interstizi mediante del calcestruzzo e realizzata in modo da non modificare in alcun modo il profilo esistente della sponda.

Le acque saranno pertanto rilasciate nel torrente Arroscia dalle quali sono state derivate.

A fine lavori verranno necessariamente eseguite delle opere di sistemazione spondale, arginatura e sistemazione della bocca di scarico.

3.2.10 Edificio tecnico per la gestione dell'impianto e la consegna dell'energia

L'impianto a progetto prevede la realizzazione di un apposito locale tecnico atto ad ospitare la strumentazione elettrica necessaria alla gestione dell'impianto e alla consegna e contabilizzazione dell'energia prodotta.

Tale struttura verrà realizzata a margini della strada provinciale nell'area come individuata nell'elaborato grafico di riferimento.

L'edificio a pianta rettangolare misurerà complessivamente 5,50 m in lunghezza per circa 4.6m in larghezza e misurerà circa 3 m di altezza; tali dimensioni, locali contatori e cabina di consegna, soddisfano le prescrizioni DK5600 fornite da ENEL .

Nel locale troveranno alloggiamento le seguenti apparecchiature elettriche:

- apparecchiature per il telecontrollo dell'impianto;
- quadro di bassa tensione;
- contatore privato;
- apparecchiature elettriche ed elettroniche installate da ENEL;

Non è prevista l'installazione di un trasformatore in quanto la potenza massima di impianto è inferiore ai 100kW. Il collegamento tra l'edificio di gestione e la centrale di produzione avverrà mediante la realizzazione di un cavidotto interrato che correrà nel terreno naturale in sponda sinistra.

Per la realizzazione del cavidotto è previsto lo scavo di una trincea della profondità di 170 cm e avente larghezza pari a 80 cm. All'interno della trincea verrà prima steso uno strato di materiale sabbioso di 6 cm che verrà livellato e su cui andranno ad appoggiare i due tubi porta cavi relativi alla trasmissione dei segnali e della corrente in immissione; una volta posati i tubi la sezione verrà completamente riempita seguendo la stratigrafia indicata alla tavola

4 REGOLA OPERATIVA DELL'IMPIANTO

L'impianto funzionerà a livello costante; il pelo libero a monte della traversa di derivazione sarà mantenuto agendo sulla paratoia abbattibile posta sul coronamento della traversa in funzione del livello rilevato dal misuratore posto nel canale dissabbiatore.

PERIODO DI FERMO IMPIANTO PER MANUTENZIONE

Nel periodo in cui l'impianto non sarà in funzione per operazioni di manutenzione da eseguire sulle parti meccaniche (macchina idraulica o sgrigliatore) la paratoia di impianto sarà completamente abbassata così come la paratoia mobile posta sulla traversa. Il flusso in arrivo dal T.Arroscia sfiorerà sul coronamento della traversa di derivazione, mentre una parte di esso andrà ad alimentare la scala di rimonta per l'ittiofauna mediante lo stramazzo posto a quota 218,45 m s.l.m.

PORTATA IN ARRIVO COMPRESA TRA 0 E 135 l/s

Per portate in arrivo alla traversa di derivazione inferiori a 133 l/s l'impianto sarà inattivo, la paratoia di impianto sarà completamente abbassata così come la paratoia mobile posta sulla traversa.

Il flusso in arrivo dal T.Arroscia sfiorerà sul coronamento della traversa di derivazione, mentre una parte di esso andrà ad alimentare la scala di rimonta per l'ittiofauna mediante lo stramazzo posto a quota 220,05 m s.l.m.

PORTATA IN ARRIVO COMPRESA TRA 134 E 3.134 l/s

Nel periodo in cui all'interno del T.Arroscia transiterà una portata compresa tra 134l/s e 3.134 l/s l'impianto funzionerà come precedentemente detto a livello costante; la paratoia mobile posta sulla traversa sarà innalzata ed il livello a monte della traversa sarà impostato ad una quota di 220,23 m s.l.m.

PORTATA IN ARRIVO MAGGIORE DI 3.134 l/s

Per portate in arrivo sulla traversa di derivazione maggiori di 3.134 l/s il PLC di centrale andrà a comandare l'abbattimento della paratoia a step in modo da ridurre l'ingresso di flusso nel canale derivatore, fino al raggiungimento di una portata turbinata inferiore alla massima concessa, nel contempo, dato l'incremento di livello che andrà a realizzarsi a monte della traversa di derivazione, il PLC comanderà l'abbassamento della paratoia mobile sulla traversa in modo da riportare il pelo libero alla quota di 220,23 m s.l.m. Il procedimento sopra descritto verrà iterato sino al raggiungimento di una portata limite di esercizio dell'impianto, in tale occasione sia la paratoia di impianto che la paratoia mobile di derivazione verranno completamente abbassate ed il flusso transiterà interamente sulla traversa di derivazione escludendo l'impianto di produzione.

5 SALTO IDRAULICO A DISPOSIZIONE

Il salto idraulico dell'impianto idroelettrico può essere considerato come la distanza altimetrica tra i peli liberi rispettivamente a monte ed a valle delle turbine idrauliche.

Il salto idraulico effettivo dipende dalle condizioni istantanee di portata presente nel canale di adduzione dell'impianto idroelettrico in progetto e nell'alveo del T.Arroscia.

5.1 Quota idrometrica a monte

Di seguito si procede alla determinazione della quota piezometrica a monte della turbina per ciascun valore della portata media derivata dall'impianto di produzione.

Considerato che il livello a monte dello sgrigliatore sarà fissato dal dispositivo di regolazione della portata derivata, ad una quota di 220,23 m s.l.m, le uniche perdite di carico saranno date dalla presenza dello sgrigliatore posto al termine del canale sghiaiatore, pertanto le altezze idrometriche calcolate a monte della turbina risultano essere le seguenti:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Portata in Arrivo (mc/s)	1.88	2.46	2.96	2.78	2.49	1.18	0.59	0.31	0.64	1.17	3.11	2.31
H idrometrica (m s.l.m)	220,23	220,23	220,22	220,23	220,23	220,23	220,23	220,23	220,23	220,23	220,22	220,23

Tabella 1. Portate medie mensili in arrivo alla traversa e rispettive altezze idrometriche

5.2 Quota idrometrica a valle:

Il calcolo della quota idrometria a valle dell'impianto di produzione è effettuato mediante l'ausilio di una simulazione numerica svolta mediante codice di calcolo Hec-Ras. Il modello idraulico utilizzato è il medesimo adottato nel Piano di Bacino per le verifiche idrauliche del T.Arroscia.

A valle della turbina si calcolano le seguenti altezze idrometriche:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Portata in Arrivo (mc/s)	1.88	2.46	2.96	2.78	2.49	1.18	0.59	0.31	0.64	1.17	3.11	2.31
Hidrometrica (m s.l.m)	216,31	216,36	216,40	216,39	216,36	216,22	216,13	216,07	216,14	216,22	216,41	216,35

Tabella 2. Portate medie mensili in arrivo alla traversa e rispettive altezze idrometriche a valle di essa

5.3 Salto geodetico disponibile

Il calcolo del salto geodetico disponibile è effettuato mediante differenza tra il pelo libero a monte e a valle delle turbine, per quanto attiene l'impianto in questione si ha dunque:

	Gen	***Feb***	***Mar***	***Apr***	***Mag***	***Giu***	***Lug***	***Ago***	***Sett***	***Ott***	***Nov***	***Dic***
Portata in Arrivo (mc/s)	*1.88*	*2.46*	*2.96*	*2.78*	*2.49*	*1.18*	*0.59*	*0.31*	*0.64*	*1.17*	*3.11*	*2.31*
Salto geodetico disponibile (m)	*3.92*	*3.87*	*3.82*	*3.84*	*3.87*	*4.01*	*4.10*	*4.16*	*4.09*	*4.01*	*3.81*	*3.88*

Tabella 3. Portate medie mensili in arrivo alla traversa e il rispettivo salto geodetico disponibile

6 QUADRO ENERGETICO DI PROGETTO

6.1 Introduzione

In questo capitolo si è provveduto alla stima dell'energia prodotta nell'arco di un anno calcolata sulla base di una disponibilità idrica corrispondente alla portata media turbinata. L'intervento in progetto riguarda la realizzazione di un impianto idroelettrico, per il quale si intende richiedere, ai sensi della normativa in materia di "Produzione di Energia da Fonti Rinnovabili" il riconoscimento della qualifica di Impianto Alimentato da Fonte Rinnovabile, ovvero la certificazione IAFR. Importanti novità in materia sono state introdotte negli ultimi anni anche grazie al notevole interesse chel'Italia e la Comunità Europea in generale sta dimostrando nei confronti delle fonti di energia rinnovabile e del loro incentivo. Uno dei principali aggiornamenti alla normativa è stato introdotto dal D.M 6 luglio 2012 che per gli impianti come quello in questione, ossia ad acqua fluente avente potenza inferiore a 250 kW e rientrante nella casistica di cui all'art. 3 punto b comma iii "che utilizzano il deflusso minimo vitale al netto della quota destinata alla scala di risalita senza sottensione di alveo naturale" prevede l'accesso diretto ai meccanismi di incentivazione con una tariffa omnicomprensiva di 219 euro/Mw per una durata di 20 anni a partire dalla messa in esercizio.

6.2 Calcolo della potenza nominale massima e media

Alla luce delle risultanze dell'analisi idrologica condotta al capitolo 3 della presente relazione le portate effettivamente turbinate nel fabbricato della centrale in progetto e perciò utili per il calcolo delle potenze nominali ed effettive dell'impianto stesso, risultano essere le seguenti:

- Portata massima turbinata = 3.000 l/s
- Portata media turbinata = 1.780 l/s

A cui corrispondono i rispettivi salti geodetici:

- Salto geodetico massimo = 3,81/s
- Salto geodetico medio= 3,95/s

Ne consegue che il calcolo delle potenze nominali massima e media conduca ai seguenti risultati

$$\text{Potenza nominale massima} = \frac{Q_{\max} \cdot H_n}{102} = \frac{3000 \cdot 3{,}81}{102} = 112{,}05\ kW$$

$$\text{Potenza nominale media} = \frac{Q_{med} \cdot H_n}{102} = \frac{1780 \cdot 3{,}95}{102} = 68{,}93\ kW$$

6.3 Calcolo delle potenze effettive dell'impianto

Il rendimento dei gruppi di produzione e stato calcolato assumendo le seguenti efficienze delle singole apparecchiature elettriche:

- alternatore = 0,95
- trasformatore = 0,98

Per quanto concerne il rendimento idraulico della turbina esso dipende in larga misura dal carico smaltito dalla macchina, ossia dal rapporto tra la portata turbinata e la portata massima per la quale è stata dimensionata la macchina, ne consegue che esso sarà differente a seconda del mese dell'anno nel quale la derivazione viene operata. Si riporta di seguito il prospetto dei rendimenti medi mensili dell'impianto in progetto:

	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Sett	Ott	Nov	Dic
Portata turbinata	1,746	2,326	2,826	2,646	2,356	1,046	0	0	0	1,036	2,976	2,176
Rendimento idraulico	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0,89	0	0	0	0,89	0,89	0,89
Rendimento generatore	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0,95	0	0	0	0,95	0,95	0,95
Rendimento sistema elettrico e trasformatore	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0,97	0	0	0	0,97	0,97	0,97
Rendimento globale impianto	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0,82	0	0	0	0,82	0,82	0,82

Tabella 4. Rendimenti specifici mensili in funzione delle portate derivate

6.3.1 Calcolo della potenza effettiva massima

Nel calcolo della potenza effettiva bisogna tener conto, oltre che del rendimento globale di impianto, delle perdite di carico distribuite e concentrate;nel caso in questione sono presenti queste ultime, poiché l'impianto in progetto non prevede condotta forzata. Esse sono concentrate nel passaggio attraverso lo sgrigliatore automatico e sono determinate al capitolo 3.2.7 della presente relazione. Nel caso della portata massima di 3.000 l/s le perdite di carico concentrate sono pari a 0,001 m, la quota del pelo libero a monte dello sgrigliatore è pari a 220,22 m s.l.m, mentre il pelo libero a valle della restituzione è pari a 216,41 m s.l.m, ne consegue che il salto effettivo risulta essere pari a

$$H_{eff} = H_{motore} - \Delta h_{tot} = 3{,}82 - 0{,}01 = 3{,}81\,m$$

cui corrisponde il seguente valore di potenza efficiente massima:

$$P_{eff} = g \cdot Q \cdot H_{eff} \cdot \eta = 9{,}81 \cdot 3{,}00 \cdot 3{,}81 \cdot 0{,}82 = 91{,}94\ kW$$

6.3.2 Calcolo della potenza effettiva media

Nel caso della portata massima di 1.780 l/s le perdite di carico concentrate sono pari a 0 m, la quota del pelo libero a monte dello sgrigliatore è pari a 220,23 m s.l.m, mentre il pelo libero a valle della restituzione è pari a 216,27 m s.l.m, ne consegue che il salto effettivo risulta essere pari a

$$H_{eff} = H_{motore} - \Delta h_{tot} = 3{,}96 - 0{,}0 = 3{,}96\ m$$

cui corrisponde il seguente valore di potenza efficiente media:

$$P_{eff} = g \cdot Q \cdot H_{eff} \cdot \eta = 9{,}81 \cdot 1{,}78 \cdot 3{,}96 \cdot 0{,}8174 = 56{,}52\ kW$$

6.4 Produzione

Attraverso i dati di portata e salto geodetico definiti in precedenza si è andati a definire la produzione media mensile, da cui si desume la produzione media annua dell'impianto, di seguito è riportata una tabella riassuntiva contenente i dati di produzione relativi all'impianto in progetto:

	Gen	***Feb***	***Mar***	***Apr***	***Mag***	***Giu***	***Lug***	***Ago***	***Sett***	***Ott***	***Nov***	***Dic***
Portata naturale (mc/s)	*1,880*	*2,460*	*2,960*	*2,780*	*2,490*	*1,180*	*0,59*	*0,31*	*0,64*	*1,170*	*3,110*	*2,310*
Portata turbinata (mc/s)	*1,746*	*2,326*	*2,826*	*2,646*	*2,356*	*1,046*	*0*	*0*	*0*	*1,036*	*2,976*	*2,176*
Salto effettivo (m)	*3,9200*	*3,87*	*3,82*	*3,84*	*3,87*	*4,01*	*4,10*	*4,16*	*4,09*	*4,01*	*3,81*	*3,88*
Potenza sviluppata (kW)	*54,89*	*72,19*	*86,57*	*81,48*	*73,12*	*33,64*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*33,31*	*90,93*	*67,70*
Ore lavorative (h)	*744*	*672*	*744*	*720*	*744*	*720*	*0*	*0*	*0*	*744*	*720*	*744*
Energia prodotta (kWh)	*40.834,72*	*48.508,33*	*64.407,26*	*58.665,12*	*54.398,33*	*24.217,81*	*0,00*	*0,00*	*0,00*	*24.785,83*	*65.466,14*	*50.372,08*
TOTALE ENERGIA PRODOTTA (kWh)											***431.655,62***	

Tabella 5. Produzioni medie mensili impianto di Pieve di Teco

Dai dati sopra presentati si stima che l'impianto in progetto possa produrre mediamente ***431.665,62 kWh/anno***.

7 VALUTAZIONE DEI COSTI

Di seguito si presenta una stima dei costi necessari alla realizzazione dell'impianto.

TRAVERSA ED INTERVENTI IN ALVEO (modifica geometria traversa, inserimento platea antierosione, inserimento paratoia mobile e paratoia sghiaiatrice, scala di risalita per l'ittiofauna)					
	Descrizione	U.m	Q.tà	Prezzo unitario	Importo
1	Scavo in roccia per inserimento scala di risalita per l'ittiofauna e sedi per pistoni di sollevamento traversa	mc	21,25	69,73	1.481,76
2	Demolizione gàveta traversa in cls	mc	5,20	196,70	1.022,84
3	Ripristino gàveta in cls, livellamento coronamento, costruzione sedi per pistoni	mc	7,026	108,49	762,25
4	Getto in opera con autopompa	mc	7,026	20,21	141,87
5	Casserature	mq	54,44	29,36	1.598,35
6	Realizzazione scala di risalita per l'ittiofauna	corpo			9.000
7	Inserimento paratoia mobile sul coronamento della traversa	corpo			23.000
8	Inserimento paratoia sghiaiatrice a lato della bocca di presa	corpo			2.000
				TOTALE	39007.07

Tabella 6. Valutazione dei costi: traversa ed interventi in alveo

OPERA DI DERIVAZIONE, CANALE DI ADDUZIONE, CENTRALE IDROELETTRICA E RESTITUZIONE (costruzione soglia di fondo e muri di contenimento, edificio centrale, scarico in alveo)					
	Descrizione	U.m	Q.tà	Prezzo unitario	Importo
1	Scavo in roccia per realizzazione soglia di fondo, canale derivazione, vasca di carico, manufatto centrale e restituzione	mc	248	69,73	17.293
2	Getto magrone di sottofondazione	mc	10,40	87,39	908,85
3	Realizzazione fondazione centrale e platea canale dissabbiatore	mc	25,72	108,49	2.800,65
4	Realizzazione pareti canale di adduzione, camera di carico e centrale comprese le solette	mc	42,08	108,49	4.565,25
5	Getto in opera con autopompa	mc	78,20	20,21	1.580,42
6	Rivestimento in pietrame muratura a vista		32,83	237,24	7.788,59
7	Casserature	mq	156,80	29,36	4.603,64
8	Porta a tenuta stagna per l'ingresso del personale addetto alla manutenzione	A corpo	1	1.600	1.600
9	Botola a tenuta stagna per mezzi di manutenzione	A corpo	1	3.000	3.000
				TOTALE	44.139,81

Tabella 7. Valutazione dei costi: opera di derivazione, canale di adduzione, centrale idroelettrica e restituzione

CENTRALE IDROELETTRICA (turbine ed opere elettromeccaniche)					
	Descrizione	U.m	Q.tà	Prezzo unitario	Importo
1	Fornitura e posa di n.1 gruppo turbina- generatore, n.1 paratoia di impianto, n.1 paratoia di scarico, n.1 paratoia dissabbiatrice, n.1 paratoia sghiaiatrice, comprensivi di quadri di comandi e controllo	A corpo	1		240.000
				TOTALE	240.000

Tabella 8. Valutazione dei costi: centrale idroelettrica

LOCALE DI GESTIONE E CONSEGNA ALLA RETE ENEL (costruzione edificio e realizzazione cavidotto)					
	Descrizione	U.m	Q.tà	Prezzo unitario	Importo
1	Realizzazione Cabina Enel e locale di gestione, allacciamento alla linea mediante elettrodotto interrato	A corpo	1		50.000
				TOTALE	50.000

Tabella 9. Valutazione dei costi: locale di gestione e consegna alla rete ENEL

ACCESSI ED OPERE COMPENSATIVE (realizzazione pista di accesso, sistemazioni esterne ed opere compensative)					
	Descrizione	U.m	Q.tà	Prezzo unitario	Importo
1	Allargamento pista esistente	A corpo	1	1.200	1.200
2	Ripristini e opere a verde	A corpo	1	3.400	2.400
				TOTALE	3.600

Tabella 10. Valutazione dei costi: accessi ed opere compensative

QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO		
1	Traversa di derivazione	39.000
2	Canale di adduzione, edificio della centrale	44.000
3	Opere elettromeccaniche	220.000
4	Cabina di consegna ENEL e elettrodotto	30.000
5	Opere di compensazione e mitigazione	3.600
6	Oneri di allacciamento alla rete ENEL	10.000
7	Oneri per acquisizione terreni	15.000
8	Spese tecniche per progettazione	51.000
	Spese per imprevisti (5% del totale)	20.000
	TOTALE	432.600

Tabella 11. Valutazione dei costi complessivi

Si stima pertanto un costo complessivo per la realizzazione dell'impianto pari a circa ***€ 432.600,00***

7.1 Valutazione oneri di dismissione dell'impianto

Oltre alla stima dei costi di costruzione è doveroso tenere in considerazione l'onere economico derivante dalla dismissione dell'impianto ipotizzato al termine della durata della concessione di derivazione, ovvero 30 anni.

Tale importo può essere considerato in varie modalità ma si ritiene cautelativo considerare un importo iniziale a titolo di cauzione capace di garantire al temine della concessione la copertura delle spese di dismissione dell'impianto.

Operativamente la dismissione di un impianto idroelettrico è di delicata definizione.

Gli impianti idroelettrici per loro natura sono destinati ad un lungo periodo di esercizio, in quanto opere di importanza strategica e di pubblica utilità. La loro peculiarità è quella di produrre energia elettrica da fonte rinnovabile in modo continuativo con la necessità di manutenzioni minime.

Il fatto che siano costituiti da macchine meccanicamente ed elettricamente molto semplici rende facilmente intuibile che la vita media di un impianto non può essere considerata inferiore ai 50 anni.

7.2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La legislazione vigente in materia di produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili prevede che il progetto contenga al suo interno il relativo piano di dismissione delle opere principali ed il ripristino dello stato dei luoghi.

I riferimenti legislativi statali e regionali sono:

1 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 e s.m.i., articolo 12 - Razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative, comma 4 "... Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato e deve contenere l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto ...".

2 Decreto Legislativo 3 aprile 2006, n° 152 Norme in materia ambientale e s.m.i., articolo 26 – Decisione, comma 5 "Il provvedimento contiene le condizioni per la realizzazione, esercizio e dismissione dei progetti, nonché quelle relative ad eventuali malfunzionamenti".

7.3 PROGRAMMA DI SMANTELLAMENTO DELL'IMPIANTO

Al termine della durata della concessione, in mancanza di rinnovo, è ipotizzabile che, a seguito di considerazioni di carattere tecnico e/o economico, l'impianto possa essere smantellato e il sito dovrà essere ripristinato al suo stato originario, al fine di minimizzare l'impatto residuo dell'opera.

In alternativa, si potrebbe optare per una riqualificazione dell'impianto, utilizzando criteri e tecniche che allo stato attuale non sono ancora prevedibili.

Di seguito vengono quindi descritte tutte le considerazioni necessarie ad inquadrare il piano di dismissione dell'impianto al termine del suo ciclo di vita utile. La dismissione dell'impianto prevede, sulla base di un programma definito la disinstallazione di ognuna delle unità produttive e delle opere principali con metodi e mezzi appropriati. Nella fase di dismissione verranno eseguite le stesse lavorazioni eseguite nel cantiere in fase di costruzione ma con ordine invertito.

Le attività di smontaggio e demolizione delle opere in calcestruzzo producono le stesse problematiche descritte nella fase di costruzione (emissioni di polveri prodotte dagli scavi, dalla movimentazione di materiali sfusi, dalla circolazione dei veicoli di trasporto, ecc.) e i disturbi provocati dal rumore del cantiere e del traffico dei mezzi pesanti. Saranno quindi riproposti tutte le soluzioni e gli accorgimenti tecnici illustrati nella fase di costruzione.

I siti dismessi saranno quindi restituiti alla condizione e agli usi originari; saranno realizzati gli interventi necessari per il modellamento del terreno, la stesura di terreno vegetale dove necessario, le lavorazioni agronomiche richieste per il tipo di copertura vegetale previsto e gli impianti di vegetazione in accordo con le specie vegetali rilevate. Inoltre, si provvederà alla demolizione delle opere costruite in alveo, sulle sponde e sulle arginature con il conseguente ripristino degli stessi.

7.4 Smantellamento opera di presa

L'opera di presa dell'impianto idroelettrico in progetto, da realizzarsi nel Comune di Pieve di Teco è costituito da una traversa di altezza pari a circa 2 m sul cui coronamento verrà posizionata una paratoia mobile mossa da tre pistoni idraulici immorsati nei contrafforti ubicati al piè traversa.

Considerato che la briglia era stata precedentemente realizzata al fine di ristabilire un equilibrio idraulico del fondo e sponde del T.Arroscia, e che il progetto ne prevede semplicemente l'adeguamento alle funzioni di derivazione mediante l'innalzamento operato dalla paratoia sopra descritta,in fase di dismissione dell'impianto le operazioni da svolgere riguarderanno essenzialmente la rimozione della paratoia e degli organi di movimentazione della stessa, e la demolizione della preplatea,della platea e della bocca di presa. In una fase successiva verrà ripristinata la continuità della traversa in sponda sinistra mediante sigillatura in cls armato. In ultima fase sarà ripristinata l'area dell'opera di presa.

Per l'effettuazione delle suddette operazioni si prevede una durata di circa una settimana lavorativa

7.5 Smantellamento del canale di adduzione e della camera di carico

La camera di carico è ubicata in sponda sinistra del T.Arroscia, ed è realizzata in calcestruzzo armato, quasi interamente interrata e mimetizzata nell'ambiente mediante rivestimento in pietra della muratura a vista. Essa è composta da più parti: canale dissabbiatore, paratoia dissabbiatrice, sgrigliatore automatico, camera di carico con soletta di copertura e paratoia di scarico di fondo. L'intervento di dismissione consisterà nella demolizione della soletta di copertura della camera di carico e la rimozione delle opere elettromeccaniche (paratoie e sgrigliatore). In fase successiva sarà demolito il canale sghiaiatore, rimosse le macerie e ripristinati i luoghi. Per l'effettuazione delle suddette operazioni si prevede una durata di circa una settimana lavorativa

7.6 Smantellamento centrale

L'attività di dismissione della centrale si può schematizzare nelle due principali fasi:

- Smantellamento di tutti gli organi meccanici, elettronici e di controllo, quali generatore, turbina, carroponte.
- Demolizione del fabbricato .

Per l'effettuazione delle suddette operazioni si prevede una durata di circa una settimana lavorativa

7.7 Smantellamento locale tecnico e di consegna ENEL

L'attività di dismissione del locale tecnico di gestione dell'impianto e di interfaccia con la rete ENEL si può schematizzare nelle due principali fasi:

- Smantellamento di tutti gli organi meccanici, elettronici e di controllo, quali generatore, turbina, carroponte.
- Demolizione del fabbricato .

Per l'effettuazione delle suddette operazioni si prevede una durata di circa una settimana lavorativa

7.8 Ripristino dei luoghi

Il recupero paesaggistico delle aree occupate dalla centrale, considerato il modesto ingombro della stessa e la natura del terreno sul quale l'opera è fondata, sarà di facile realizzazione, non sarà infatti necessaria una riprofilatura del terreno, ed il ripristino avverrà unicamente mediante la semina di esemplari erbosi arbustivi nell'area circostante, in modo da aumentare la naturalità dei luoghi. Per l'effettuazione delle operazioni sopra descritte si prevede un periodo operativo di circa una settimana.

7.9 Stima dei costi di dimissione dell'impianto e di ripristino dei luoghi

Il presente computo dei costi degli interventi di dismissione viene redatto ai fini di permettere la determinazione della cauzione da versare o della fidejussione a garanzia dell'esecuzione dei lavori di dismissione e di messa in ripristino come indicato al punto 13.1, lettera j del D.M. 10-09-2010 "Linee guida per l'autorizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili". Viene pertanto computato l'onere economico derivante dalla dismissione dell'impianto al termine della durata della concessione di derivazione, qualora questa non venga rinnovata o in seguito alla rinuncia della stessa. La descrizione degli interventi di dismissione è riportato nei paragrafi precedenti. Ai sensi del D.M. 10/09/2010 – Parte III – punto 13.1 lettera j la ditta si impegna alla corresponsione di una cauzione a garanzia dell'esecuzione degli interventi di dismissione e delle opere di messa in ripristino mediante fideiussione bancaria o assicurativa. Si riporta di seguito una stima sintetica delle spese per la rimozione dell'impianto, per lo smaltimento dei materiali di risulta e per il ripristino dell'area. Alla luce delle valutazioni precedentemente riportate risulta abbastanza difficoltoso poter stimare, allo stato attuale, i costi dettagliati di smaltimento di alcuni componenti. È tuttavia doveroso fornire alcune cifre di riferimento, basate sulle attuali condizioni di mercato riferite a preventivi forniti da centri di smaltimento/riciclaggio o ricavati da prezziari relativi ad opere pubbliche:

- smaltimento acciaio: valorizzazione di 130 – 280 €/tonnellata;
- smaltimento materiali ferrosi: valorizzazione di 130 €/tonnellata;
- smaltimento materiale elettrico in genere: valorizzazione di 300 – 480 €/tonnellata;
- demolizione fabbricati in cemento armato incluso carico, trasporto e smaltimento in discarica controllata: 25 €/m3;
- semina a spaglio su superficie piana o inclinata mediante miscuglio di sementi in ragione di 40 g/m2 compresa preparazione del piano di semina: 0,5 €/m2.

Sulla base delle cifre indicate, nella seguente tabella si elencano dunque i risultati ottenuti per l'impianto in analisi, riportando i costi indicativi.

QUADRO ECONOMICO COMPLESSIVO		
1	Demolizione volumi in cls e muratura	1.122
2	Demolizione manufatti	4.470
3	Rimozione opere elettromeccaniche	5.200
4	Opere in c.a	2.270
5	Ripristini ambientali	3.600
6	A dedurre valori materiali, turbine, etc.	-6.000
	TOTALE	***10.662***

Tabella 12. Quadro economico complessivo

Si prevede, pertanto, un costo di smantellamento, smaltimento dell'impianto di circa 10.662 €, a cui bisogna sommare circa circa 1.000€ per lo spostamento e la locazione delle macchine operatrici all'interno del letto del T.Arroscia. Al termine dei 30 anni considerati come durata complessiva utile dell'impianto, l'onere economico relativo alla dismissione delle opere e al ripristino dell'area su cui esse insistono è stato stimato in circa € 11.662.

8 CRONOPROGRAMMA DEI LAVORI

8.1 Fasi di cantiere

L'esecuzione delle opere e degli impianti in progetto, si esplicitano in specifiche fasi aventi proprie e particolari durate temporali (Crono programma dei lavori). Prevedendo sin d'ora che l'esecuzione della costruzione dell'impianto nel suo complesso debba eseguirsi in un lasso di tempo di circa 6 mesi lavorativi, sarà necessario procedere per lotti distinti e con l'utilizzo a volte contemporaneo di più imprese destinate alla costruzione delle varie componenti l'impianto stesso, per cui con l'allocuzione "fasi esecutive" vengono individuate le tipologie di intervento singolarmente eseguibili o aventi particolare autonoma rilevanza. Dall'analisi della tabella relativa al crono programma dei lavori, si evince che l'impianto in progetto può entrare in funzione già dopo circa 6 mesi dall'inizio dei lavori. Nella predisposizione di tale tabella si è preso in considerazione e prestato particolare attenzione alla valutazione delle tempistiche relative all'esecuzione delle specifiche opere in funzione delle caratteristiche climatiche dell'area e dei periodi temporali aventi rilevanza ai fini turistici. Le fasi di costruzione dell'impianto, che occuperanno circa 6 mesi di lavoro, sommariamente possono essere individuate come segue:

- La prima fase consisterà nell'allestimento dei cantieri così come previsti in fase di progetto.

8.1.1 Allestimento cantiere

L'allestimento dei cantieri, che sarà operato dalle singole ditte appaltatrici degli specifici lavori, si prevede possa interessare un lasso temporale complessivo di circa 2 settimane (20 giorni lavorativi) occupando il lavoro di 3 persone al giorno.

L'operazione in oggetto consisterà nella predisposizione del sito all'uso, mediante la delimitazione di porzioni di territorio ben definite ove si eseguiranno le opere relative alla realizzazione delle opere di presa, della camera di carico, della condotta forzata e del fabbricato della centrale ed in particolare riguarderà:

- la materiale delimitazione con reti cantieristiche di protezione delle aree oggetto di occupazione;
- la predisposizione dei piazzali di servizio;
- la movimentazione ed il trasporto nelle aree di intervento dei mezzi d'opera necessari (quali a puro titolo esemplificativo i camion, gli escavatori, martelli demolitori, generatori, ecc.);
- la movimentazione ed il trasporto dei materiali ed attrezzature cantieristiche necessarie (quali a titolo puramente esemplificativo e non esaustivo i pannelli in legname ed in ferro per l'esecuzione di carpenteria oltre a casseri, ponteggi, banchine in legno, pali di sostegno in ferro. ecc.);

Nell'allestimento dei cantieri, si intendono comprese tutte le necessarie operazioni tecniche di tracciamenti, misurazioni, picchettamenti e l'individuazione delle quote di progetto, nonché l'allestimento dei piazzali di servizio.

Per quanto concerne l'accesso al cantiere si prevede di predisporre una pista di accesso con fondo naturale ampliando e riprofilando un sentiero esistente in sinistra orografica che si immette direttamente sulla strada provinciale e che ad oggi viene utilizzato per raggiungere la briglia esistente in alveo.



Figura 9. sentiero d'accesso all'impianto e collegamento ENEL

La necessità di raggiungere il punto di derivazione con mezzi di piccola e media grandezza rende necessario predisporre una pista di accesso della lunghezza di circa 50m e con larghezza minima di circa 2,5m. I sopralluoghi hanno purtroppo evidenziato che il versante lungo il quale si snoda il sentiero è piuttosto ripido ed ha una consistenza prevalentemente rocciosa, pertanto è lecito prevedere che le operazioni di ampliamento del sentiero esistente potrebbero risultare piuttosto difficoltose. In tale ottica si è appurato che, data la vicinanza del punto di derivazione in alveo alla strada provinciale SP3, vi sarebbe la possibilità di impiegare una autogru per trasferire le macchine operatrici direttamente in alveo. Qualora si verificasse questa evenienza il sentiero sarebbe ripristinato ed adeguato esclusivamente come accesso pedonale all'opera di presa e non più come via di accesso per le macchine operatrici. Per l'accesso all'area di cantiere relativa alla realizzazione del locale tecnico sarà sufficiente aprire una breve pista con fondo naturale che collegherà l'area di sosta di pertinenza al locale tecnico direttamente alla strada provinciale.

8.1.2 Modifica della traversa di derivazione, costruzione della bocca di presa costruzione della scala di risalita per l'ittiofauna.

In primo luogo si procederà alla modifica della geometria della gàveta della traversa esistente per l'inserimento della paratoia mobile e di quella sghiaiatrice mediante la demolizione e la successiva rimodellazione delle ali in cls. In seconda battuta verrà realizzata la scala di risalita per l'ittiofauna, una volta eseguita l'opera il flusso in arrivo dal T.Arroscia verrà deviato al suo interno mediante la creazione di un'isola in materiale d'alveo.

Tale operazione risulterà necessaria per permettere la realizzazione del taglio d'ala necessario alla realizzazione della bocca di presa.

Una volta realizzato il taglio si procederà con la costruzione della preplatea, del dente e della platea di presa. Tali lavori richiederanno circa 20 giorni lavorativi con un impegno di 4 uomini al giorno; pertanto la manovalanza totale necessaria a questa fase sarà 80 uomini/giorno.

8.1.3 Costruzione del canale di adduzione, del fabbricato della centrale e dello scarico in alveo

La terza fase costruttiva riguarderà la realizzazione del canale di adduzione, del fabbricato della centrale e dello scarico in alveo dell'acqua turbinata.

Tale fase comprenderà, in particolare, l'esecuzione degli scavi in roccia, la formazione delle opere di fondazione e l'intera struttura del canale, della camera di carico e dell'edificio centrale, ad eccezione dell'installazione delle apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche, che consisterà in una fase successiva. Inoltre si procederà anche allo scavo ed alla realizzazione dello scarico della centrale, con annesse le opere accessorie.

Tali lavori richiederanno circa 30 giorni lavorativi con un impegno di 6 uomini al giorno; pertanto la manovalanza totale necessaria a questa fase sarà 180 uomini/giorno.

8.1.4 *Realizzazione del locale tecnico di gestione dell'impianto e del cavidotto di connessione con centrale di produzione*

Questa fase costruttiva riguarderà la realizzazione del locale tecnico per la gestione dell'impianto e per la consegna alla rete ENEL, contemporaneamente verrà realizzato il cavidotto interrato necessario per la trasmissione dei segnali da e per la centrale di produzione e per la trasmissione dell'energia prodotta.

Tali lavori richiederanno circa 30 giorni lavorativi con un impegno di 4 uomini al giorno; pertanto la manovalanza totale necessaria a questa fase sarà 120 uomini/giorno.

8.1.5 Opere elettriche ed elettromeccaniche

La fase esecutiva relativa alla costruzione dell'impianto che viene analizzata, riguarderà l'installazione delle apparecchiature elettromeccaniche ed elettroniche specifiche, l'installazione delle apparecchiature ENEL e l'allacciamento in parallelo con la linea elettrica esistente. Le attività svolte possono essere così suddivise:

Opera di presa

installazione della paratoia mobile e della paratoia sghiaiatrice

Canale di adduzione e camera di carico

Installazione della paratoia di chiusura impianto, della paratoia dissabbiatrice, dello sgrigliatore automatico e della paratoia di scarico di fondo.

Centrale di produzione

- installazione - montaggio della turbina
- installazione del generatore
- installazione e montaggio apparecchiature elettriche e sicurezze di centrale;

Locale di gestione impianto e connessione alla rete ENEL

- installazione apparecchiature di comando.
- installazione trasformatore
- installazione quadri elettrici e contatori ENEL

La durata prevista per l'esecuzione dei cablaggi elettrici e/o montaggio delle opere ed apparecchiature elettromeccaniche ed elettroniche è stimata in 30 giorni lavorativi suddivisi in due fasi ed occuperà la presenza continua di 3 persone al giorno.

8.1.6 Ripristini sistemazioni finali - Smantellamento cantieri e collaudi

In questa fase, l'impianto è già pressoché completo strutturalmente e funzionalmente; si procederà pertanto allo smantellamento dei cantieri, alla pulizia delle aree interessate e al completamento dei ripristini. Risulterà necessario provvedere all'esecuzione delle piccole opere ed interventi di sistemazione finali e per lo più relativi alla verifica della specifica funzionalità dell'impianto, oltre alle verifiche ed ai collaudi tecnici necessari. Le operazioni comprese in questa fase di costruzione, comporteranno l'occupazione di n. 2 persone al giorno per un lasso temporale di circa 30 giorni lavorativi.

8.2 Aree di cantiere

L'insieme delle opere idrauliche ed edili da realizzare per la formazione dell'impianto in progetto sono state suddivise in aree di cantiere in base alla localizzazione e alle caratteristiche e modalità costruttive.

L'indicazione e la suddivisione delle varie aree di cantiere è riportata nella tabella sottostante.

Codice cantiere	Descrizione
C1	*Cantiere fisso principale– Realizzazione scala di risalita per l'ittiofauna, modifica della traversa di derivazione, realizzazione canale di adduzione, vasca di carico, centrale di produzione, scarico in alveo*
C2	*Cantiere fisso principale– Realizzazione locale tecnico per la gestione dell'impianto e locale di consegna ENEL.*
CM1	*Cantiere mobile CM1 – realizzazione cavidotto interrato*

Tabella 11. Aree di cantiere

La costruzione dell'impianto necessita di cantieri fissi in corrispondenza delle opere più significative quali quelle relative l'opera di presa, la camera di carico ed il fabbricato della centrale in progetto,il locale tecnico di gestione e consegna dell'energia alla rete ENEL, mentre per la realizzazione del cavidotto interrato di trasporto del segnale e dell'energia prodotta non verrà attrezzato un cantiere fisso bensì mobile, trattandosi di un intervento che si svolgerà lungo un percorso prestabilito e procederà per tratti consecutivi di lunghezza limitata.

Sarà necessario anche individuare dei siti per la formazione dei piazzali di deposito delle attrezzature essenziali per le lavorazioni da eseguire e di manovra per i mezzi e aree di deposito temporaneo del materiale di scavo in attesa del suo riutilizzo per eventuali ritombamenti ei ripristini.

I cantieri fissi si caratterizzano per la loro articolazione di attività più o meno specifiche (esecuzione di carpenterie, confezionamento di conglomerati cementizi, ecc..), mentre i piazzali saranno prevalentemente destinati al deposito transitorio di materiali e alla manovra di mezzi.

8.3 Descrizione del cantiere e dei ripristini

Nel presente paragrafo vengono analizzate nello specifico, le effettive necessità di utilizzazione dei suoli in fase di costruzione.

Le aree interessate dalla costruzione dell'impianto di derivazione sono suddividibili in cantieri fissi e mobili

8.3.1 Cantiere fisso principale C1 – Realizzazione scala di risalita per l'ittiofauna, modifica della traversa di derivazione, realizzazione canale di adduzione, vasca di carico, centrale di produzione, scarico in alveo

Il cantiere si stima che coinvolgerà un'area interessata dalle operazioni di scavo di circa 523 mq e coinvolgerà parzialmente l'alveo del T.Arroscia per quanto riguarda la prima fase della realizzazione dell'opera (scala di risalita dell'ittiofauna e interventi sulla traversa di derivazione), mentre interesserà prevalentemente la sponda sinistra a valle della traversa nelle fasi successive.

Il sito in oggetto non presenta particolari difficoltà di sistemazione cantieristica, in quanto si trova in un tratto di alveo senza particolari criticità.

I materiali movimentati dagli scavi saranno sistemati temporaneamente sull'area antistante il fabbricato della centrale, in sponda sinistra, e verranno in parte riutilizzati successivamente, per il ripristino della zona circostante la centrale. Ai fini del riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi per i ripristini si provvederà a depositare separatamente il terreno vegetale dal sottosuolo.

L'area che è stata prevista per l'accumulo del materiale di scavo è limitrofa alla zona di scavo e presenta una superficie di circa 100 mq in cui saranno depositati tutti i materiali di scavo avendo cura di separare il terreno superficiale vegetale dal terreno degli strati più profondi.

È stata inoltre considerata la necessità di una quota parte di tale area destinata a piazzale di cantiere dove sarà disposto il deposito temporaneo dei materiali necessari alle varie lavorazioni. Tale area è stata ipotizzata con una superficie di circa 50 mq.

Il terreno depositato nell'area sarà utilizzato man mano che si procederà con la costruzione del fabbricato della centrale per il ritombamento attorno al manufatto.

Come indicato nei capitoli dei ripristini, ove lo scavo non andrà ad interferire con l'affioramento roccioso presente il terreno verrà risistemato cercando di mantenere la stessa successione stratigrafica con cui è stato estratto. In particolare lo strato superficiale sarà ricostituito con il terreno vegetale precedentemente accantonato che avendo maggiori componenti organiche è più adatto per gli inerbimenti e la ripresa delle pratiche agronomiche nelle zone dove il terreno è coltivato. Anche l'area che temporaneamente sarà adibita a deposito dei materiali, prima del suo utilizzo come area di cantiere sarà oggetto di scotico con accantonamento del terreno vegetale, terreno che sarà poi nuovamente risistemato al termine dei lavori. Il volume di terreno proveniente dagli scavi profondi che al termine dei ritombamenti risulterà in esubero sarà portato presso una discarica autorizzata dalla ditta di escavazioni che sarà incaricata dei movimenti terra.

8.3.2 Cantiere fisso principale C1 – Realizzazione opera di presa

Il cantiere per la realizzazione del locale tecnico di gestione e di consegna alla rete ENEL si stima che coinvolgerà un'area interessata dalle operazioni di scavo di circa 96 metri quadri e sarà installato a lato della SP3, in corrispondenza di una piazzola sterrata adiacente alla cabina ANAS.

Il sito in oggetto non presenta particolari difficoltà di sistemazione cantieristica, in quanto per il suo accesso sarà sufficiente aprire una breve pista con fondo naturale che collegherà l'area di sosta di pertinenza al locale tecnico direttamente alla strada provinciale.

I materiali movimentati dagli scavi saranno sistemati temporaneamente sull'area pianeggiante a lato dell'edificio progetto e verranno in parte riutilizzati successivamente, per il ripristino della zona circostante. Ai fini del riutilizzo del materiale proveniente dagli scavi per i ripristini si provvederà a depositare separatamente il terreno vegetale dal sottosuolo. L'area che è stata prevista per l'accumulo del materiale di scavo è limitrofa alla zona di scavo e presenta una superficie di circa 70 mq in cui saranno depositati anche i materiali di scavo relativi alla traversa di derivazione avendo cura di separare il terreno superficiale vegetale dal terreno degli strati più profondi. Il terreno depositato nell'area sarà utilizzato man mano che si procederà con la costruzione del canale di adduzione e della camera di carico per il ritombamento attorno ai manufatti. Come indicato nei capitoli dei ripristini il terreno verrà risistemato cercando di mantenere la stessa successione stratigrafica con cui è stato estratto. In particolare lo strato superficiale sarà ricostituito con il terreno vegetale precedentemente accantonato che avendo maggiori componenti organiche è più adatto per gli inerbimenti. Anche l'area che temporaneamente sarà adibita a deposito dei materiali, prima del suo utilizzo come area di cantiere sarà oggetto di scotico con accantonamento del terreno vegetale, terreno che sarà poi nuovamente risistemato al termine dei lavori. Il volume di terreno proveniente dagli scavi profondi che al termine dei ritombamenti risulterà in esubero sarà portato presso una discarica autorizzata dalla ditta di escavazioni che sarà incaricata dei movimenti terra.

8.3.3 Cantiere mobile CM1 – Realizzazione del cavidotto di collegamento

Il cantiere mobile che eseguirà lo scavo e la posa del cavidotto in progetto ricoprirà un'area di 51mq. Il cavidotto sarà interamente interrato e occuperà in parte terreni prativi che in seguito alla realizzazione della stessa verranno ripristinati attraverso la ricostruzione degli strati di terreno e in particolare dello strato di terreno vegetale superficiale. La lunghezza totale del cavidotto in progetto sarà di circa 30 m. I materiali movimentati dagli scavi saranno sistemati temporaneamente sul sito a lato dello scavo stesso e verranno riutilizzati successivamente per il ritombamento avendo cura di ripristinare la successione stratigrafica attuale. Anche in questo caso il terreno non vegetale che al termine del ritombamento risulterà in eccesso sarà portato presso una discarica autorizzata dalla ditta di escavazioni che sarà incaricata dei movimenti terra.

8.4 Movimenti terra

Nel presente progetto è previsto che il materiale di scavo verrà in parte trasportato in discarica autorizzata ed in parte utilizzato per l'immediato ritombamento – sistemazione delle aree. Pertanto il materiale di scavo, relativo all'inserimento del manufatto della centrale in progetto, verrà riutilizzato in loco con le modalità in seguito riportate. Quello eccedente verrò condotto in discarica autorizata.

INTERVENTO	SCAVO [m³]	RITOMBAMENTI E RIPRISTINI [m³]	MATERIALE IN ESUBERO [m³]
OPERA DI PRESA	21,25	0	21,25
CANALE DI ADDUZIONE CAMERA DI CARICO CENTRALE E SCARICO	248,00	34,00	214,00
CAVIDOTTO	40,80	36,60	4,20
LOCALE TECNICO ENEL	12,00	0	12,00
TOTALE	**322,05**	**70,50**	**251,45**

Tabella 12. Volume di terra di scavo ritombamenti, ripristini e materiale in esubero

Ne risulta che il materiale in esubero, e quindi da portare al di fuori del cantiere, risulta essere pari a 251,45 mc, ovvero pari alla differenza fra il volume scavato ed il volume impiegato per il ripristino in loco. In particolare nei calcoli sopra riportati è stato previsto che il materiale di scavo relativo al cantiere dell'opera di presa venga in parte riutilizzato per i ripristini della zona di presa. Per quanto riguarda il terreno derivante dalla costruzione della pista di accesso alla centrale si prevede che lo scotico venga temporaneamente depositato presso l'area di deposito situata a lato della centrale, e successivamente riutilizzato per l'inerbimento delle aree a fianco della pista e in prossimità della centrale stessa.

8.5 Viabilità di cantiere

Il traffico che verrà generato dalla costruzione dell'impianto sulla viabilità principale per l'accesso ai siti è suddivisibile in traffico pesante e traffico leggero. Il transito dei mezzi pesanti durante la fase di costruzione delle opere è essenzialmente quello dovuto al trasporto dei materiali da costruzione e delle apparecchiature che saranno impiegate dall'impresa esecutrice dell'opera. Il traffico leggero che verrà originato dal cantiere sarà costituito dai mezzi utilizzati per il trasporto del personale dell'impresa e del personale tecnico da e per i cantieri. La viabilità interessata dal traffico generato dall'esecuzione dell'opera è rappresentata essenzialmente dalla SP3. Una valutazione di massima del traffico giornaliero medio indotto dal transito dei mezzi d'opera sulle strade principali di accesso ai siti si può stimare nella misura di 3-4 veicoli al giorno.

9 CONCLUSIONI

La realizzazione delle opere in progetto è motivato da finalità che si possono solo indirettamente considerare come strettamente ambientali, in quanto la politica di riferimento dell'intervento, come già precisato, è la politica dell'energia pulita.

A tale riguardo, l'energia prodotta dalla centralina in progetto di studio ed immessa in rete contribuirebbe positivamente ad incrementare la quota di energia prodotta da fonti rinnovabili. La realizzazione della centrale è, quindi, sicuramente in linea con le aspettative della programmazione pubblica Provinciale e Regionale in materia di energia.

La quantità di acqua derivata, tra l'altro, come descritto nel dettaglio nella relazione idrologica risulta perfettamente compatibile con il regime ideologico e idraulico del torrente stesso.

Per ultimo, ma non per questo di minore importanza, vi sono gli aspetti economici, con il contributo di energia da fonte rinnovabile al sistema energetico della provincia di Imperia.

L'esiguità delle opere edili e il loro buon inserimento ambientale nel contesto esistente, fanno inoltre sì che l'impianto in questione abbia un impatto ambientale pressoché nullo.

A tal riguardo si sottolinea inoltre l'estrema attenzione che è stata posta in fase di progettazione alla conservazione e al ripristino delle opere esistenti

CRONOPROGRAMMA GENERALE

Programma cronologico delle varie fasi lavorative.

FASE	INTERFERENZE		DESCRIZIONE	DURATA (mesi)	MESI LAVORATIVI							
					1	2	3	4	5	6	7	coommenti
1	nessuna		TRACCIAMENTO CANTIERE	1								si prevede inizio lavori MAGGIO
2	limitatamente area di cantiere		INSTALLAZIONE CANTIERE E RELATIVI SERVIZI	1								
3	nessuna		RICERCA SOTTOSERVIZI	1								
4	corsi d'acqua	OPERE DI DERIVAZIONE	OPERE IN CLS	3								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
5	corsi d'acqua		REINTERRI	1								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
6	corsi d'acqua		OPERE IN FERRO, GRIGLIE, CHIUSURE	1								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
7	corsi d'acqua		COLLAUDO	1								
8	terreni vegetati	CENTRALE IDROELETTRICA	SISTEMAZIONE STRADA DI ACCESSO	1								
9	corsi d'acq. terreni veg.		SCAVI DI SBANCAMENTO	2								
10	corsi d'acqua		REALIZZAZIONE OPERE IN CLS PER FONDAZIONE	1								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
11	corsi d'acqua		REALIZZAZIONI OPERE IN CLS IN ELEVAZIONE	2								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
12	corsi d'acqua		REALIZZAZIONE DEL CANALE DI SCARICO	2								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
13	corsi d'acqua		REINTERRI E RICOPRIMENTI IN TERRA	3								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
14	corsi d'acqua		OPERE IN FERRO, GRIGLIE	1								lavori da effeetuarsi nel minimo di portata
15	terreni vegetati		FINITURE SUPERFICIALI E PIANTUMAZIONI	2								opere da realizzarsi in autunno
16	nessuna		COLLAUDO	1								
17	corsi d'acqua	OPERE ELETTRO MECCANICHE	INSTALLAZIONE PARATOIE	1								
18	nessuna		INSTALLAZIONE TURBINA E GENERATORE	2								
19	nessuna		INSTALLAZIONE QUADRI ELETTRICI DI POTENZA	2								
20	nessuna		INSTALLAZIONE SISTEMI DI CONTROLLO E AUTOMAZIONE	2								
21	nessuna		ALLACCIAMANTO ALLA RETE ENEL	1								
22	nessuna		COLLAUDO	1								
23	nessuna	LINEA ENEL	TRACCIAMENTO ASSE LINEA	1								
24	terreni vegetati		SCAVO E REINTERRO	3								
25	terreni vegetati		POSA CAVO ELETTRICO	3								
26	nessuna		REALIZZAZIONE COLLEGAMENTI	1								
27	nessuna		COLLAUDO	1								
28	nessuna		SMANTELLAMENTO CANTIERE E RIPRISTINI	1								
29	nessuna		MESSA IN FUNZIONE E COLLAUDO FINALE	1								fine lavori prevista per NOVEMBRE

DURATA DEI LAVORI		(mesi*)	7	1	2	3	4	5	6	7
		(giorni lavorativi)*	140	20	40	60	80	100	120	140

* giorni lavorativi per mese: 20 gg/mese