



STRUTTURE - INFRASTRUTTURE - IDRAULICA

Mario Santini Ingegnere

**Comune di PEDACE
Provincia di Cosenza**



OGGETTO

PROGETTO DEFINITIVO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI IMPIANTO IDROELETTRICO AD
ACQUA FLUENTE IN TENIMENTO DEL COMUNE DI PEDACE (COSENZA)**



STUDIO TECNICO DI INGEGNERIA



Ordine degli Ingegneri della Provincia dell'Aquila N. 2324
Via Silvio Spaventa - 67039 SULMONA (AQ)
Cod. Fisc.: SNTMRA81L14L186X - P. Iva: 01767120668
Tel: 347-8324232
email: santinimarioing@gmail.com - mario.santini2@ingpec.eu



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO AI LAVORI DI REALIZZAZIONE CENTRALE
IDROELETTRICA - COMUNE DI PEDACE (CS) - SAN FRANCESCO**

ELABORATO TECNICO 1 "STUDIO PRELIMINARE DI IMPATTO AMBIENTALE"

SCALA

-

DATA	SPAZIO RISERVATO ALL'UFFICIO	REVISIONI	TAVOLA N.
02/08/2019		REV. 0 del 02/08/2019	ET1

LE COPIE NON FIRMATE E TIMBRATE SONO DA CONSIDERARSI BOZZE DI PROGETTO E COME TALI PROVVISORIE

I Diritti di memorizzazione elettronica, di riproduzione e adattamento totale o parziale con qualsiasi mezzo degli elaborati grafici (compreso riprese fotografiche, microfilm e copie fotografiche) sono riservati. Nessuna parte di questi elaborati può essere riprodotta, diffusa o rielaborata, senza l'autorizzazione scritta del Committente e dell'ing. Mario Santini, proprietari dell'opera.

STUDIO PRELIMINARE DI IMPATTO AMBIENTALE

D. Lgs. n. 152/06 e s.m.i. - Allegato IV punto 2 lettera m) "impianti per la produzione di energia idroelettrica con potenza installata superiore a 100 kW"



IMPIANTO IDROELETTRICO AD ACQUA FLUENTE NEL COMUNE DI PEDACE (CS)

ELAB. DOC. N. 01

0	EMISSIONE PER COMMENTI	ING. M. SANTINI	ING. M. SANTINI	ING. M. SANTINI	20/08/2019
Rev.	DESCRIZIONE	PREPARATO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA

INDICE

1	GENERALITÀ	4
1.1	UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO E DATI GENERALI	5
2	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO	7
2.1	ANALISI DEL REGIME VINCOLISTICO SOVRAORDINATO	7
2.1.1	AREE PROTETTE (L. 394/1991) – RETE NATURA 2000 (S.I.C. –Z.P.S.)	7
2.1.2	VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 3267/1923)	9
2.2	PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE ED URBANISTICA	10
2.2.1	PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI – PAI	10
2.2.2	CONCLUSIONI	10
2.3	COERENZA DELLE ATTIVITÀ CON IL REGIME VINCOLISTICO E GLI STRUMENTI DELLA PROGRAMMAZIONE	12
2.4	ASPETTI DEMOGRAFICI ED OCCUPAZIONALI DEL TERRITORIO	12
	QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE	13
2.5	L'IMPIANTO IDROELETTRICO	13
2.6	OBIETTIVI, FINALITÀ DEL PROGETTO E SOGGETTO PROPONENTE	17
2.7	OPZIONE ZERO	17
2.8	ALTERNATIVE DI PROGETTO	17
2.9	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DEL COMUNE DI PEDACE (CS)	17
2.9.1	OPERA DI PRESA (TAV. GRAFICA)	17
2.9.2	EDIFICIO CENTRALE (TAV. GRAFICA)	18
2.9.3	CONDOTTA FORZATA (TAV. GRAFICA)	19
3	QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE	21
3.1	CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	21
3.1.1	INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE	21
3.1.2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME	22
3.2	IDROGEOLOGIA	23
3.2.1	INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE	23
3.2.2	CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI	24

3.2.3	PERMEABILITÀ DEI SUOLI -----	26
4	CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE FLUVIALE CIRCOSTANTE LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE -----	27
5	INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI -----	28
5.1	QUALITÀ DELL'ARIA-----	28
5.2	SUOLO E SOTTOSUOLO -----	29
5.3	AMBIENTE FLUVIALE-----	30
5.3.1	SOTTRAZIONE DI PORTATA AL CORSO D'ACQUA -----	30
5.3.2	PERDITA DI HABITAT ACQUATICO-----	32
5.3.3	INTERRUZIONE DEL CONTINUUM FLUVIALE-----	33
5.3.4	MORTALITÀ DELLA FAUNA ITTICA DOVUTA AL FUNZIONAMENTO DELLA TURBINA -----	36
5.3.5	MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E FISICHE (TEMPERATURA) DELL'ACQUA -----	36
5.3.6	IMPATTI SULL'AMBIENTE FLUVIALE DA GUASTI DELLE APPARECCHIATURE -----	37
5.4	FLORA VEGETAZIONE E FAUNA -----	41
5.4.1	PREMESSA-----	41
5.4.2	CARTA DELLA QUALITÀ NATURALISTICA -----	41
5.4.3	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI -----	44
5.4.4	CONCLUSIONI SUGLI IMPATTI NATURALISTICI -----	47
5.5	PAESAGGIO -----	48
5.6	RUMORE -----	48
5.7	RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE -----	48
6	VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI -----	50
6.1	METODOLOGIA DI VALUTAZIONE -----	50
7	MISURE DI MITIGAZIONE-----	60
7.1	EMISSIONI IN ATMOSFERA -----	60
7.2	SUOLO E SOTTOSUOLO -----	60
7.3	AMBIENTE FLUVIALE -----	61
7.4	FLORA VEGETAZIONE E FAUNA -----	62
7.5	RUMORE -----	64
8	MISURE DI COMPENSAZIONE -----	65
9	MONITORAGGIO -----	72
10	CONCLUSIONI -----	74

11	BIBLIOGRAFIA	76
-----------	---------------------------	-----------

1 GENERALITÀ

Il presente Studio di Impatto Ambientale (S.I.A.) concerne la procedura di Verifica di Assoggettabilità a Valutazione di Impatto Ambientale richiesta ai fini della **realizzazione di un impianto idroelettrico ad acqua fluente** ubicato nel territorio del Comune di Pedace, Provincia di Cosenza, Regione Calabria.

Sulla base delle attività previste, il presente documento è articolato come segue:

- **Quadro di riferimento programmatico:** esamina il contenuto degli atti di programmazione e pianificazione territoriale vigenti nell'area di intervento, al fine di verificare la conformità del progetto alle previsioni in materia urbanistica, ambientale e paesaggistica ed individuare eventuali elementi ostativi alla realizzazione delle opere in progetto;
- **Quadro di riferimento progettuale:** descrive dettagliatamente il progetto e le tecniche operative adottate indicando la natura e le quantità dei materiali impiegati; raffronta le tecniche prescelte rispetto alle migliori tecnologie disponibili ad un costo sostenibile;
- **Quadro di riferimento ambientale:** analizza le componenti ambientali biotiche ed abiotiche nell'area di interesse, anche tramite l'ausilio di sopralluoghi ed indagini in sito, col fine di individuare eventuali criticità ed elementi di debolezza/sensibilità intrinseci nell'area dell'intervento;
- **Stima degli impatti:** definisce sia qualitativamente che quantitativamente gli effetti potenzialmente significativi delle attività in progetto sulle componenti ambientali;
- **Interventi di mitigazione e compensazione:** illustra le misure di prevenzione, mitigazione e compensazione volte a minimizzare gli impatti con le diverse componenti ambientali (ambiente biotico ed abiotico);

In tal modo il progetto è valutato in merito agli effetti diretti ed indiretti indotti sull'ambiente nelle sue componenti biotiche (l'uomo, la fauna, la flora) ed abiotiche (il suolo, l'acqua, l'aria, il clima, il paesaggio, i beni materiali, il patrimonio culturale, ecc.), nonché in merito alla sua conformità rispetto agli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica di vario livello attualmente vigenti.

1.1 UBICAZIONE GEOGRAFICA DELL'AREA DI INTERVENTO E DATI GENERALI

Nel presente capitolo si fornisce una descrizione sintetica degli ambienti geografici coinvolti nel presente progetto, ovvero del territorio di Pedace situato nella provincia di Cosenza.

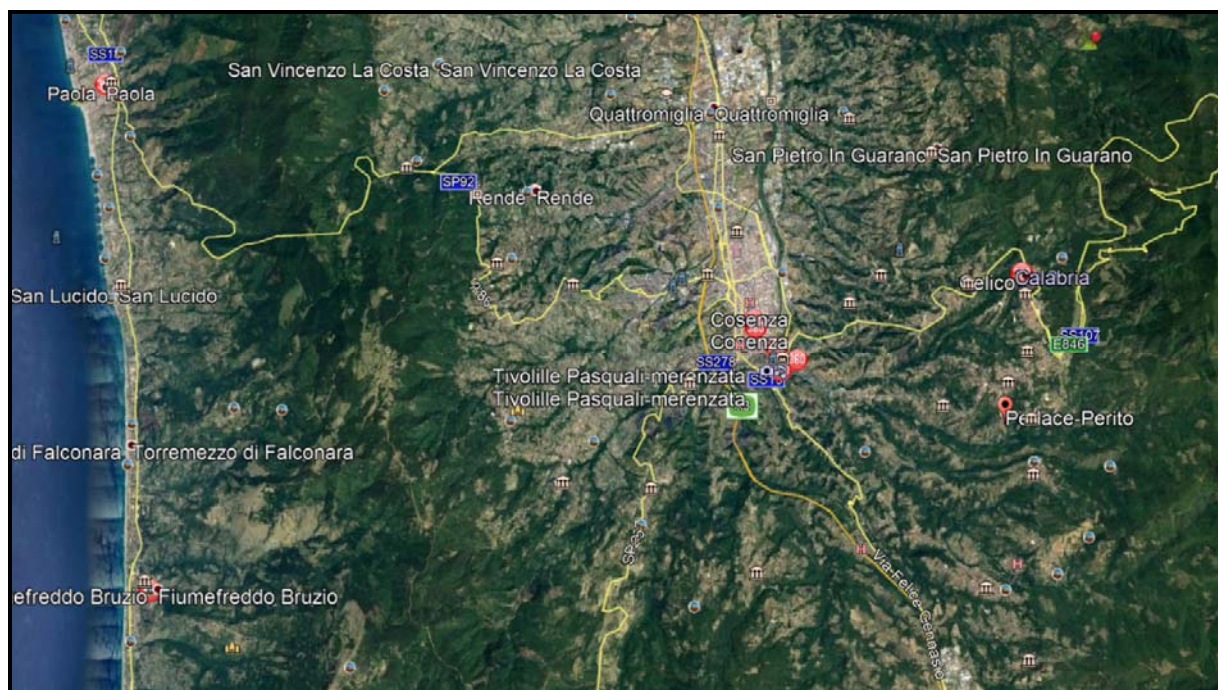


Figura 1.1 – Inquadramento preliminare del territorio di Pedace (CS) – Veduta aerea satellitare

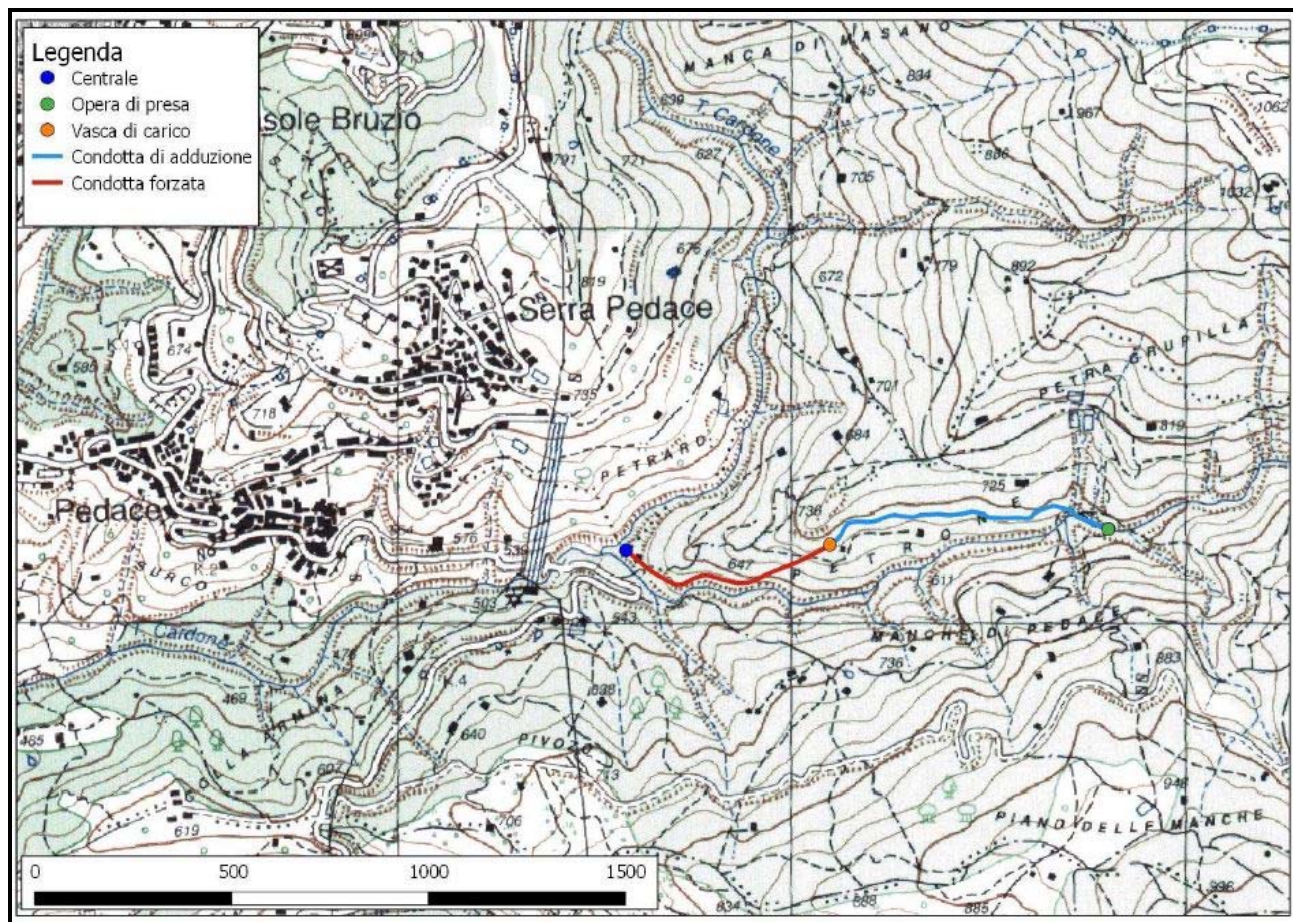


Figura 1.2 – Carografia IGM scala 1:25.000; particolare area della Valle del Torrente Fiumicello in cui verrà realizzata l'opera

2 QUADRO DI RIFERIMENTO PROGRAMMATICO

Questa sezione dello SIA ha lo scopo di descrivere le possibili interazioni tra l'intervento proposto e gli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, nonché le interazioni con il regime vincolistico.

2.1 ANALISI DEL REGIME VINCOLISTICO SOVRAORDINATO

Di seguito si dettagliano le peculiarità locali inerenti il regime vincolistico sovraordinato.

2.1.1 AREE PROTETTE (L. 394/1991) – RETE NATURA 2000 (S.I.C. –Z.P.S.)

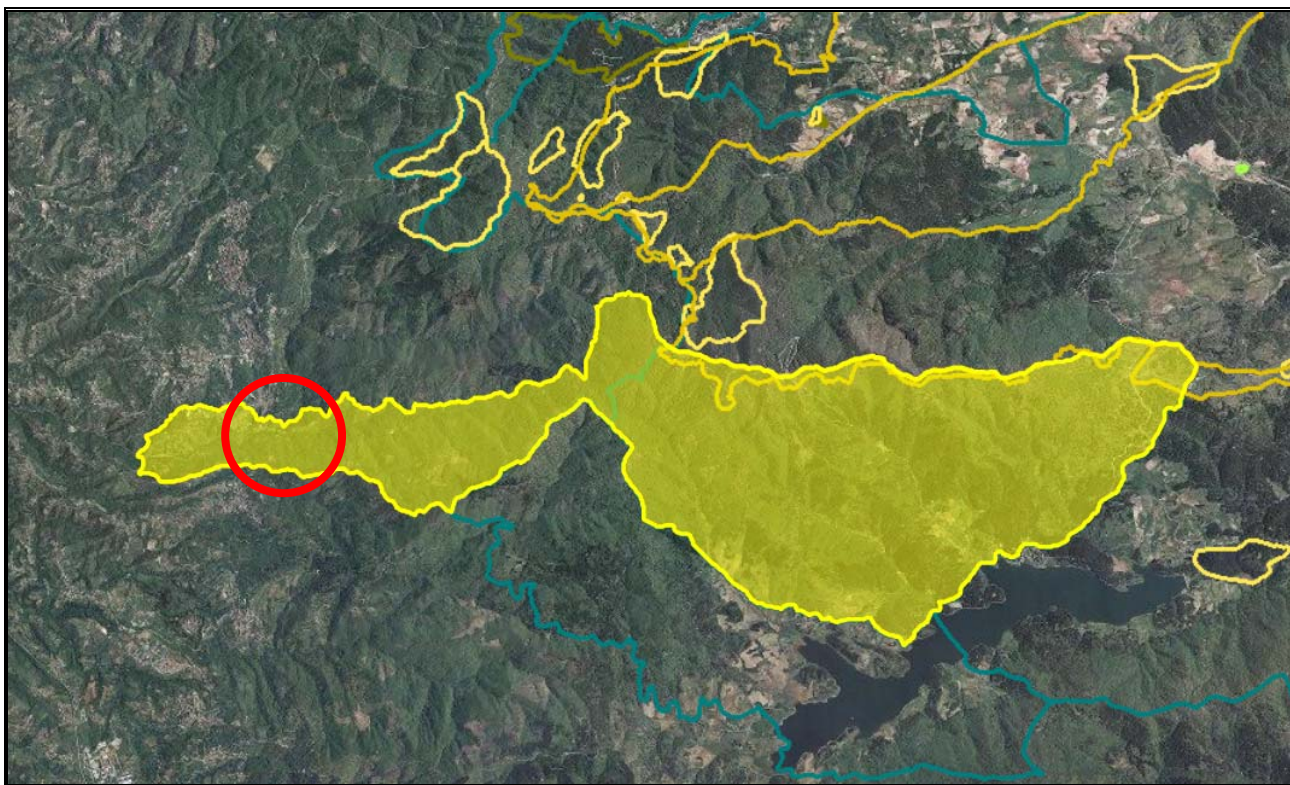


Fig. 2.1.1a – Delimitazione confini comunali Pedace: nessuna presenza di vincoli aree protette e rete natura 2000 area integralmente non ricompresa in aree protette.

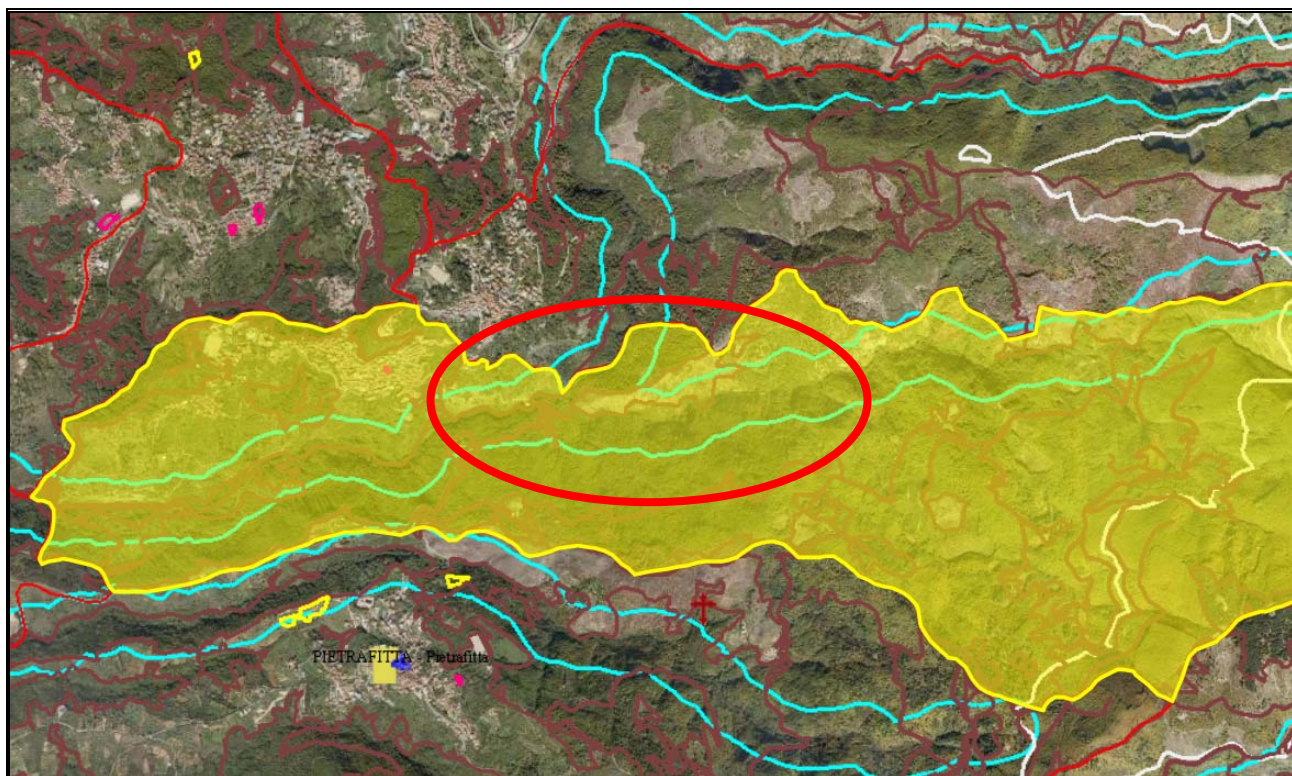


Fig. 2.1.1b – Delimitazione confini comunali Pedace: presenza di vincoli aree paesaggistici ex d. lgs. n. 42/04 e s.m.i. fascia di rispetto fluviale compatibile con progetto

2.1.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO (R.D. 3267/1923)

I siti di intervento non rientrano nelle aree sottoposte a Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D. 3267/23.

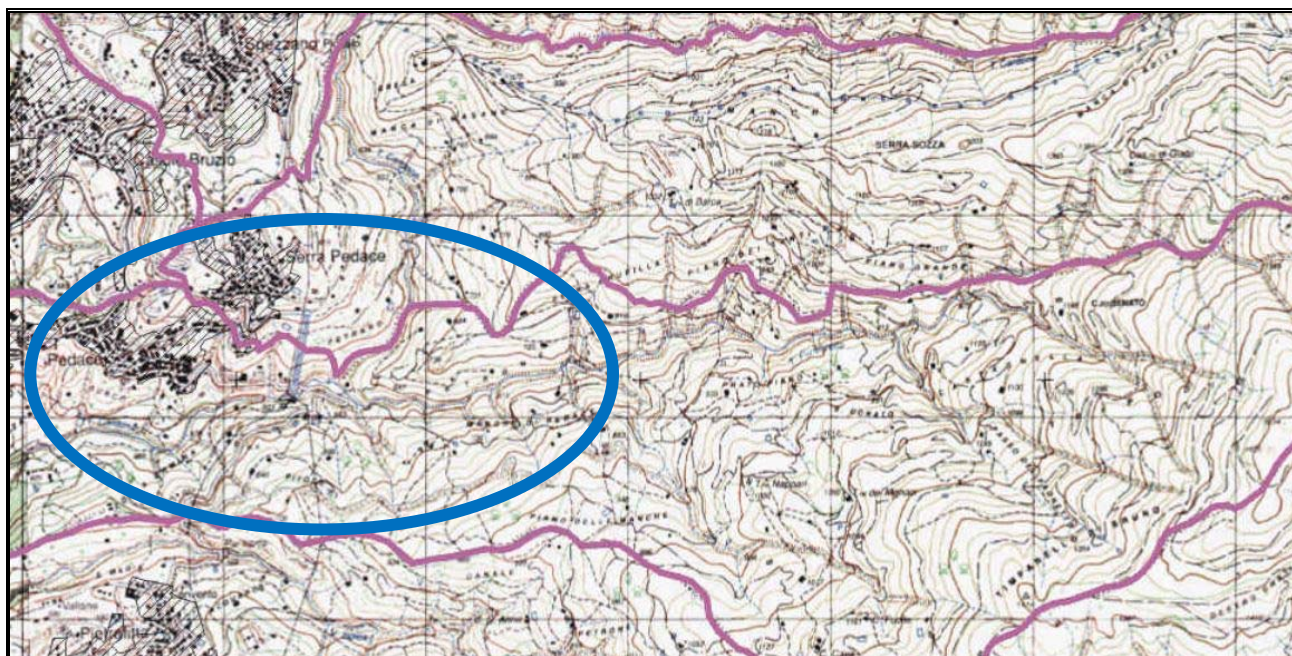


Figura 2.1.2: Stralci della carta del Vincolo Idrogeologico, ai sensi del R.D. 30.12.1923 n° 3267, scala originale 1:25.000.

LEGENDA area non campita di rosso = nessuna area sottoposta a vincolo

2.2 PIANIFICAZIONE E PROGRAMMAZIONE TERRITORIALE ED URBANISTICA

Si riporta di seguito la cartografia del vincolo paesistico presente



2.2.1 PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI IDROGRAFICI – PAI – NESSUN VINCOLO

2.2.2 CONCLUSIONI

Secondo il vigente Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI)- Fenomeni gravitativi e Processi Erosivi - della Regione Calabria, l'area in esame **non rientra** in zone definite a rischio idrogeologico e non risulta alcun grado di pericolosità.

Secondo la cartografia prodotta nell'ambito del progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi Italiani) le aree interessate dal progetto non sono affette da alcun movimento franoso.

L'area di intervento non è compresa nelle zone perimetrate dal Piano Stralcio Difesa dalle Alluvioni (PSDA) della Regione Calabria; sulla base della Carta delle Aree Esondabili, redatta sulle piene con tempo di ritorno di 150 anni, le opere rientrano nelle aree esondabili, ovvero le zone di piana alluvionale del Torrente Fiumicello.

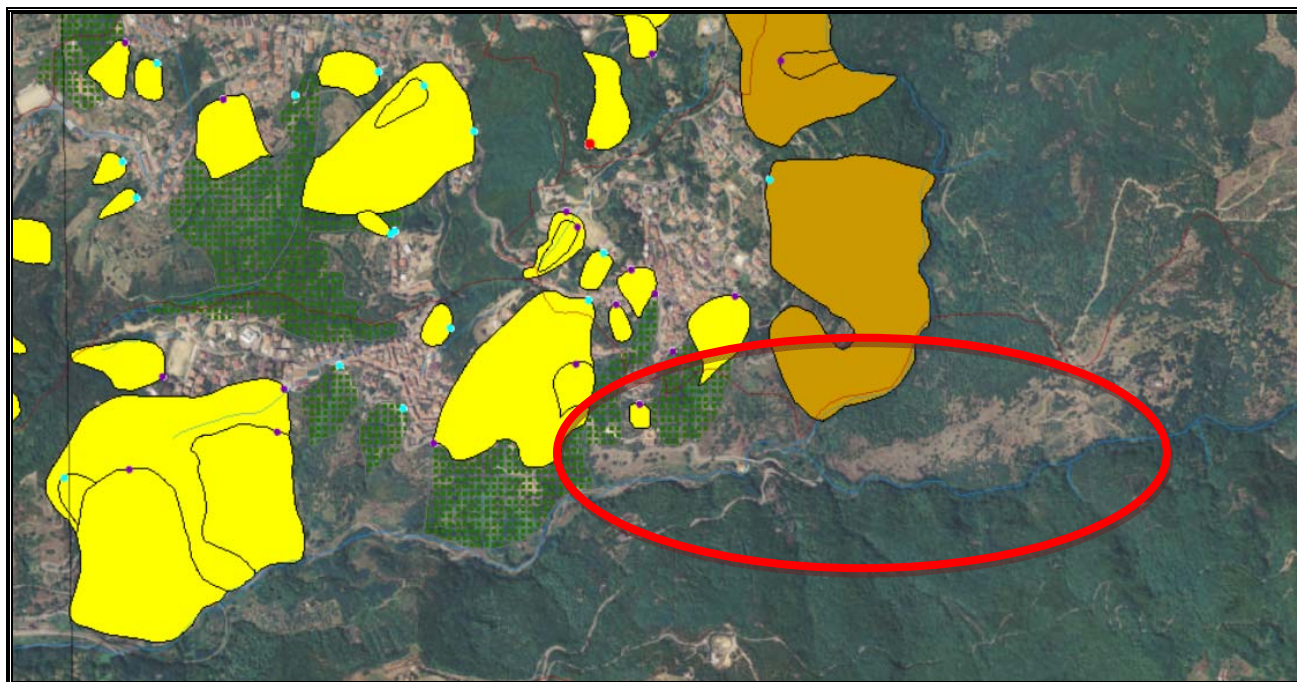


Figura 2.2.1: Stralcio IFFI, scala originale 1:10.000

2.3 COERENZA DELLE ATTIVITÀ CON IL REGIME VINCOLISTICO E GLI STRUMENTI DELLA PROGRAMMAZIONE

2.4 ASPETTI DEMOGRAFICI ED OCCUPAZIONALI DEL TERRITORIO

La popolazione residente nel Comune di Pedace risulta essere pari a circa 1900 abitanti al 31/12/2010. Si riporta nella figura sottostante l'andamento demografico a partire dall'Unità d'Italia.

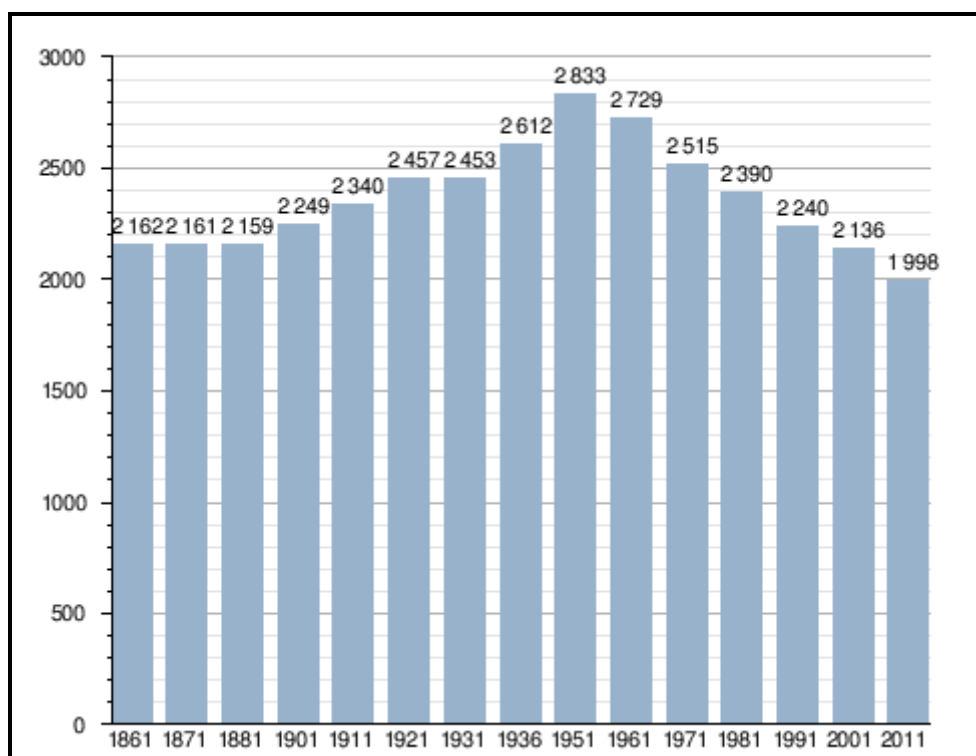


Figura 1.4 – Andamento demografico del Comune di Pedace (CS)

QUADRO DI RIFERIMENTO PROGETTUALE

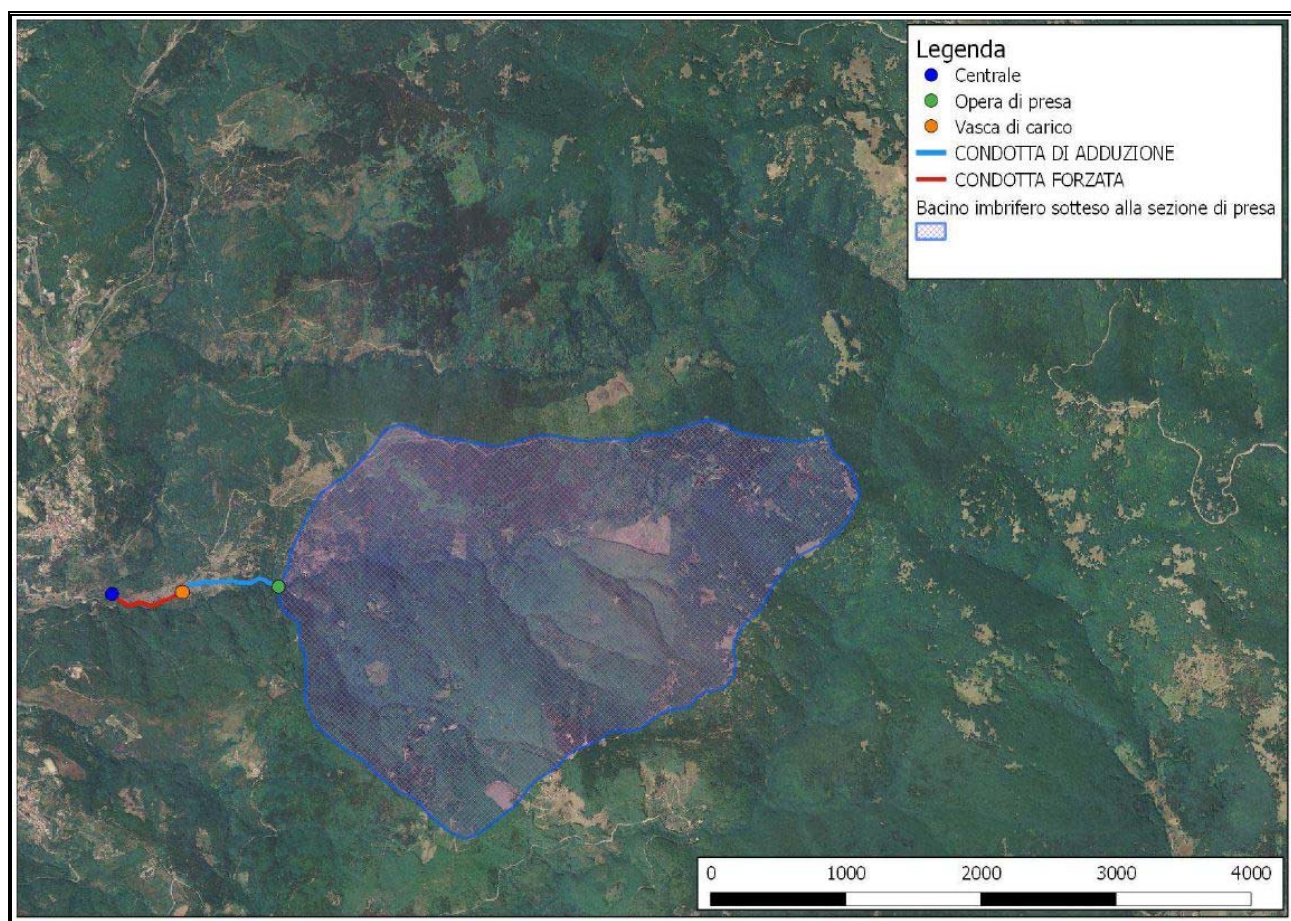
2.5 L'IMPIANTO IDROELETTRICO

▪ Caratteristiche

Il progetto riguarda la costruzione di un impianto idroelettrico sul Torrente Fiumicello ricadente interamente nel territorio del Comune di Pedace (CS).

Per il raggiungimento delle aree in cui verranno ubicate le principali opere dell'Impianto "San Francesco", non sarà necessaria la realizzazione di alcuna nuova pista da cantiere, in quanto si utilizzeranno strade asfaltate e piste sterrate carrabili preesistenti (visibili anche in gran parte della documentazione fotografica presente ed evidenziate in Tavola 2 allegata), limitando in tal modo l'impatto sulla flora e sulla morfologia delle aree interessate, che saranno comunque ripristinate alle condizioni d'origine al termine dei cantieri.

Di seguito si propone una descrizione generale delle principali opere necessarie alla realizzazione dell'Impianto. Si rimanda ai documenti progettuali allegati per una più dettagliata analisi delle considerazioni idrauliche e delle scelte tecniche.



▪ **OPERA DI PRESA**

Come si può facilmente evincere da Tavola 2 allegata, l'opera di presa sul Torrente Fiumicello sarà realizzata sfruttando aree facilmente raggiungibili tramite le esistenti piste sterrate che portano all'esistente centralina idroelettrica più a monte. Il punto dell'alveo scelto per collocare l'opera imputata al corretto prelievo d'acqua è stato scelto, oltre che cercando di lasciare la dovuta distanza dal canale di restituzione della centralina a monte, nell'unico punto dell'alveo che presenta un certo restringimento degli argini, in modo da poter ancorare al meglio la briglia con la presa a trappola (Figura 1). L'opera di presa veicolerà in destra idrografica l'acqua prelevata dal Fiume che, come verrà descritto nei paragrafi successivi, godrà sempre del proprio deflusso minimo vitale calcolato secondo i criteri descritti nella relazione idrologica in allegato (Allegato 2).

L'opera di presa, che per meglio gestire gli eventi alluvionali prevede la realizzazione di una briglia lungo tutta la larghezza dell'alveo, prima di veicolare l'acqua al canale di adduzione a pelo libero che la condurrà alla vasca di carico dell'impianto, incanalerà la stessa in una vasca dissabbiatrice a doppia camera. Ciascuna camera è stata dimensionata al fine di far sedimentare i residui solidi presenti all'interno di essa (Tav. 3.1, 3.2, 3.3).

Questa opera, oltre a permettere di controllare con precisione il prelievo di acqua necessario alla Centrale idroelettrica, garantendo sempre il minimo deflusso vitale al Fiumicello, permetterà la risalita dei pesci presenti nel fiume. Sulla traversa sarà infatti realizzato un apposito passaggio per i pesci che creerà le condizioni morfologiche dell'alveo naturale.

Per il dimensionamento ed i particolari costruttivi dell'opera di presa e del dissabbiatore si rimanda alle Tavole 3.1, 3.2 e 3.3 allegate.

▪ **CANALE DI ADDUZIONE E VASCA DI CARICO**

Le acque prelevate verranno veicolate tramite un canale di adduzione in una vasca di carico da cui partirà la condotta forzata.

Il canale di adduzione, che inizierà dopo la vasca dissabbiatrice post opera di presa la cui funzione è quella di eliminare eventuali particelle in sospensione presenti, si porterà con pendenza dello 0,1% fino alla vasca di carico dell'impianto. Lo sviluppo totale del canale sarà di 1000 metri. La vasca di carico, con pelo libero a 670,54 metri s.l.m., prenderà forma sul costone destro. Il sito è facilmente raggiungibile grazie agli accessi interpoderali esistenti.

La vasca verrà parzialmente interrata ed il cielo della stessa non verrà chiuso, in modo da poter rendere la stessa utilizzabile per il carico di acqua da parte di elicotteri ed autocisterne antincendio.

Per il dimensionamento ed i particolari costruttivi di canale di adduzione, e vasca di carico si rimanda alle relazioni ed alle Tavola 4 e Tavola 6 allegate.

Una volta posato il canale e realizzata la vasca, le aree interessate verranno ripristinate alle condizioni naturali d'origine.

▪ **EDIFICIO CENTRALE**

Con uno stile architettonico in completa armonia con i luoghi, i paesaggi e le costruzioni preesistenti, sarà realizzato sul fianco del versante destro del Torrente Fiumicello il locale di produzione Centrale "San Francesco" che ospiterà le macchine idrauliche e le apparecchiature elettromeccaniche. Il locale, inoltre, avrà un vano con entrata indipendente dove saranno alloggiati i contatori elettrici per i controlli dell'ENEL.

Le dimensioni dell'edificio, come evidenziato nelle Tavole grafiche (Tav. 5.1, 5.2), sono le minime necessarie allo scopo. Come già accennato, L'Edificio Centrale, nonostante appartenga ad un'area che non ricade all'interno di parchi naturali, è stato progettato nel rispetto dell'ambiente naturale circostante ed in completa armonia con i luoghi, i paesaggi e le costruzioni rurali preesistenti ed assumerà inoltre un aspetto coerente anche con un eventuale utilizzo come struttura hospitality per giornate a sfondo didattico-naturalistico. Il luogo della Centrale di produzione è sito, come si evince dall'allegata Tavola 2 e dalla documentazione fotografica, ai limiti del campo incolto sotto il quale verrà interrato gran parte dello sviluppo della condotta forzata.

Il sito scelto (relazioni e tavole grafiche in cui sono rappresentate le fotografie), oltre a massimizzare lo sfruttamento della risorsa idrica, risulta un luogo con una pendenza sufficientemente dolce per poter costruire una struttura edile ex novo

senza effettuare lavori di sbancamento terra. Il naturale terrazzamento lievemente rialzato rispetto all'alveo del fiume garantirà inoltre una naturale protezione da eventuali eventi alluvionali;

non esistono infatti tracce di depositi che possano far pensare alla vulnerabilità del sito in tal senso. Per l'analisi dei particolari costruttivi si rimanda a Tavola 5.1 e Tavola 5.2 allegate a questo progetto.

▪ **CANALE DI SCARICO**

Il canale di scarico della Centrale "San Francesco" restituirà al Torrente Fiumicello le acque provenienti dallo scarico delle turbine, direttamente in alveo.

Le acque saranno convogliate prima in una vasca di raccolta sotto il piano Centrale, per poi essere veicolate al Fiume d'appartenenza tramite una condotta che confluirà in alveo a mo' di canale naturalizzato con pietra locale ricavata dall'alveo stesso durante le fasi di cantiere. Tale canale di restituzione sarà interrato per un tratto di circa trenta metri, per poi emergere a mo' di ruscello che andrà a confluire nel Fiume. L'acqua prelevata per gli scopi idroelettrici verrà restituita al Fiumicello con una turbolenza minima ed in un punto dell'alveo dall'ampia sezione, in modo tale da non provocare alcun fenomeno di erosione

▪ **PUNTO DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA ED INTERFERENZE**

Di rimpetto al campo incolto che verrà utilizzato per l'ubicazione dell'Edificio Centrale di Produzione passa una linea elettrica MT. La richiesta di immissione in rete dell'energia elettrica verde prodotta sarà effettuata considerando il traliccio più vicino all'Edificio di Produzione (150 metri circa in linea d'aria, come si evince da Tavola 2).

L'intero sistema della Centrale idroelettrica "San Francesco" è progettato in una porzione di territorio dove sono totalmente assenti infrastrutture o manufatti, sia di carattere pubblico sia di proprietà privata, che potrebbero essere interessati negativamente dalla realizzazione delle opere. La scelta delle quote di presa e di restituzione delle acque è stata fatta per non interferire né con la centrale idroelettrica a monte della presa dell'Impianto proposto né con l'eventuale captazione della cava di sabbia a valle della restituzione della Centrale "San Francesco".

2.6 OBIETTIVI, FINALITÀ DEL PROGETTO E SOGGETTO PROPONENTE

2.7 OPZIONE ZERO

L'opzione zero è sicuramente quella che non genera alcuna tipologia di impatto ma comunque rappresenterebbe un danno sociale ed economico nonché ambientale allo sfruttamento di risorse non convenzionali quali l'energia idraulica.

Si ritiene pertanto benefica l'iniziativa sotto tutti i punti di vista a favore di vantaggi non soltanto economici per la collettività ma anche sociali ed ambientali nella trasformazione dell'energia attraverso l'acqua.

2.8 ALTERNATIVE DI PROGETTO

Sono state valutate e prese in considerazione diverse alternative di progetto e si è giunti a quella tecnicamente ed ambientalmente più sostenibile.

2.9 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO IDROELETTRICO DEL COMUNE DI PEDACE (CS)

2.9.1 OPERA DI PRESA (TAV. GRAFICA)

È costituita da una piccola derivazione del tipo a trappola con griglia suborizzontale, e imbocco canale di piccolo volume, alimentata attraverso un breve canale di derivazione, posta in maniera trasversale al senso del flusso nell'alveo del Fiumicello.

La vasca di carico fungerà anche da vasca di calma delle acque derivate, essendo anche inoltre il punto più stretto del restringimento del canale di deviazione.

Dal lato opposto alla presa dalla vasca di carico dipartirà la condotta forzata, protetta da una paratoia di intercettazione, un sistema a doppia griglia e da uno sgrigliatore.

Sul lato maggiore della vasca di carico, longitudinalmente al senso del flusso, sarà ricavato lo sfioratore di sicurezza, con lunghezza di sfioro di oltre 10 m, quindi con superficie di deflusso più che tripla rispetto a quella del Torrente Fiumicello; per cui, di fatto, l'opera di presa in questione non costituirà assolutamente una restrizione al libero deflusso delle acque del Fiumicello, anche nelle condizioni peggiorative di paratoia di presa sollevata e centrale ferma (condotta intercettata oppure turbine ferme).

2.9.2 EDIFICIO CENTRALE (TAV. GRAFICA)

Nell'edificio centrale saranno installati due generatori asincroni con le seguenti caratteristiche:

- Potenza nominale non inferiore a 500 kW.
- Tensione nominale 0,4 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Fattore di potenza nominale 0,9 R
- Velocità di rotazione = 500 g/min
- Sei terminali esterni (tre di linea e tre di centro stella).
- Spazzola di messa a terra dell'albero in prossimità del cuscinetto lato turbina.
- Servizio permanente in parallelo con la rete del distributore
- Isolamento degli avvolgimenti di statore e di rotore in classe F con funzionamento in classe B.
- Raffreddamento del generatore ad aria autoventilato.
- Sovraccarico: la macchina deve sopportare una corrente pari a $1.5 I_n$ (I_n : corrente nominale) per almeno $t=30$ s.
- Sovravelocità: la macchina sarà in grado di sopportare la velocità di fuga della turbina, e in ogni caso non meno di 1.2 volte la velocità nominale continuativamente.
- L'impianto di produzione rotante sarà in grado di sopportare senza danni le sollecitazioni meccaniche derivanti dai collegamenti in parallelo con la rete erroneamente effettuati con grandezze elettriche di tensione e frequenza fuori dai limiti definiti dalle norme CEI di riferimento, nonché le sollecitazioni meccaniche derivanti da corto circuito bifase e trifase in un punto della rete prossimo ai morsetti della macchina elettrica.

La fornitura è completa di:

- Regolatore di velocità con ruota fonica, conforme alle Norme CEI 11-32:2000-08, par.8.3.2.
- Rilevatori di temperatura (termosonde): sei nell'avvolgimento statorico e tre nel pacco statorico.
- Rilevatori di temperatura (termosonde) sul cuscinetto lato accoppiamento
- Rilevatori di temperatura (termosonde) sul cuscinetto lato opposto accoppiamento.

- Apparecchiatura per il controllo delle vibrazioni dell'albero (accelerometri).
- Resistenze anticondensa con termostato e inserzione a macchina ferma.
- Trasduttore tachimetrico per controllo e protezione.
- Apparecchiatura per il controllo delle vibrazioni.
- Cassetta di centralizzazione degli ausiliari.
- Due morsetti di messa a terra della cassa diametralmente opposti e in posizione visibile dall'esterno.

Le prove che saranno effettuate, secondo le Norme CEI vigenti, saranno le seguenti:

- verifica della resistenza degli avvolgimenti;
- controllo delle vibrazioni;
- controllo dei rilevatori di temperatura;
- verifica della resistenza di isolamento degli avvolgimenti statorici e rotorici;
- verifica della tenuta dielettrica verso massa dei componenti rotorici e statorici con tensione applicata, con successiva nuova verifica della resistenza di isolamento;
- misura dell'impedenza rotorica totale;
- misura della tensione d'albero;
- rilevamento della caratteristica di magnetizzazione;
- prova in corto circuito trifase permanente con rilievo della caratteristica;
- rilievo della forma d'onda di tensione (Norma CEI 2-3);
- verifica del senso ciclico delle fasi;
- determinazione delle perdite (Norma CEI 2-6).

2.9.3 CONDOTTA FORZATA (TAV. GRAFICA)

La condotta forzata, infrastruttura totalmente lineare, interesserà il territorio per una lunghezza totale pari a circa metri 730. Sarà totalmente interrata al di sotto del piano campagna e sarà costituita da elementi metallici giuntati attraverso un bicchiere senza saldatura, totalmente realizzata in materiale plastico ad alta resistenza, molto pregiato per resistere agli elementi corrosivi presenti nel terreno ed allo stesso tempo, data l'alta resistenza chimica e meccanica, per assicurare che non vi sia alcun tipo di rilascio sul terreno stesso. Il diametro medio sarà pari a 600 mm. I volumi di scavo prodotti durante la messa in opera della condotta saranno pari a circa 400 mc i quali verranno trattati come rifiuto e destinati attraverso ditte autorizzate al trasporto degli stessi presso l'Albo Gestori Ambientali ad impianti di recupero o smaltimento. Il costo stimato dello smaltimento e del trasporto si aggirerà sui trenta quaranta mila euro. L'intera volumetria di scavo, infine, tale da

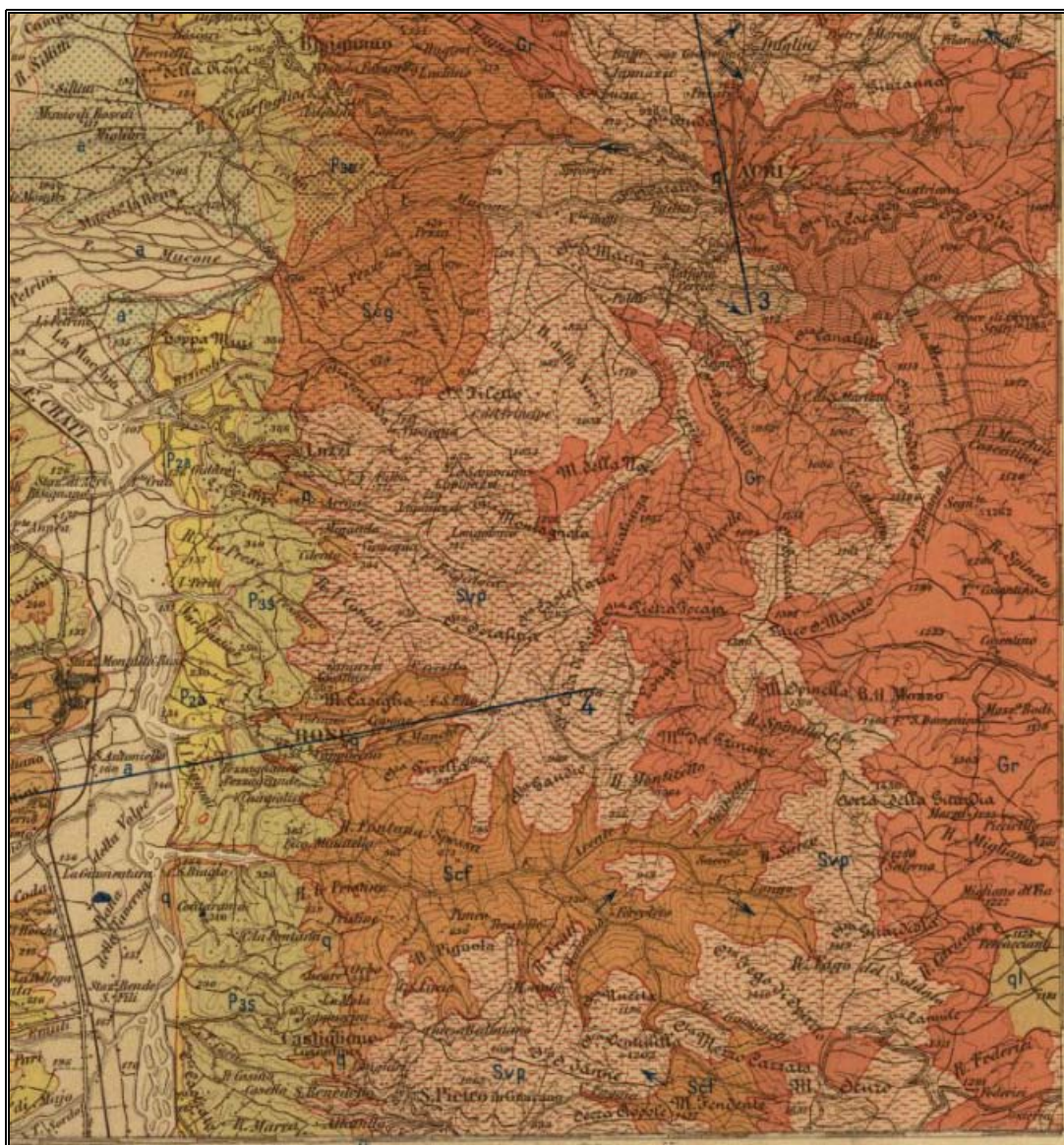
realizzare la trincea dove collocare il materiale, pari a circa 1500 mc, sarà esclusa dall'ambito di applicazione della parte quarta del D. Lgs. n. 152 del 2006 e s.m.i. così come recitato nell'art. 185 comma 1 lettera c), in quanto il suolo, purchè non contaminato, sarà utilizzato nell'ambito dello stesso cantiere e della costruzione oggetto di questo studio, per il rinterro della condotta e la realizzazione del piano di calpestio, nonché per la realizzazione del canale di adduzione, così come presente nella situazione dei luoghi ante operam, senza alcun tipo di trattamento ed intervento sul suolo stesso, ma posizionandolo tal quale, così come escavato allo stato naturale.

3 QUADRO DI RIFERIMENTO AMBIENTALE

3.1 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

3.1.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO REGIONALE

L'area calabra, seppur vasta ed articolata, presenta un quadro relativamente omogeneo. Essa è, infatti, il risultato della deformazione, ed infine del sollevamento, di pochi domini paleogeografici mesozoici marini sviluppatisi lungo il margine settentrionale africano e della loro successiva evoluzione nel corso della costruzione del settore centrale della catena appenninica, avvenuto durante il Neogene (soprattutto tra il Miocene medio ed il Pliocene inf.).



3.1.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELL'AREA IN ESAME

La cartografia geologica di riferimento per il territorio calabro è tutt'oggi costituita dalla Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 che comprende il territorio comunale di Pedace; la carta è piuttosto datata, risalendo al 1963. È attualmente in corso di rilevamento e pubblicazione la Carta Geologica d'Italia alla scala 1:50.000, nota con il termine di progetto CARG (Cartografia Geologica) a cura dell'ISPRA (ex APAT, ex Servizio Geologico Nazionale); per il territorio calabro sono attualmente disponibili solo alcune carte.

Come si legge dalle carte tematiche su citate, tutti gli interventi che si andranno a realizzare nell'ambito del progetto in esame ricadono nella fascia che vede l'affioramento di depositi continentali quaternari a tessitura prevalentemente grossolana, ovvero dei depositi alluvionali recenti codificati nel progetto C.A.R.G. come "Olo" e indicati in carta con colore azzurro chiaro e campitura a cerchietti vuoti, unitamente a depositi calcarei propri dell'appennino.

In dettaglio si tratta di alternanze di materiali sabbioso-limosi e limo-sabbiosi con ghiaie calcaree eterometriche a ciottoli sub arrotondati e/o tabulari. La stratigrafia di dettaglio sarà ricostruita sulla base di un rilevamento condotto in situ dalla scrivente e con l'ausilio di prove puntuali (tipo DPSH, sondaggio a carotaggio continuo e stazioni tromografiche) eseguite su ogni sito in cui si andrà a realizzare ciascuna opera in progetto; mentre per il tracciato sono state realizzate due prove, ubicate in maniera casuale, lungo l'asse interessato dall'interramento della tubatura.

Sulla base del rilevamento e dei risultati della campagna indagine, sarà definito il modello geologico di sottosuolo per ciascuna area di interesse. Come è possibile notare, le principali caratteristiche sono pressoché uguali in ogni sito, salvo locali variazioni negli spessori di scarsa rilevanza. Segue la descrizione, per ciascun sito di intervento, del modello geologico ricostruito, dall'alto verso il basso.

3.2 IDROGEOLOGIA

3.2.1 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO GENERALE

La risorsa idrica sotterranea in Calabria è concentrata con modalità differenti in quattro diversi ambienti geologici, in funzione delle diverse caratteristiche di permeabilità dei depositi sedimentari presenti:

- le dorsali carbonatiche
- i fondovalle fluviali
- le conche intramontane
- le aree terrigene, quest'ultime comprendono sia i rilievi montuosi della Laga che l'ampia fascia collinare.

Le dorsali carbonatiche rappresentano il principale acquifero, alimentato soprattutto dall'infiltrazione delle precipitazioni verso il sottosuolo, attraverso la rete di fratture e le forme carsiche sia superficiali che ipogee. I diversi acquiferi che si formano al loro interno vengono drenati verso la base, al contatto con formazioni meno permeabili, quali argille e sedimenti marnoso-argillosi (aquicludi). Tale geometria consente alle principali sorgenti di concentrarsi alla "periferia" dei massicci carbonatici e di avere portate molto elevate, in genere anche stabili nel tempo, con scarse oscillazioni stagionali che testimoniano l'ampiezza dell'area di alimentazione.

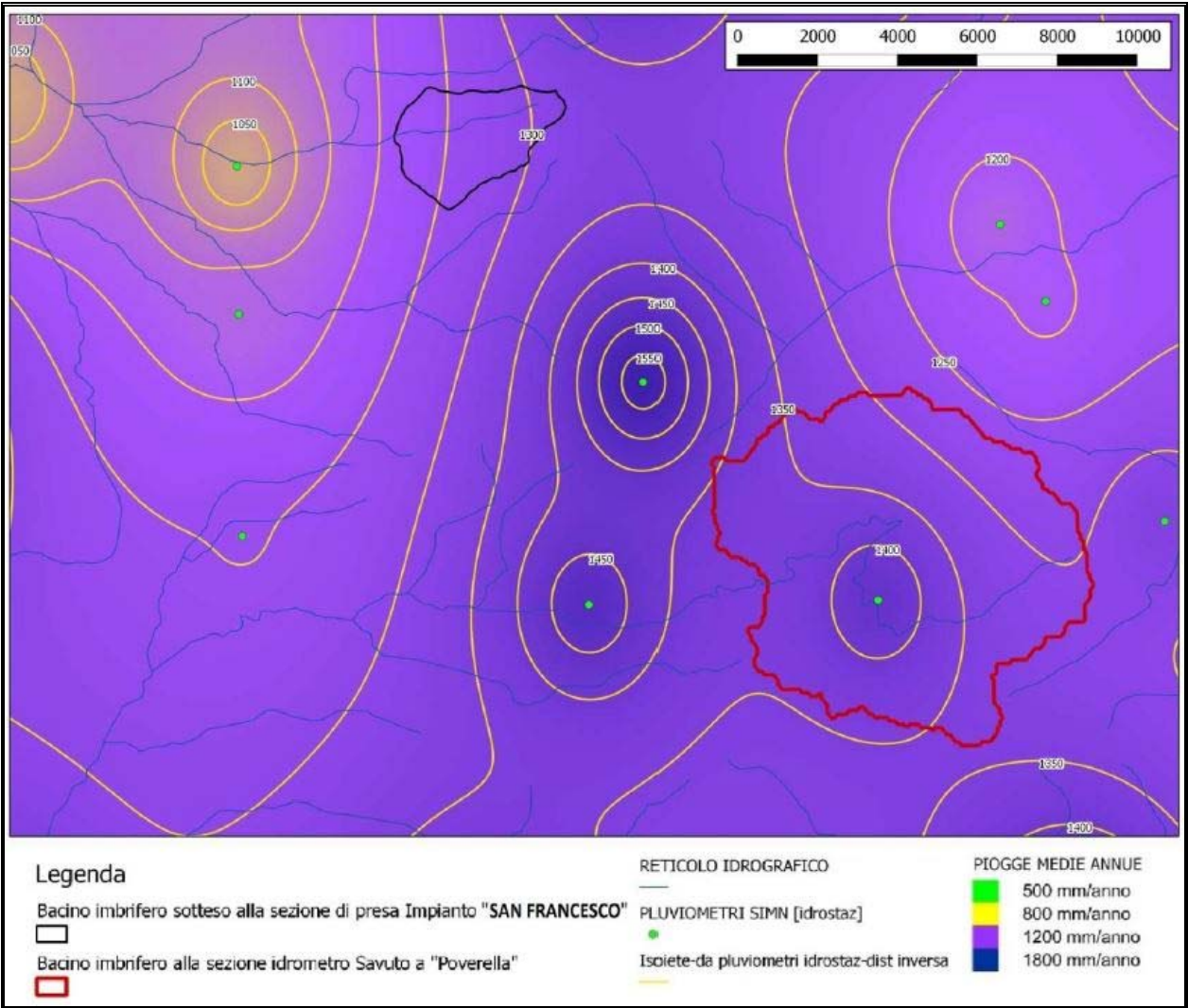
Grandi idrostrutture carbonatiche bordano le principali conche intramontane. È molto diffuso il fenomeno del travaso idrico sotterraneo dai potenti acquiferi montuosi carbonatici verso le falde delle conche intramontane, per il tramite dei corpi idrici a permeabilità medio-alta costituiti dai depositi di versante, interdigitati anche in profondità con i sedimenti alluvionali. Ne consegue che le principali sorgenti sono ubicate al margine delle piane, in prossimità del contatto con gli acquiferi carbonatici; sono frequenti, comunque, anche i contributi diretti nei corsi d'acqua che solcano i depositi fluvio-lacustri (sorgenti lineari).

Il Comune di Pedace ricade all'interno dell'importante corpo idrico sotterraneo che alimenta il Torrente Fiumicello. L'acquifero è costituito, dal punto di vista stratigrafico-strutturale, dai depositi dell'Unità di Piattaforma carbonatica appenninica mentre in subordine si rinvencono, soprattutto nella porzione meridionale dei massicci circostanti, calcareniti e calcari marnosi scuri (Miocene inf. - medio).

3.2.2 CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE LOCALI

Si riportano le condizioni idrogeologiche di riferimento per il progetto in esame, precisando che si rimanda per ogni ulteriore approfondimento alla relazione idrologica ed tecnica allegata al progetto.

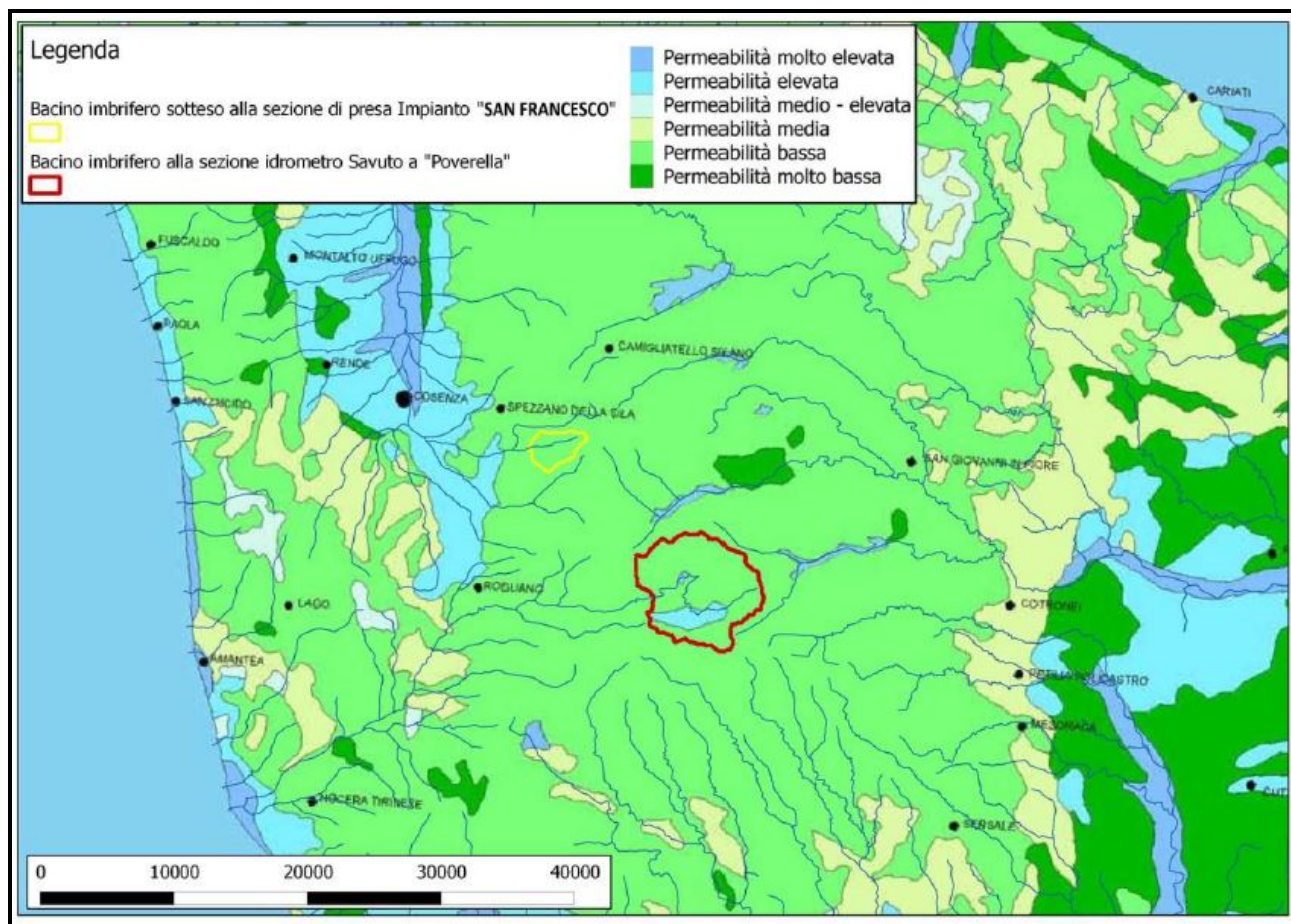




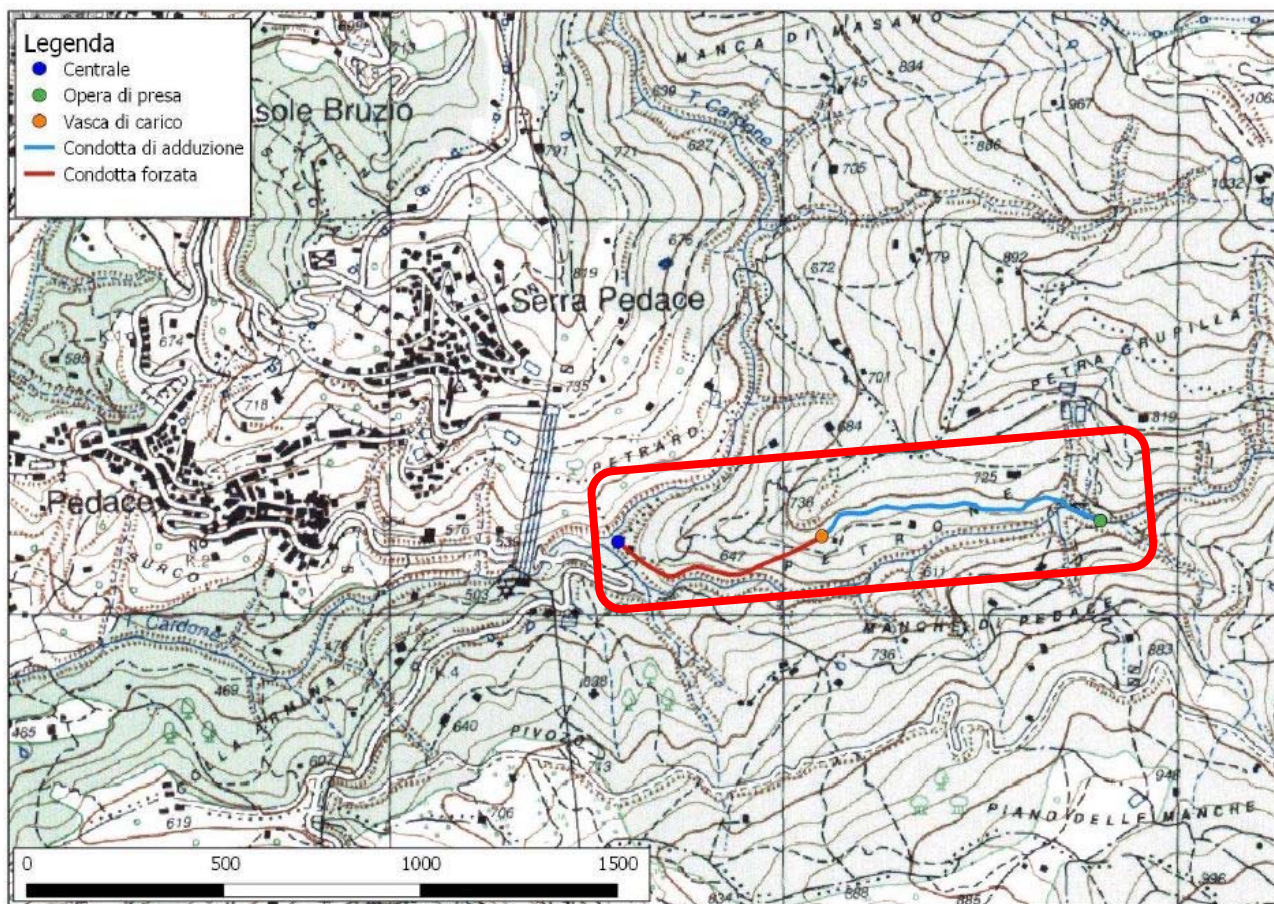
Curva isoiete bacino e sezione di interesse

3.2.3 PERMEABILITÀ DEI SUOLI

Si riporta nel grafico sottostante la permeabilità dei suoli nel bacino interessato dalle opere di realizzazione dell'impianto idroelettrico



4 CARATTERIZZAZIONE DELL'AMBIENTE FLUVIALE CIRCOSTANTE LA REALIZZAZIONE DELLE OPERE



Le opere sorgeranno in territorio del Comune di Pedace (CS), l'unico vincolo presente è quello paesaggistico ex d. lgs. n. 42/04 e s.m.i.

5 INDIVIDUAZIONE DEGLI IMPATTI POTENZIALI

In generale l'esistenza di attività come quella in oggetto determinano una serie di interferenze sull'ambiente naturale che, per categorie, possono essere così riassunte:

1. Interferenze dovute alle emissioni in atmosfera;
2. Interferenze sul suolo e sottosuolo;
3. Interferenze sull'ambiente fluviale
4. Interferenze sul patrimonio floristico – vegetazionale e faunistico;
5. Interferenze sul paesaggio;
6. Interferenze sull'acustica del territorio;
7. Interferenze dovute a radiazioni elettromagnetiche;
8. Interferenze sui caratteri socio - economici della zona.

Nel presente paragrafo sono descritti dunque i possibili impatti generati dall'opera esaminata sia in fase di cantiere che di esercizio. Lo scopo principale di tale analisi è il confronto tra la situazione dell'ambiente in assenza dell'opera e quella che ne conseguirebbe con la sua realizzazione. Al fine di effettuare una valutazione della correlazione tra fattori d'impatto e componenti ambientali dell'area in cui si colloca l'opera, con lo scopo di individuare le maggiori criticità ambientali determinabili, è stata operata una differenziazione tra fase di cantiere e d'esercizio.

5.1 QUALITÀ DELL'ARIA

Fase di cantiere

Durante i lavori di cantiere, le emissioni in atmosfera più rilevanti sono dovute al sollevamento di polveri e alla presenza e funzionamento dei mezzi mobili di cantiere. Le polveri potranno svilupparsi per il passaggio di automezzi di cantiere e per le operazioni di movimentazione del materiale di scavo.

La produzione di polveri durante le operazioni di movimentazioni di terra è un fenomeno di inquinamento atmosferico il cui impatto negativo sulla qualità dell'aria viene a dipendere dai seguenti fattori:

- volume di materiale movimentato;
- umidità del materiale movimentato;
- distanza tra il centro di emissione e gli insediamenti abitati significativi;

- veicoli di trasporto

Nel caso in esame, si tratta di attività a impatto minimo oltre che di tipo temporaneo.

Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio nessun agente inquinante verrà emesso nell'aria.

A questo si aggiunga che la produzione di energia da fonte di energia rinnovabile determina, come impatto positivo, la riduzione dell'inquinamento atmosferico per quanto riguarda le emissioni di gas serra.

L'esercizio dell'impianto in progetto determinerà per ogni kwh di elettricità prodotto una riduzione di 670 g di CO₂, 1,9 g di NO_x, 1,4 g di SO_x e 282 mg di particolato vario.

5.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

Fase di cantiere

La tipologia degli impatti potenziali può essere ricondotta ai seguenti aspetti principali:

a) alterazione della continuità morfologica originaria per escavazione di volumi, per deposito temporaneo di inerti e per necessità di cantierizzazione (piste di accesso, piazzali, ecc.);

Per quanto riguarda le alterazioni dell'assetto geomorfologico dovute all'apertura dei cantieri, queste sono state stimate trascurabili in considerazione del fatto che, essendo i cantieri aperti in aree a morfologia pianeggiante, i movimenti di terra necessari alla loro realizzazione potranno essere limitati al massimo. Per quanto riguarda le piste di accesso ed il tracciato della condotta, sono state preferite le soluzioni che prevedono l'utilizzo della viabilità minore esistente.

b) fenomeni di instabilità che possono innescarsi sui fronti di scavo.

Tali effetti sono stati tuttavia ritenuti trascurabili, dal momento che la scelta del percorso è stata effettuata tenendo conto delle condizioni idrogeologiche dell'area, sia perché le caratteristiche delle opere non creano situazioni di instabilità. L'esecuzione dei lavori dunque, considerato anche che gli scavi necessari per l'interramento della condotta sono limitati, non daranno origine a dissesti e/o modifiche geomorfologiche.

- c) perdite accidentali di oli lubrificanti, provenienti dai mezzi meccanici utilizzati.

Fase di esercizio

Durante la fase di esercizio non si prevedono impatti sul suolo

5.3 AMBIENTE FLUVIALE

L'ambiente fluviale è certamente la matrice maggiormente interessata dagli impatti potenziali, derivanti dalla realizzazione dell'opera, sia in fase di cantiere che soprattutto in fase d'esercizio.

5.3.1 SOTTRAZIONE DI PORTATA AL CORSO D'ACQUA

Fase di cantiere

Le potenziali conseguenze negative relative all'ittiofauna possono essere considerate rilevanti quando i lavori in alveo prevedono la movimentazione di materiali all'interno dell'alveo stesso che possono produrre un generale intorbidamento delle acque e la deposizione di sedimento fine, interferenze queste che si rifletteranno negativamente sull'ittiofauna in maniera limitata sia nel tempo che nello spazio. Come sopra più volte evidenziato, il tratto fluviale, interessato dalle opere di progetto, presenta un alveo incassato e caratterizzato da una velocità di corrente molto elevata, condizioni queste non compatibili con le forme giovanili. Inoltre non sono state individuate, nei numerosi sopralluoghi effettuati, le aree di frega, caratterizzate da ghiaietto fine, dove le trote vanno a deporre le uova, per cui l'intervento non potrà interferire con la riproduzione.

Fase di esercizio

La Regione Calabria ha individuato nell'ambito della redazione del Piano di Tutela delle Acque (PTA), i valori di DMV da applicare ai tratti fluviali dei corsi d'acqua significativi.

Per DMV si intende ai sensi del D.M. 28 luglio 2004 Allegato 1 *"la portata istantanea da determinare in ogni tratto omogeneo del corso d'acqua che deve garantire la salvaguardia delle caratteristiche fisiche del corpo idrico, chimico-*

fisiche delle acque nonché il mantenimento delle biocenosi tipiche delle condizioni naturali locali".

Il DMV da rilasciare sul Torrente Fiumicello, è stato quantificato in 0,544 mc/s così come da articolo del Disciplinare di Concessione, rilasciato dalla Regione Calabria

Tab. 17: Portate mensili disponibili nel tratto a monte e in quello sotteso

Elaborazioni effettuate, come documentato nella relazione tecnica specialistica idrologica ed idraulica, facente parte del progetto, evidenziano che, nel tratto sotteso alla derivazione, vi saranno deflussi comunque maggiori al DMV.

Al fine di verificare che il DMV che fluirà nell'alveo sotteso, di fatto non venga a subire fenomeni di infiltrazione verso il sottosuolo, ma possa scorrere assicurando lo sviluppo ed il mantenimento delle funzioni biologiche, si è ritenuto di dover valutare la permeabilità dei materiali che compongono l'alveo fluviale, tramite n. 3 prove a carico variabile per la determinazione del coefficiente di permeabilità del terreno in situ mediante la realizzazione di altrettanti pozzetti, a base quadrata.

Nel complesso i valori ottenuti in ciascun punto di indagine sono risultati simili tra le n. 3 prove eseguite, senza sostanziali variazioni o scostamenti numerici, in quanto anche i terreni analizzati risultavano composti per la maggior parte dei casi da sabbie fini limose di color grigio talvolta con inclusi calcarei persi nella matrice.

In generale è possibile affermare che si tratta di terreni con valori di permeabilità K dell'ordine di 10^{-6} e, quindi, di terreni con permeabilità moderatamente bassa.

Per l'ittiofauna, nello specifico la trota di ruscello *Salmo trutta trutta*, dal momento che le indagini di campo hanno riscontrato una velocità media di corrente leggermente superiore ai 1,5 m/s ed essendo tali valori **non compatibili** con le preferenze delle forme giovanili e a **limite della compatibilità** con le preferenze degli individui adulti, una riduzione di portata, e conseguente riduzione di velocità di corrente, potrebbe, in questo specifico caso, determinare potenzialmente un impatto lieve. Tutto dipende dalle condizioni ambientali (velocità di corrente e profondità) che si andranno a determinare nel tratto sotteso alla derivazione. Risulta evidente che il tutto dovrà essere verificato e documentato, tramite una campagna di monitoraggio.

La riduzione di portata determina nel tratto sotteso minore velocità e profondità dell'acqua fluente; ne conseguono una minore turbolenza e, nelle aree prive di

fascia riparia, un innalzamento della temperatura dell'acqua. Entrambe le condizioni determinano una minore concentrazione dell'ossigeno disciolto, con riduzione della capacità di autodepurazione.

Per gli anfibi l'elevata velocità del Torrente Fiumicello nell'area oggetto di studio non consente la loro presenza in acqua né tantomeno la loro riproduzione, pertanto la riduzione della portata non comporta alterazione del loro habitat.

5.3.2 PERDITA DI HABITAT ACQUATICO

Fase di esercizio

La riduzione di portata che si ha nel tratto sotteso, dovuto al prelievo per fini energetici, determina necessariamente una perdita di habitat. Un elemento importante per valutare il grado di perdita è dato dalla geometria dell'alveo; infatti in alvei poco incisi, l'acqua tende ad occupare sezioni ampie con bassa profondità, per cui riduzioni di portata determinano perdite significative di habitat, mentre in alvei incassati, determinano perdite molto contenute

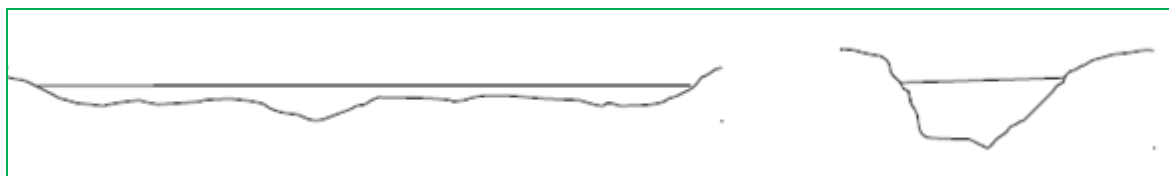


Fig. 8 - alveo poco inciso

alveo incassato

La geometria dell'alveo è inoltre un elemento importantissimo per valutare, nel tratto sotteso, la variazione della "profondità" dell'acqua, indotta dall'opera di derivazione.

Si vuole ricordare come la "profondità" sia un parametro fondamentale per la vita dei pesci e che per ciascuna specie sia stata elaborata una curva di preferenza.

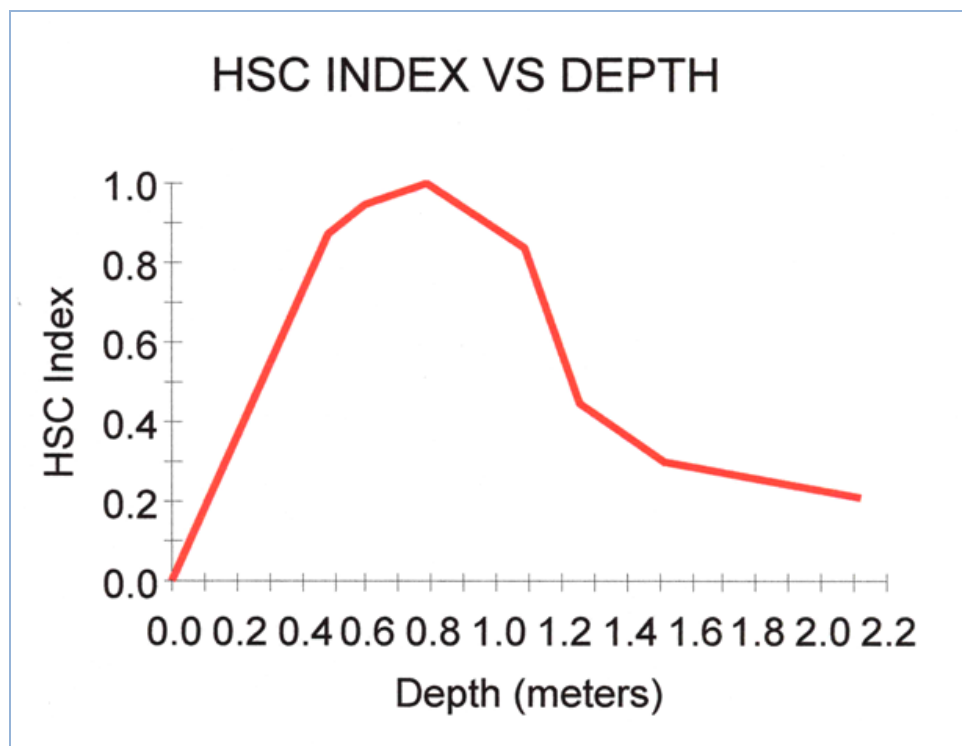


Fig. 9 – Curva di preferenza trota (adulto) per la profondità (da Raleigh et al. 1986)

Il Torrente Fiumicello, come sopra più volte ricordato, si presenta per lunghi tratti incassato; ne consegue che a parità di DMV, risentirà in maniera minore della riduzione di portata.

5.3.3 INTERRUZIONE DEL CONTINUUM FLUVIALE

Fase di esercizio

La maggior parte dell'ittiofauna delle acque interne presenta fenomeni di migrazione, sia per motivi trofici (ricerca di cibo) che, soprattutto, riproduttivi (ricerca di siti idonei alla riproduzione).

Un fiume "frammentato" da opere (briglie e/o traverse) insormontabili, è caratterizzato da una forte contrazione delle popolazioni ittiche presenti.

E' noto che le "frammentazioni" dei popolamenti hanno molta influenza sullo stato di conservazione delle specie.



**Foto 17 – pesci che tentano senza successo di superare un ostacolo
(briglia)**

Come sopra ricordato, le misurazione della velocità di corrente, nel tratto del Torrente Fiumicello interessato dal progetto, hanno documentato valori leggermente superiori ai 1,5 m/s e dunque la risalita dei pesci é di per sé già ostacolata dalle condizioni naturali di deflusso.

La possibilità dei pesci di muoversi liberamente lungo l'asta fluviale, in presenza di ostacoli naturali o artificiali, può essere garantita dalla presenza di manufatti definiti storicamente "scale di risalita" o "di rimonta" e più recentemente "passaggi per pesci".

Sono progettati per permettere ai pesci o alle specie d'interesse "specie target" di superare gli ostacoli.

Si differenziano tra:

- a) naturali: rampe in pietrame, canali by-pass
- b) tecnici: a "bacini successivi", passaggi "Denil"
- c) speciali: passaggi per anguille, chiusa Borland per pesci, ascensori per pesci

Nel passaggio per pesci "a bacini successivi", l'altezza da superare é suddivisa in una serie di piccole cascate che alimentano altrettanti bacini comunicanti tra loro per mezzo di stramazzi, orifici o fenditure verticali. I bacini servono ad un duplice scopo: primo ridurre la velocità della corrente, rendendola compatibile con le prestazioni dei pesci, secondo creare aree di calma (ridotta velocità) in cui gli stessi possano recuperare le forze e passare successivamente al bacino superiore.

Per quanto riguarda i dati biologici a supporto della progettazione, abbiamo:

Individuazione specie target	<i>Salmo trutta trutta</i> - Trota fario (adulto di 22 cm)
Velocità di crociera	~ 0.64 m/s (Videler, 1993)
Velocità massima sostenibile a 10 °C	~ 1.88 m/s (Videler, 1993)
Durata dello sforzo sostenibile a velocità massima	~ 6 s
Distanza massima percorribile a 10 °C e velocità ~1.8 m/s	~ 10 m (Larinier, 1993)

Un aspetto di notevole importanza, relativo alla progettazione di un passaggio per pesci, di cui si è tenuto conto, è l'**attrattività**, intesa come condizione preliminare dell'opera ad essere individuata ed usufruita dalla fauna ittica.

L'attrattività si basa sull'etologia della fauna ittica ed è strettamente legata alla collocazione dell'entrata e alle condizioni dei flussi idrici vicino ad essa. L'entrata non deve essere nascosta ma bensì percepibile alla maggior distanza per rendere attrattiva e quindi funzionale il passaggio per pesci.

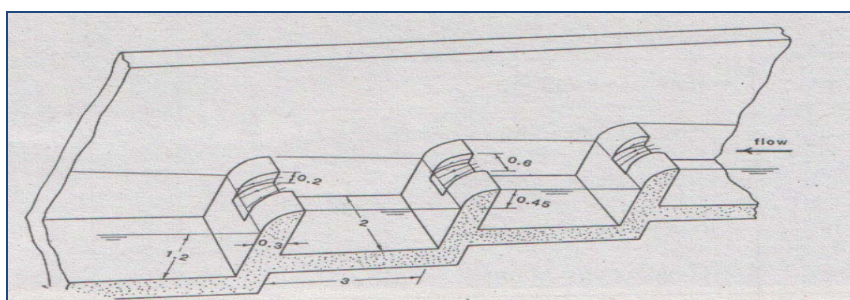


Fig. 9 - Schema di passaggio per pesci a bacini successivi

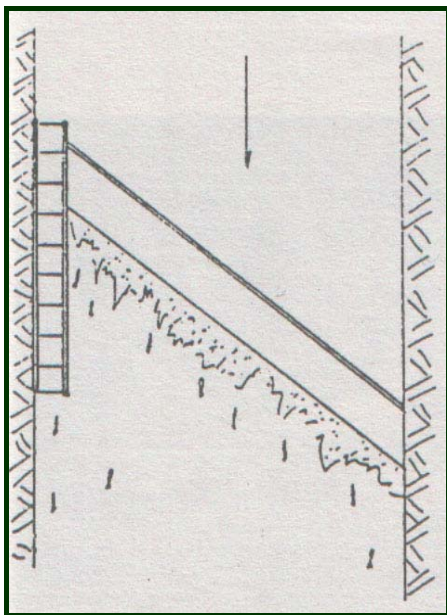
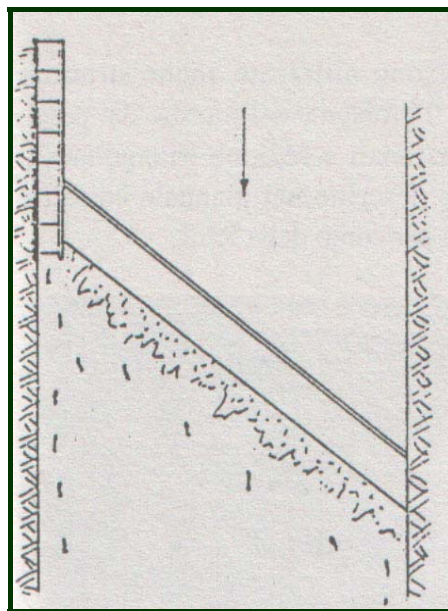


Fig. 10 - Localizzazione non corretta



Localizzazione corretta

5.3.4 MORTALITÀ DELLA FAUNA ITTICA DOVUTA AL FUNZIONAMENTO DELLA TURBINA

Fase di esercizio

Il funzionamento della turbina potenzialmente potrebbe causare la morte dell'ittiofauna.

5.3.5 MODIFICA DELLE CARATTERISTICHE CHIMICO-FISICHE E FISICHE (TEMPERATURA) DELL'ACQUA

E' garantita l'assoluta invarianza delle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua all'interno della rete potabile in cui sono inserite le turbine idrauliche evidenziando l'ufficialità dei controlli in continuo effettuati dall'ARPAM regionali in tal senso e dall'ASUR di competenza

In riferimento all'ipotetica variazione del valore del parametro fisico "temperatura" dell'acqua turbinata e reimpressa nel corpo recettore, si possono rappresentare le conclusioni di un collaudo effettuato da un Ente Terzo, con il Metodo Termodinamico, metodo riconosciuto internazionalmente e normato secondo la CEI EN 60041 e che viene utilizzato per la misura del rendimento delle turbine idrauliche.

Tale collaudo viene effettuato su turbina idraulica, di caratteristiche analoghe a

quelle del Fiumicello (turbina tipo Francis o Pelton da 1.105 KW).

Dalla relazione è possibile evidenziare che il grafico di sintesi dell'andamento delle temperature durante le prove, fra la sezione di ingresso in turbina (temperatura di monte) e quella di uscita (temperatura di valle), è stato determinato che l'ordine di grandezza del gradiente termico generato dalla turbina, fra la sezione di ingresso e quella di uscita, sia stato inferiore ai 2/100 di grado centigrado.

Eseguendo una correlazione per similitudine e per proporzione fra le turbina oggetto di studio, a cui si riferisce il Metodo Termodinamico misurato da Ente terzo, e quella del Fiumicello, è stato calcolato che il Gradiente Termico correlato all'impianto idroelettrico del Fiumicello è di un ordine di grandezza inferiore a quello misurato nell'altro caso, e cioè inferiore ai 4 millesimi di grado centigrado.

Da quanto sopra esposto, risulta l'assoluta invarianza della temperatura dell'acqua nel suo passaggio attraverso le turbine idrauliche per la trasformazione dell'energia cinetica in energia meccanica.

5.3.6 IMPATTI SULL'AMBIENTE FLUVIALE DA GUASTI DELLE APPARECCHIATURE

Fase di esercizio

Potenzialmente guasti alle apparecchiature elettriche e/o meccaniche potrebbero determinare impatti sulla qualità delle acque.

L'impianto idroelettrico in oggetto è caratterizzato dalla presenza di un sistema di telecontrollo, in grado di gestire in sicurezza eventuali guasti elettrici e/o meccanici.

a) Blocco per guasto elettrico o meccanico interno

Con questo tipo di guasto l'automatismo metterà fuori servizio immediatamente il gruppo di produzione coinvolto. Pertanto esso dovrà:

- aprire l'interruttore di gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitare la macchina;
- chiudere il distributore con una legge temporale compatibile con i valori di sovrappressione impostati;
- chiudere la valvola a farfalla di macchina;
- porre la macchina in sicurezza;
- verificare l'arresto del gruppo;
- emettere una segnalazione di blocco;
- inibire il riavviamento automatico.

- Il riavviamento sarà possibile solo previo riconoscimento e rimozione del guasto da
- parte del personale presente sul posto.

Il riavviamento sarà possibile solo previo riconoscimento e rimozione del guasto da parte del personale presente sul posto.

b) Scatto per guasto esterno

Di norma avrà luogo per anomalie temporanee sulla rete elettrica.

Anche in questo caso si avrà la messa fuori servizio immediata del gruppo con le modalità sopra espresse. La sequenza delle operazioni sarà:

- apertura dell'interruttore gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitazione della macchina;
- chiusura del distributore con una legge temporale compatibile con le sovrappressioni impostate;
- verifica dell'arresto del gruppo;
- emissione d'una segnalazione di Scatto avvenuto.

Il riavviamento del gruppo sarà automatico, nella modalità "Automatico esterno", non appena saranno ripristinate in modo stabile le condizioni di normalità sulla rete di distribuzione elettrica (cioè tensione sulla rete di distribuzione presente in modo ininterrotto per un certo numero di secondi)

c) Arresto in automatico

Di norma avrà luogo per una temporanea diminuzione della portata d'acqua disponibile che condiziona il raggiungimento del minimo livello della vasca per l'esercizio. Anche in questo caso si avrà la messa fuori servizio del gruppo con la modalità che prevede come prima azione la diminuzione graduale del carico fino alla marcia a vuoto. La sequenza delle operazioni sarà:

- Diminuzione del carico fino alla marcia a vuoto
- apertura dell'interruttore gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitazione della macchina;
- chiusura del distributore con una legge temporale compatibile con le sovrappressioni impostate;
- verifica dell'arresto del gruppo;
- emissione d'una segnalazione di avvenuto fermo per raggiungimento minimo livello vasca.

Il riavviamento del gruppo sarà automatico, nella modalità "Automatico esterno",

non appena saranno ripristinate in modo stabile le condizioni di normalità sulla rete di adduzione idrica (da definire).

d) Arresto su comando operatore

Potrà essere realizzato con comando locale o da telecontrollo remoto. La sequenza delle operazioni sarà:

- azzeramento graduale del carico attivo e reattivo, fino alla soglia di “marcia a vuoto” (condizione minima di mantenimento in rotazione senza erogazione o assorbimento di potenza significativa);
- apertura dell'interruttore di gruppo, con separazione dalla rete di distribuzione;
- diseccitazione della macchina;
- completamento della chiusura del distributore dalla condizione di marcia a vuoto;
- chiusura della valvola a farfalla di macchina;
- verifica dell'arresto del gruppo.
- Segnalazione di gruppo fermo

Il riavviamento del gruppo sarà possibile con comando manuale.

d) Condizioni particolari di arresto

Arresto per intervento della protezione differenziale condotta: l'automatismo prevederà, oltre che alla fermata del gruppo, anche alla messa in sicurezza idraulica dell'impianto con chiusura dell'organo di protezione in testa alla condotta e la conseguente messa in asciutta dell'intero impianto a partire dall'opera di presa fino alla centrale, ogni qualvolta interverrà la protezione differenziale condotta, atta a rilevare uno squilibrio di misura di portata in condotta fra due diverse sezioni di rilievo, una di monte ed una di valle.

Sistema di messa in sicurezza dell'impianto

Tutte le funzioni svolte dal sistema di supervisione e automazione saranno comunque subordinate alla messa in sicurezza dell'impianto che avverrà con logica cosiddetta “Intrinseca a mancanza”. Tale logica prevede la messa in sicurezza e fermata dell'impianto, con l'intervento di tutti gli organi di sicurezza in mancanza di alimentazione elettrica.

L'assenza di un segnale della sequenza di funzionamento, oppure un segnale proveniente dalle catene di “blocco” viste nel capitolo precedente, determineranno

la fermata dell'impianto attraverso la messa in scarico e la chiusura di tutti gli organi di intercettazione e l'apertura di tutti gli organi di by-pass di centrale.

Saranno privilegiate le soluzioni con adozione di contrappesi (valvole di turbina, valvole a fuso di by-pass di centrale), oppure con ritorni a molla oppure ad accumulo di pressione (distributori di turbina). Un'ulteriore garanzia di sicurezza è assicurata da un'alimentazione privilegiata a 24 Vcc proveniente da un sistema di raddrizzatori e batterie di centrale, in grado di alimentare ulteriormente altri organi di controllo ed i sistemi di supervisione (telecontrollo, PLC di regolazione, telecamere, elettrovalvole di sicurezza, eventuali pompe olio di comando).

Sfioratore di sicurezza

Sul lato maggiore della vasca di carico, longitudinalmente al senso del flusso, sarà ricavato lo sfioratore di sicurezza, con lunghezza di sfioro di oltre 10 m, quindi con superficie di deflusso più che tripla rispetto a quella del Torrente Fiumicello; per cui, di fatto, l'opera di presa in questione non costituirà assolutamente una restrizione al libero deflusso delle acque del Fiumicello, anche nelle condizioni peggiorative di paratoia di presa sollevata e centrale ferma (condotta intercettata oppure turbine ferme).

Inquinamento da oli

Premettendo che l'utilizzo degli oli e grassi di lubrificazione in centrale sarà ridotto al minimo prediligendo l'utilizzo di materiali autolubrificanti, per gli stessi saranno utilizzati materiali biodegradabili e/o ad uso alimentare, mentre non saranno utilizzati oli di tipo minerale.

I punti di lubrificazione saranno posti all'esterno delle parti che possano venire a contatto con l'acqua, anche accidentalmente.

Ad ulteriore salvaguardia, sarà realizzata all'interno della centrale una vasca di raccolta delle acque dei drenaggi, nelle cui vicinanze verrà posta una vasca di disoleazione, al fine di separare eventuali presenze di olio accidentalmente raccolto dai drenaggi di centrale.

La vasca, della capacità utile di circa 800 litri, risulterà idonea a trattenere l'olio eventualmente proveniente da apparecchiature in avaria; l'acqua, opportunamente decantata, verrà convogliata alla vasca raccolta drenaggi.

Nella vasca di disoleazione dei drenaggi sarà installato un rilevatore di olio superficiale su acqua con un contatto in scambio in grado di commutare e segnalare l'allarme, qualora venga riscontrata la presenza di un film d'olio

superficiale sull'acqua.

Nella vasca di raccolta dei drenaggi sarà installata una sonda idrostatica per la misura di livello; il segnale analogico in uscita verrà utilizzato per la gestione delle pompe e per generare gli allarmi.

Saranno inoltre posizionati 3 interruttori a galleggiante ("a pera") in grado di garantire interventi di stacco o attacco delle pompe in caso di anomalia dell'automatismo principale e di segnalare l'anomalia (vedere disegno Relazione Tecnica).

Protezione differenziale condotta

Sarà installato un sistema di protezione differenziale della condotta, basato sul controllo in continuo delle velocità e delle portate in due sezioni differenti di condotta, una di monte e una di valle, in grado di diagnosticare immediatamente il verificarsi di una rottura della condotta e di intervenire tempestivamente sulla sua messa in sicurezza determinando l'immediata chiusura dell'organo preposto a salvaguardia della condotta stessa (paratoia di testa condotta).

5.4 FLORA VEGETAZIONE E FAUNA

5.4.1 PREMESSA

Per l'analisi degli impatti si è fatto riferimento alle azioni di progetto per la realizzazione dell'opera, tenendo conto essenzialmente del criterio "occupazione del suolo" e considerando quali possibili impatti sulla flora, vegetazione e fauna principalmente la distruzione di unità vegetazionali / faunistiche.

5.4.2 CARTA DELLA QUALITÀ NATURALISTICA

E' stata costruita una Carta della qualità naturalistica accorpendo i valori della vegetazione con quelli della fauna (vedi tabelle dei valori di seguito riportate).

Tipologie vegetazionali	Livelli qualità
Coltivi	Basso
Formazioni erbacee a <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>B. gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i>	Medio basso
Vegetazione ripariale a <i>Populus nigra</i> e <i>Salix alba</i> Boscaglia termofila a <i>Quercus pubescens</i> e <i>Acer campestre</i> a copertura rada e Formazioni arbustive a <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cornus sanguinea</i> <i>Prunus spinosa</i>	Medio Alto

Tab.18 – Livelli di qualità delle formazioni vegetazionali

Comunità uccelli, anfibi rettili e mammiferi	Livello di qualità
Comunità degli ambienti boschivi	Medio Alto
Comunità delle formazioni erbacee	Medio Basso
Comunità degli ambienti ripariali	Medio Alto
Comunità degli ambienti agricoli	Basso

Tab.19 Livelli di qualità delle comunità faunistiche

Da queste due tabelle è scaturita la tabella che segue

Categorie vegetazionali	Valore	Comunità uccelli , anfibi, rettili e mammiferi	Valore	Qualità naturalistica
Coltivi	Basso	Comunità degli ambienti agricoli	Basso	Basso
Formazioni erbacee a <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>B.</i> <i>gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i>	Medio basso	Comunità delle formazioni erbacee	Medio basso	Medio basso
Vegetazione ripariale a <i>Populus nigra</i> e <i>Salix alba</i> Boscaglia termofila a <i>Quercus pubescens</i> e <i>Acer</i> <i>campestre</i> a copertura rada e Formazioni arbustive a <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cornus sanguinea</i> <i>Prunus</i> <i>spinosa</i>	Medio Alto	Comunità degli ambienti ripariali Comunità degli ambienti boschivi	Medio Alto	Medio Alto
Altro (strade, urbanizzato)	Nullo			

Tab.18 - Qualità naturalistica

5.4.3 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

Come anticipato in premessa, per l'analisi degli impatti si è fatto riferimento alle azioni di progetto per la realizzazione dell'opera, tenendo conto essenzialmente del criterio "occupazione del suolo" e considerando, quali possibili impatti sulla flora, vegetazione e fauna, principalmente la distruzione di unità vegetazionali / faunistiche.

IMPATTI SULLA VEGETAZIONE
Distruzione di unità vegetazionali
Eventuale alterazione di habitat per la modifica delle condizioni ecologiche stazionali

IMPATTI SULLA FAUNA
Sottrazione di ambienti vegetazionali che rappresentano zone di rifugio, alimentazione e riproduzione per la fauna
Interruzione di corridoi faunistici
Disturbo da rumore nella fase di cantiere

Alla carta della Qualità naturalistica è stato sovrapposto il tracciato della condotta di progetto, individuando le reali interferenze opera-ambiente e calcolando le percentuali delle singole unità ambientali, espresse nei loro livelli di qualità ambientale, interferite dai lavori.

E' stata ipotizzata, in via precauzionale, una fascia complessiva di 10 m di larghezza, che tiene conto anche della pista di servizio e del cumulo provvisorio della terra di scavo.

Fig. 10 – Sezione tipologia della condotta

Al fine di ridurre al massimo gli impatti, si è scelto di sovrapporre il tracciato della condotta alle strade interpoderali esistenti, che presentano mediamente una larghezza di circa 1,5 m

Opera Superficie (m ²)	Livello di qualità naturalistica			
	Medio Alto	Medio basso	Basso	Nulla (strada)
Condotta	-	100	200	200

Tab. 18 - Superfici interferite dalla realizzazione della condotta

Si è tenuto conto inoltre delle superfici interessate dalle opere e dai rispettivi cantieri, come sotto riportato

Opera + Cantiere Superficie (m ²)	Livello di qualità naturalistica		
	Medio Alto	Medio basso	Basso
Opera di presa		500	
Attraversamento			500
Centrale idroelettrica		500	500
Totale	-----	1.000	1.000

Tab. 19 – Superfici delle aree di cantiere comprensive delle strade di accesso

Si sono così ottenuti i livelli di impatto della **componente aggregata vegetazione e fauna**, relativi al criterio prevalente “distruzione di unità vegetazionali e faunistiche”.

Viene di seguito riportata la tabella riassuntiva dei livelli di impatto comprendente le rispettive aree e percentuali di categorie interessate dal progetto.

Categorie vegetazionali	Categorie faunistiche	Livelli impatto	Superfici interessate dai lavori	% sul totale
Coltivi	Comunità degli ambienti agricoli	Basso	500	25
Formazioni erbacee a <i>Bromus hordeaceus</i> , <i>B. gussonei</i> e <i>Medicago sativa</i>	Comunità delle formazioni erbacee	Medio basso	1.000	50
Vegetazione ripariale a <i>Populus nigra</i> e <i>Salix alba</i> Boscaglia termofila a <i>Quercus pubescens</i> e <i>Acer campestre</i> a copertura rada e Formazioni arbustive a <i>Crataegus monogyna</i> , <i>Cornus sanguinea</i> <i>Prunus spinosa</i>	Comunità degli ambienti ripariali Comunità degli ambienti boschivi	Medio Alto	500	25
Totale			2.000	100

Tab. 20 – Livelli d'impatto

Dalla tabella derivano le percentuali dei singoli valori di qualità interferiti dal tracciato di progetto. Si evidenzia una netta prevalenza dei valori medio basso (25,00 %) e basso (25%), per un totale di 50%. Il valore medio alto è pari solo al 50%.

Al fine di quantificare in modo dettagliato il taglio selettivo di alberi ed arbusti, per la posa in opera del tracciato della condotta forzata che intercetta ambienti boschivi, ricordando che comunque tale tracciato si sovrappone sempre a strade agricole, sarà dato incarico ad agronomo specializzato per la redazione di uno **studio selvicolturale**.

5.4.4 CONCLUSIONI SUGLI IMPATTI NATURALISTICI

Fase di cantiere

Dalla lettura dei dati che emergono dalle carte e tabelle sopra riportate si può affermare che:

- a) gli impatti indotti dalla realizzazione della infrastruttura sono in prevalenza bassi e medio bassi, mentre gli impatti residui medio alti investono superfici pari al 16%. Tali superfici saranno comunque destinate alla ricostruzione di habitat di valore potenzialmente elevato.
- b) per quanto riguarda i mammiferi, la loro grande vagilità e le ridotte dimensioni degli interventi previsti comportano un disturbo non significativo.
- c) durante le fasi di cantiere potranno esservi impatti sull'erpetofauna presente.
- d) per quanto riguarda gli anfibi, l'elevata velocità che caratterizza il Torrente Fiumicello nell'area oggetto di studio, non consente la loro presenza in acqua né tantomeno la riproduzione e pertanto la realizzazione delle opere previste non può esercitare impatti su di loro.
- e) per quanto riguarda l'avifauna il maggior disturbo è dato principalmente dal rumore prodotto nella realizzazione delle opere.

Fase di esercizio

Dai dati di letteratura non si evincono impatti sulla vegetazione riparia e sulla fauna (esclusa l'ittiofauna). Per quanto riguarda il potenziale impatto sulle macrofite acquatiche, si vuole ricordare che l'elevata velocità di corrente che caratterizza il tratto del Torrente Fiumicello interessato dall'opera, non permette la loro presenza.

5.5 PAESAGGIO

In relazione agli aspetti legati all'impatto sul paesaggio si rimanda alla relazione specifica in allegato

5.6 RUMORE

In relazione agli aspetti legati all'impatto acustico si rimanda alla relazione specifica in allegato redatta da tecnico abilitato ing. Pelino Lorenzo.

5.7 RADIAZIONI ELETTROMAGNETICHE

Con il termine di inquinamento elettromagnetico o elettrosmog, si intende l'alterazione dei valori del campo magnetico naturale in una determinata posizione del territorio. Le onde elettromagnetiche sono generate da sorgenti naturali ma, soprattutto, artificiali.

Le radiazioni non ionizzanti (NIR), che non hanno per definizione questa capacità, comprendono la radiazione ultravioletta (UV), la luce visibile, la radiazione infrarossa, i campi a radiofrequenza (RF), i campi a frequenze estremamente basse (ELF) ed i campi elettrici e magnetici statici:

Le linee elettriche di trasporto e distribuzione di energia elettrica costituiscono le sorgenti in ambiente esterno più rilevanti di campi ELF (extremely low frequency) cioè di frequenza inferiore ai 300 Hz.

Nello specifico le sorgenti di campi elettromagnetici nell'impianto in oggetto possono essere individuati principalmente

- a) nell'edificio di centrale, contenente le opere elettromeccaniche: gruppo turbina alternatore, trasformatore, contatori, quadri elettrici e sistemi di controllo.
- b) nelle linee di trasporto della energia elettrica prodotta al punto di connessione con il distributore locale (linee in Media Tensione).

Fase di cantiere

L'impatto sarà nullo in quanto nessuna delle attività previste genererà campi elettromagnetici.

Fase di esercizio

Nel caso specifico non si ritiene che l'impatto provocato dalle onde elettromagnetiche possa essere rilevante, principalmente perché si tratta di un mini impianto; inoltre le linee di trasporto dell'energia elettrica avranno una distanza di circa 60 metri dal punto di consegna presso una cabina Enel.

6 VALUTAZIONE DEGLI IMPATTI

6.1 METODOLOGIA DI VALUTAZIONE

Una volta individuati gli impatti potenzialmente significativi, occorre passare ad una loro valutazione possibilmente in termini quantitativi.

E' una fase delicata, complessa e difficile, dal momento che non sono ancora disponibili metodi attendibili e collaudati di valutazione quantitativa degli effetti sugli ecosistemi fluviali soggetti ad alterazione del regime idrologico, anche se sono ben noti, da un punto di vista qualitativo gli impatti.

La maggior parte degli studi infatti riguardano le grandi centrali idroelettriche e gli impatti da essi esercitati sull'ambiente fluviale.

Nel caso in oggetto, essendo l'opera sottoposta a valutazione di tipo puntuale e in grado di interagire con l'ambiente in modo stabile, si è ritenuto opportuno orientare la scelta verso una tecnica di analisi ambientale di tipo matriciale.

Nel presente studio, ogni impatto è stato descritto da due fattori:

- rilevanza: indica il valore di quell'impatto nel caso specifico di progetto
- grandezza: indica l'importanza teorica dell'impatto

Di conseguenza, ogni casella è stata suddivisa in due parti: una superiore dove è stata riportata la rilevanza dell'impatto della specifica azione sulla data componente ambientale (in una scala da +5, molto positivo, a -5, molto negativo), mentre nella parte inferiore della casella è stata riportata la grandezza teorica dell'impatto (in una scala da 1 irrilevante a 10 molto rilevante).

E' necessario specificare che i criteri di valutazione sono di natura empirica e derivano da esperienze sviluppate in altre valutazioni.

IMPATTO		Negativo	Positivo
Molto rilevante	Irreversibile	-5	+5
Molto rilevante	Reversibile a lungo termine	-4	+4
Rilevante	Irreversibile		
Molto rilevante	Reversibile a breve termine		
Rilevante	Reversibile a lungo termine	-3	+3
Lieve	Irreversibile		
Rilevante	Reversibile a breve termine	-2	+2
Lieve	Reversibile a lungo termine		
Lieve	Reversibile a breve termine	-1	+1

La lista dei fattori, che comprende gli elementi caratterizzanti l'opera sia in fase di realizzazione che in fase di funzionamento, è costruita, in base ai caratteri dell'opera e del contesto di riferimento: nelle liste di fattori, in genere, sono compresenti sia le azioni potenzialmente producibili dall'impianto sia i caratteri ambientali influenzabili. La lista dei fattori utilizzata nella valutazione del progetto dell'impianto idroelettrico si compone di elementi selezionati in base all'effettiva caratterizzazione del contesto ambientale in cui si colloca il sito interessato dal progetto e organizza i fattori di possibile impatto per componenti ambientali.

Di seguito si riporta la lista dei fattori d'impatto per singola componente ambientale.

FATTORI DI IMPATTO PER COMPONENTE AMBIENTALE
CLIMA
1. Modifica microclima per consumo del suolo 2. Modifica microclima da consumo carburanti fossili 3. Modificazione ventosità
ARIA
4. Emissioni da congestione traffico 5. Emissioni sonore da trasporto e da uso macchinari 6. Emissioni sonore da attività di esercizio 7. Emissioni aeree (fumi, climatizzazioni) 8. Emissioni polveri materiali leggeri
ACQUA
9. Possibili contaminazione da sversamenti accidentali 10. Possibili infiltrazioni da stoccaggio rifiuti 11. Possibili inquinamenti falde permanenti 12. Possibili inquinamenti acque superficiali 13. Modifica della disponibilità di risorse idriche
SUOLO E SOTTOSUOLO
14. Movimentazione terra 15. Consumo di suolo fertile 16. Alterazione della permeabilità 17. Alterazione della pedologia 18. Possibili contaminazioni da sversamenti accidentali 19. Disponibilità di materiali da costruzione
ECOSISTEMA (flora e vegetazione, fauna)
20. Modificazione condizioni di continuità ambientale 21. Trasformazione biotopi 22. Modificazione sistemi vegetazionali di pregio 23. Interruzioni corridoi ecologici/stepping stones 24. Fenomeni perdita e degrado degli habitat 25. Vibrazioni 26. Disturbi (emissioni sonore, vibrazioni) a singole specie o formazioni vegetali 27. Consumi di formazioni vegetali (patrimonio forestale, arbusteti e formazioni erbacee) 28. Distruzione o alterazione di stazioni di interesse botanico 29. Alterazioni delle condizioni ecologiche locali 30. Creazione di presupposti per l'introduzione di specie infestanti 31. Riduzione biodiversità
PAESAGGIO
32. Introduzione di nuovi ingombri 33. Fenomeni di degrado paesaggistico 34. Escavazione e modifiche topografiche/orografiche 35. Modifiche del sistema delle coltivazioni 36. Riduzione / modificazione delle visuali 37. Distruzione di manufatti agricoli storici 38. Modifiche del sistema arboreo 39. Interferenze con le condizioni di fruizione del patrimonio storico -culturale esistente 40. Ulteriore artificializzazione di paesaggi già degradati
INSEDIAMENTO UMANO
41. Localizzazione nelle vicinanze di insediamenti urbani 42. Variazione del livello dei rifiuti 43. Modifiche alla rete viaria per trasporto 44. Congestione della rete viaria di trasporto 45. Alterazione condizioni di accessibilità delle aree urbane 46. Emissioni sonore 47. Vibrazioni 48. Rischio esplosioni 49. Rischio incendi 50. Rischio radiazioni ionizzanti 51. Rischio radiazioni non ionizzanti 52. Occupazione della popolazione locale

Al fine di effettuare una valutazione della correlazione tra fattori d'impatto e componenti ambientali dell'area in cui si colloca l'opera, con lo scopo di individuare le maggiori criticità ambientali determinabili, è stata operata una differenziazione tra la fase di cantiere e la fase d'esercizio.

La matrice di valutazione, sotto riportata, precede l'individuazione delle misure di mitigazione e compensazione e pertanto è stata denominata "MATRICE DI VALUTAZIONE ANTE".

Dott. Ing. Mario Santini
Dott. Ing. Marco Biafora

Pagina 54 di 79

Dott. Ing. Mario Santini
Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

[illegible]

Dott. Ing. Mario Santini
Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

[illegible]

GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Mario Santini

Dott. Ing. Marco Biafora

MATRICE DI VALUTAZIONE ANTE																								
Legenda: Ogni casella è stata suddivisa in due parti: nella parte superiore è stata riportata la grandezza dell'impatto della data azione sulla data componente (in una scala da +5, molto positivo, a -5, molto negativo). Nella parte inferiore è stata riportata la rilevanza dell'impatto (in una scala da 10, molto rilevante, a 1 irrilevante).	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora Vegetazione e Fauna	Fauna Ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	IMPATTI di primo ordine	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Vegetazione e Flora	Fauna Ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	IMPATTI di secondo ordine		
FASE DI ESERCIZIO																								
EMISSIONI IN ATMOSFERA						+3 3					Riduzione emissioni sostanze inquinanti													
							+4 4				Riduzione emissioni sostanze inquinanti													
								+3 4			Riduzione emissioni sostanze inquinanti													
RADIAZIONI MAGNETICHE							-2 4				Danni alla salute umana													
PRELIEVO RISORSE IDRICHE	-4 4					-3 4	-3 4				Inquinamento delle acque superficiali	-2 4				-2 4	-4 4						Riduzione disponibilità risorse idriche	

Dott. Ing. Marco Biafora

Pagina 59 di 79

7 MISURE DI MITIGAZIONE

7.1 EMISSIONI IN ATMOSFERA

Durante i lavori di cantiere, le emissioni in atmosfera più rilevanti sono dovute al sollevamento di polveri e alla presenza e funzionamento dei mezzi mobili di cantiere.

Al fine di ridurre la produzione di polveri, gli interventi di mitigazione previsti sono:

- contenimento della velocità di transito dei mezzi;
- protezione dei cumuli di inerti dal vento mediante barriere fisiche;
- inibizione della produzione di polveri mediante preventiva umidificazione del terreno durante i lavori di cantiere;

7.2 SUOLO E SOTTOSUOLO

- Minimizzazione delle opere di presa e di restituzione, al fine di ridurre gli interventi di scavo in alveo e lungo le sponde.
- Sviluppo longitudinale del tracciato della condotta nelle aree a minor pericolosità e al di fuori delle fasce di rispetto idraulico, fatte salve comprovate esigenze di attraversamento del corso d'acqua e delle relative fasce di rispetto idraulico.
- Individuazione del tracciato della condotta forzata primariamente in sovrapposizione alla viabilità minore, agraria o forestale
- Stoccaggio provvisorio dello strato superficiale dei terreni coinvolti dal progetto durante le fasi di cantiere.
- Riutilizzo di una parte delle terre e rocce da scavo in loco, per reinterri

Durante i lavori di cantiere, potrebbero esservi potenzialmente perdite accidentali di oli lubrificanti, provenienti dai mezzi meccanici utilizzati

- introdurre nei cantieri macchine e attrezzature in buono stato di manutenzione e conformi alle vigenti normative;
- intervenire tempestivamente con materiale assorbente per evitare e/o ridurre l'impatto sul suolo

7.3 AMBIENTE FLUVIALE

- Realizzazione di un passaggio per pesci, del tipo “a bacini successivi”, in grado di garantire all'ittiofauna presente, *Salmo trutta trutta*, (stadio adulto) il superamento dell'ostacolo rappresentato dall'opera di derivazione.
- per evitare la mortalità dell'ittiofauna per opera della turbina, è stato previsto un sistema composto da una doppia griglia con passo libero di 20 mm fra le barre, atto ad evitare la cattura dei pesci all'opera di presa. È eseguita in barre di acciaio, opportunamente dimensionate per resistere al carico idraulico. (vedere relazione tecnica)
- Il rilascio del deflusso minimo vitale o DMV prestabilito, verrà garantito in ogni momento dalla presenza della sezione libera tarata posta a lato della griglia suborizzontale. In prossimità della sezione di rilascio del DMV sarà altresì installato un sistema di misura ad ultrasuoni in grado di rilevare in continuo il livello dell'acqua di rilascio e la conseguente portata di DMV.
- La griglia di presa avrà una funzione duplice; oltre ad essere una griglia di derivazione della portata ai fini idroelettrici, la stessa, essendo ad abbattimento totale, avrà anche la funzione di garantire il trasporto solido sul Torrente Fiumicello verso valle, attraverso una sua periodica apertura. La stessa potrà anche essere dotata di opportuno tastatore di monte, il quale potrà rilevare l'eventuale accumularsi del materiale solido davanti alla paratoia e conseguentemente segnalare oppure comandare l'apertura della stessa.
- Il canale di scarico delle acque turbinate in restituzione al Torrente Fiumicello, avrà un innesto di tipo inclinato, tangenziale al corso del fiume, in modo da evitare possibili fenomeni di erosione. Inoltre, essendo la superficie bagnata del canale pari a circa $h=2\text{ m} \times l=4\text{ m}$, a fronte di una portata massima turbinata da entrambe le turbine in funzionamento contemporaneo di circa 5 mc/s, le velocità dell'acqua allo scarico saranno molto contenute, dell'ordine di grandezza dei 0,5 – 0,7 m/s (inferiori alla normale velocità dell'acqua del Torrente Fiumicello nel tratto interessato). Il tipo di inserimento tangenziale del canale di scarico, eviterà il rigurgito delle acque defluenti sul corso del fiume, con possibili rientri nel canale di scarico, ostruzioni di materiale solido

trasportato o altro. Il canale di scarico sarà provvisto inoltre di uno stramazzo, che ostacolerà la risalita dei pesci sullo stesso.

7.4 FLORA VEGETAZIONE E FAUNA

Gli interventi di mitigazione prevedono la risistemazione a verde delle aree e piste di cantiere; ed in particolare:

- a) nelle aree agricole
 - Riporto di terreno vegetale;
 - Ricostruzione dell'uso del suolo precedente

- b) nelle formazioni erbacee
 - trapianto delle ecocelle di zolle erbose di circa 1 m², precedentemente asportate e accatastate a lato

- c) nelle formazioni arboree ed arbustive :
 - messa a dimora di arbusti ed alberi coerenti con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area

L'obiettivo è di proporre fitocenosi coerenti con la vegetazione autoctona, realizzando impianti pionieri successionali capaci di attivare il recupero naturale della vegetazione locale con riduzione dei costi per l'acquisto delle piante e per gli interventi di manutenzione.

Le specie sono state scelte in base ai seguenti i criteri:

- coerenza con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area;
- compatibilità ecologica con i caratteri stagionali dell'area di intervento;
- appartenenza ad uno stadio della serie della vegetazione autoctona, scelto come il più evoluto possibile anche in funzione delle condizioni ecologiche artificialmente realizzate dall'intervento
- facilità di approvvigionamento nei vivai locali
- facilità di attecchimento e ridotta manutenzione;

Negli interventi di mitigazione a verde verrà utilizzata la lista di specie arbustive ed arboree autoctone di seguito riportata:

ALBERI		
P CAESP	SE-EUROP.	QUERCUS PUBESCENS WILLD.
P SCAP	EUROP.-CAUCAS.	ACER CAMPESTRE L.
P SCAP	S-EUROP.-SUDSIB.	FRAXINUS ORNUS L.
P CAESP	CIRCUMBOR.	OSTRYA CARPINIFOLIA SCOP.
ARBUSTI		
P CAESP	EURIMEDIT.	ACER MONSPESSULANUM L.
P CAESP	PALEOTEMP.	CRATAEGUS MONOGYNA JACQ.
P LIAN	S-EUROP.-SUDSIB.	LONICERA CAPRIFOLIUM L.
P CAESP	EUROP.-CAUCAS.	PRUNUS SPINOSA L.
P CAESP	EURASIAT.	EUONYMUS EUROPAEUS L.
P CAESP	EURIMEDIT.	JUNIPERUS OXYCEDRUS L.
P CAESP	EURASIAT.	CORNUS SANGUINEA L.
NP	CENTRO-EUROP.	CORONILLA EMERUS L.
NP	EUROP.-CAUCAS.	LIGUSTRUM VULGARE L.

Per il ripristino delle formazioni arboree ed arbustive, interessate dalla **realizzazione della condotta forzata, del canale e della vasca di carico**, in considerazione delle servitù acquisite, necessarie per intervenire in caso di guasti, si è scelto di mettere a dimora solo le specie arbustive della tabella cui sopra, in numero doppio degli individui abbattuti, e a “random”, cioè in maniera casuale, per un miglior inserimento in natura.

Per quanto riguarda la fauna, la realizzazione del progetto può comportare alterazioni nella componente faunistica principalmente nelle fasi di lavoro per la rimozione di vegetazione erbacea, arbustiva e arborea e per il disturbo arrecato dal rumore.

Gli **interventi di mitigazione** proposti sono:

- Calendarizzazione delle attività di cantiere che non potranno avvenire nei periodi riproduttivi delle specie ornitiche (15 aprile – 30 giugno)
- durante le fasi di cantiere non dovranno essere in alcun modo uccisi eventuali rettili presenti.

Paesaggio

Gli **interventi di mitigazione** proposti riguardano il costruito e sono:

- Messa a dimora di arbusti ed alberi di alto fusto, coerenti con la vegetazione locale autoctona e con le caratteristiche fitoclimatiche e fitogeografiche dell'area, (tabella di cui sopra) al fine di mascherare i manufatti della centrale e dell'opera di presa. La piantumazione non sarà di tipo lineare, ma tenderà ad imitare una macchia boschiva. La superficie interessata sarà pari a quella potenzialmente interessata dal taglio selettivo della componente arborea per la realizzazione della condotta forzata (circa 50 m²).

7.5 RUMORE

Gli **interventi di mitigazione** proposti riguardano la realizzazione delle opere e l'esercizio della mini centrale idroelettrica. Essi sono

- Per ciò che riguarda il livello sonoro in fase di cantierizzazione, saranno assunte tutte le soluzioni atte a minimizzare l'impatto, limitando le velocità di transito degli automezzi in opera nelle aree di cantiere e lungo la viabilità di servizio.
- Per le apparecchiature con emissioni di rumore più accentuata, essenzialmente per la turbina, saranno adottate soluzioni tecniche atte alla riduzione del rumore, quali le cofanature, il posizionamento su basamenti con pannelli per la riduzione delle vibrazioni e l'alloggiamento in locali capaci di ulteriori riduzioni del livello sonoro, fino a valori inferiori ai 50 dBA, tramite l'impiego di materiali ad elevato potere fonoassorbente.

8 MISURE DI COMPENSAZIONE

In osservanza alla *compensazione ambientale da impianti di produzione di energia previste in quasi tutte le leggi regionali ed in quelle nazionali con "Disposizioni in materia Ambientale"*, si prevedono misure di compensazione ambientale per garantire l'adeguato equilibrio territoriale nella localizzazione delle infrastrutture energetiche, per compensare gli impatti prodotti sul territorio dal progetto in esame, viene proposto un protocollo d'intesa tra l'Amministrazione Comunale e proponente, per l'attivazione di un programma finalizzato alla produzione di energia elettrica, con beneficio a favore del Comune e della collettività.

Inoltre, nelle particelle interessate dalla realizzazione dell'opera di presa, sul lato che costeggia l'argine in riva idrografica sx. privo di fascia riparia, nel rispetto di quanto stabilito dal R.D. 523/1904, saranno messe a dimora arbusti ed alberi autoctoni, coerenti con la **vegetazione ripariale** locale, per realizzare una fascia riparia larga almeno 20 m, al fine di minimizzare l'aumento di temperatura dell'acqua, dovuto alla riduzione di velocità e profondità a seguito dell'opera di derivazione.

A seguito dell'individuazione delle misure di mitigazione e di compensazione, è stata elaborata la matrice di valutazione, sotto riportata, denominata "MATRICE DI VALUTAZIONE POST".

GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Mario Santini

Dott. Ing. Marco Biafora

MATRICE DI VALUTAZIONE POST																										
Legenda: Ogni casella è stata suddivisa in due parti: nella parte superiore è stata riportata la grandezza dell'impatto della data azione sulla data componente (in una scala da +5, molto positivo, a -5, molto negativo). Nella parte inferiore è stata riportata la rilevanza dell'impatto (in una scala da 10, molto rilevante, a 1 irrilevante).	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora Vegetazione e Fauna	Fauna Ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	IMPATTI di primo ordine				Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora Vegetazione e Fauna	Fauna Ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	IMPATTI di secondo ordine	
FASE DI CANTIERE																										
EMISSIONI IN ATMOSFERA	-1 4										Inquinamento dell'aria											-1 4			Danno alla salute umana	
																		-1 3							Danno vegetazione e fauna	
RADIAZIONI MAGNETICHE																										
PRELIEVO RISORSE IDRICHE	-2 4					-1 4	-2 4				Inquinamento delle acque superficiali	-1 3						-2 3	-2 3						Riduzione disponibilità risorse idriche	
							-2 2				Disturbo flora e fauna								-2 3						Danno ittiofauna per variazioni portata acque superficiali	

Dott. Ing. Mario Santini
Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

[illegible]

Dott. Ing. Mario Santini
Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

[illegible]

GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Mario Santini

Dott. Ing. Marco Biafora

MATRICE DI VALUTAZIONE POST																						
Legenda: Ogni casella è stata suddivisa in due parti: nella parte superiore è stata riportata la grandezza dell'impatto della data azione sulla data componente (in una scala da +5, molto positivo, a -5, molto negativo). Nella parte inferiore è stata riportata la rilevanza dell'impatto (in una scala da 10, molto rilevante, a 1 irrilevante).	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Flora Vegetazione e Fauna	Fauna Ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	IMPATTI di primo ordine	Atmosfera	Idrologia di superficie	Idrologia sotterranea	Suolo	Sottosuolo	Vegetazione e Flora	Fauna Ittica	Popolazione	Paesaggio	Contesto socio-economico	IMPATTI di secondo ordine
FASE DI ESERCIZIO																						
EMISSIONI IN ATMOSFERA						+3 3					Riduzione emissioni sostanze inquinanti											
								+4 4			Riduzione emissioni sostanze inquinanti											
										+3 4	Riduzione emissioni sostanze inquinanti											
RADIAZIONI MAGNETICHE								-1 4			Danni alla salute umana											
PRELIEVO RISORSE IDRICHE	-2 4					-2 2	-2 4				Inquinamento delle acque superficiali	-1 4					-1 4	-2 4				Riduzione disponibilità risorse idriche

GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Mario Santini

Dott. Ing. Marco Biafora

					-1 4	-2 4				Disturbo flora e fauna					-1 4	-2 4			Danno per variazione portata acque superficiali
RILASCIO ACQUE					-1 3	-1 5				Inquinamento delle acque superficiali					-1 4				Danno ittiofauna
					-1 2	-2 4				Alterazione temperature medie					-1 4				Danno variazione qualitativa acque superficiali
															-1 4				Modifica habitat vegetazionale
RUMORE						-1 2				Disturbo alla fauna									
							-1 2			Disturbo alla salute umana									
								-1 3		Declassamento valore degli immobili									
EDIFICATO (CENTRALE IDROELETTRICA)			-2 4							Perdita di suolo							-1 2		Interferenza con destinazione di Piano
				-1 4															
							+2 2			Creazione posti di lavoro									
								-1 5		Alterazione configurazioni paesaggistiche							-1 2		Danno al turismo

Dott. Ing. Mario Santini
Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

Dott. Ing. Marco Biafora

[illegible]

9 MONITORAGGIO

I risultati del monitoraggio dovranno fornire alle autorità competenti le informazioni tecniche per stabilire se:

- le condizioni delle autorizzazioni siano state rispettate (conformità e controllo);
- siano stati riscontrati effetti negativi sull'ambiente.

La definizione dei parametri, l'individuazione dei punti di campionamento, la tempistica e la durata del monitoraggio dovranno essere necessariamente concordate con gli organi di controllo (ARPA).

Di seguito si riporta un elenco dei possibili parametri da monitorare in relazione agli obiettivi di mantenimento/miglioramento dell'ecosistema fluviale in oggetto.

Parametri	Metodologia
Macroinvertebrati bentonici	Indice Biotico Esteso (IBE) * Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (STAR ICMi)
Macrofite	Indice Biologique Macrophytisque en Rivière" (IBMR);
Diatomee	Indice Multimetrico di Intercalibrazione (ICMi) che si basa sull'Indice di Sensibilità agli Inquinanti IPS e sull'Indice Trofico TI;
Fauna ittica	Indice dello Stato Ecologico delle Comunità Ittiche (ISECI)
Qualità morfologica	Indice di Qualità Morfologica di monitoraggio (IQMm)
Parametri chimico-fisici	Ossigeno disciolto (100 - % saturazione)
	N-NH ₄ ⁺ (mg/l)
	N-NO ₃ (mg/l)
	Fosforo totale (µg/l)
	Temperatura acqua ed aria (°C)
	pH

	Alcalinità mg/l $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$
	Conducibilità $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C
	BOD ₅ (mg/l)
	COD (mg/l)
Tasso di sopravvivenza delle piante messe a dimora	% sul totale

Tab. 9 - Riepilogo monitoraggio

Per quanto riguarda le indagini sul macrobentos, si propone di utilizzare l'indice Biotico esteso (**IBE**), per permettere un confronto con la situazione ante operam, dal momento che non vi sono dati riguardanti l'Indice Multimetrico STAR di Intercalibrazione (**STAR ICMi**).

Non è possibile altresì fare un confronto con gli indici relativi alle diatomee e alle macrofite, per assenza di dati pregressi.

Per quanto riguarda la fauna ittica, è possibile fare un confronto relativamente ai parametri: composizione del popolamento ittico, sua densità e biomassa.

Per quanto riguarda la qualità morfologica del tratto, l'applicazione dell'**IQMm** è fattibile, se si prende come situazione di confronto (ante operam) il tratto superiore all'opera di derivazione.

Altri parametri	Unità di misura
Pressione acustica all'esterno dell'edificio della centrale, al fine della verifica del rispetto dei limiti previsti dalle norme vigenti in materia	dBA

Qualora dovessero essere evidenziate alterazioni dell'ambiente non accettabili e/o non recuperabili naturalmente (alterazioni che comportano una modificazione nello stato ambientale non compatibile con un ritorno ad un biota prossimo o corrispondente a quello inizialmente presente nell'area, né sul medio né sul lungo termine), saranno ipotizzate e portate a realizzazione ulteriori procedure di mitigazione, oltre che opere di ripristino ambientale o eventuali compensazioni

10 CONCLUSIONI

Negli ultimi anni, in Italia e nel resto del mondo, si è andata sempre più affermando una cultura attenta alle tematiche ambientali, soprattutto nei confronti della risorsa idrica e dell'inquinamento atmosferico, quest'ultimo causa dei cambiamenti climatici, i quali a loro volta, hanno notevoli ripercussioni sui regimi pluviometrici, causando la diminuzione delle nevicate a basse quote ed il progressivo ritiro dei ghiacciai.

Da una parte abbiamo infatti la necessità di salvaguardare i nostri fiumi (l'attuazione in Italia della Direttiva 2000/60/CE "Direttiva Acque", recepita con il D.Lgs 152/06, prevede la necessità di raggiungere il "buono stato ecologico" dei corsi d'acqua entro il 2020), dall'altra la necessità di ridurre le emissioni dei gas climatico alteranti, con l'obiettivo di arrivare al 2050 al raggiungimento del traguardo dell' 80% in meno di emissioni di CO₂ prodotte e al 100% di produzione di energia da fonti rinnovabili.

Oggi grazie, alle rinnovabili, si produce il 28% del fabbisogno elettrico nazionale da energie pulite e di questi oltre il 13% è prodotto dall'energia idroelettrica con un notevole risparmio in termini di emissioni di CO₂ e soprattutto garantendo una valida alternativa alle fonti fossili più inquinanti, che purtroppo ancora oggi dominano sullo scenario energetico italiano come il carbone e il petrolio.

La vera sfida quindi è di tenere assieme obiettivi energetici ed ambientali.

Per le ragioni di cui sopra, negli ultimi anni, sono stati fatti notevoli sforzi, sia nel campo progettuale che gestionale, per rendere la costruzione e l'esercizio delle centrali idroelettriche il meno impattanti sull'ambiente fluviale.

Di qui l'importanza di definire le adeguate opere di mitigazione di tipo precauzionali, al fine di migliorare l'inserimento dell'opera nel contesto ambientale, nonché una opportuna rete di monitoraggio per la misura delle portate e degli elementi biotici, da avviarsi contemporaneamente alla messa in esercizio dell'impianto, che dovrà proseguire per un sufficiente arco temporale al fine di verificare il comportamento dell'ecosistema fluviale a seguito delle nuove pressioni introdotte con la realizzazione degli interventi in progetto.

Dalle indagini effettuate e relative valutazioni, l'ecosistema fluviale del Fiumicello, oggetto di intervento, non dovrebbe incontrare criticità significative, dal momento che la portata garantita nel tratto sotteso, sarà nella maggior parte dell'anno nettamente superiore al DMV fissato e pertanto le variazioni di portata che si realizzeranno in fase di esercizio tenderanno a seguire un andamento simile a

quello naturale, tale da sostenere le esigenze dell'intero comparto ecosistemico, rispettando e assecondando le necessità degli organismi nelle diverse fasi del ciclo vitale.

Nella fase di rilascio sono state previste mitigazioni atte a ridurre fortemente la velocità di corrente, in maniera da limitare i fenomeni di *hydropeaking*.

Particolare attenzione è stata posta quindi nei confronti dell'ambiente fluviale, con particolare riguardo all'ittiofauna, con la realizzazione di un passaggio per pesci a "bacini successivi".

Il progetto, nel suo complesso, configurandosi come mini-idro, non risulta avere interferenze significative con le diverse componenti ambientali analizzate.

Gli effetti principali sono ascrivibili alla fase di cantiere, nella quale la movimentazione di mezzi, materiali e personale lavorativo, può produrre emissioni di gas, polveri e rumore, comunque riconducibili a valori ritenuti di basso impatto e limitati nel tempo e nello spazio.

La valutazione è stata dunque effettuata tenendo conto di tutte queste particolarità, ed è questa la motivazione per cui per alcune tipologie di impatti, ad esempio quelli connessi all'utilizzazione delle risorse idriche e alla restituzione in alveo, che in generale per gli impianti idroelettrici sono rilevanti, nel caso specifico sono stati valutati numericamente come non significativi.

11 BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. I.F.F. 2007 Indice di Funzionalità Fluviale, - Manuale APAT
- BLASI C. (ed.), 2010. La Vegetazione d'Italia. Palombi & Partner Srl, Roma.
- BLASI C. , BIANCO M., COPIZ R., CORNELINI P., ERCOLE S., ZAVATTERO L., 2010- Analisi e progettazione botanica gli interventi di mitigazione degli impatti delle infrastrutture. Manuali e Linea guida ISPRA CATAP N.65/2010
- BLASI C., DI PIETRO R., FILESI L, 2004 – Syntaxonomical revision of *Quercetalia pubescenti-petraeae* in the Italian peninsula. *Fitosociologia* 41
- BLASI C., MARIGNANI M., COPIZ R., FIPALDINI M., DEL VICO E. (eds.), 2010°. Le Aree Importanti per le Piante nelle regioni d'Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico. Progetto Artiser, Roma.
- BLASI C., MICHETTI L. 2005. Biodiversità e clima. In: Blasi C., Boitani L., La Posta S., Manes F., Marchetti M. (eds), Stato della biodiversità in Italia. MATTM, Direzione per la Protezione della Natura, SBI. Palombi Editori, Roma.
- Blumetti A. M., Cavinato G. P., Dramis F., Miccadei E. & Tallini M., 1995 - The significance of Quaternary extension and uplift for the evolution of intramontane basins in Central Italy. Abstracts 14° Congresso Internazionale dell'INQUA, 3-10 agosto 1995 Berlino, 44.
- CONTI F., MANZI A., PEDROTTI F., 1997. Liste Rosse Regionali delle Piante d'Italia. WWF Italia. Società Botanica Italiana. Università di Camerino. Camerino.
- CONTI, ABBATE, ALESSANDRINI E BLASI An annotated Checklist of the Italian Vascular Flora – a cura del Ministero dell'Ambiente-Dipartimento di Biologia Vegetale Università Roma La Sapienza
- CORNELINI P. e SAULI, 2005 – Manuale di indirizzo delle scelte progettuali per interventi di ingegneria Naturalistica. Ministero dell'Ambiente –PODIS Poligrafico dello Stato.
- CORNELINI P., 1992. Problematiche ed esempi concreti relativi all'uso delle specie autoctone negli interventi di ripristino in ambito ferroviario. *Verde Ambiente*, suppl. n.6: 22-29.
- CORNELINI P., FEDERICO C., PIRRERA G., 2009. Arbusti autoctoni mediterranei per l'ingegneria naturalistica. Primo contributo alla

morfometria degli apparati radicali. Azienda Foreste Demaniali Regione Siciliana.

- CORNELINI P., LOCHE P., PANI F., PETRICCIONE B., SQUARTINI V., 1987. L'uso dell'informazione vegetazionale nella definizione della qualità ambientale. *Informatore Botanico Italiano*, vol.21 n.1-3: 152-164.
- CORNELINI P., PALMERI F., SAULI G., 2002. Le specie autoctone da impiegare negli interventi di ingegneria naturalistica. *Acer* n.6.
- CORNELINI P., SAULI G., 1991. Mantenimento della diversità biotica negli interventi di rinaturalizzazione con tecniche di ingegneria naturalistica. *Atti Convegno Soc. Ital. Di Ecologia "La diversità biotica nella valutazione di impatto ambientale"*, L'Aquila, 29 maggio 1991: 75-82.
- Direttiva 79/409 CEE (Direttiva Uccelli)
- Direttiva 92/43/CEE (Direttiva Habitat)
- DPR 12 marzo 2003 n. 120
- DPR 8 Settembre 1997 n. 357
- ESHA European Small Hydropower Association "Layman's Guidebook on How to Develop a Small Hydro Site"
- European Commission - "Externalities of Energy – Vol.6 Wind and Hydro" EUR 16525 EN
- Ge.Mi.Na., 1963 - Ligniti e torbe dell'Italia continentale. ILTE Ed., Torino, pp. 319.
- Ghetti P.F. "Manuale per la Difesa dei Fiumi" - Ed. FGA Torino (1993);
- GIS NATURA Ministero dell'Ambiente e Politecnico di Milano 2005
- KELLERHALLS et alii - Classificazione di forme e processi fluviali ,1976
- L. Tulipano, G. Sappa SERVIZIO GEOLOGICO NAZIONALE QUADERNI serie III volume 4 - Lezioni di Idrogeologia Applicata
- Magaldi D. & Tallini M., 2000 - A micromorphological index of soil development for the Quaternary geology research. *Catena*, 41, 261-276.
- Manuale del Software "Is Geostrati versione 4.4" –Marzo 2007
- NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM (NCHRP), SYNTHESIS 368 -Cone Penetration Testing, 2007
- PAOLO MASCHERETTI - Come i fiumi hanno modellato il territorio, A.A.V.V."Travacò Siccomario. La natura tra i due fiumi"

- PIGNATTI S., 1982. Flora d'Italia. Voll. I-III. Edagricole, Bologna
- PIGNATTI S., 1995. Ecologia Vegetale. UTET, Torino.
- PIGNATTI S., 1998. I Boschi d'Italia. Utet, Torino
- PIROLA A., 1970. Elementi di fitosociologia. Coop. Libreria Univ., Bologna.
- SCOPPOLA , BLASI 2005. Stato delle conoscenze sulla flora vascolare d'Italia. Palombi Editori
- V. D'Amico e D. Albarello - STIMA DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA DA DATI DI SITO: CONFRONTO CON UN APPROCCIO "STANDARD" da GNGTS – Atti del 19° Convegno Nazionale / 13.08
- Zerunian S. "Condannati all'estinzione?" Edagricole (2002)