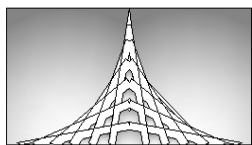


vai brennero 43
38122 TRENTO
Tel. 0461/983367
Fax. 0461/983875
info@bettievialli.eu



STUDIO DI INGEGNERIA
BETTI & VIALLI

C.F. e Partita IVA:
01344510225

PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

COMUNE DI PIEVE TESINO

OGGETTO: PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DELL'IMPIANTO
IDROELETTRICO SUL TORRENTE GRIGNO – TRATTO INTERMEDIO –
C/13749

E.R.T.1.1 RELAZIONE TECNICO-ILLUSTRATIVA



TRENTO, lì Marzo 2026

IL PROGETTISTA
dott. ing. Vittorino Betti

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE	5
1.1	FINALITA' DELL'INTERVENTO	6
1.2	RIFERIMENTI GEOGRAFICI	7
1.2.1	Indicazioni generali	7
1.2.2	Area di studio	8
1.3	SISTEMA DERIVATORIO ESISTENTE	9
1.3.1	Derivazioni a livello di bacino	9
1.3.2	Derivazioni a livello di zona di interesse	13
2	INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO	14
2.1	PIANO URBANISTICO PROVINCIALE	14
2.1.1	Inquadramento strutturale	14
2.1.2	Carta del Paesaggio	15
2.1.3	Carta delle tutele paesistiche	15
2.1.4	Carta delle reti ecologiche ed ambientali	15
2.1.5	Carta del sistema insediativo e delle reti infrastrutturali	15
2.1.6	Carta delle Aree Agricole e Aree Agricole di Pregio	15
2.1.7	Carta di sintesi geologica	15
2.1.8	Carta delle risorse idriche	16
2.2	PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE	16
2.2.1	Classificazione attribuita dal PTA al corpo idrico interessato dagli interventi	16
2.2.2	Presenza siti di riferimento	16
2.2.3	Ubicazione stazioni di monitoraggio APPA e relativi dati di qualità aggiornati	17
2.2.4	Misure previste dal PTA per il corpo idrico interessato di cui all'Allegato G del PTA	19
2.2.5	Verifica di appartenenza del corpo idrico al registro delle aree protette di cui all'Allegato C del PTA	19
2.2.6	Verifica criteri art.7 comma 1 delle norme di Attuazione PTA	21
2.3	PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE	23
2.3.1	Verifica criteri art.7 delle N.d.A PGUAP	23
2.3.2	Assetto idrogeologico del territorio	27
2.3.3	Ambiti fluviali	27
2.3.4	Carta della criticità idrica sotterranea	27
2.4	VINCOLO IDROGEOLOGICO	28

2.5	AREE PROTETTE	28
2.5.1	Rete Natura 2000	28
2.5.2	Riserve provinciale	28
2.5.3	Riserve naturali locali	28
2.6	PIANO TERRITORIALE COMUNITA' VALSUGANA E TESINO.....	28
2.7	PIANIFICAZIONE COMUNALE	29
2.7.1	Piano Regolatore Generale del Comune di Pieve Tesino.....	29
2.7.2	Classificazione Acustica del Territorio	32
2.8	DEMANIO IDRAULICO.....	32
3	ANALISI IDROLOGICA	34
3.1.1	Studio del trasporto solido	45
4	INQUADRAMENTO PROGETTUALE	48
4.6	OPERA DI PRESA.....	48
4.6.1	Vasca sghiaiatrice	50
4.6.2	Vasca dissabbiatrice.....	51
4.6.3	Vasca di carico.....	55
4.6.4	Canale di scarico	56
4.7	OPERE DI ADDUZIONE – CONDOTTA FORZATA.....	57
4.8	EDIFICIO CENTRALE	59
4.8.1	Impianti elettromeccanici.....	60
4.8.2	Opera di scarico	61
4.8.3	Sistemi di controllo a distanza	61
4.9	OPERE ACCESSORIE	61
4.9.1	Consegna dell'energia.....	61
4.9.2	Strada di accesso	61
4.9.3	Rettifica strada val Malene	62
4.10	MISURA DELLA PORTATA	62
4.10.1	Misura portata turbinata	62
4.10.2	Misura portata rilasciata	63
5	SCHEMA IDRAULICO	65
6	BILANCIO DEI VOLUMI DI SCAVO-RIPORTO.....	66
7	VERIFICHE IDRAULICHE	66

7.1	VALUTAZIONE DELL'IDROGRAMMA LIQUIDO.....	66
7.1.1	Dati di input	67
7.1.2	Altre metodologie	68
7.2	VALUTAZIONE SOLIDOGRAMMA	69
7.3	VALUTAZIONE IDRODINAMICA ONDA DI PIENA.....	70
7.3.1	Dati di input	70
7.3.2	Analisi dei risultati	70
8	FASE DI REALIZZAZIONE.....	71
9	FASE DI ESERCIZIO	73
10	SOSTENIBILITA' AMBIENTALE.....	74
11	RECEPIMENTO DELLE OSSERVAZIONI EMERSE (vedi D.G.P. n° 584 d.d. 9 aprile 2018)	77
12	INDICE DELLE FIGURE	82
13	INDICE DELLE TABELLE	83

1 INTRODUZIONE

Il presente progetto definitivo dell'impianto idroelettrico previsto sul torrente Grigno, denominato Grigno Intermedio, è stato redatto al fine di adeguare alle varie indicazioni/prescrizioni fornite dai Servizi competenti della PAT in sede di istruttoria e riportate nella Deliberazione della Giunta Provinciale n° 584 di data 9 aprile 2018.

La domanda di derivazione ad uso idroelettrico dal torrente Grigno è stata depositata dai Comuni di Castello Tesino e Pieve Tesino, in data 29 maggio 2008, presso il Servizio Utilizzazione delle Acque Pubbliche (pratica C/13749) e successivamente ceduta a Costabrunella Srl nei primi mesi del 2019.

L'impianto in oggetto, realizzato interamente sul territorio catastale di Pieve Tesino, preleverà le acque direttamente dal torrente Grigno alla quota 1040,83 m s.l.m. e le restituirà nel torrente Grigno, immediatamente a monte dell'opera di presa Tesino 1, alla quota di 876,35 m s.l.m..

Lo schema di funzionamento dell'impianto prevede:

1. la derivazione delle acque dal corso d'acqua ed il loro trasferimento alla vasca di carico;
2. il trasferimento delle acque verso la turbina ricorrendo all'utilizzo di una condotta forzata in PRFV (diametro 900 mm e sviluppo di circa 2204.23 m);
3. la realizzazione, in destra orografica al torrente Grigno subito a monte dell'impianto Tesino 1, dell'edificio centrale che sarà completamente interrato e del canale di restituzione della portata derivata verso il corso d'acqua.

Il presente progetto ricalca quello già autorizzato in fase di Valutazione di Impatto Ambientale, conclusosi con Deliberazione della Giunta Provinciale di Trento n. 584 in data 9 Aprile 2018 e lo adegua alle prescrizioni contenute nella citata Delibera.

1.1 FINALITA' DELL'INTERVENTO

La presente soluzione ripercorre la soluzione progettuale approvata dalla Giunta Provinciale di Trento in sede di Valutazione di Impatto Ambientale e la adegua alle prescrizioni ivi contenute, al fine di:

- realizzare una nuova opera di captazione delle acque del torrente Grigno;
- posare una nuova condotta forzata che connetta l'opera di presa in progetto con il nuovo edificio centrale di progetto;
- realizzare una nuova centrale idroelettrica che turbinerà le acque derivate per poi restituirle all'alveo del torrente, subito a monte del punto di prelievo dell'impianto Tesino 1.

Il progetto prevede la derivazione delle acque dal torrente Grigno, nel comune catastale di Pieve Tesino, e il loro trasferimento mediante una condotta forzata in PRFV fino all'edificio centrale di nuova realizzazione, in corrispondenza dell'opera di presa dell'impianto esistente Tesino 1.

Le opere sono ubicate totalmente in destra orografica, con un'opera di captazione del tipo a trappola con griglia ed un edificio centrale completamente interrato e mascherato nel versante a valle della strada comunale della Val Malene.



figura 1: Localizzazione planimetrica delle opere previste dall'intervento su ortofoto

L'impianto in oggetto preleverà le acque dal torrente Grigno, alla quota 1040,83 m s.l.m. e le restituirà nel torrente Grigno, immediatamente a monte dell'opera di presa Tesino 1, alla quota di 876,35 m s.l.m..

L'acqua captata dal torrente viene convogliata in una vasca di carico da cui parte la condotta forzata.

La condotta forzata in PRFV, di diametro nominale 900 mm e lunghezza pari a 2204,23 m s.l.m. circa, consente il trasferimento dell'acqua dalla vasca di carico all'edificio centrale di progetto.

L'edificio centrale ospiterà una turbina Pelton ad asse verticale. L'impianto è in grado di produrre un quantitativo di energia media annua pari a 6.352.634 kWh, con una potenza massima di 1251 kW, una potenza di concessione pari a 907,41 kW circa, una portata media di concessione di 567 l/s ed una portata massima di 1000 l/s. Il salto nominale di concessione dell'impianto risulta pari a 162,95 m.

1.2 RIFERIMENTI GEOGRAFICI

1.2.1 Indicazioni generali

L'area del Tesino comprende 3 Comuni (Castello Tesino, Cinte Tesino e Pieve Tesino) e ricade sotto la giurisdizione della Comunità Valsugana e Tesino. Posto ai margini meridionali della catena del Lagorai, l'altopiano del Tesino è caratterizzato da un paesaggio dolce, verde e morbidamente ondulato, costellato da pascoli e campi coltivati; il bosco costituisce comunque una presenza particolarmente significativa, con totale preponderanza nella conca della Val Malene.

Il territorio del Tesino si estende per più di 200 km² tra la catena del Lagorai e la Valsugana. Le vette del Lagorai lo chiudono verso nord separandolo dalla Val di Fiemme, mentre la Valle del Vanoi verso est lo divide dal gruppo delle Pale di S. Martino e dal Primiero. Sempre verso oriente, le strette incisioni idrografiche del torrente Senaiga e del Val Porra, giù fino alla confluenza col Brenta, segnano per lunghi tratti la linea di demarcazione con la provincia di Belluno e il Feltrino. Verso ovest è più difficile definire un chiaro limite fisiografico, che può essere individuato nella Val Campelle e, più a sud, nel solco del torrente Chieppena che per un tratto segna il confine occidentale del comune di Bieno.

A sud delle creste del Lagorai, e del solco vallivo del Vanoi, sorge l'imponente massiccio del Cima d'Asta, che con i suoi 2.850 m s.l.m. rappresenta il punto più alto del Tesino. Dai suoi contrafforti meridionali nasce il torrente Grigno che attraversa gran parte del territorio da nord a sud, ideale *trait d'union* tra gli alpeggi di alta quota e le ripide balze della Valle del Muralo in fondo alla quale il corso d'acqua scorre prima di confluire nel Brenta a soli 300 m di quota.

Trasversalmente alla Valle del Grigno passa una linea naturale di divisione, meno visibile rispetto a quella della Val Tolva parallela al corso d'acqua, ma ugualmente significativa nel diversificare l'ambiente del Tesino: è la linea tettonica della Valsugana che attraversando Driosilana e la Val Tolva segna il limite tra le imponenti formazioni granitiche di Cima d'Asta, Cimon Rava, Monte Fierollo, Monte Tolva, e quelle calcaree e dolomitiche di minore altezza come il Monte Silvana, la Rocchetta, il Monte Agaro, Picosta, Monte Mezza. La varietà geologica che caratterizza questo territorio è completata dalle vulcaniti basaltiche del Lagorai e delle formazioni metamorfiche del Vanoi.

Il Tesino è situato in una posizione intermedia tra le montagne più meridionali che si affacciano sulla pianura padana, come l'altopiano di Asiago e le prealpi venete e le Alpi interne.

Il bacino imbrifero sotteso dalla prevista opera è orientato in due direzioni nord-sud con esposizione a sud.

I versanti sono a pendenza accentuata nell'area compresa tra i collettori principali Grigno e Tolva, tendendo a diminuire ai lati del bacino specie nella parte alta. Il torrente presenta una curva ipsografica con tracciato tipico dei corsi d'acqua alpini con una rilevante percentuale di area alla quota minima.

Il bacino racchiuso ad ovest dalla Cima Trento (2530 m s.l.m., Cima Osera (2438 m s.l.m.), Cima delle Buse Todesche (2413 m s.l.m.) e Monte Cengello (2439 m s.l.m.); a nord dalla Punta Socede (2345 m s.l.m.), Cima d'Asta (2847 m s.l.m.) che rappresenta la massima elevazione nel bacino del Brenta e Col della Croce (2423 m s.l.m.); ad est dalla Cima Contessa (2258 m s.l.m.), Monte Tolva (2343 m s.l.m.) e Col della Boia (2066 m s.l.m.).

Le sedi umane sono disposte sui terrazzi morenici in territorio interessato da formazioni calcaree mesozoiche delle due sponde incise profondamente dal torrente Grigno. In sponda destra ci sono Pieve e Cinte; su quella sinistra Castello. La presenza di dimore temporanee, baite e masi di monte, in taluni luoghi assai fitta, sottolinea la bellezza “tesina” del paesaggio. I danni della prima guerra mondiale, i rinnovamenti successivi, le nuove strade e l'evoluzione edilizia attuale non hanno modificato molto l'assetto paesaggistico generale.

1.2.2 Area di studio

Il torrente Grigno, nel tratto di interesse, e le opere previste nel progetto preliminare sono raggiungibili a partire da Trento percorrendo dapprima la SS47 della Valsugana, in direzione Padova, successivamente la SP78, direzione Castello Tesino ed infine la strada comunale Val Malene.

L'area interessata dall'intervento, che ricade completamente nel comune amministrativo e catastale di Pieve Tesino, è localizzata in destra orografica rispetto al torrente Grigno nel tratto compreso fra Pian di Malene e Val della Sega, all'altezza dell'opera di presa esistente dell'impianto idroelettrico Tesino 1.

Il bacino idrografico di riferimento, chiuso nei pressi della sezione di presa, risulta avere una superficie complessiva pari a 38,20 kmq.

L'opera di presa ricadrà sulla p.f. 4709 CC Pieve Tesino che risulta di proprietà privata (Marchetto Anna nata a Cles il 26/04/1974, Marchetto Giuliano nato a Cles il 11/08/1969 e Pangrazzi Rosa nata a Dimaro il 28/10/1937) mentre l'edificio centrale occuperà le pp. ff. 1726 e 5404/1 CC. Pieve Tesino di proprietà comunale. Per maggiore dettaglio e per individuare correttamente tutte le particelle interessate, si rimanda alla tavola relativa alla planimetria catastale a corredo della presente integrazione.

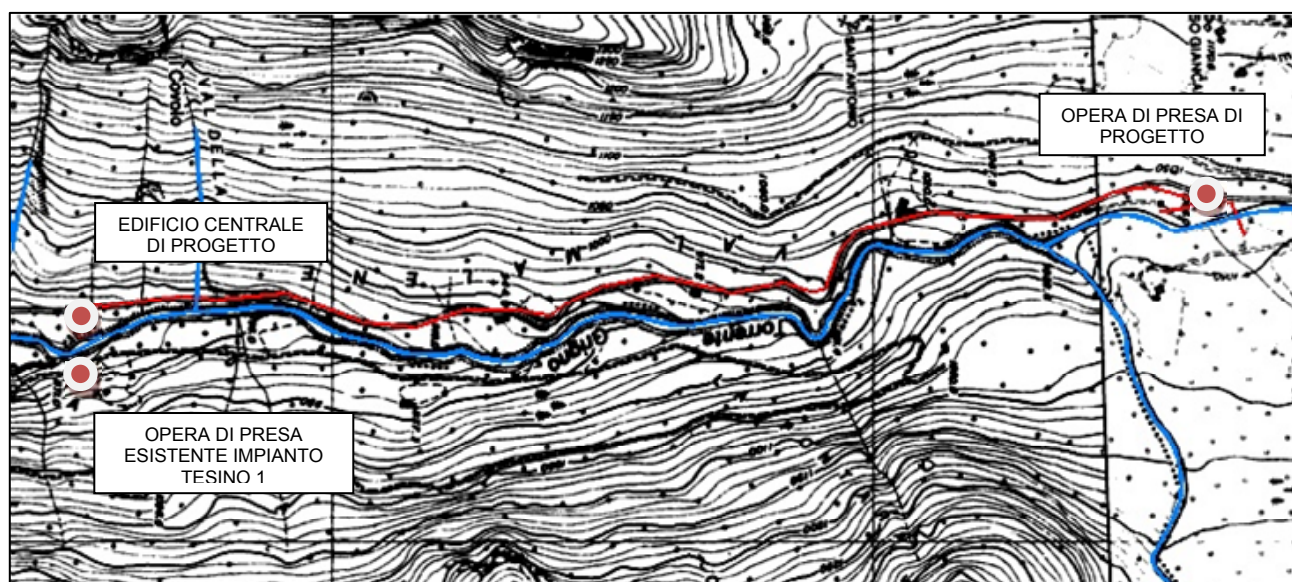


figura 2: Localizzazione planimetrica delle opere previste dall'intervento su carta tecnica provinciale

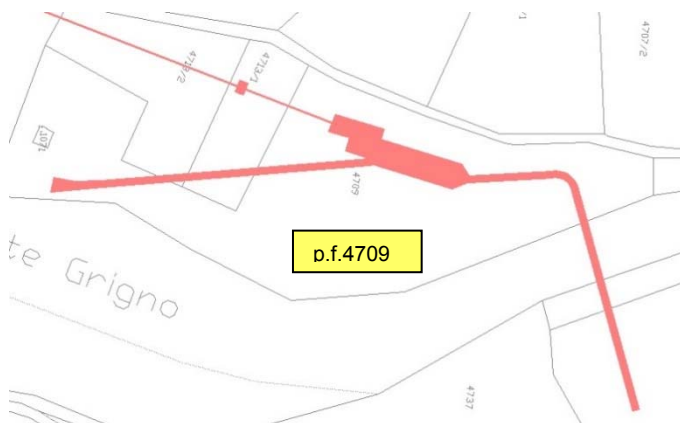


figura 3: estratto planimetria catastale area opera presa

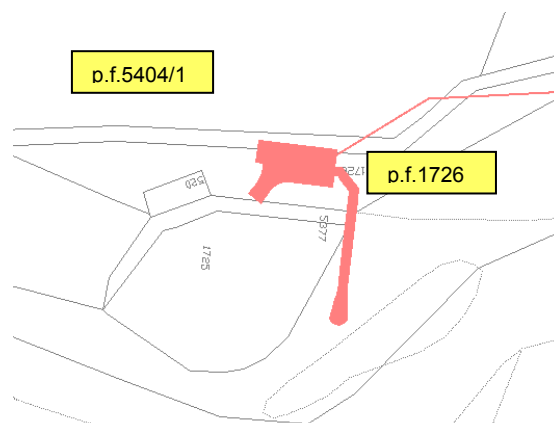


figura 4: estratto planimetria catastale area edificio centrale

Il tratto di torrente in esame è caratterizzato dalla presenza su entrambe le sponde di infrastrutture stradali: in sinistra è infatti presente una strada sterrata mentre in destra la strada comunale asfaltata Val Malene. Tale aspetto si ripercuote sia sulla tipologia che sull'ampiezza della fascia perfluviale che risentono della non completa naturalità del territorio circostante. Nel tratto più a monte, sulle rive non si sviluppano delle formazioni arbustive riparie ma solamente delle bordure che difficilmente superano i 5 metri; più a valle la fascia ripariale è più estesa e raggiunge un'ampiezza pari a circa 30 m.

L'intero tratto non è modificato né da opere longitudinali né trasversali e quindi la sezione trasversale del corso d'acqua non è compromessa da interventi antropici. Le aree di esondazione sono ridotte a causa della forte acclività dei versanti.

Il tratto presenta caratteristiche sostanzialmente omogenee per una lunghezza di quasi 2 chilometri.

1.3 SISTEMA DERIVATORIO ESISTENTE

1.3.1 Derivazioni a livello di bacino

Il bacino del Grigno è interessato da numerose opere di derivazione localizzate lungo tutto il corso del torrente e su alcuni dei suoi affluenti. Il suo sfruttamento a scopo idroelettrico iniziò nel periodo a cavallo fra le due grandi guerre, in linea con quanto avvenne per le altre aste torrentizie del tratto centrale della Valsugana.

L'impianto in esame si colloca in testa alla serie esistente, prelevando le acque direttamente dal torrente Grigno e restituendole subito a monte del punto di captazione dell'impianto Tesino 1.

Di seguito si riporta una breve descrizione delle principali derivazioni ad uso idroelettrico presenti nel bacino, con riferimento allo schema idraulico riportato in **figura 5**.

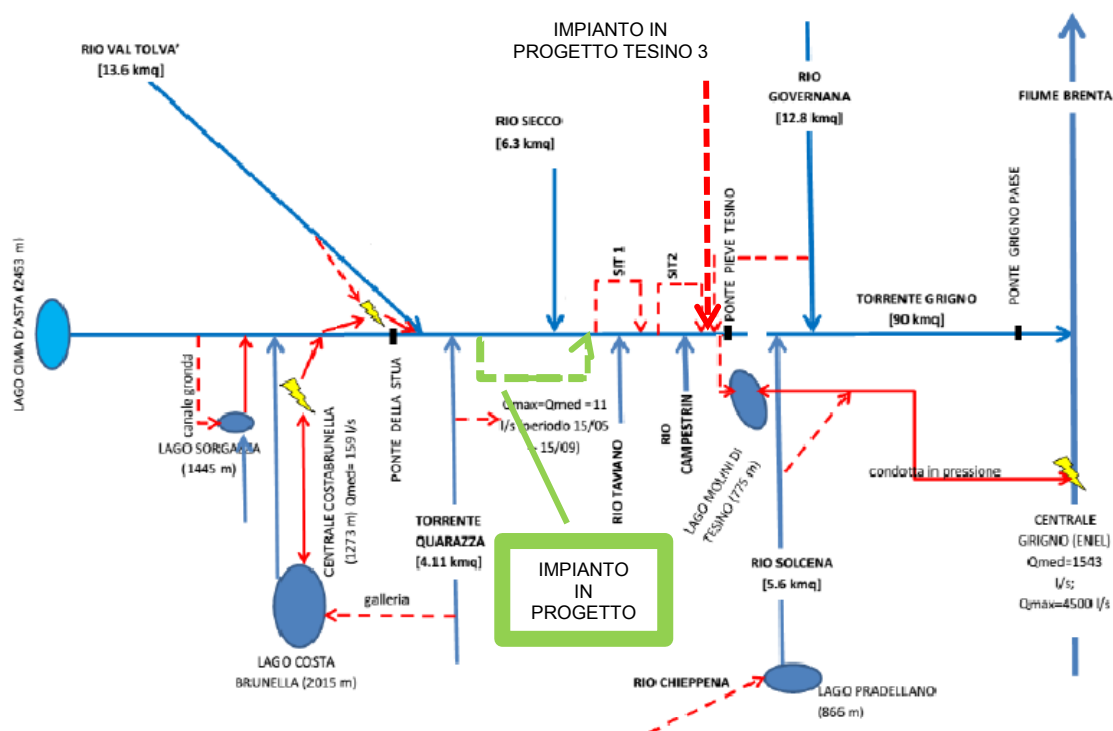


figura 5: Schema idraulico relativo ai prelievi idroelettrici relativi al torrente Grigno

1. CENTRALE DI COSTABRUNELLA

L'impianto di Costabrunella, costruito dalla Società Industriale Trentina (SIT) ed entrato in funzione nel 1941, è situato nel Comune di Pieve Tesino. Presenta due derivazioni. Costabrunella I con bacino, situato a 2.021 m s.l.m., ha una capacità utile di 5,4 milioni di mc ed è formato da una diga a gravità massiccia in calcestruzzo dell'altezza di 22 m in cui si immette anche il torrente Quarazza. La derivazione, con un salto di 748,90 m, alimenta una turbina Pelton ad asse orizzontale con alternatore da 7 MVA. La derivazione Costabrunella II, ad acqua fluente dal torrente Grigno con vasca in località Sorgazza, ha un salto di 160,65 m, ed alimenta una piccola turbina Pelton ad asse orizzontale con alternatore da 0,5 MVA. L'impianto ha una potenza efficiente di 4,96 MW, nominale di 415,47 kW ed una producibilità annua di 8,9 GWh. Possiede un sistema di pompaggio che recupera i residui e li innalza nel bacino di Costabrunella.

2. CENTRALE DI GRIGNO

La Centrale di Grigno è situata nel Comune omonimo. È un impianto a bacino con potenza efficiente di 13 MW e producibilità media annua di 56 GWh. La potenza installata è di 15,75 MVA. La concessione di Grigno è collegata a quella di Costabrunella, un impianto totalmente separato, seppure sullo stesso corso d'acqua. La potenza nominale dell'impianto è di 7.675,66 kW. L'impianto è stato costruito dalla SIT ed è entrato in servizio nel 1940. Passato all'ENEL, è stato automatizzato e telecomandato nei primi anni Settanta. La derivazione inizia con due prese che si immettono nel bacino di Pieve Tesino, il quale possiede una capacità di 40.000 mc; da qui inizia la galleria di

derivazione a pelo libero di 5,494 km, sotto il Sasso Rosso (Pala dei Grignati). Un'altra derivazione dal torrente Chieppena si immette nel bacino di Pradellano, che ha una capacità di 47.500 mc, e poi continua con una galleria nel Rio Solcena, da dove confluisce nella derivazione principale. La portata massima concessa è di 4,5 mc/s. Dopo la vasca di carico sotterranea inizia la condotta forzata, sempre in galleria, con un salto di 517 m. Nella centrale sono presenti due gruppi, con una turbina Pelton ad asse orizzontale ed un alternatore da 7,75 e da 8 MVA ciascuno. La centrale e la stazione elettrica, collegata ad un elettrodotto a 60 kV locale, sono in caverna, a fianco della Statale della Valsugana.

3. CENTRALI TESINO SUPERIORE (TESINO 1) E TESINO INFERIORE (TESINO 2)

L'epopea idroelettrica del Tesino iniziò attorno al 1901, con la costituzione della Società Anonima Officine Elettriche del Tesino, con lo scopo di realizzare un impianto idroelettrico sul torrente Grigno, capace di produrre energia elettrica sufficiente a soddisfare il fabbisogno elettrico dell'epoca dell'intera Conca del Tesino. Dopo aver ottenuto regolare concessione, la OET realizzò dapprima l'impianto denominato Tesino 1 e circa 8 anni dopo un secondo impianto denominato Tesino 2, ricavato sullo scarico della prima centrale. Sulla base della necessità di creare un mercato energetico, la OET provvide a realizzare una propria rete di distribuzione che copriva tutta la conca del Tesino e raggiungeva, superato Borgo Valsugana, anche l'abitato di Levico. Gli impianti di cui sopra vennero poi acquisiti dalla SIT, che li detenne fino al 1962, all'epoca della nazionalizzazione energetica e conseguente nascita dell'ENEL. Nel corso della catastrofica alluvione del 1966, l'opera di presa dell'impianto Tesino 1 venne completamente distrutta e sistemata, nella configurazione attuale, dallo stesso ENEL secondo il progetto redatto dall'ing. Garbari. L'impianto venne poi mantenuto in esercizio saltuario per qualche anno, restituito alla SIT, per poi essere abbandonato. Solo nel 1977, con apposito decreto del Ministro Prodi, venne autorizzata la sua riattivazione con gestione affidata al sig. Degol, che ne curò l'esercizio fino al 1996. Successivamente, la SIT, divenuta poi Dolomiti Energia, provvide ad un riammodernamento dell'impianto e ne curò la gestione fino al 2010, vettoriando la corrente prodotta per utilizzarla negli impianti di pompaggio dell'acquedotto di Trento. Nel 2011, poi, vennero sostituiti nuovamente i gruppi motori degli impianti Tesino 1 e Tesino 2; su quest'ultimo venne inoltre eseguito un intervento di ristrutturazione integrale, che ha previsto la sostituzione ed interrimento della condotta forzata, nonché la demolizione e ricostruzione dell'edificio centrale. In tabella 1 si riportano i parametri relativi ai due impianti in esame.

	IMPIANTO TESINO 1	IMPIANTO TESINO 2
N° PRATICA	R/817	
C.CONCESSIONE	53034	
RISORSA IDRICA UTILIZZATA	TORRENTE GRIGNO	
STRUTTURE IDRAULICHE UTILIZZATE	OPERA DI PRESA CONDOTTA FORZATA	VASCA DI CARICO CONDOTTA FORZATA
PORTATA MASSIMA	1000 l/s	700 l/s
PORTATA MEDIA DI CONCESSIONE	745 l/s	590 l/s
QUOTA PRELIEVO	880 m s.l.m.	837 m s.l.m.
TIPOLOGIA TURBINE	2 Francis ad asse orizzontale	1 Francis ad asse orizzontale
PERIODO DI CONCESSIONE	01 gen 2003 – 31 dic 2018	
USO	IDROELETTRICO	

PERIODO DI UTILIZZO	01 gennaio – 31 dicembre	
ESISTENZA RESTITUZIONE	SI	SI

tabella 1: parametri concessori impianti Tesino 1 e 2

4. CENTRALE DI PONTE DELLA STUA

La prima parte dell'impianto idroelettrico per la produzione di energia è stata realizzata sfruttando le acque del bacino imbrifero del Grigno scaricate dalla centrale di Costabrunella di HDE Srl e realizzato dalla società Costabrunella Srl. Il Dirigente del SUAP della Provincia in data 12 maggio 2009 ha rilasciato, fino al 31/12/2038, alla società Costabrunella Srl con sede in Pieve Tesino la concessione di derivazione idroelettrica in corrispondenza della p.f. 5130/8 in c.c. di Pieve Tesino nella misura di 231,00 l/s medi e massimi 1033,00 l/s allo scopo di produrre, sul salto di metri 166,10, la potenza nominale di 376,17 kW. Il 60% della società è in mano ai comuni di Pieve Tesino, Castello Tesino e Cinte Tesino, il 40% è suddiviso tra soggetti privati. Per quanto riguarda la produzione prevista su base annua è stata calcolata in 2.315.000 kWh annui.

Il comune di Pieve Tesino ha anche ottenuto la concessione di derivazione d'acqua ad uso idroelettrico per la costruzione dell'impianto sul ramale Tolva'. È stata realizzata una nuova opera di presa, da una scala di rimonta della fauna ittica, da una vasca sghiaiatrice e da un dissabbiatore. Inoltre, è stata realizzata una condotta forzata da 600 millimetri di diametro, lunga circa 1075 metri, interrata. L'impianto ha una potenza nominale di 368,18 kW, e la concessione a derivare è valida dal 1 aprile al 30 novembre di ogni anno, quindi per solo 8 mesi. Le opere edili sono state completate, tutti i macchinari e le parti elettriche sono stati posizionati. L'impianto è stato connesso alla rete dal 29 novembre 2013 per una produzione annua stimata in 1.250.000 kWh. Le turbine dei due impianti, di tipo Pelton, sono state posizionate all'interno di un unico edificio centrale, completamente interrato.

	RAMALE GRIGNO	RAMALE TOLVA'
ANNO MESSA IN FUNZIONE	2012	2013
RISORSA IDRICA UTILIZZATA	BACINO TORRENTE GRIGNO	BACINO RIO TOLVA'
POTENZA EFFICIENTE	1,4 MW	0,6 MW
PRODUCIBILITA' ANNUA	2,5 GWh	1,25 GWh
POTENZA INSTALLATA	1,6 MVA	0,76 MVA
POTENZA NOMINALE	376,17 kW	368,18 kW

tabella 2: parametri concessori centrale Ponte della Stua

5. CENTRALE IN PROGETTO TESINO 3

L'impianto Tesino 3, di proprietà della Società Costabrunella Srl, preleva le acque dallo scarico della centrale idroelettrica esistente denominata Tesino inferiore, alla quota 789,86 m s.l.m. (punto di attacco allo scarico) e le restituisce all'opera di presa della centrale idroelettrica esistente di proprietà di HDE, a quota 774,69 m s.l.m..L'acqua captata dalla centrale esistente viene convogliata in una vasca di carico da cui parte la condotta forzata. La condotta forzata in PRFV, di diametro nominale 800 mm e lunghezza pari a 141,67 m circa, consente il trasferimento dell'acqua dalla vasca di carico all'edificio centrale di progetto.

L'edificio centrale ospita una turbina Francis ad asse verticale. L'impianto è in grado di produrre un quantitativo di energia media annua pari a 614.952 kWh, con una potenza massima di 81,66 kW, una potenza di concessione pari a 87,75 kW circa, una portata media di concessione di 590 l/s ed una portata massima di 700 l/s. Il salto nominale di concessione dell'impianto risulta quindi pari a 15,17 m.

1.3.2 Derivazioni a livello di zona di interesse

Nel tratto in esame, compreso fra il punto di prelievo dal torrente Grigno e quello di restituzione subito a monte della presa esistente dell'impianto Tesino 1, è presente un'unica concessione a derivare (**R/1064**).

NUMERO PRATICA	R/1064
CLASSE E TIPO UTILIZZO	CIVILE – IGIENICO E ASSIMILATI
CODICE CONCESSIONE	5728
PORTATA MASSIMA E MEDIA	0,10 l/s
PERIODO DI DERIVAZIONE	dal 01 gennaio al 31 dicembre

Tabella 3: Parametri concessioni sottese

2 INQUADRAMENTO PROGRAMMATICO

Di seguito si riporta la sovrapposizione del progetto con i principali tematismi pianificatori.

2.1 PIANO URBANISTICO PROVINCIALE

2.1.1 Inquadramento strutturale

QUADRO PRIMARIO:

Il quadro primario mostra come le opere in progetto (opera di presa, edificio centrale e buona parte della condotta forzata) ricadano in aree boscate. Da sottolineare tuttavia come il sito di posa della tubazione si identifichi completamente con il reticolo stradale esistente in sponda destra orografica e quindi la porzione boscata non venga minimamente interessata dai lavori.

Per quanto riguarda la condotta forzata si evidenzia come il tracciato intersechi essenzialmente aree boscate, ad eccezione di due brevi tratti intermedi in cui attraversa aree dove non vi è alcuna indicazione specifica. È inoltre evidenziata l'intersezione con la rete idrografica che caratterizza l'area in esame, nonché con il sistema di faglie che separa i differenti domini geologici presenti nell'area del Tesino. Sono infatti riscontrabili la linea della Val Tolvà (parallela al corso d'acqua) e la linea della Valsugana (trasversale al torrente Grigno).

Ad una distanza di oltre 350 m dall'area di intervento, si riscontra la presenza di un Elemento Geologico e Geomorfologico inserito nell'elenco degli invarianti al PUP: la Grotta denominata "il Colo" ricadente nel comune di Pieve Tesino (codice 113). Di seguito si riporta una breve descrizione di tale bene.

La grotta si sviluppa nelle unità del Gruppo dei Calcari Grigi del Lias ed è costituita da una grande caverna da cui si dipartono due rami. Nel primo ramo è presente un lago - sifone. All'interno presenta alcune concrezioni macrocristalline. Grotta di rilevante interesse per il suo utilizzo in epoche passate come testimoniato da numerose iscrizioni incise sulle sue pareti riferite ai secoli XIV, XV e XVI. La presenza di un muro all'ingresso fa supporre che anticamente venisse utilizzata quale riparo da pastori o come abitazione.

È comunque importante sottolineare come tale elemento non venga minimamente interessato dai lavori in oggetto.

È necessario inoltre rilevare come l'impianto si configuri come una miglioria in termini di funzionalità del sistema strutturale, in quanto rappresenta una nuova fonte energetica rinnovabile.

QUADRO SECONDARIO:

Il quadro secondario evidenzia come il tracciato della condotta ricalchi fedelmente la rete viaria esistente in sponda destra orografica (strada comunale Val Malene).

QUADRO TERZIARIO:

L'analisi del quadro terziario evidenzia l'assenza di beni puntuali rientranti nella categoria di paesaggi rappresentativi, in un buffer di almeno 500 m attorno alle opere a servizio dell'impianto in oggetto.

2.1.2 Carta del Paesaggio

L'intera area in esame è classificata come **Area di interesse forestale e di interesse fluviale**. L'opera di presa ed il primo tratto di condotta forzata di lunghezza pari a circa 700 m ricadono inoltre in **Area di interesse edificato tradizionale**. Il tracciato della condotta interseca poi alcune **Aree rurali** e siti contraddistinti dalla presenza di **Rocce**.

Ad una distanza di circa 800 m dal sito previsto per la realizzazione dell'edificio centrale, è riscontrabile un **Paesaggio di particolare pregio**.

Da sottolineare inoltre come l'impianto in esame ricada completamente nel comune di Pieve Tesino in prossimità del confine tra i comuni catastali di Pieve Tesino e Castello Tesino, sebbe e Livo.

2.1.3 Carta delle tutele paesistiche

L'area in esame è interamente classificata come **Area di Tutela Ambientale** [art.11, L.P. maggio 2008 n. 5].

2.1.4 Carta delle reti ecologiche ed ambientali

In questo tematismo vengono messi in evidenza gli elementi principali della rete idrografica nonché le intersezioni del tracciato della condotta con gli stessi.

Ad una distanza di oltre 350 m dall'area di intervento, si riscontra la presenza di un Sito di Importanza Comunitaria appartenente alla Rete Natura 2000, denominato "Il Colo" ed identificato dal codice IT3120031. Di seguito si riporta una breve descrizione di tale Area Protetta.

La grotta si sviluppa nella formazione di calcari grigi del Lias ed è costituita da una grande caverna da cui si dipartono due rami. Nel primo ramo è presente un lago - sifone. Presenza di alcune concrezioni macrocristalline.

È comunque importante sottolineare come tale Area Protetta non venga minimamente interessata dai lavori in oggetto.

2.1.5 Carta del sistema insediativo e delle reti infrastrutturali

Le opere in progetto non ricadono in alcuna area funzionale. Il tematismo evidenzia inoltre la sovrapposizione del tracciato della condotta con la viabilità comunale della Val Malene.

2.1.6 Carta delle Aree Agricole e Aree Agricole di Pregio

Le opere in progetto non interessano alcuna area agricola.

2.1.7 Carta di sintesi geologica

Le zone destinate ad accogliere l'opera di presa e l'edificio centrale si identificano come **Aree critiche recuperabili** ad eccezione delle porzioni terminali dei rispettivi canali di scarico e della traversa fluviale che ricadono in **Aree ad elevata pericolosità geologica ed idrologica**. I primi 700 m di condotta ricadono in una fascia di transizione fra **Aree con penalità gravi o medie** e **Aree critiche recuperabili**, il tratto intermedio (di lunghezza pari a 1100 m) e quello a ridosso della centrale attraversano **Aree critiche recuperabili**. In corrispondenza del conoide del rio Val della Sega, si segnala l'intersezione del tracciato della condotta con un'**Area ad elevata pericolosità geologica ed idrologica**.

2.1.8 Carta delle risorse idriche

In relazione alla vulnerabilità delle risorse idriche e ai fattori di potenziale inquinamento o alterazione della circolazione idrica sotterranea, nel tratto in esame non si rileva alcun tipo di interferenza con le opere in progetto.

2.2 PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE

Il torrente Grigno è suddiviso in quattro corpi idrici, così come illustrato nelle successive tabelle.

CODICE CORPO IDRICO	TRATTO DA	TRATTO A	LUNGHEZZA [m]	TIPOLOGIA ASSOCIATA	NATURA CORPO IDRICO
B052000000010tn	INIZIO CORSO D'ACQUA (LAGO DI CIMA D'ASTA)	CAMBIO TIPOLOGIA	5.627	03SS1N	NATURALE
B052000000020tn	CAMBIO TIPOLOGIA	CONFLUENZA RIO TOLVA'	2.135	03SS2N	NATURALE
B052000000030tn	CONFLUENZA RIO TOLVA'	OPERA DI PRESA	5.352	02SS2D	NATURALE
B052000000040tn	OPERA DI PRESA	CONFLUENZA NEL FIUME BRENTA	8.569	02SS2D	NATURALE

Tabella 4: caratteristiche corpi idrici torrente Grigno – PARTE 1

CODICE CORPO IDRICO	RISCHIO PRESSIONI PUNTUALI	RISCHIO PRESSIONI DIFFUSE	RISCHIO IDROMORFOLOGIA	STATO DI RISCHIO
B052000000010tn	NR	NR	NR	NON A RISCHIO
B052000000020tn	NR	NR	NR	NON A RISCHIO
B052000000030tn	NR	NR	NR	NON A RISCHIO
B052000000040tn	NR	NR	NR	NON A RISCHIO

Tabella 5: caratteristiche corpi idrici torrente Grigno – PARTE 2

Il tratto in esame ricade nel corpo idrico con codice B052000000030tn, appartenente alla tipologia 02SS2D caratterizzata dalle seguenti peculiarità:

- Origine Scorrimento Superficiale,
- Distanza sorgente 5-25 km
- Idrocoregione Calcareous Southern Alps and Dolomites,
- Influenza Bacino a Monte Debole

2.2.1 Classificazione attribuita dal PTA al corpo idrico interessato dagli interventi

Il Piano di Tutela delle Acque classifica il torrente Grigno, nel tratto in esame, come “**corpo idrico superficiale in stato di qualità buono**”. Per tali corpi idrici il D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. all'art.76 della sua parte terza prevede il mantenimento o raggiungimento dell'obiettivo di qualità ambientale corrispondente allo stato di “buono” (figura 6).

2.2.2 Presenza siti di riferimento

Come chiaramente evidenziato in figura 6, nel tratto in esame **non è presente alcun sito di riferimento ai sensi del D.Lgs 152/2006**.

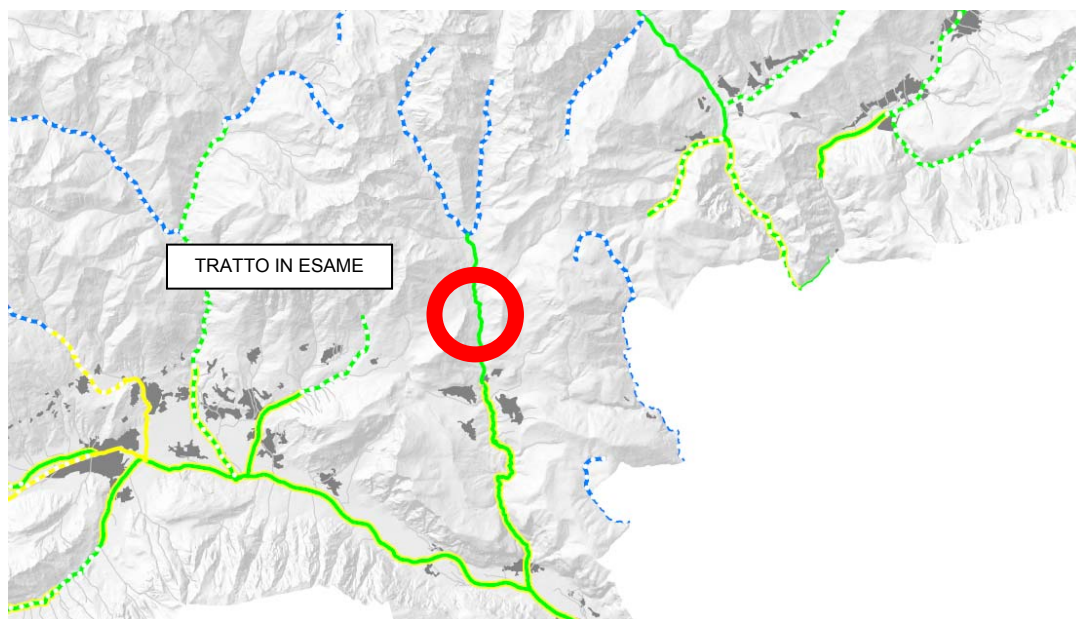


figura 6: estratto del PTA 2015 relativamente al tratto in esame

2.2.3 Ubicazione stazioni di monitoraggio APPA e relativi dati di qualità aggiornati

All'interno del corpo idrico in esame, è stata identificata come significativa **la stazione di monitoraggio di sorveglianza SD000210**, la cui ubicazione è riscontrabile in figura 7.



figura 7: localizzazione stazione di monitoraggio APPA

Di seguito si riporta la classificazione effettuata da APPA relativa allo STATO CHIMICO e allo STATO ECOLOGICO del corpo idrico in esame, basata su campionamenti effettuati nel triennio 2010-2012.

INDICATORI per STATO CHIMICO	PERIODO MONITORAGGIO	STATO
Sostanze dell'elenco di priorità (tabella 1/A All.1 D.Lgs.152/06)	2012	Buono

Stato chimico	BUONO
---------------	--------------

figura 8: stato chimico monitoraggio APPA triennio 2010-2012

INDICATORI per STATO ECOLOGICO	PERIODO MONITORAGGIO	VALORE	STATO
Diatomee	2012	1,10	Elevato
Macrobenthos	2012	1,01	Elevato
LIMeco	2012	1,00	Elevato
Altri inquinanti (tab.1/B All.1 D.Lgs. 152/06)	2012		Elevato
Elementi Idromorfologici - IQM	2012	0,73	Buono

Stato ecologico preliminare	BUONO
-----------------------------	--------------

figura 9: stato ecologico monitoraggio APPA triennio 2010-2012

A partire dal 2015 è partito il nuovo ciclo di monitoraggi APPA, che durerà fino al 2019. Tale monitoraggio comprende sempre parametri biologici, chimici e idro-morfologici così come nel ciclo precedente e porterà ad una nuova classificazione completa dei corpi idrici fluviali. In figura 12 si riportano i primi dati raccolti nel 2015 e 2016, mentre di seguito sono presentati i risultati contenuti nella proposta di aggiornamento dello stato chimico ed ecologico, datata Dicembre 2017.

STATO CHIMICO	
stato chimico da Piano di Tutela:	BUONO
<i>sostanza che fa scadere lo stato chimico:</i>	-
stato chimico triennio 2014-16:	BUONO
<i>sostanza che fa scadere stato chimico:</i>	-

Figura 10: Proposta di aggiornamento PTA 2017 – Allegato D, rev. 2018

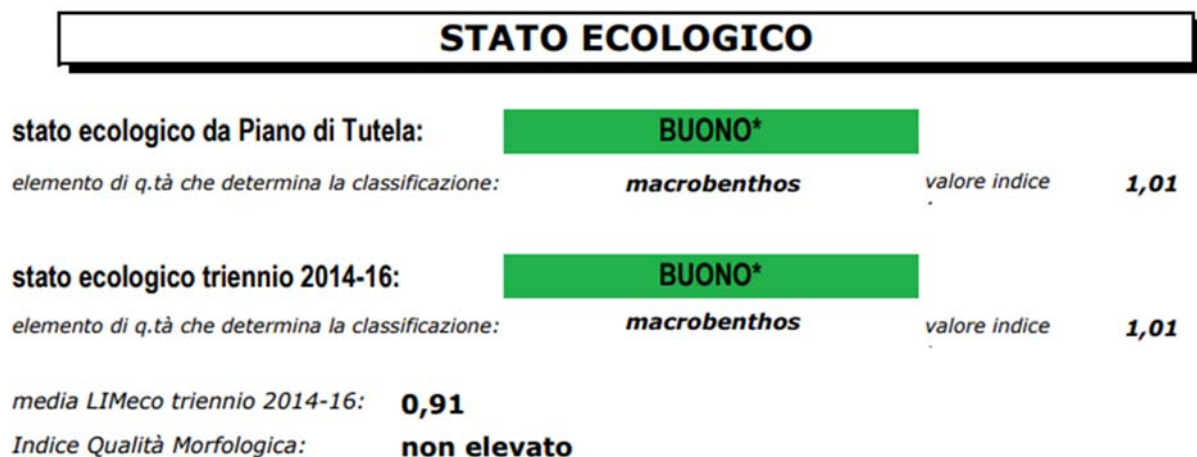


Figura 11: Proposta di aggiornamento PTA 2017 – Allegato D, rev. 2018

2.2.4 Misure previste dal PTA per il corpo idrico interessato di cui all'Allegato G del PTA

Il PTA non prevede alcuna misura da adottare per il raggiungimento degli obiettivi di qualità, per il corpo idrico in esame.

2.2.5 Verifica di appartenenza del corpo idrico al registro delle aree protette di cui all'Allegato C del PTA

Come chiaramente evidenziato in figura 13, nel tratto in esame non è presente alcuna area protetta di cui all'Allegato C del Piano di Tutela delle Acque.



Comunità di Valle: **BASSA VALSUGANA**

Comune: Pieve Tesino

cod. corpo idrico B052000000030tn

codice staz. monit. **SD000210 GRIGNO - A MONTE IMMISSIONE CONSORTE**

tipologia: 02SS2D

natura corpo idrico: naturale

tipo di monitoraggio APPA: monitoraggio sorveglianza corsi d'acqua

STATO CHIMICO

stato chimico triennio 2010-2012:

BUONO

sostanza che fa scadere lo stato chimico:

-

stato chimico da Piano di Tutela:

BUONO

sostanza che fa scadere lo stato chimico:

-

situazione aggiornata al 30/07/16:

BUONO

sostanza che fa scadere stato chimico:

-



Trend stato chimico:



STATO ECOLOGICO

stato ecologico 2010-2012:

ELEVATO*

comunità che determina la classificazione:

macrobenthos

valore indice: 1,01

stato ecologico da Piano di Tutela:

ELEVATO*

comunità che determina la classificazione:

macrobenthos

valore indice: 1,01

situazione aggiornata al 30/07/16:

nessun aggiornamento

comunità che determina la classificazione:

valore indice:

media LIMeco triennio 2010-12:

1.00

media LIMeco triennio 2013-15:

0.91

Trend stato ecologico:



commento: il corpo idrico ha raggiunto e mantiene gli obiettivi di qualità ambientale.

criticità: il corpo idrico è interessato da prelievi a scopo idroelettrico. E' presente qualche tratto con alterazioni morfologiche dovute sia a briglie sia a opere spondali.

figura 12: dati APPA aggiornati 2015 - 2016

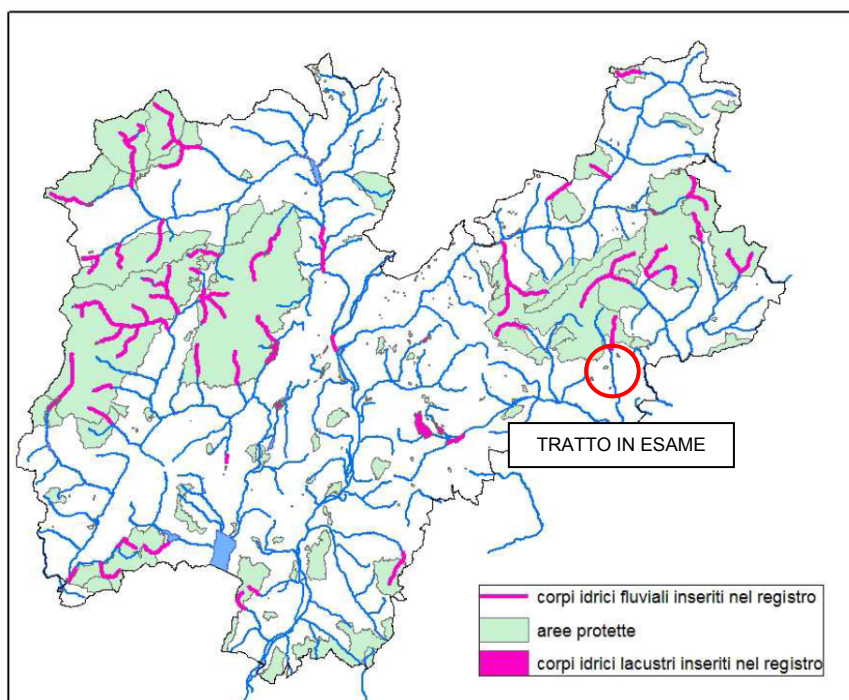


figura 13: aree protette – Allegato C PTA

2.2.6 Verifica criteri art.7 comma 1 delle norme di Attuazione PTA

In riferimento all'impianto in esame, è stata valutata la coerenza con i criteri descritti nell'art.7 c.1 delle norme di attuazione del PTA, in ottemperanza a quanto riportato sulla nota del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche prot. n. 448669 d.d. 03 settembre 2015.

In particolare è stato verificato quanto segue.

Lettera a) sia garantita l'interazione del corso d'acqua con la falda sotterranea

Il progetto prevede una derivazione mediante una traversa fluviale con griglia e sottostante camera cava della lunghezza di 15,90 m e della larghezza di 1,80 m, che si erge dall'alveo di circa 0,50 m. Non è prevista alcuna opera di impermeabilizzazione del fondo alveo, né delle spalle arginali; l'interazione fra corso d'acqua e falda idrica sotterranea è pertanto garantita.

Lettera b) l'eventuale modifica del livello della falda sotterranea non comprometta la permanenza delle colture nelle aree agricole di pregio e/o non comporti danni a strutture ed edifici nonché ad altre tipologie di insediamenti

La particolare tipologia dell'opera di presa (griglia a trappola) non influenza in maniera significativa il livello della falda sotterranea in quanto non prevede l'innalzamento del pelo libero a monte del punto di prelievo. Preme comunque sottolineare come nell'area di ubicazione dell'opera di presa non siano presenti colture di alcuna natura, strutture, edifici ed altre tipologie di insediamenti.

Lettera c) sia conservata la fruibilità del corso d'acqua per la pratica degli sport acquatici

Il regime idraulico della derivazione è stato studiato con particolare riferimento a questo aspetto, privilegiando la fruibilità del corso d'acqua per la pratica degli sport acquatici rispetto all'uso idroelettrico.

Come si può rilevare dall'idrogramma dei prelievi presunti, in alveo verrà sempre garantita una portata di rispetto pari a due volte il DMV. E' stato inoltre sviluppato un idrogramma di derivazione tale da consentire il mantenimento della fruibilità del corso d'acqua per le attività ludico-sportive. Tale idrogramma è stato preventivamente concertato con il Servizio Turismo al fine di evidenziare l'eventuale presenza di incongruità rispetto a quanto previsto dal Piano di Tutela delle Acque. La traversa di presa, inoltre, è dotata di un'opportuna scala di risalita della fauna ittica in modo tale da preservare la continuità fluviale del torrente Grigno.

Lettera d) siano salvaguardate la risalita e la riproduzione dei pesci

Si veda quanto indicato al punto precedente, in merito alla continuità fluviale garantita dal sistema di presa.

Lettera e) sia garantita in ogni momento l'accessibilità agli argini ed alle altre opere di regimazione esistenti

Il presente progetto prevede la realizzazione di due scogliere in massi con funzione di protezione delle sponde in corrispondenza della traversa di presa. Tali opere non rappresentano tuttavia un ostacolo limitante per l'accessibilità agli argini ed alle altre opere idrauliche di regimazione esistenti.

Lettera f) siano evitate tutte le restrizioni e le modificazioni dell'alveo di flusso idrico che possano compromettere permanentemente la funzionalità complessiva del corso d'acqua

Il progetto non prevede alcuna restrizione dell'alveo; le modifiche previste, consistenti nella realizzazione della traversa di presa provvista della rampa per la risalita della fauna ittica, non compromettono in alcun modo la funzionalità complessiva del corso d'acqua, né sotto l'aspetto idraulico, né sotto quello idrobiologico e faunistico.

Lettera g) l'opera di presa delle derivazioni ovvero il punto dove termina il massimo rigurgito a monte determinato dalla derivazione idroelettrica siano posti almeno 1 Km a valle dell'immissione di depuratori realizzati o in via di realizzazione, purché abbiano acquisito la compatibilità ambientale ai sensi della legge provinciale 29 agosto 1988, n. 28 e ss mm., con potenzialità superiore a 50000 ab/eq e sia le opere che il rigurgito non interferiscano con ponti stradali e/o ferroviari.

Come ben evidenziato nella nota del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche prot. n. 448669 d.d. 03 settembre 2015, entro la distanza di un chilometro dalla prevista opera di presa non esistono depuratori con potenzialità superiori a 50.000 ab/eq e l'opera di presa (della tipologia a trappola con griglia) non determina un rigurgito.

Lettera h) siano garantite, lungo tutto il tratto interessato dalla derivazione, le aree golenali, ancorché non coinvolte direttamente dal deflusso ordinario del corso d'acqua, al fine di preservare la possibilità di un recupero ai fini idraulici, naturalistici ed ambientali del corso d'acqua

Non è previsto alcun intervento in aree golenali lungo l'intero tratto della derivazione; pertanto si ritiene che quanto richiesto al presente punto sia soddisfatto.

Lettera i) sulla base del bilancio idrico approvato con deliberazione della giunta provinciale del 27 settembre 2013 n. 1996 l'intero tratto del corso d'acqua sotteso dalla derivazione sia caratterizzato da un indice di equilibrio medio annuo maggiore del 15%

Come ben evidenziato nella nota del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche prot. n. 448669 d.d. 03 settembre 2015, l'intero tratto del corso d'acqua sotteso dalla derivazione è caratterizzato da un indice di equilibrio medio annuo maggiore del 15 %. L'impianto idroelettrico restituisce subito a monte dell'opera di presa dell'impianto Tesino 1, che sottende un tratto caratterizzato da un indice di equilibrio medio annuo minore del 15 %.

Lettera j) la distanza tra un'opera di presa a sbarramento del corso d'acqua ed un'altra della stessa tipologia nell'albo del medesimo corso d'acqua, misurata lungo l'asta dello stesso, sia maggiore di 5 Km. Tale distanza deve sussistere anche nei confronti di opere di presa a sbarramento esistenti anche se relative ad usi diversi dall'idroelettrico.

Come ben evidenziato nella nota del Servizio Gestione Risorse Idriche ed Energetiche prot. n. 448669 d.d. 03 settembre 2015, in ragione della tipologia dell'opera di presa (trappola con griglia) prevista nel progetto posto a corredo della presente Integrazione, tale criterio non risulta applicabile sebbene a valle sia localizzata l'opera di presa dell'impianto Tesino 1 la quale insiste su una briglia presidiata da un pancone in legno di 0,50 m di altezza atto a deviare l'acqua nella presa laterale.

2.3 PIANO GENERALE DI UTILIZZAZIONE DELLE ACQUE PUBBLICHE

2.3.1 Verifica criteri art.7 delle N.d.A PGUAP

L'impianto in progetto rispetta i criteri per l'utilizzazione delle acque pubbliche definiti dall'art. 7 delle N.d.A. del PGUAP, come di seguito riportati.

CRITERI	VALORE SOGLIA	VALORE PROGETTUALE	VERIFICA
Potenza nominale media	< 3.000 kW	905,81 kW	POSITIVA
Portata di rispetto	> DMV modulato stabilito da DGP n.2378 d.d. 18 dicembre 2015	382 l/s dic.-mar. 534 l/s apr.-lug 459 l/s ago.-set. 534 l/s ott.-nov.	POSITIVA
Bacino sotteso	> 10 km ²	38,20 km ²	POSITIVA
Serbatoi di regolazione e diversione di bacino	Nessuno	Nessuno	POSITIVA

CRITERI	VALORE SOGLIA	VALORE PROGETTUALE	VERIFICA
Prelievi su Sarca, Chiese, Avisio, Travignolo, Vanoi, Cisson, Grigno e Fersina	Nessuno, ad esclusione di impianti ad alta compatibilità ambientale e alto rendimento energetico	Alta compatibilità ed Alto rendimento energetico previsti	POSITIVA
Influenza su aree protette	Nessuna, ad esclusione di effetti marginali	Nessuna	POSITIVA

Tabella 6: Criteri art.7 delle N.d.A. del PGUAP

La derivazione in esame sul torrente Grigno è coerente con il **criterio di alta compatibilità ambientale** che assicura una portata di rispetto pari ad almeno una volta e mezzo il DMV stabilito dal Piano Generale di Utilizzazione delle Acque Pubbliche.

Gli impianti idroelettrici sul torrente Grigno devono rispettare i **criteri di alto rendimento energetico**, fissati nel Provvedimento del Direttore dell'Agenzia Provinciale per l'Energia, n.21 d.d. 02 ottobre 2007.

Di seguito si riporta la procedura di calcolo per la valutazione dell'indice di Alto rendimento Energetico, elaborata sulla base dell'analisi idrologica redatta a corredo del progetto dell'impianto in esame.

Le portate caratteristiche dell'impianto (567 l/s di concessione e 1000 l/s massima) sono state determinate sulla base dei dati di portata derivanti dal piano di monitoraggio sul torrente Grigno rielaborati in collaborazione con l'Università degli studi di Trento.

Il volume d'acqua totale derivato è stato determinato dalla somma dei volumi idrici mensili determinati sulla base dei dati di portata derivanti dal piano di monitoraggio sul torrente Grigno rielaborati in collaborazione con l'Università degli studi di Trento.

La quota del punto di prelievo (1.040,83 m s.l.m.) corrisponde alla quota massima della griglia di presa in alveo.

La quota del punto di restituzione in alveo (876,35 m s.l.m.) corrisponde alla quota del pelo libero in corrispondenza della sezione di scarico nel torrente Grigno.

L'Energia potenziale teorica è stata determinata ricorrendo all'espressione

$$Energia\ potenziale\ teorica = \frac{Volume\ idrico\ derivato \times Salto}{102 \times 3,6}$$

con il salto determinato come differenza fra la quota di prelievo e quella di restituzione in alveo.

La potenza netta delle turbine è stata determinata tenendo conto del rendimento idraulico della macchina, di quello del generatore (96%), delle perdite energetiche sulla linea (0,5 %) e assumendo come salto netto quello calcolato sottraendo le perdite idrauliche totali (distribuite e concentrate) al salto di concessione (162,95 m).

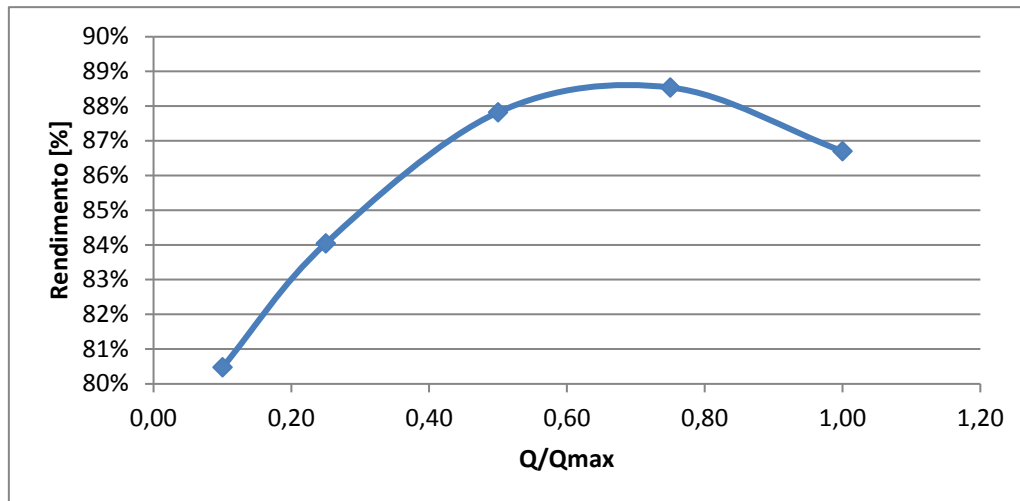


figura 14: curva rendimento/portata della turbina

Di seguito si riporta la curva rendimento/portata della turbina Pelton a 5 getti, fornita dalla casa produttrice.

$$\eta = 0.1069 (Q/Q_{max})^4 - 0.213(Q/Q_{max})^3 - 0.0925 (Q/Q_{max})^2 + 0.2884 (Q/Q_{max}) + 0.7771$$

L'Energia idroelettrica prodotta e ceduta in rete è calcolata sulla base della potenza netta delle turbine e stimata in 6.519.644 kWh.

L'Energia per i servizi ausiliari è stata determinata assumendo un assorbimento continuo di 1 kW orari, costanti durante l'intero anno. Il suo valore è quindi pari a 8.760 kWh.

Si assume che il quantitativo di Energia Utilizzata sul posto sia pari a zero.

L'Energia elettrica prodotta è stata calcolata come la somma fra l'Energia idroelettrica prodotta e ceduta in rete e dell'Energia utilizzata sul posto, alla quale è sottratta l'Energia elettrica per i servizi ausiliari. Il suo valore è stato stimato in 6.510.884 kWh.

L'indice di rendimento energetico è stato determinato come rapporto fra l'Energia elettrica prodotta e l'Energia potenziale teorica, ottenendo un valore medio annuo pari a **81,35%**.

La classe dell'impianto è attribuita in funzione della potenza meccanica della macchina, che in questo caso è pari a 1.567 kW. L'impianto si colloca quindi in **classe A** ($P > 1000$ kW) con un valore di soglia dell'Indice di rendimento energetico pari a 77,50 %.

Poiché l'indice di rendimento energetico dell'impianto idroelettrico in esame risulta superiore al valore di soglia, lo stesso può essere considerato ad alto rendimento energetico.

Di seguito si riporta il calcolo dei parametri necessari alla determinazione dell'IRE.

MESE	PORTATA TURBINATA TOTALE l/s	VAD mc	ENERGIA POTENZIALE TEORICA [kWh]
GENNAIO	206	551750,4	247145,713
FEBBRAIO	138	333849,6	149541,346
MARZO	252	674956,8	302333,591
APRILE	774	2006208,00	898641,32
MAGGIO	986	2640902,40	1182940,16
GIUGNO	972	2519424,00	1128526,31
LUGLIO	595	1593648,00	713843,20
AGOSTO	652	1746316,80	782228,18
SETTEMBRE	493	1277856,00	572390,4
OTTOBRE	640	1714176,00	767831,341
NOVEMBRE	640	1658880,00	743062,588
DICEMBRE	429	1149033,60	514686,946
TOTALE		17867002	8003171

Tabella 7: valori medi mensili per la determinazione dell'Energia potenziale teorica

MESE	RENDIMENTO TURBINA %	PERDITE TOTALI (DISTRIBUITE E CONCENTRATE) m	SALTO NETTO m	POTENZA NETTA kW	ENERGIA IDR. PRODOTTA kWh
GENNAIO	81,44%	0,133	162,80	255,94	190422,01
FEBBRAIO	80,02%	0,053	162,89	151,45	101775,26
MARZO	81,68%	0,149	162,78	274,09	203922,97
APRILE	88,26%	1,692	160,99	1114,42	802385,00
MAGGIO	88,45%	1,905	160,75	1189,74	885162,87
GIUGNO	88,27%	1,700	160,98	1117,13	804332,15
LUGLIO	86,89%	0,990	161,81	822,12	611654,40
AGOSTO	87,91%	1,436	161,29	1016,42	756215,16
SETTEMBRE	86,32%	0,821	162,00	737,73	531162,13
OTTOBRE	87,03%	1,037	161,75	844,25	628120,63
NOVEMBRE	87,71%	1,322	161,42	969,78	698242,40
DICEMBRE	83,88%	0,370	162,53	463,73	345012,33
TOTALE					6519644

Tabella 8: valori medi mensili per la determinazione dell'Energia potenziale teorica

2.3.2 Assetto idrogeologico del territorio

2.3.2.1 Carta della pericolosità idrogeologica

Le zone destinate ad accogliere l'opera di presa e l'edificio centrale si identificano come **Aree a moderata pericolosità geologica** ad eccezione delle porzioni terminali dei rispettivi canali di scarico e della traversa fluviale che ricadono in **Aree ad elevata pericolosità geologica**. I primi 700 m di condotta ricadono in una fascia di transizione fra **Aree a bassa pericolosità geologica** e **Aree a moderata pericolosità geologica**, il tratto intermedio (di lunghezza pari a 1100 m) e quello a ridosso della centrale attraversano **Aree a moderata pericolosità geologica**. In corrispondenza del conoide del rio Val della Sega, si segnala l'intersezione del tracciato della condotta con un'**Area ad elevata pericolosità geologica**.

2.3.2.2 Carta del valore d'uso del suolo

L'opera di presa e l'edificio centrale ricadono in **Aree a Bosco, pascolo e prateria alpina** mentre il tracciato della condotta ricalca l'esistente reticolo stradale (**Strade di importanza primaria e Ferrovia**) ad eccezione di due brevi tratti in cui interseca un'**Area a Bosco** ed un'**Area Agricola**.

2.3.2.3 Carta del rischio idrogeologico

L'opera di presa e l'edificio centrale ricadono in **Aree a Rischio Moderato (R1)** mentre il tracciato della condotta, che ricalca l'esistente reticolo stradale, in **Aree a Rischio Medio (R2)** ad eccezione di due brevi tratti in cui interseca **Aree a Rischio Moderato (R1)**.

2.3.3 Ambiti fluviali

Il Piano generale di Utilizzazione delle Acque pubbliche individua le aree di pertinenza dei principali corsi d'acqua e definisce i criteri di tutela al fine di salvaguardarne o ripristinarne la funzionalità. In particolare disciplina per la tutela tre tipologie di ambiti fluviali: gli ecologici, i fluviali e i paesaggistici. Nel caso in esame le opere in progetto non interferiscono con alcun ambito fluviale.

2.3.4 Carta della criticità idrica sotterranea

Dall'analisi della Carta della criticità idrica sotterranea, emerge che all'interno dell'area in esame **non siano riscontrabili né Aree Critiche né Aree di Attenzione.**

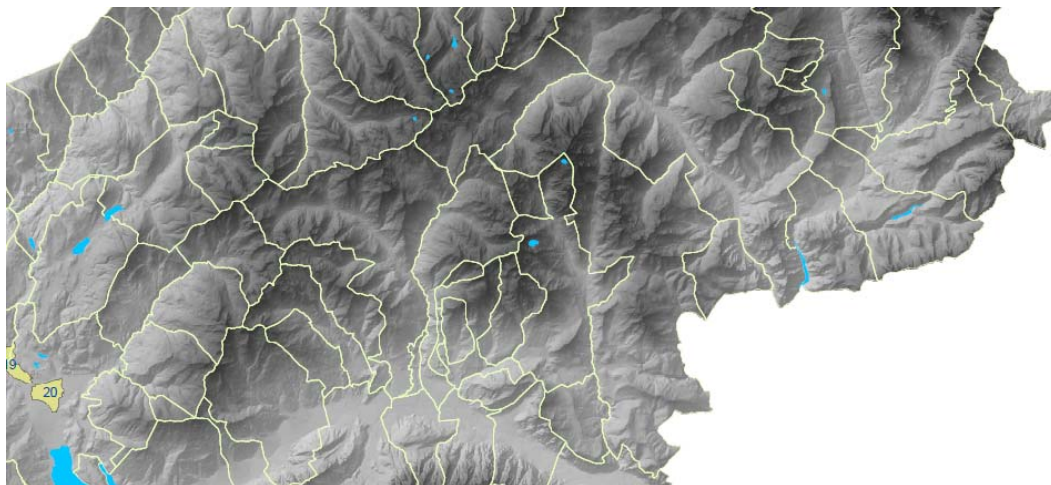


figura 15: estratto carta delle criticità idriche sotterranee

2.4 VINCOLO IDROGEOLOGICO

Dai dati forniti dal Servizio Forestale della Provincia Autonoma di Trento, l'area in esame risulta sottoposta interamente a vincolo idrogeologico. Da sottolineare tuttavia come il tracciato della condotta, ad eccezione di due brevi tratti, ricalca fedelmente il reticolo stradale esistente.

2.5 AREE PROTETTE

2.5.1 Rete Natura 2000

Nel bacino idrografico del torrente Grigno si rileva la presenza di alcune aree inserite nella Rete Natura 2000. Nello specifico si possono individuare una ZPS (IT3120160 – Lagorai) e quattro SIC (IT3120032 - I Mughì, IT3120130 - Il Colo, IT3120031 - Masi Carretta e IT3120092 - Passo Broccon). L'impianto in esame non interferisce con alcuna area naturale della Rete Natura 2000.

2.5.2 Riserve provinciale

Come accennato in precedenza nel bacino di interesse del torrente Grigno sono presenti due riserve provinciali che coincidono con il SIC di "Maso Carretta" ed il SIC "I Mughì". L'impianto in esame non interferisce con alcuna area naturale della riserva provinciale.

2.5.3 Riserve naturali locali

Il bacino idrografico di interesse comprende inoltre due riserve naturali locali. Una è quella precedentemente descritta che coincide con il SIC di Masi Carretta. L'altra riserva è quella di Pezzabosco, caratterizzata da una superficie di 1,67 kmq. L'impianto in esame non interferisce con alcuna riserva naturale locale.

2.6 PIANO TERRITORIALE COMUNITA' VALSUGANA E TESINO

Lo stralcio del piano territoriale della Comunità Valsugana e Tesino relativo agli ambiti fluviali è ad oggi in fase di redazione e quindi non ancora disponibile.

2.7 PIANIFICAZIONE COMUNALE

Le opere in progetto ricadono interamente nel comune amministrativo e catastale di Pieve Tesino.

2.7.1 Piano Regolatore Generale del Comune di Pieve Tesino

Per definire la destinazione d'uso delle aree in cui ricadono le opere in progetto si è fatto riferimento alla variante 2011 al *Piano Regolatore Generale* del Comune di Pieve Tesino, redatto dall'arch. Francesca Boneccher.

La nuova opera di presa ricade completamente in **Area a Bosco** (art. 51 NdA) mentre l'edificio centrale in progetto in una zona di transizione fra **Area a Bosco** (art. 51 NdA) e **Strada di interesse locale – potenziamento** (art. 59 NdA).

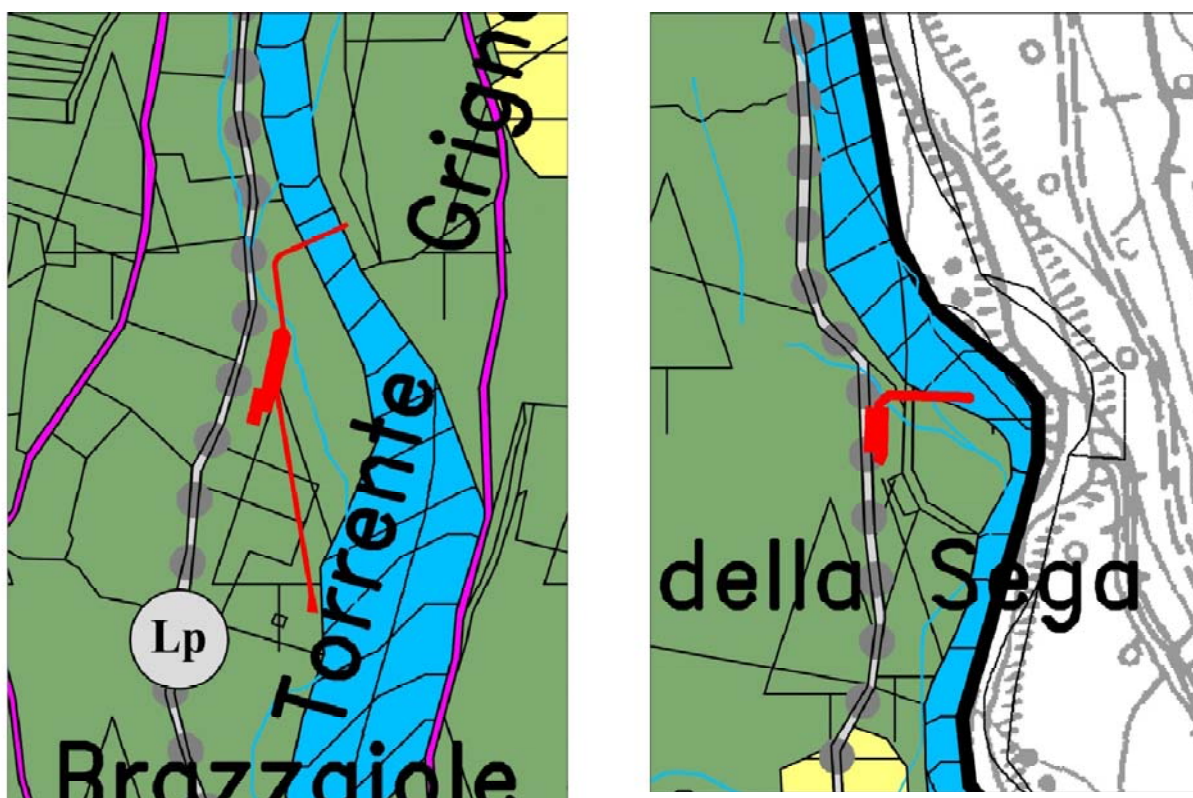


figura 16: Sovrapposizione delle opere in progetto con il Piano Regolatore Generale del Comune di Pieve Tesino – scala a vista

Da sottolineare come in corrispondenza dell'area destinata all'edificio centrale, la situazione catastale evidenziata in figura 16 risulti difforme rispetto alla realtà: la nuova struttura risulterà infatti mascherata all'interno del versante di valle a sostegno dell'esistente strada comunale e non al di sotto del relativo sedime. Attualmente tali opere non risultano inserite nel Piano Regolatore Generale di Pieve Tesino: sarà pertanto necessario effettuare gli opportuni adeguamenti del piano tramite l'istituto della deroga o della variante, in modo da rendere il piano stesso coerente con la situazione reale.

Di seguito si riportano le norme relative al Piani Regolatore Generale del Comune di Pieve Tesino, relativamente all'area oggetto di studio.

Articolo 51 - Aree a bosco

1. Sono aree a bosco quelle occupate da boschi di qualsiasi tipo, secondo la definizione contenuta nelle disposizioni provinciali in materia, e destinate alla protezione del territorio, al mantenimento della qualità ambientale e alla funzione produttiva rivolta allo sviluppo della filiera foresta-legno e degli altri prodotti e servizi assicurati dal bosco.
2. Nell'ambito delle aree a bosco possono essere svolte le attività e realizzate le opere e gli interventi di sistemazione idraulica e forestale, di miglioramento ambientale e a fini produttivi per la gestione dei patrimoni previsti dalle norme provinciali in materia, nel rispetto degli indirizzi e dei criteri fissati dai piani forestali e montani. Le aree a bosco, inoltre, possono formare oggetto di bonifica agraria, con esclusione dei boschi di pregio individuati dai piani forestali e montani, che costituiscono invarianti ai sensi del PUP.
3. Negli edifici esistenti sono ammessi gli interventi di manutenzione ordinaria, straordinaria e di ristrutturazione.
4. Per i terreni che hanno ottenuto il cambio di coltura da bosco ad area agricola, anche se ciò non compare in cartografia, valgono le norme delle aree agricole di pregio (art. 49).

Articolo 59 -Strade

1. Le strade, distinte in cartografia come esistenti, da potenziare e di progetto costituiscono la rete viaria veicolare normalmente aperta al traffico. Sono classificate in cartografia:
 - a. 3^a categoria (secondo la classificazione del PUP), asfaltate per il traffico interregionale ed intercomprensoriale di largo raggio;
 - b. 4^a categoria (secondo la classificazione del PUP) asfaltate per il traffico intercomunale;
 - c. di interesse locale, asfaltate, per il traffico di connessione tra i vari centri e nuclei abitati ed interne agli abitati stessi;
 - d. minori, campestri, poderali, rustiche, pascolive, boschive, forestali, eventualmente riservate ad un traffico specializzato soggetto a limitazioni e controlli: sono evidenziate solo in casi particolari.
2. A ciascuna categoria di strade sono assegnate le seguenti larghezze minime e massime modificabili solo qualora richiesto da documentate esigenze tecniche (del.G.P. n. 1427 del 01.07.2011):
 - a. 3^a categoria: m 7,00 – 9,50
 - b. 4^a categoria: m 4,50 – 7,00
 - c. di interesse locale: m 4,50 (1) - 7,00
(1) al di fuori delle zone insediative e per particolari situazioni è ammessa una larghezza inferiore fino a m 3,00.
 - d. minori: max m 3,00

La larghezza di cui sopra è modificabile solo a seguito di autorizzazione da parte della Giunta Provinciale ed in presenza di situazioni orografiche particolari che richiedano la realizzazione di corsie di arrampicamento.

Negli interventi di potenziamento della viabilità è prescritta la conservazione dei manufatti di interesse storico di cui all'art. 37 delle presenti Norme.

I capitelli e le croci esistenti, e non individuati ai sensi del predetto articolo, possono subire spostamenti o, qualora necessaria, la demolizione con ricostruzione nel rispetto rigoroso delle tipologie preesistenti.

Deve essere curato anche il raccordo con sentieri, mulattiere o altri percorsi minori che dovessero essere intersecati da nuovi tratti viari.

3. Nelle aree assegnate alla circolazione veicolare sono ammessi solo interventi di miglioramento, ampliamento e nuova realizzazione di strade e di impianti relativi alla viabilità (illuminazione, semafori, marciapiedi, opere di arredo, canalizzazioni, infrastrutture tecnologiche, ecc.).
4. I tracciati delle strade evidenziate nella cartografia sono da ritenersi indicativi. La loro definizione così come la rettifica, l'allargamento e il miglioramento di tratti stradali esistenti avverranno in sede di progettazione esecutiva e comunque all'interno delle relative fasce di rispetto. Sempre nella progettazione esecutiva si preciseranno le soluzioni di dettaglio (architettura, materiali, lavorazioni) sia per i manufatti e le opere d'arte delle infrastrutture che per gli interventi di inserimento nel paesaggio e di arredo.

Gli interventi di potenziamento di strade esistenti, limitati ad opere di ristrutturazione leggera dei tracciati, finalizzate esclusivamente a garantire la necessaria condizione di sicurezza al traffico veicolare e pedonale, quali allargamento di curve pericolose, realizzazione di piazzole di scambio, marciapiedi, ecc, sono sempre ammessi anche a prescindere dall'indicazione

cartografica di potenziamento della strada, in quanto ritenuti interventi di pubblica utilità, purchè siano realizzati all'interno delle relative fasce di rispetto.

Qualora il Comune abbia approvato un progetto che definisca con precisione la posizione e l'assetto futuro delle strade da potenziare e di progetto, la larghezza delle fasce di rispetto diventa quella delle strade esistenti e si rileva sul progetto.

5. Nelle urbanizzazioni le strade di nuova costruzione vanno preferibilmente dotate di marciapiedi, ove possibile su ambo i lati, di larghezza non inferiore a m 1,50 per lato.

Nei tratti esistenti soggetti a ristrutturazione vanno comunque assicurati, su uno o su entrambi i lati della sede stradale, marciapiedi di larghezza complessiva non inferiore a m 1,50.

I marciapiedi esistenti o gli eventuali nuovi andranno visivamente differenziati rispetto alla sede stradale e sempre, ove possibile, alberati.

6. La costruzione di nuove strade veicolari minori di cui alla lettera d) del comma 1 è ammessa, solo all'interno delle aree agricole e silvo-pastorali ed al solo fine di permettere l'accesso ai terreni per i lavori necessari alla conduzione del fondo e per il trasporto dei prodotti, alle seguenti condizioni:

- il traffico sia consentito esclusivamente a servizio delle funzioni assegnate a ciascuna area e a ciascun tipo di insediamento;
- gli incroci con i sentieri e le altre strade minori locali esistenti siano accuratamente sistemati;
- il convogliamento delle acque superficiali avvenga adottando gli accorgimenti tecnici più perfezionati;
- non sia modificato il regime esistente delle acque superficiali e in sottosuolo se non per migliorare le attuali condizioni;
- sia evitato ogni impatto negativo sul paesaggio e sull' ambiente assicurando, in sede di progetto, tutte le necessarie misure di mitigazione;
- le piazzole non siano più larghe di m 3,00.

7. Ai fini della tutela ambientale, la realizzazione dei manufatti stradali negli spazi aperti deve attenersi alle prescrizioni in materia indicate nel Titolo I.

Nelle aree assoggettate alla tutela di cui all' art. 14 valgono gli ulteriori disposti ivi riportati.

Tutte le nuove strade e le varianti di quelle esistenti vanno comunque progettate ed eseguite attenendosi a rigorosi criteri di minimo impatto sull' ambiente e sul paesaggio.

Su tutte le strade la segnaletica va ridotta al minimo tecnicamente necessario.

La pubblicità commerciale è vietata lungo tutte le strade negli spazi aperti ed è ammessa nelle urbanizzazioni solo lungo le strade di cui alla lettera a. del comma 1, purchè si collochi entro gli spazi assegnati allo scopo dalle Amministrazioni Comunali.

8. La larghezza delle fasce di rispetto non edificabili delle strade, normata dalla G.P. con delibera n.1427 dd. 01.07.2011 e s. m., è specificata nella tabella seguente e si misura:

- dal limite stradale per strade esistenti e strade esistenti da potenziare;
- dall' asse stradale per strade di progetto.
- dal centro del simbolo per i raccordi.

LARGHEZZA DELLE FASCE DI RISPETTO STRADALE						
	ALL' INTERNO DELLE AREE SPECIFICATEMENTE DESTINATE ALL' INSEDIAMENTO			AL DI FUORI DELLE AREE SPECIFICATEMENTE DESTINATE ALL' INSEDIAMENTO		
	ESISTENTI	ESISTENTI DA POTENZ.	DI PROGETTO	ESISTENTI	ESISTENTI DA POTENZ.	DI PROGETTO
3 CATEGORIA	5	25	35	20	40	60
4 CATEGORIA	5	15	25	15	30	45
VIABILITÀ LOCALE	5	5	10	10	20	30
VIABILITÀ MINORE	5	5	10	10	20	30

2.7.2 Classificazione Acustica del Territorio

Ai fini della classificazione acustica del territorio, si è fatto riferimento al piano di zonizzazione del Comune di Pieve Tesino, redatto dalla Società Modulo Uno S.p.A. in data settembre 2008, di cui si riporta un estratto in figura 16.

Il piano di zonizzazione acustica del Comune di Pieve Tesino classifica l'area di produzione idroelettrica come **Zone di Classe acustica I** (Aree particolarmente protette), i cui valori limite di emissione massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) risultano pari a 45 dB(A) nella fascia diurna e 35 dB(A) nella fascia notturna (tabella 1). Va tuttavia sottolineato come anche le aree confinanti più prossime appartengono alla medesima classe acustica.

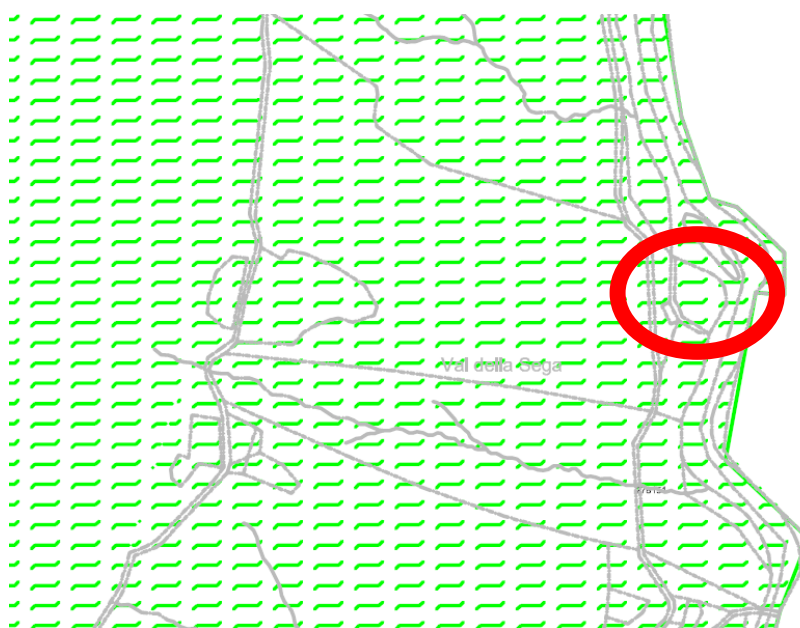


figura 17: Individuazione edificio centrale nel Piano Zonizzazione Acustica del Comune di Pieve Tesino – scala a vista

CLASSI DI DESTINAZIONE USO TERRITORIO	Valori limite di emissione Leq in dB(A)		Valori limite di immissione Leq in dB(A)	
	Notturno (6.00-22.00)	Diurno (22.00-6.00)	Notturno (6.00-22.00)	Diurno (22.00-6.00)
I aree particolarmente protette	45	35	50	40
II aree prevalentemente residenziali	50	40	55	45
III aree di tipo misto	55	45	60	50
IV aree di intensa attività umana	60	50	65	55
V aree prevalentemente industriali	65	55	70	60
VI aree esclusivamente industriali	65	65	70	70

Tabella 9: Valori limite di emissione massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) nel Comune di Pieve Tesino

2.8 DEMANIO IDRAULICO

Le opere in progetto non vanno ad interessare alcuna particella di proprietà demaniale, ad eccezione della parte terminale dei rispettivi canali di scarico. Entrambe le opere sono state posizionate ad una distanza

superiore ai 10 m rispetto al confine demaniale evidenziato nella planimetria catastale del Comune di Pieve Tesino.

3 ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica di seguito riportata è stata sviluppata avvalendosi delle misure idrologiche tuttora in corso di realizzazione derivanti dall'attuazione del piano di monitoraggio predisposto per i torrenti Grigno e Tolvà in seguito all'entrata in funzione dell'impianto idroelettrico di Ponte della Stua.

La metodologia presentata raccoglie le indicazioni/prescrizioni fornite dal Servizio Gestione Risorse Idriche durante l'istruttoria, relativamente alla valutazione dei diversi contributi idrici.

Il punto di partenza di tale analisi è rappresentato dalle misure effettuate all'interno del bacino del torrente Grigno, sebbene relative ad un periodo temporale piuttosto limitato di circa 40 mesi, che danno però la possibilità di ricostruire in maniera attendibile i quantitativi di portata effettivamente defluiti nel torrente all'opera di presa in progetto. Tale approccio basato su misure dirette ha consentito il superamento della metodologia indiretta, utilizzata nelle precedenti proposte, basata sulla stima delle portate defluenti a partire dai coefficienti udometrici ricavati su bacini limitrofi. L'analisi condotta presenta inoltre un ulteriore vantaggio rispetto all'approccio indiretto in quanto permette di tenere conto dell'effettiva influenza delle regimazioni che vengono effettuate sul lago di Sorgazza e di Costabrunella per il funzionamento della centrale HDE di Costabrunella.

L'analisi idrologica condotta nella presente integrazione consta dei seguenti passi:

- 1) Determinazione delle portate defluenti in alveo alla confluenza dei torrenti Grigno e Tolvà;
- 2) Calcolo dei deflussi minimi in corrispondenza dell'opera di presa in progetto;
- 3) Valutazione della disponibilità idrica turbinabile in corrispondenza dell'opera di presa in progetto, mediante approccio integrale;

Di seguito si riporta la descrizione delle varie fasi.

1 Determinazione portate defluenti in alveo alla confluenza tra Grigno e Tolvà

La determinazione delle portate defluenti in alveo alla confluenza fra il torrente Grigno e il torrente Tolvà è stata effettuata a partire dalle misure idrometriche registrate in corrispondenza delle stazioni di misura presenti all'interno del bacino idrografico. In particolare:

- a) le tre stazioni previste dal piano di monitoraggio nel bacino del torrente Grigno, tutt'oggi in fase di applicazione, due delle quali dislocate sul torrente Tolvà ed una sul torrente Grigno;
- b) la stazione posta in corrispondenza di Ponte della Stua e gestita dal Servizio Dighe della Provincia Autonoma di Trento;
- c) il pozzetto di misura delle portate defluenti nelle condotte forzate dei due impianti idroelettrici sul Grigno e sul Tolvà, localizzato subito a monte dell'esistente centrale di Ponte della Stua.

La localizzazione di tali punti di misura è illustrata schematicamente figura 18: le due stazioni sul torrente Tolvà sono denominate IDRO02 (Tolvà Alto) e IDRO03 (Tolvà Basso), quella sul torrente Grigno IDRO01 (Grigno Alto) e quella in corrispondenza di Ponte delle Stua PONTE DELLA STUA.

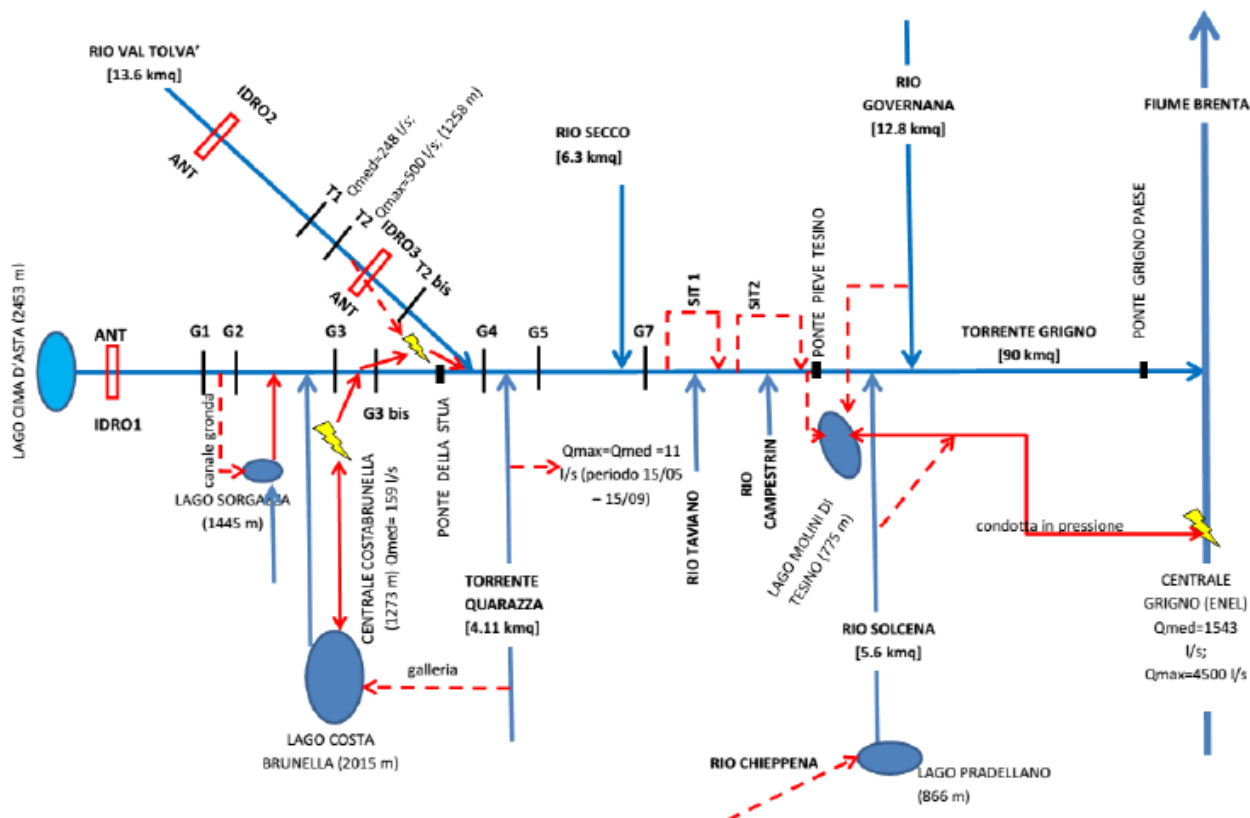


figura 18: Localizzazione stazioni di misura

Le altezze idrometriche rilevate sono state convertite in misure di portata sfruttando scale di deflusso appositamente costruite dall'Università degli Studi di Trento, che si occupa di gestire il monitoraggio e l'analisi dei dati. In collaborazione con l'Università tali dati sono poi stati omogeneizzati, sincronizzati e combinati tra loro in modo da ricostruire le portate defluenti alla confluenza tra torrente Tolvà e torrente Grigno con una scansione temporale di 15 minuti. L'analisi è stata realizzata nel periodo compreso fra gennaio 2014 (data di attivazione dei vari misuratori) e aprile 2017 (ultima data in cui sono disponibili tutte le serie di misure).

2 Calcolo deflussi minimi ed eventuali integrazione di portata in alveo

Il deflusso minimo vitale è stato valutato in corrispondenza della sezione di presa in progetto a quota 1040,83 m s.l.m., nota la natura nivale-pluviale del bacino (5,0 l/s kmq dic - mar, 7,0 l/s kmq apr – lug e ott-nov, 6,0 l/s kmq ago – set) e la superficie sottesa pari a 38,20 kmq.

In accordo con l'art. 7, comma 1, lettera F), punto IV delle Norme di Attuazione del PGUAP della Provincia di Trento e ai sensi della D.d.G. n. 1847 del 31/08/2007, la derivazione in esame sul torrente Grigno deve essere coerente con il **criterio di alta compatibilità ambientale** che assicura una portata di rispetto pari ad almeno una volta e mezzo il DMV stabilito dal Piano di Tutela delle Acque.

In Tabella 10 si riporta il deflusso minimo vitale unitario caratteristico del corso d'acqua, il deflusso minimo vitale di progetto e la portata di rispetto.

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
DMV bacino unitario nivale pluviale (l/s*km²)	5,0	5,0	5,0	7,0	7,0	7,0	7,0	6,0	6,0	7,0	7,0	5,0
DMV complessivo su 38,20 kmq (l/s)	191	191	191	264,40	264,40	264,40	264,40	229,20	229,20	264,40	264,40	191
Portata di rispetto alta compatibilità (l/s)	286,50	286,50	286,50	401,10	401,10	401,10	401,10	343,80	343,80	401,10	401,10	286,50
Portata di rispetto (l/s)	382	382	382	534	534	534	534	459	459	534	534	382

Tabella 10: valori di DMV unitari e totali da PGUAP, portata di rispetto relativi all'impianto sul torrente Grigno

La portata di rispetto prefissata verrà garantita mediante il deflusso transitante nell'inciso della traversa di presa (350 l/s) e dai fori di rilascio integrativo posizionati sulle paratoie nella vasca dissabbiatrice che consentono di scaricare rispettivamente 32 l/s, 75 l/s e 78 l/s.

3 Valutazione della disponibilità idrica turbinabile in corrispondenza dell'opera di presa in progetto

Una volta garantita in alveo la presenza della portata di rispetto è stata valutata l'entità dei volumi derivabili con un approccio integrale basato sulla disponibilità idrica in alveo all'opera di presa. I valori di portata necessari all'analisi sono stati ricavati effettuando una regionalizzazione dei deflussi determinati al punto 1) mediante la seguente formula

$$Q_{scarico} = Q_{confluenza} \cdot \frac{A_1}{A_2}$$

dove:

- $Q_{confluenza}$ portate defluenti alla confluenza tra torrente Grigno e torrente Tolvà;
- A_2 area del bacino chiuso alla confluenza tra torrente Grigno e torrente Tolvà, pari a 31,2 kmq;
- A_1 area del bacino chiuso allo scarico dell'opera di presa in progetto, pari a 38,20 kmq;
- $Q_{scarico}$ portate defluenti presso la sezione di scarico dell'opera di presa in progetto.

La portate così ottenute sono state elaborate ricavando valori di frequenza giornaliera espressi nei grafici di durata mensile sotto riportati.

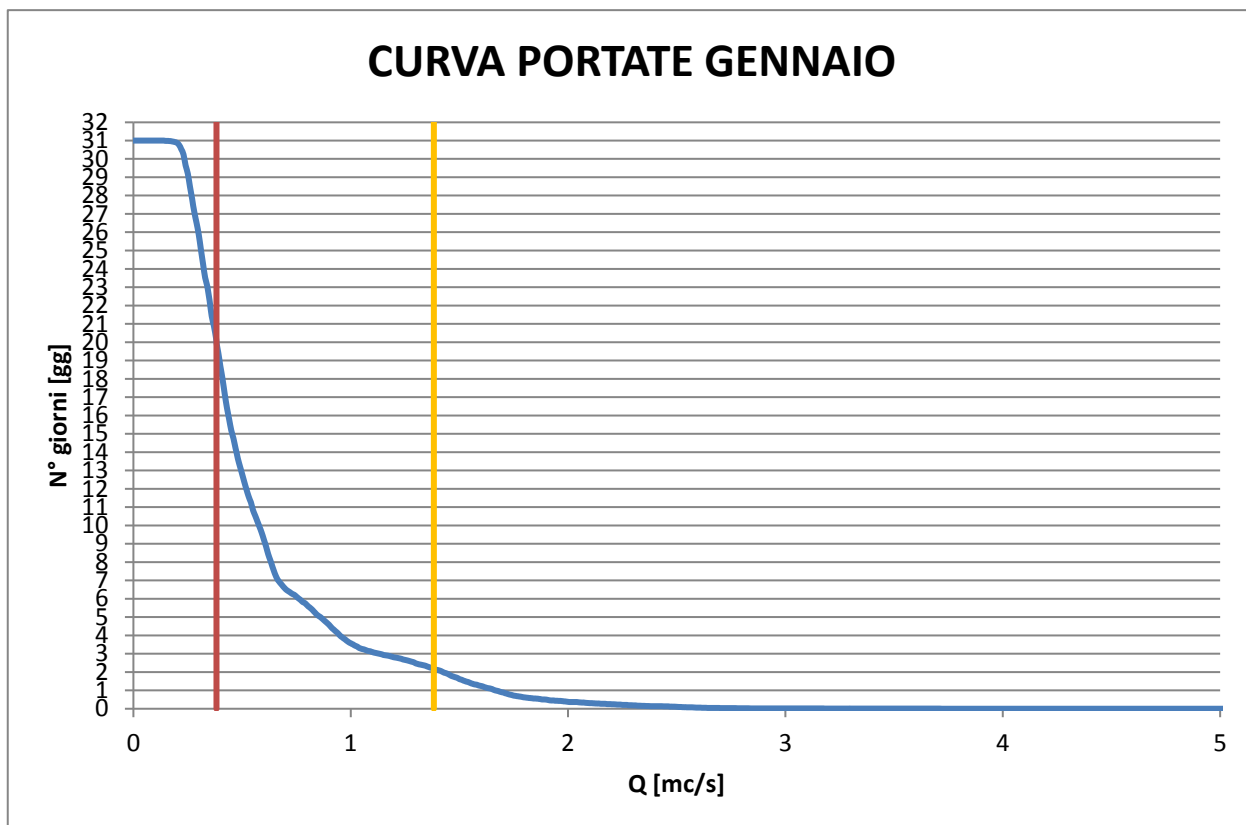


figura 19: curva di frequenza – mese gennaio

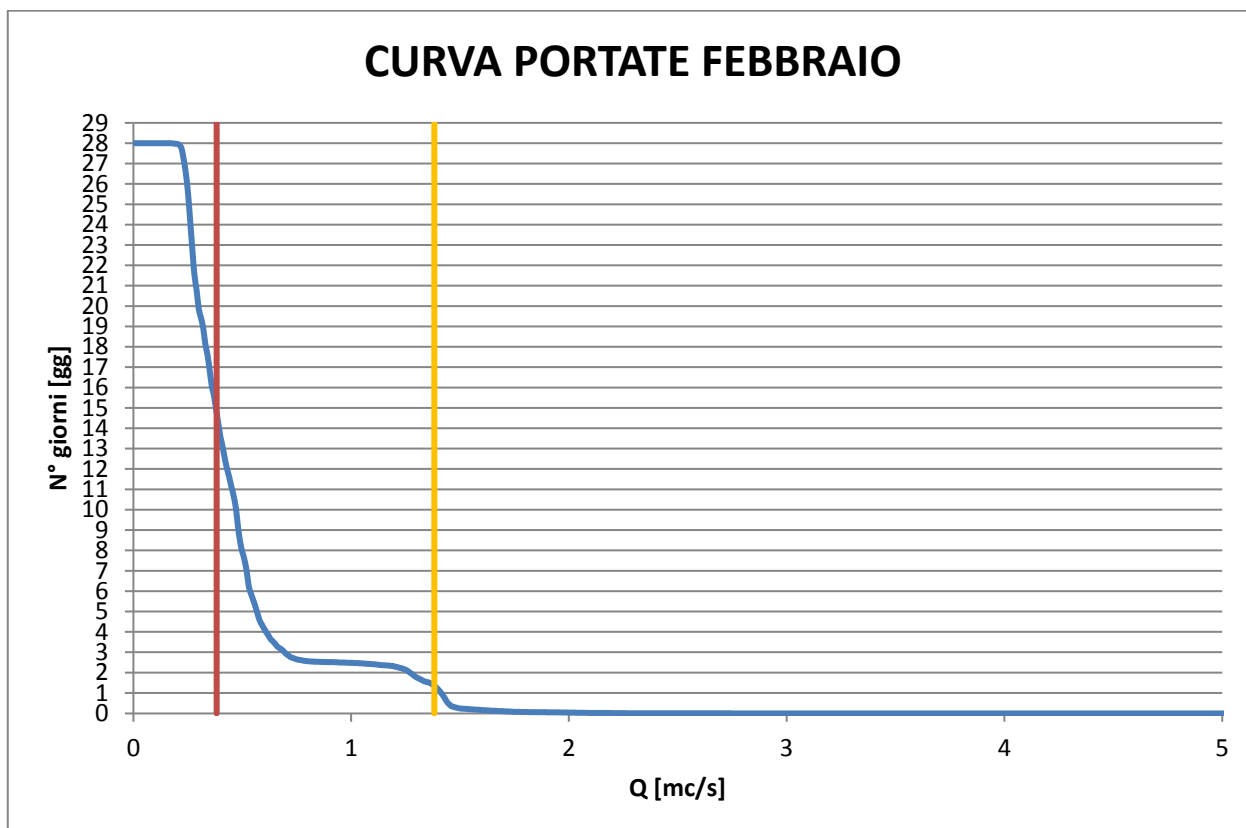


figura 20: curva di frequenza – mese febbraio

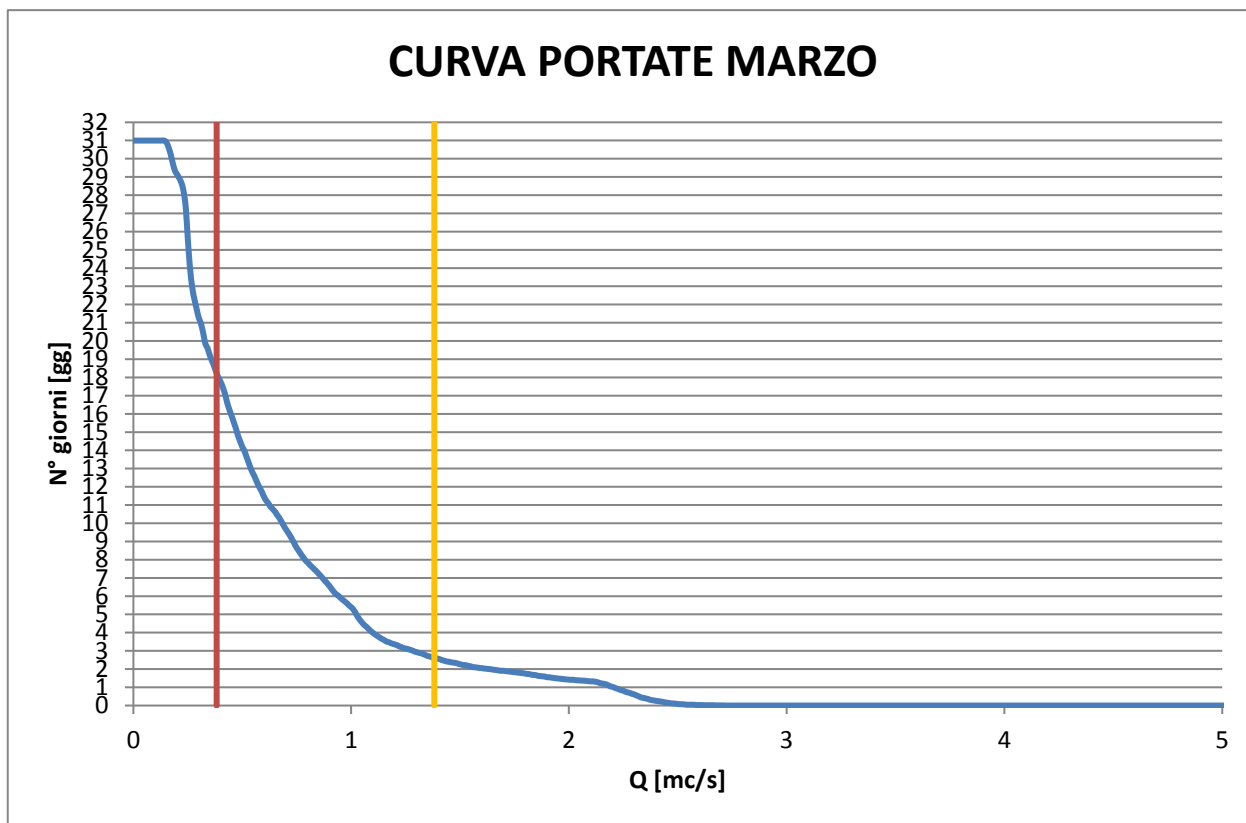


figura 21: curva di frequenza – mese marzo

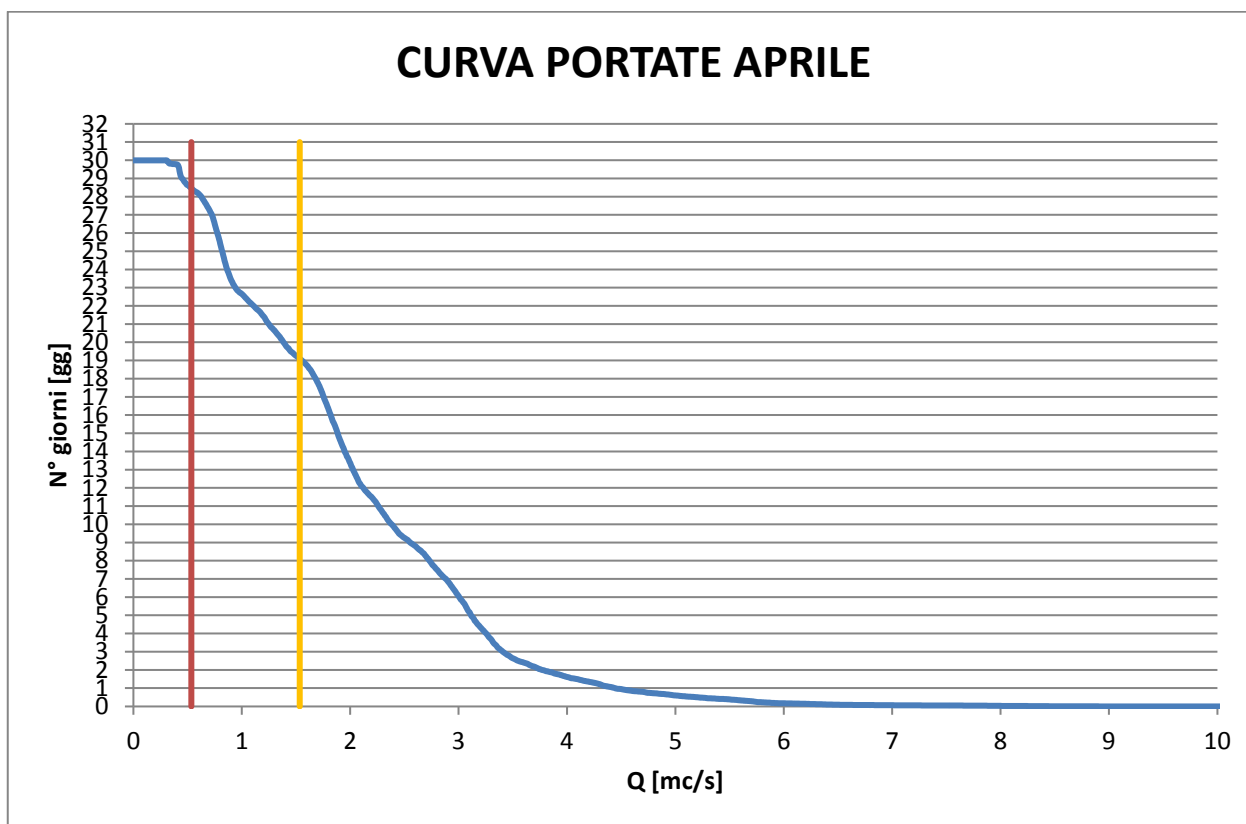


figura 22: curva di frequenza – mese aprile

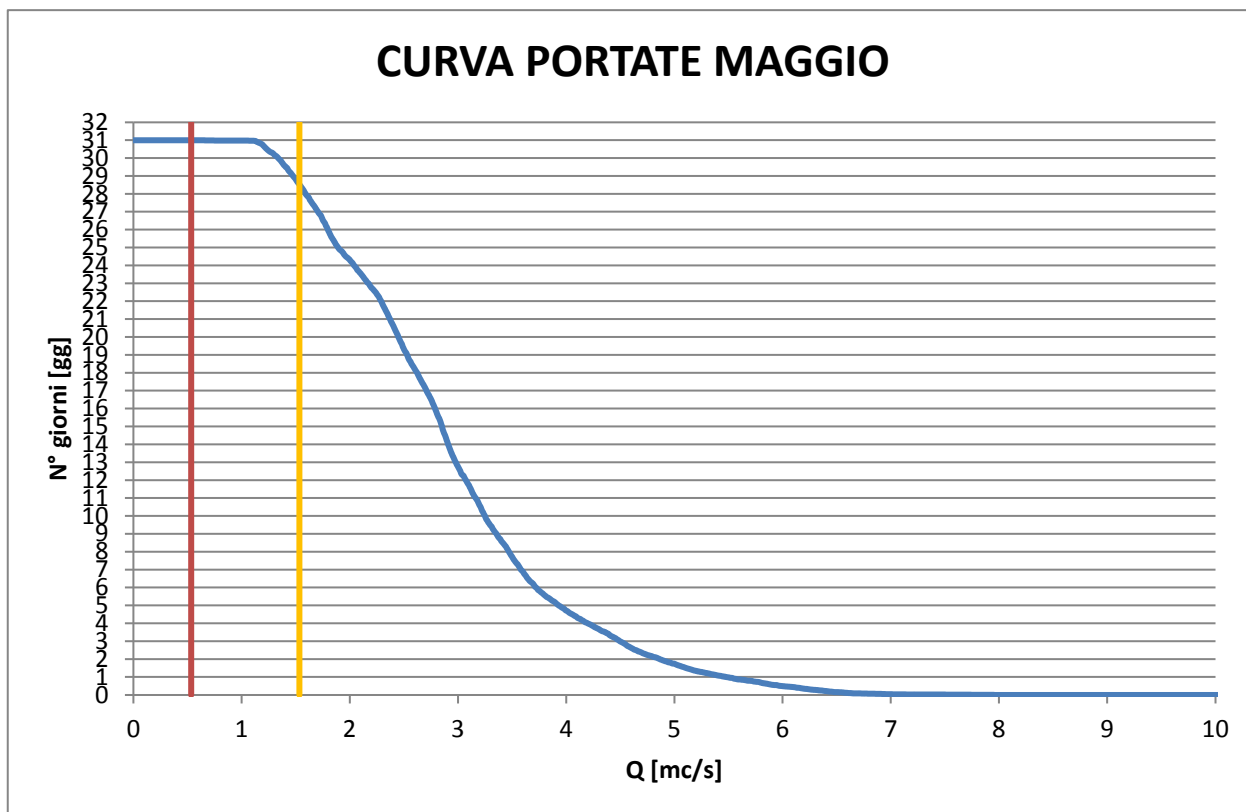


figura 23: curva di frequenza – mese maggio

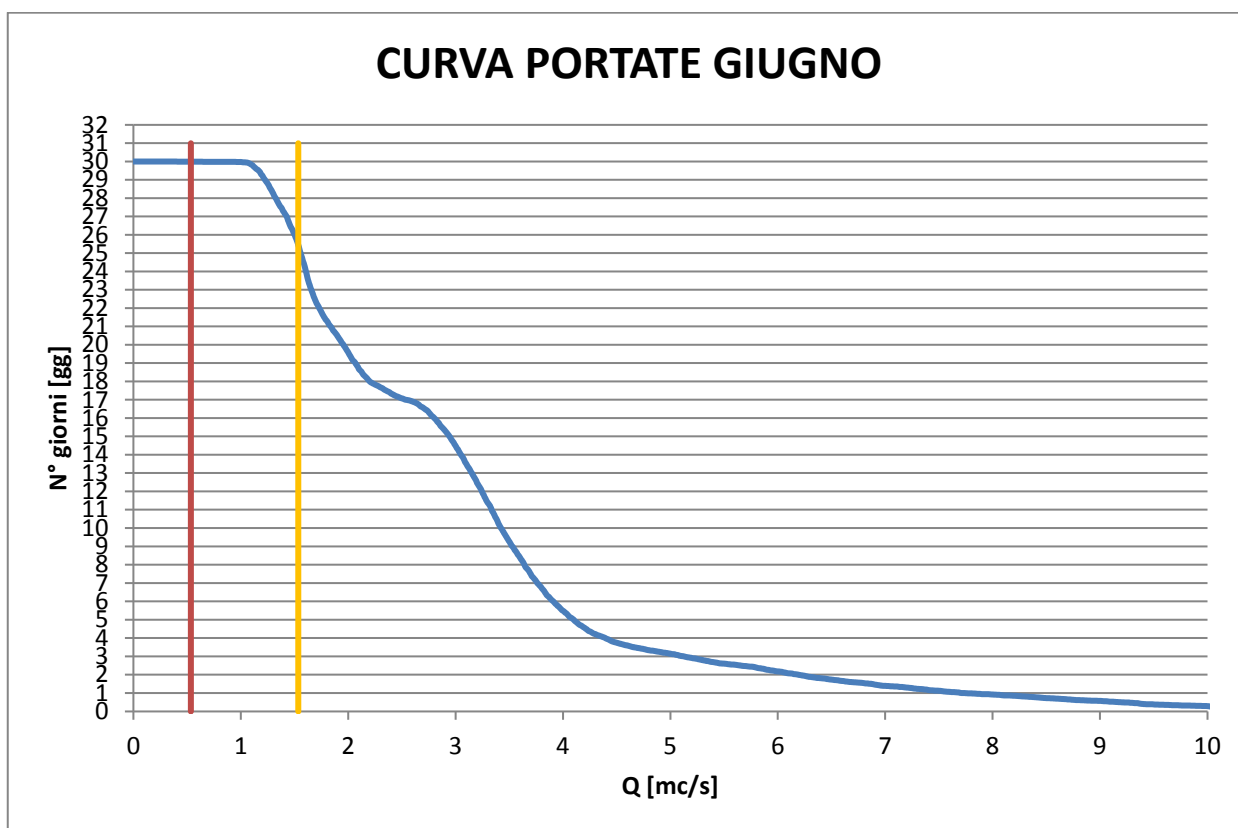


figura 24: curva di frequenza – mese giugno

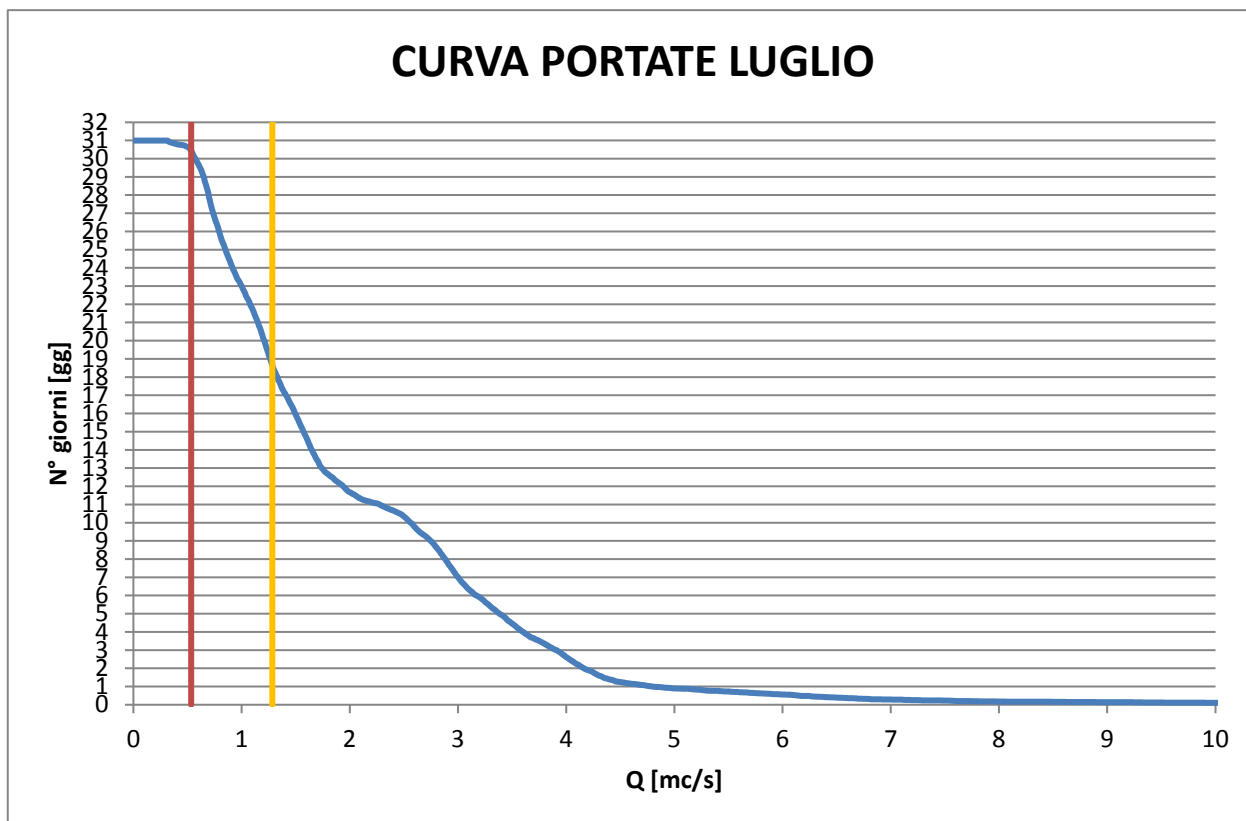


figura 25: curva di frequenza – mese luglio

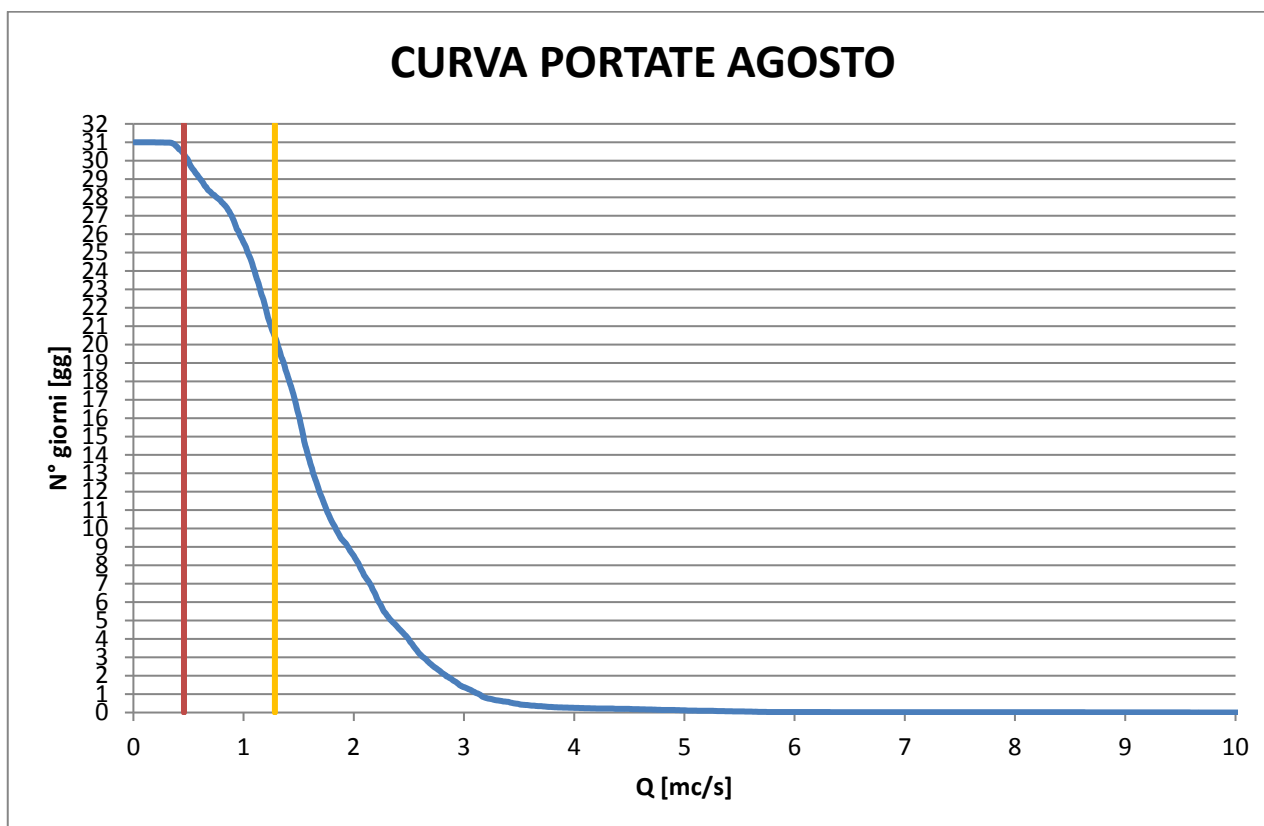


figura 26: curva di frequenza – mese agosto

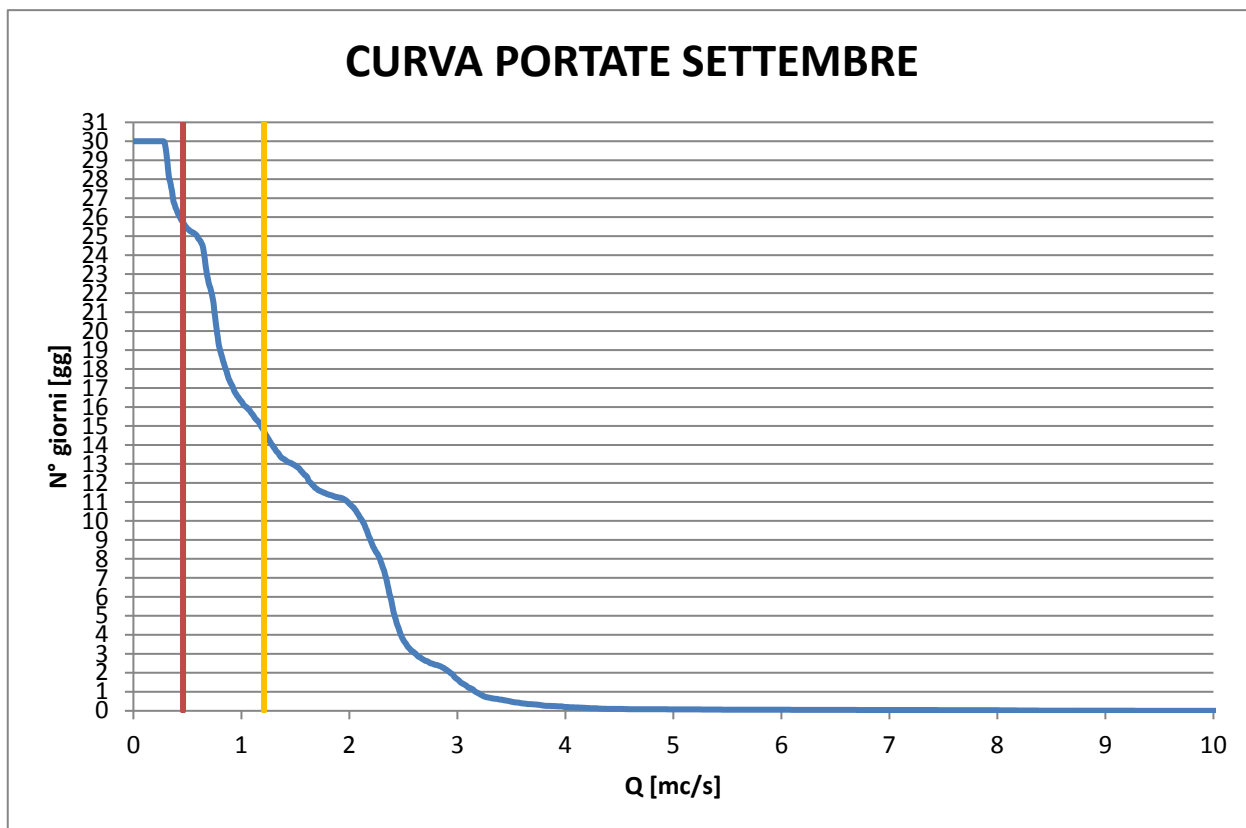


figura 27: curva di frequenza – mese settembre

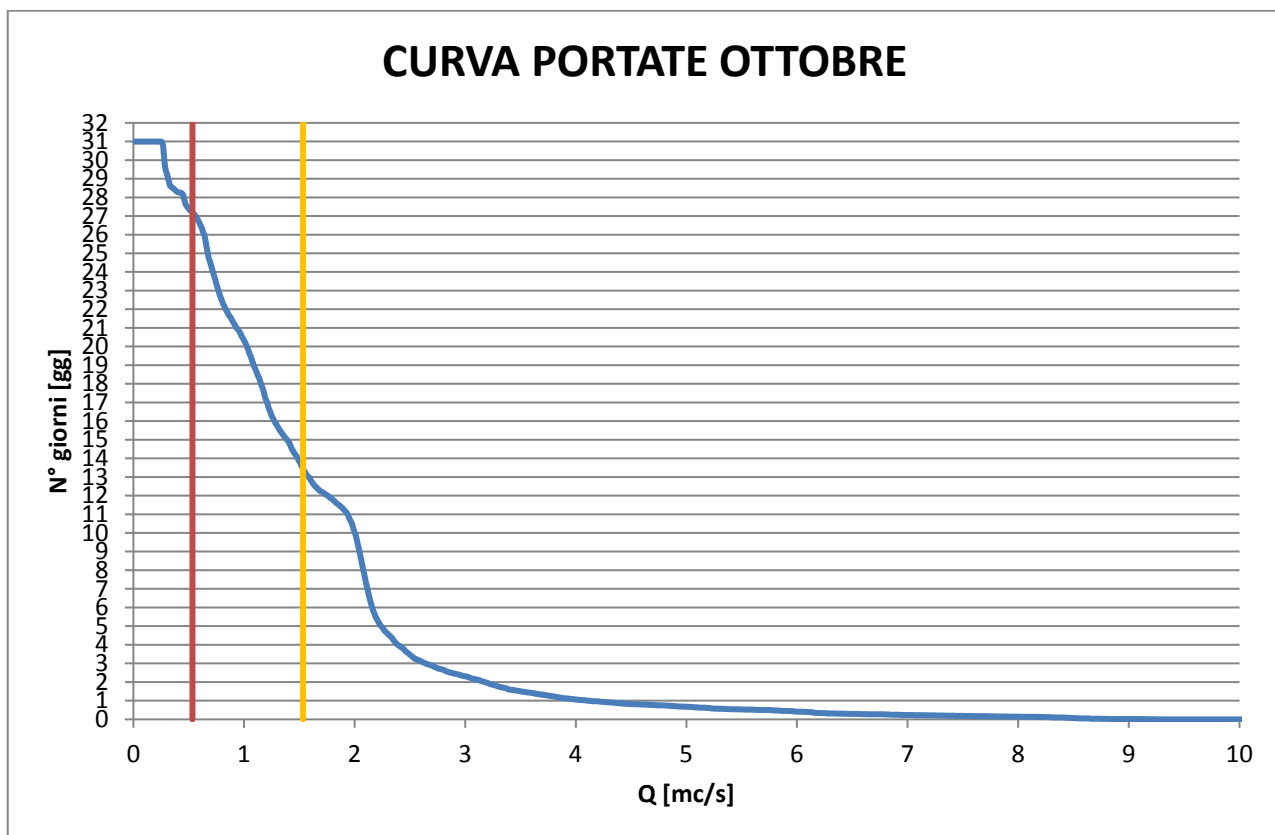


figura 28: curva di frequenza – mese ottobre

CURVA PORTATE NOVEMBRE

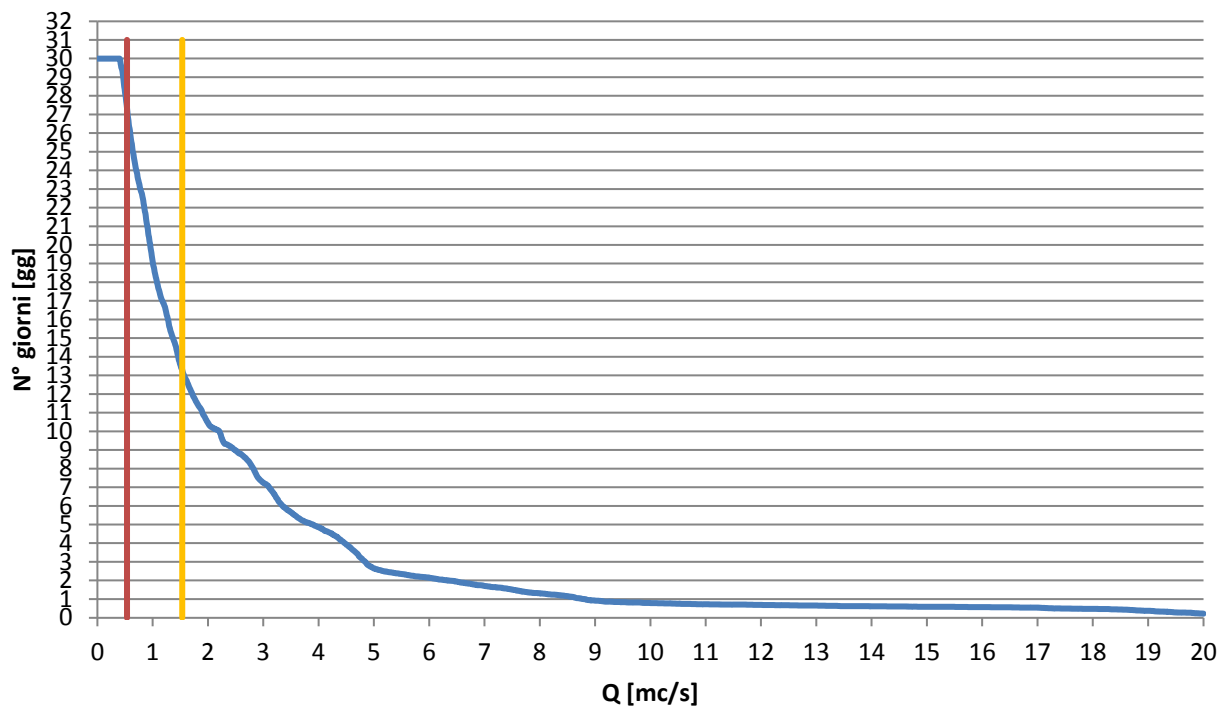


figura 29: curva di frequenza – mese novembre

CURVA PORTATE DICEMBRE

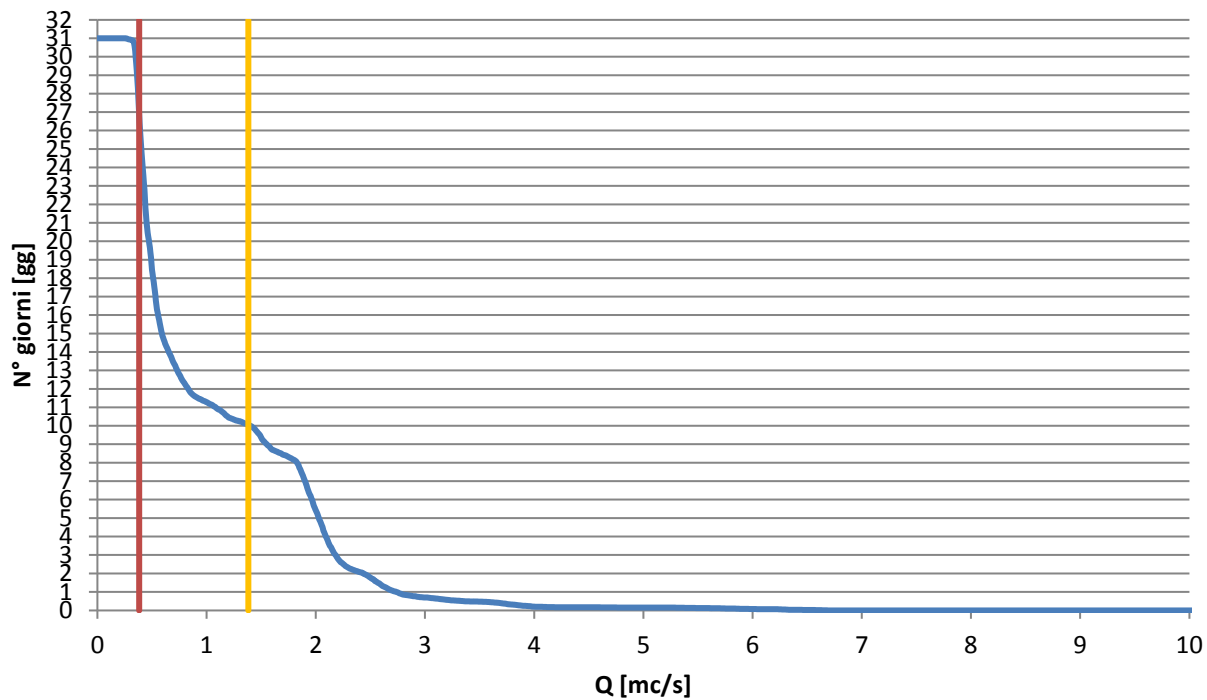


figura 30: curva di frequenza – mese dicembre

Effettuando l'integrale delle curve di frequenza sono state calcolate le portate medie mensili in alveo stimate all'altezza dello scarico dell'opera di presa in progetto, riportate in Tabella 11.

GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
584	493	636	2029	2933	3100	2038	1638	1577	1627	2441	1063

Tabella 11: portate medie mensili [l/s] in alveo all'opera di presa in progetto per il periodo compreso tra gennaio 2014 e aprile 2017

La valutazione delle portate derivabili è stata effettuata integrando le curve di frequenza all'interno del campo definito dalla riga rossa (portata di rispetto da garantire in alveo) e da quella gialla (somma fra portata massima derivabile e portata di rispetto). La tabella seguente illustra i valori di portata medi mensili ricavati dall'analisi idrologica mettendo in evidenza il quantitativo di acqua teoricamente turbinabile dall'impianto nei vari mesi. **Si segnala che nei mesi di gennaio, febbraio e marzo è stato definito il valore di portata massima derivabile per contenere e se possibile annullare i fenomeni di hydropeacking, seguendo le indicazioni di concerto con l'ittigiologo incaricato, mentre durante i mesi estivi, il valore massimo di portata prelevabile è stato limitato rispetto alla disponibilità per favorire la pratica degli sport acquatici e garantire un'adeguata diluizione dei reflui provenienti dalla fossa Imhoff di Malene durante il periodo di potenziale fruizione del campeggio.**

Si è inoltre cercato di effettuare una modulazione della portata massima solamente su due differenti valori, in maniera da semplificare il regime derivatorio ai fini di una corretta gestione.

Tale configurazione ha consentito di soddisfare le richieste emerse durante la conferenza dei Servizi tenutasi in data 6 febbraio 2018.

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Qalveo (l/s)	584	493	636	2029	2933	3100	2038	1638	1577	1627	2441	1063
Qmax impianto (l/s)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	750	750	750	1000	1000	1000
Qturbinata (l/s)	206	138	252	774	986	972	595	652	493	640	648	429
Qresidua (l/s)	378	355	384	1255	1947	2128	1443	986	1084	987	1793	634
Qrispetto (l/s)	382	382	382	534	534	534	534	459	459	534	534	382

Tabella 12: valori medi mensili di portata naturale, derivabile e residua presenti in alveo all'altezza dell'opera di presa

I valori medi annuali relativi alle diverse grandezze sono riportati in

	Qalveo (l/s)	Qturbinata (l/s)	Qresidua (l/s)	Qrispetto (l/s)
MEDIA ANNUA	1682	567	1115	471

Tabella 13: valori medi di portata naturale, derivabile e residua presenti in alveo all'altezza dell'opera di presa

La portata media annua turbinata, calcolata con l'approccio integrale tenendo conto delle portate massime derivate, risulta essere pari a 567 l/s. **Tale analisi tiene inoltre conto della concessione ad uso civile-igienico R/1064, sottesa alla derivazione, caratterizzata da portata media e massima pari a 0,10 l/s.**

L'esito grafico dell'analisi idrologica descritta può essere analizzato in figura 31.

Si noti come durante i mesi di gennaio e febbraio il valore della portata residua risulti essere inferiore a quello della portata di rispetto (2 volte DMV). Tale aspetto non deve trarre in inganno in quanto si tratta di valori medi ottenuti dai volumi di portata ricavati integrando le curve di frequenza riportate in precedenza senza considerare l'area compresa tra riga gialla e riga rossa. Dato il particolare andamento della curva, che presenta un rapido calo già per portate inferiori a 382 l/s, si evidenzia che in questi mesi sono presenti numerose giornate in cui la portata naturale in alveo è inferiore alla portata di rispetto. Nel corso di queste giornate l'impianto resterà comunque fermo. Questo determina che il valore medio mensile della portata residua risulta essere numericamente inferiore al valore della portata di rispetto, anche se quest'ultima, quando disponibile in alveo, è sempre garantita.

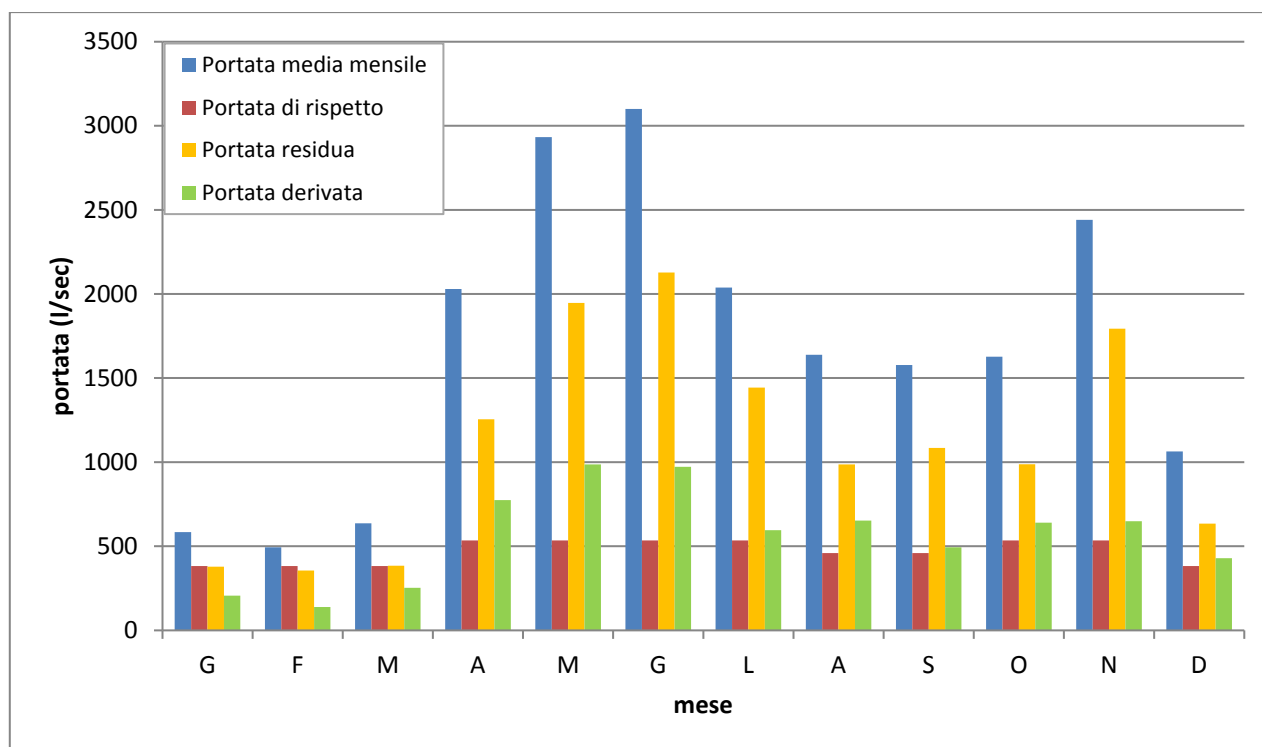


figura 31: diagramma idrologico torrente Grigno, in corrispondenza dell'opera di presa in progetto.

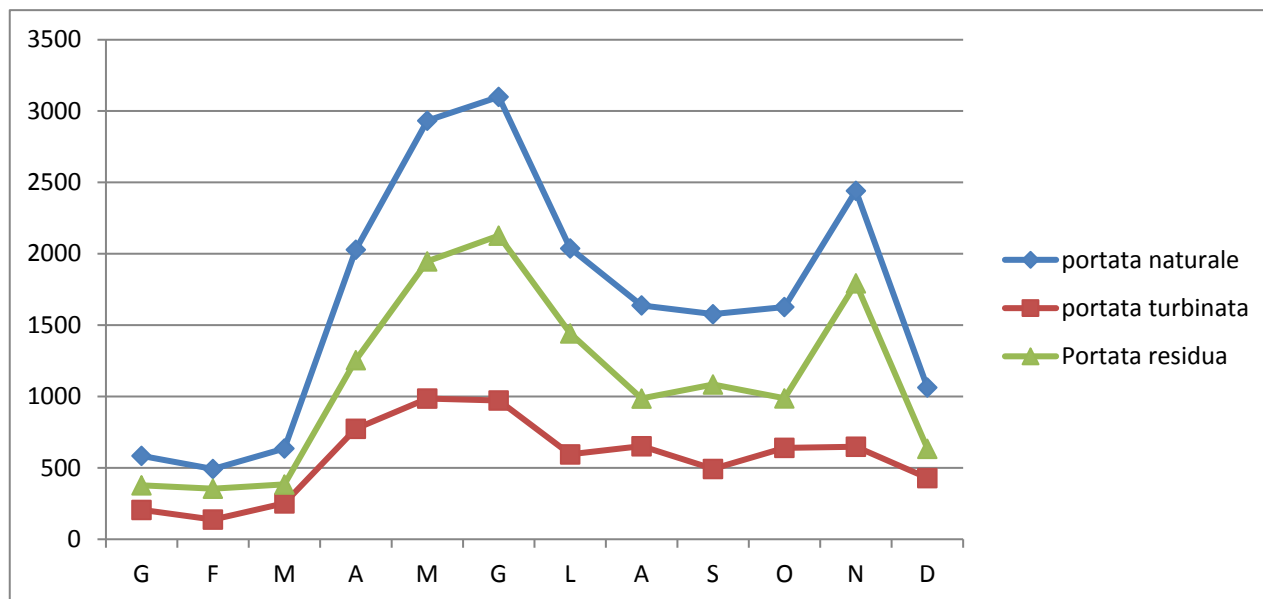


Figura 32: portata media naturale, turbinata e residua nei vari mesi dell'anno

E' possibile osservare che nella presente soluzione progettuale la portata massima dell'impianto è stata ridotta e vale ora 1000 l/s e che le portate di rispetto sono state poste pari a due volte il DMV (come richiesto dal Servizio Foreste e Fauna) e modulate in funzione del periodo dell'anno.

E' infine possibile osservare che l'andamento della portata residua ricalca il regime del corso d'acqua in condizioni naturali.

3.1.1 Studio del trasporto solido

Di seguito si riporta una breve sintesi dello studio sul trasporto solido del torrente Grigno, realizzato come misura di compensazione a carico dell'impianto sul torrente Tolvà all'interno del relativo piano di gestione sostenibile. La trattazione effettuata, sviluppata di concerto con il CUDAM di Trento, l'Università Bicocca di Trento e l'Università della Tuscia (Viterbo), è qui sintetizzata al fine di ottemperare ad una serie di prescrizioni fornite dai vari Servizi della PAT in fase di istruttoria.

Il trasporto solido dei corsi d'acqua alpini è un fenomeno naturale complesso, del quale rimangono ancora poco chiare le cause che controllano le distanze percorse dai sedimenti, i tempi di residenza del materiale all'interno di determinati tratti dell'asta fluviale ed i tassi di trasporto. Nel Torrente Grigno sono state adottate le più recenti tecniche di tracciamento geomorfologico in alveo, al fine di poter misurare gli spostamenti dei clasti a seguito delle piene osservate nel biennio 2014 – 2015.

Il bacino idrografico sotteso dal tratto fluviale oggetto d'indagine (7 km²) è composto da litologia granitoide, e si distingue per il limitato, se non assente, apporto di sedimento dai versanti verso l'asta fluviale principale. La scarsità di questo apporto fa sì che all'interno dell'alveo la presenza di sabbie e ghiaie fini risulti del tutto trascurabile. Ciò conferisce elevata stabilità alle strutture morfologiche in alveo, le cui forme tipiche sono sequenze a step-pool e boulder cascades, con dimensioni dei blocchi nell'ordine del metro.

Nel biennio 2014-2015 sono state monitorate le forzanti idro-meteorologiche, nella fattispecie la portata liquida defluente in alveo, le precipitazioni e le temperature osservate nella stazione meteorologica provinciale di riferimento (Malga Sorgazza). L'enfasi dello studio è stata posta sulla caratterizzazione della forzante idro-meteorologica, individuando eventi di piena dovuti allo scioglimento nivale, ad eventi pluviali, o ad una combinazione dei due tipi. Nel dicembre 2013 sono stati rilasciati i primi 100 clasti traccianti equipaggiati con un transponder passivo (PIT), ed ulteriori rilasci sono stati effettuati nel 2014 e nel 2015. Complessivamente sono stati depositati in alveo 250 clasti di dimensioni comprese tra i 45 mm ed i 128 mm. Attraverso i PIT ed un sistema di lettura basato sulla Radio Frequency IDentification (RFID), è possibile rinvenire i clasti in alveo, e tracciarne gli spostamenti a scala di evento idro-meteorologico.

Dal punto di vista della forzante meteorologica, nel 2014 le precipitazioni annue complessive registrate dalla stazione meteorologica di riferimento sono state di 2790 mm, a fronte di una media nell'ultimo trentennio di circa 1500 mm. Tale situazione è nettamente distinta dal 2015, in cui le precipitazioni complessive sono state di 1357 mm.

Analizzando gli eventi idrologici che hanno indotto o meno spostamenti all'interno della popolazione di traccianti è stato possibile determinare le minime portate di picco per le quali non si è avuto spostamento dei traccianti, e le massime portate di picco che hanno indotto spostamento dei clasti. I valori delle soglie di portata che non hanno originato trasporto sono più elevati nelle stagioni di scioglimento rispetto alle stagioni pluviali, sia nel 2014 che nel 2015 (figura 33).

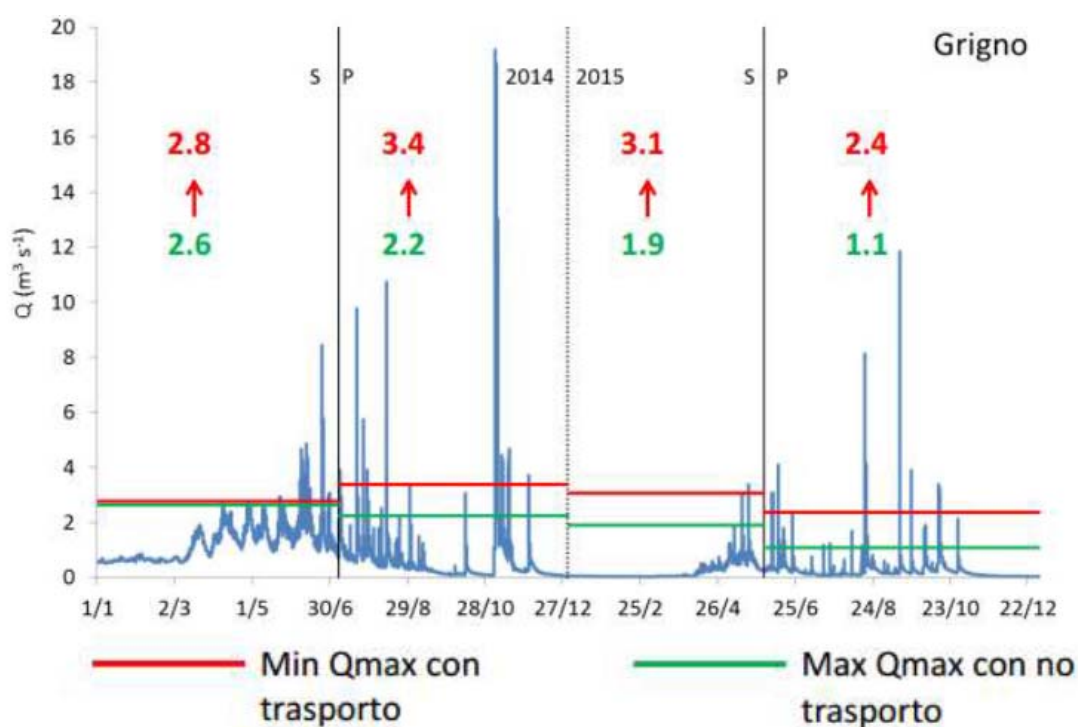


figura 33: soglie di portata per l'innescio del trasporto solido per il Torrente Grigno, nel periodo 2014-2015. I valori numerici riportati indicano le soglie di portata (S= stagione di scioglimento, P= stagione delle piogge).

Una volta determinate le soglie del trasporto, si può definire un periodo detto di trasporto virtuale, che è rappresentato dall'integrale del tempo per cui l'idrogramma di ciascun evento di piena ha superato i valori di soglia. Dividendo la distanza percorsa dal singolo tracciante per il tempo di trasporto virtuale si ottiene la velocità virtuale. Questa è di fondamentale importanza nel calcolo del trasporto solido volumetrico, ottenuto mediante l'applicazione della formula geomorfologica, per cui:

$$G = d w v (1 - p)$$

con G il trasporto solido volumetrico [mc/s], d lo spessore dello strato attivo [m], w la larghezza media del canale attivo [m], v la velocità virtuale media dei clasti trasportati [m/s] e p la porosità del sedimento in alveo posta pari a 0.7.

Applicando tale formula a tutti gli eventi monitorati nel biennio 2014-2015 si evince come i tassi di trasporto in alvei morfologicamente stabili come quello del Grigno, siano limitati. Il trasporto solido cumulato nell'anno 2014 è fortemente influenzato dallo scioglimento nivale, protrattosi fino alla fine di giugno.

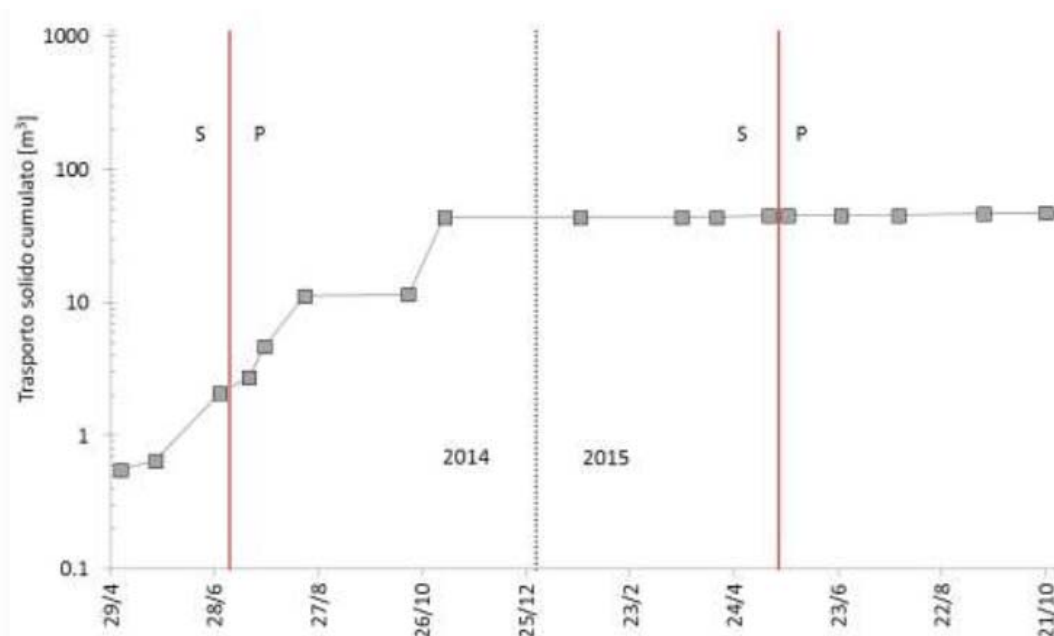


figura 34: trasporto solido cumulato nel torrente Grigno nel biennio 2014-2015 (S= stagione di scioglimento, P= stagione delle piogge).

Nel periodo tra maggio ed agosto la cumulata di tutti gli eventi possiede valore di circa 11 m³, mentre l'evento più significativo è stato registrato a fronte di una perturbazione estesa nella prima settimana di novembre, per la quale il volume mobilitato in alveo è stato di circa 32 m³. Nel 2015, caratterizzato da piogge comparabili con la media trentennale, il trasporto solido è del tutto trascurabile.

In definitiva si può osservare come **in sistemi caratterizzati da limitato apporto di sedimento dai versanti, la scarsità di materiale fine in alveo ne determina un elevato grado di stabilità. Nessuno degli eventi idrometeorologici monitorati è stato in grado di destabilizzare le strutture morfologiche in alveo.** Per gli eventi analizzati nel 2014, anno caratterizzato da scioglimento nivale prolungato e piogge intense anche durante la stagione estiva, il tasso di trasporto solido è generalmente limitato. Il massimo è stato osservato

in corrispondenza di un evento di pioggia registrato nel Novembre 2014, la cui piena indotta ha mobilitato circa 32 m³ di materiale, nel tratto investigato. Nel 2015, anno caratterizzato da precipitazioni in linea con la media storica della stazione meteorologica di Malga Sorgazza, il trasporto solido relativo alla frazione granulometrica investigata è trascurabile, con valori a scala di evento raramente eccedenti 1 m³ di materiale mobilitato. Dall'analisi comparata condotte nel medesimo periodo in altri siti in provincia di Trento (Rio Ussaja, Mezzana), è risultato come l'apporto di sedimenti dai versanti rivesta un ruolo ben più importante rispetto alla forzante idrologica nell'innescare di trasporto solido torrentizio.

4 INQUADRAMENTO PROGETTUALE

La presente soluzione progettuale accoglie le diverse prescrizioni/indicazioni formulate dai vari Servizi della PAT durante la fase istruttoria.

Le opere sono ora collocate interamente in destra orografica, prevedendo un'opera di captazione del tipo a trappola con griglia ed un edificio centrale completamente interrato e mascherato nel versante a valle della strada comunale della Val Malene.

L'impianto risulta in definitiva così costituito:

1. nuova opera di presa localizzata a quota di 1039,70 m s.l.m. (quota sfioratore);
2. nuova condotta forzata realizzata in PRFV, DN 1000 e lunghezza pari a 2210,38 m;
3. nuovo edificio centrale localizzato in destra orografica, poco a monte dell'opera di presa della centrale Tesino 1 esistente, con quota del piano di ingresso pari a 879,75 m s.l.m..

4.6 OPERA DI PRESA

L'opera di presa ha lo scopo di derivare dal torrente Grigno la portata utilizzata dall'impianto in progetto, fino ad un massimo di 1000 l/s.

Il prelievo idrico è realizzato ricorrendo all'inserimento di una traversa in calcestruzzo trasversale al corso d'acqua e provvista di una griglia di captazione e di un inciso centrale che garantisce il passaggio della portata di rispetto in via prioritaria. Tali opere sono state adattate al contesto morfologico ed idrodinamico del corso d'acqua: in questo modo la griglia di captazione, posta ad una quota di 1040,83 m s.l.m., risulta composta da due tratti di lunghezza pari a 5,90 m ciascuno trasversali al corso d'acqua, mentre, l'inciso per la portata di rispetto presenta una larghezza di 1,20 m ed un dislivello di 0,36 m superato in un unico salto.

Il passaggio della portata di rispetto è controllato da tale salto che assicura il transito di un quantitativo d'acqua pari a 350 l/s poiché il fondo si trova ribassato di 0,31 m sotto il livello delle griglie di captazione. In definitiva, solamente quando il tirante in questo punto sarà superiore a 0,31 m l'acqua inizierà a cadere all'interno delle griglie. Il rimanente quantitativo d'acqua da rilasciare per raggiungere la portata di rispetto defluirà attraverso appositi fori previsti nelle paratoie di scarico del dissabbiatore. Tali fori verranno aperti o chiusi in base al periodo dell'anno in funzione delle esigenze di rilascio per raggiungere la portata di rispetto.

Il comportamento dell'inciso pesci predisposto in alveo è analogo a quello di uno stramazzone in parete grossa che può essere descritto dalla seguente formula:

$$Q = B \cdot c_d \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h^3}$$

con:

- Q = portata transitante pari a 0,35 mc/s;
- B = larghezza dello stramazzo, posta pari a 1,20 m;
- Cd = coefficiente di deflusso, pari a 0,33 (da manuale ingegnere);
- g = accelerazione di gravità, pari a 9,81 m/s²

Dalla relazione sopra riportata è stato ricavato un valore di carico idraulico h pari a 0,31 per fare defluire la portata di rispetto.

La griglia per la captazione dell'acqua è costituita da barre di acciaio di forma rettangolare larghe 1 cm e profonde 10 cm, che presentano una spaziatura di 3 cm e sono predisposte con un'inclinazione di 15° rispetto all'orizzontale per evitare che ciottoli o materiale solido vada a depositarsi sopra di esse.

Il canale che raccoglie l'acqua captata dalla griglia ha una pendenza pari al 6% con uno sviluppo di circa 50,45 m e conduce l'acqua ad uno sghiaiatore.

Lungo tale canale è prevista l'installazione di una paratoia di sezionamento 1000x1500 in grado di interrompere il flusso idrico e quindi il prelievo di acqua dall'alveo. Qualora infatti venga interrotto il flusso idrico il canale andrà in pressione e l'acqua non potrà più cadere attraverso le griglie ma sarà costretta a scorrervi sopra, rimanendo così in alveo.

Oltre che per interrompere il flusso idrico in caso di manutenzione o fuori servizio dell'impianto, tale paratoia ha il compito di limitare la portata massima derivata. Come spiegato nel paragrafo relativo all'Analisi Idrologica, la portata massima dell'impianto varia in funzione del periodo dell'anno ed è caratterizzata dai valori riportati in Tabella 14

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Qalveo (l/s)	584	493	636	2029	2933	3100	2038	1638	1577	1627	2441	1063
Qmax impianto (l/s)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	750	750	750	1000	1000	1000
Qturbinata (l/s)	206	138	252	774	986	972	595	652	493	640	648	429
Qresidua (l/s)	378	355	384	1255	1947	2128	1443	986	1084	987	1793	634
Qrispetto (l/s)	382	382	382	534	534	534	534	459	459	534	534	382

Tabella 14: valori di portata in alveo, turbinata, residua e di rispetto presenti nei pressi dell'opera di presa

Il meccanismo di limitazione è analogo a quello appena spiegato: la paratoia verrà abbassata in maniera che l'acqua, per passare attraverso la strozzatura che si verrà a creare sotto di essa, sarà costretta ad acquistare carico idraulico verso monte. Il pelo libero così si innalzerà fino a raggiungere la quota delle griglie. A questo punto se sopra le griglie transitassero portate superiori a quelle derivabili, i volumi di acqua in eccesso non potrebbero cadervi all'interno e sarebbero costretti a rimanere in alveo.

Per il calcolo della strozzatura è stato effettuato un bilancio di energia tra una ipotetica sezione nei pressi della griglia ed una nella vasca sghiaiatrice. Conoscendo la quota dei peli liberi nei due casi (a monte imposta

pari alla quota inferiore della griglia ed a valle coincidente con la quota di regime nello sghiaiatore) si ricava il carico idraulico da imporre, che vale 0,86 m.

La formula del bilancio di energia può essere scritta nel seguente modo:

$$\Delta h = +\Delta E_{distr} + \Delta E_{restringimento} + \Delta E_{allargamento}$$

Essendo

- Δh la differenza di carico tra il pelo libero di monte e lo sbocco che vale 0,86 m
- $\Delta E_{restringimento} = \xi_r \cdot \frac{U_R^2}{2 \cdot g}$ perdite di imbocco
- $\Delta E_{restringimento} = \xi_A \cdot \frac{U_R^2}{2 \cdot g}$ perdite di imbocco
- ΔE_{distr} possono essere assunte trascurabili poiché risultano essere inferiori al centimetro
- $U_R = \frac{Q}{b \cdot a}$ velocità dell'acqua sotto la paratoia
- a apertura della paratoia
- b larghezza canale adduzione che vale 1 m
- Q portata di progetto
- ξ coefficiente delle perdite legate al restringimento ed all'allargamento che sono ricavati rappresentando con delle polinomiali i valori forniti sul manuale di ingegneria civile ed ambientale della Zanichelli (quarta edizione)

Procedendo in via iterativa è possibile ricavare il grado di apertura della paratoia in funzione della portata massima da derivare. I risultati sono riportati nella seguente tabella:

	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Qmax (l/s)	1000	1000	1000	1000	1000	1000	750	750	750	1000	1000	1000
a (m)	0.277	0.277	0.277	0.277	0.277	0.277	0.211	0.211	0.211	0.277	0.277	0.277

Tabella 15: portate massime impianto al variare del periodo dell'anno e relativo grado di apertura della paratoia per la limitazione della portata.

4.6.1 Vasca sghiaiatrice

La vasca sghiaiatrice è disposta in destra orografica. L'opera si sviluppa parallelamente alla strada comunale per Malene mantenendosi comunque ad una distanza di almeno 6 m dalla stessa. Discorso analogo può essere fatto per le altre vasche che compongono l'opera di presa (vasca dissabiatrice, vasca di carico e camera di manovra), le quali non interferiscono né con la fascia di rispetto dal torrente, né con la strada esistente.

Il suo scopo è quello di far sedimentare il materiale ghiaioso riducendo la velocità della corrente. Affinché questo avvenga la vasca ha una larghezza che raggiunge i 6,00 m ed un tirante massimo di circa 3,30 m.

Le dimensioni complessive della vasca sghiaiatrice sono pari a 6,00 m di larghezza per 3,00 m di lunghezza cui va ad aggiungersi un tratto iniziale di raccordo con il canale di adduzione in arrivo da monte con forma ad imbuto di sviluppo pari a circa 2,75 m. Il fondo del manufatto è inclinato con una pendenza del 6,00% longitudinale e del 10 % trasversale, per convogliare l'acqua e il materiale all'imbocco del canale di scarico che si trova ad una quota di 1036,41 m s.l.m.

Dalla vasca sghiaiatrice l'acqua passa nel dissabbiatore mediante due stramazzi posti a quota 1039,35 m s.l.m. e caratterizzati da una larghezza di 2,30 m ciascuno

Il comportamento di ciascuno stramazzo è descritto dalla seguente legge:

$$Q = B \cdot \left(\mu \cdot h_2 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1} + \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot h_1 \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot h_1} \right)$$

- **Q** = 500 l/s (portata transitante su uno stramazzo);
- **B** = 2.30 m (larghezza dello stramazzo);
- **g** = 9,81 m/s² (accelerazione di gravità);
- **μ** = 0,65 (coefficiente di contrazione);
- **h₂** = 0,30 m (tirante a valle dello stramazzo);

Il valore della perdita di carico **h₁** che ne risulta è pari a 0,05 m e quindi il pelo libero nella vasca sghiaiatrice si trova ad una quota di 1039,70 m s.l.m. mentre quello nel dissabbiatore vale 1039,65 m s.l.m.

4.6.2 Vasca dissabbiatrice

Depurata dal materiale ghiaioso, l'acqua viene immessa nella vasca dissabbiatrice e da qui convogliata nella vasca di carico. Per fare in modo che il flusso nel dissabbiatore risulti il più regolare possibile e privo di vortici la vasca è stata suddivisa in due canne di larghezza pari ad 2,30 m ciascuna. Affinché il moto nelle canne sia sufficientemente lento da garantire la sedimentazione di granuli aventi diametro superiore a 0,30 mm è stata dimensionata la lunghezza delle stesse considerando la velocità di caduta delle particelle in acqua ferma mediante la relazione di Stokes (riportata di seguito), che vale nel caso di Re inferiore a 2:

$$W = \sqrt{\frac{Re^{0.6} \cdot (\gamma_s - \gamma) \cdot d_0}{13,875 \cdot \rho}}$$

Dove:

- **γ_s** è Il peso specifico del solido, pari a 2650 Kg/mc;
- **γ** il peso specifico dell'acqua, pari a 1000 Kg/mc;

- d_0 il diametro minimo della particella, pari a 0,0003 m;
- ρ la densità dell'acqua, pari a 1000 kg/m³.

In questo caso l'acqua all'interno della vasca è in moto con una velocità di circa 0.09 m/s ed allora la velocità di sedimentazione si riduce al valore stimabile mediante la seguente relazione:

$$v_0 = W - u / (5,7 + 2,3 \cdot H)$$

Dove:

- u è la velocità dell'acqua pari a 0,09 m/s;
- H il tirante nella vasca, pari ad almeno 2.50 m.

Il processo utilizzato per calcolare la velocità di sedimentazione delle particelle è un metodo iterativo: assumendo una W di primo tentativo di 0,06 m/s (ricavata dalla relazione di Stokes) si calcola il numero di Reynolds, quindi W e poi v_0 . Il valore di v_0 ottenuto si può quindi assumere come condizione di partenza per l'iterazione successiva. Questo processo va ripetuto fino a convergenza. Una volta ottenuta la velocità di sedimentazione definitiva, la lunghezza minima della vasca si ottiene dalla seguente relazione:

$$L = \frac{u \cdot H}{v_0} = 11,69m$$

Cautelativamente, considerando che la zona iniziale e finale sono caratterizzate da turbolenza per la presenza degli stramazzi e quindi non sono utili per la sedimentazione delle particelle, la lunghezza complessiva del dissabbiatore per la canna più corta è stata fissata pari a 16,09 m.

In testa a ciascuna canna del dissabbiatore è posto uno stramazzo di larghezza pari a 2.30 m destinato a consentire il passaggio dell'acqua dalla vasca del dissabbiatore alla vasca di carico. In condizioni di regime alla massima portata, il dispositivo funziona come stramazzo rigurgitato, in quanto il tirante idrico presente nella vasca di carico della condotta, risulta maggiore dell'altezza del petto dello stramazzo. Su tale manufatto è inoltre presente una griglia di maglia 0.5 mm che ha lo scopo di filtrare fogliame ed eventuali residui caduti attraverso le griglie presenti in alveo.

Il dimensionamento in questo caso è stato fatto considerando la formula di uno stramazzo rigurgitato, riportata qui di seguito

$$Q = B \cdot \left(\mu \cdot (h_2 - \Delta h) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - \Delta h)} + \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot (h_1 - \Delta h) \cdot \sqrt{2 \cdot g \cdot (h_1 - \Delta h)} \right)$$

che è stata accoppiata all'espressione che tiene conto della perdita di carico dovuta alla presenza della griglia:

$$\Delta h = K \cdot \left(\frac{s}{b} \right)^{\frac{4}{3}} \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot (B \cdot (h_2 + h_1 / 2))^2} \cdot \sin(\alpha)$$

Con:

- Q = portata transitante attraverso ciascuno stramazzo, posta pari a 500 l/s.
- B = larghezza utile della bocca, pari a 1.64 m. Questo valore è stato ottenuto fissando una larghezza di 2.30 m, alla quale è stato sottratto lo spazio occupato dall'ossatura della griglia.
- g = accelerazione di gravità, pari a 9.81 m/s^2 ;
- k = coefficiente di forma che vale 2.42 per barre rettangolari.
- μ = coefficiente che per traverse in soglia larga vale 0.65.
- h_2 = altezza dell'acqua rispetto alla bocca all'interno della vasca sghiaiatrice, pari a 0.40 m;
- Δh = perdite legate alla presenza della griglia;
- s = spessore delle barre che formano la griglia, pari a 0.003 m;
- b = larghezza della maglia della griglia, posto pari a 0.005 m;
- α = angolo di inclinazione delle barre della griglia, pari a 80° ;
- h_1 = perdita di carico che si ha nel passaggio attraverso la bocca.

Essendo noti tutti gli altri dati, il valore di h_1 può essere ricavato e risulta pari a 0.10 m. Conoscendo il livello del pelo libero nella vasca di carico che risulta essere pari a 1039,55 m s.l.m. è possibile definire la quota del livello nel dissabbiatore che risulta pari a 1039,65 m s.l.m.

Il fondo di ciascuna canna del dissabbiatore ha un'inclinazione longitudinale pari al 4% ed è sagomato a V in maniera da concentrare il deposito delle particelle verso la parte terminale per favorire le operazioni di pulizia della vasca.

Lateralmente alle canne della vasca dissabbiatrice sono presenti degli sfioratori laterali con larghezza pari a 3,60 m ciascuno i quali consentono di limitare le oscillazioni del pelo libero in caso di brusca chiusura o di restituire al canale di scarico e quindi in alveo eventuali portate in esubero.

L'intera portata di progetto può essere sfiorata con un tirante di 0.20 m. La formula utilizzata per il calcolo è quella dello stramazzo in parete grossa vista in precedenza relativamente all'inciso dei pesci nella traversa di presa.

Al termine del dissabbiatore sono presenti due paratoie 600X600, una per canna, che mettono in comunicazione le stesse col canale di scarico. Aprendo tali paratoie sarà possibile vuotare la vasca e procedere alla pulizia.

La vasca dissabbiatrice è dotata inoltre di un tubo (T1) che consente ai pesci finiti all'interno del dissabbiatore di ritornare in alveo attraverso il canale di scarico e di due ulteriori tubi (T2 e T3) che vengono aperti o chiusi in base alle necessità, al fine di modulare il rilascio della portata di rispetto in base al periodo dell'anno. L'acqua che vi fuoriesce viene riconvogliata verso il torrente grazie ad un canale di scarico opportunamente sagomato, in modo tale da garantire con la portata di 30 l/s un tirante sufficiente per consentire ai pesci di ritornare in alveo.

Il tubo per il passaggio dei pesci, che deve essere sempre aperto, consente un deflusso di 32 l/s ed è caratterizzato da un DN pari a 125, mentre gli altri due tubi consentono di rilasciare rispettivamente 75 e 77

l/s, grazie a dei DN200. Su tali tubi sono installate delle saracinesche che consentiranno l'apertura, la chiusura e la regolazione del deflusso in base alle necessità.

Nella seguente tabella si riporta lo schema di apertura dei tubi, con i relativi rilasci in alveo. (si ricorda che ai fini del raggiungimento della portata di rispetto con tali rilasci deve essere considerato anche il quantitativo transitante dall'inciso della traversa di presa)

	Dic-mar	Apr-lug	Ago-set	Ott-nov
Apertura tubi	T1	T1+T2+T3	T1+T2	T1+T2+T3
Portata minima rilasciata in alveo (l/s)	32+(350)	184+(350)	109+(350)	184+(350)

Figura 35: aperture tubi rilascio portata di rispetto e quantitativi rilasciati

Le verifiche idrauliche delle tubazioni sono state fatte effettuando un bilancio di energia all'interno di ciascuna condotta, considerando cautelativamente un tirante nella vasca sghiaiatrice pari alla quota dello stramazzo (1039,15 m s.lm.).

Per la quota di sbocco è stato preso invece il centro della condotta, posizionato 2 m più in basso. Di seguito si riporta l'equazione del bilancio di energia.

$$\Delta h = \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2} + \Delta E_{imb} + \Delta E_{distr} + \Delta E_{sbocco}$$

Essendo

- Δh la differenza di carico tra il pelo libero di monte e lo sbocco che vale 2,10 m
- $\Delta E_{imb} = 0,5 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}$ perdite di imbocco
- ΔE_{sbocco} Considerate nulle perché lo scarico avviene in atmosfera
- $\Delta E_{distr} = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}$
- $\Delta E_{imb} = 0,5 \cdot \frac{Q^2}{2 \cdot g \cdot A^2}$ perdite di saracinesca
- D diametro interno della tubazione (rispettivamente 0,131 e 0,206 m)
- A l'area della tubazione (rispettivamente 0,0135 e 0,033 mq)
- λ =coefficiente di resistenza ricavato iterativamente mediante la formula di Colebrook

Dal bilancio di energia sopra riportato è stato possibile ricavare iterativamente la portata massima che può essere smaltita dalla tubazione DN200 e da una DN125 e che vale rispettivamente 58 l/s e 150 l/s. Si ricorda

però che tale portata verrà limitata su ciascuna tubazione, tarando le valvole in modo da lasciare defluire da ogni tubo i quantitativi sopra riportati.

4.6.3 Vasca di carico

La vasca di carico ha la funzione di fornire una sommergenza di sicurezza per l'imbocco della condotta forzata e di mettere a disposizione un volume utile per contenere gli effetti di sovrappressione legati alla chiusura e all'apertura della condotta. Una vasca di carico ben dimensionata consente anche di ridurre la formazione di vortici nella condotta.

I criteri da seguire per evitare ciò non sono chiaramente definiti, e non esiste una singola equazione matematica che tenga adeguatamente conto dei possibili fattori che incidono sul fenomeno. Secondo alcuni studi del Comitato ASCE per le opere di presa degli impianti idroelettrici, i fattori di disturbo che introducono non uniformità nelle velocità sono fonte di vortici. Tra questi si ricordano:

- condizioni asimmetriche d'arrivo dell'acqua;
- sommergenza insufficiente;
- separazione della vena fluida e formazione di correnti parassite;
- velocità in arrivo superiori a 0.65 m/s;
- bruschi cambi nella direzione del flusso.

Per determinare la sommergenza da garantire al di sopra del cielo della tubazione di partenza è stata usata la seguente relazione

$$s = 0.54 V_{max} \sqrt{D} = 0.69 \text{ m}$$

con:

- V_{max} = velocità massima all'interno della condotta forzata, pari a 1,27 m/s, considerando la massima portata derivata dalla condotta pari a 1 mc/s;
- D = diametro della condotta, pari a 1,00 m;
- s = sommergenza.

Il valore teorico calcolato nelle condizioni di funzionamento dell'impianto, viene garantito con un margine sufficiente a tutelarsi anche dalle perdite di carico aggiuntive dovute al restringimento della vena liquida all'imbocco della tubazione. Le perdite di carico possono essere stimate considerando un coefficiente di perdita concentrato pari a 0.5. La perdita di carico risulta pertanto:

$$\Delta s = \frac{0.5 V_{max}^2}{2g} = 0.04 \text{ m}$$

Il valore minimo teorico della sommergezza da garantire al cielo della tubazione affinché non si formino vortici è pari alla somma dei valori precedentemente calcolati e risulta essere pari a 0,73 m. Tale valore risulta essere ampiamente garantito poiché la sommergezza sopra la condotta è pari a 2.12.

Il volume minimo da assegnare alla vasca, che peraltro non riveste funzioni di accumulo e regolazione, è quello per il quale la condotta va a regime (nel tempo di avviamento t):

$$T_a = \frac{L V}{h g}$$

con:

- L = lunghezza della condotta forzata, pari a 2210,38 m circa;
- V = velocità massima del flusso in condotta, pari a 1,27 m/s;
- h = salto lordo, pari a 159,50 m;
- g = accelerazione di gravità, pari a 9,81 m/s²;
- T_a = tempo di avviamento, pari a 1,799 s.

Il tempo T per il quale si hanno le condizioni di regime è pari a circa 3 volte il valore di T_a ; risulta pertanto necessario un valore minimo teorico, stimato dalla seguente relazione:

$$Vol = 3 T_a Q$$

Il volume teorico che se ne ricava è pari a 5,396 mc. La vasca di carico è realizzata in maniera tale da garantire con sufficiente margine di sicurezza il minimo volume teorico richiesto: con una larghezza di 7,50 m ed una lunghezza di 7,11 m il volume utile della vasca (quello al di sopra dell'estradosso della condotta forzata) risulta essere pari a 113,04 mc.

4.6.4 Canale di scarico

Il canale di scarico dell'opera di presa assolve alle seguenti funzioni:

- consente di integrare i quantitativi di portata di rispetto in alveo convogliando al torrente le quote rilasciate attraverso i tubi presenti nel dissabbiatore;
- consente ai pesci accidentalmente finiti nel dissabbiatore di ritornare in alveo;
- consente la pulizia dello sghiaiatore e del dissabbiatore.

Il canale di scarico è caratterizzato da una lunghezza complessiva di 88,78 m e da una larghezza di 1 m e convoglia l'acqua alla quota di 1034,75 m s.l.m.. Il primo tratto del canale, per una lunghezza di circa 18,01 m ha una pendenza pari al 3,5 % e consente di fare defluire la portata massima con un tirante di 23 cm (ipotizzando si instauri moto uniforme). Il secondo tratto è caratterizzato invece da una pendenza pari al 1,4 % ed ha il fondo sagomato a v in maniera da concentrare l'acqua così che vi sia un tirante sufficiente al transito dei pesci anche con una portata di 32 l/s (portata costantemente rilasciata dal foro 1). L'inciso a v, realizzato su tutta la larghezza dello scarico, ha una profondità massima di 20 cm e consente il passaggio al colmo di una portata pari a 194 l/s; se invece defluiscono solamente 32 l/s il tirante sarà pari a 10 cm. Questo

tratto di scarico è comunque in grado di convogliare l'intera portata di progetto con un tirante di circa 31 cm (in condizioni di moto uniforme).

Al termine del canale è prevista l'installazione di un lamierino sagomato a v che consente la misura della portata defluente al suo interno.

Il funzionamento di tale dispositivo è meglio descritto nel paragrafo 4.10.

Si osserva poi che, essendo l'angolo dell'inciso pari a 90° e la larghezza del canale pari ad un metro, lo stesso ha un'altezza massima di 0.5 m; con tirante pari a 0,5 m si ha una portata di 240 l/s (vedi formula al paragrafo sulla misura della portata). Nel caso in cui venga scaricata l'intera portata di progetto, il rimanente quantitativo di acqua pari a 760 l/s transiterà completamente sopra il lamierino. Per valutare il deflusso di tale contributo è stato considerato cautelativamente di schematizzare il comportamento come uno stramazzone rettangolare in parete grossa. Si ricava così il valore della lama d'acqua sopra la sommità del lamierino pari a 0,58 m. E' quindi possibile affermare che il tirante complessivo allo sbocco dello scarico per fare defluire la portata di progetto è pari a 1,08 m circa.

Si ricorda inoltre che il lamierino per la formazione dello stramazzone a v sarà amovibile e che durante le operazioni di pulizia delle vasche verrà temporaneamente rimosso per consentire il passaggio del materiale.

A valle dello scarico in calcestruzzo si trova poi l'opera di restituzione, caratterizzata da un selciato in massi cementati che condurrà l'acqua al torrente alla quota di 1034,60 m s.l.m.

4.7 OPERE DI ADDUZIONE – CONDOTTA FORZATA

La condotta forzata sarà costituita da tubazioni in PRFV centrifugate con giunto a manicotto in gomma con profilo a quattro labbra e rinforzato sempre in PRFV.

Il diametro scelto, DN 900 mm, è quello che consente di turbinare la portata massima pari a 1000 l/s, contenendo la velocità massima dell'acqua entro un valore pari a 1,27 m/s.

Si precisa inoltre che, nei tratti di estremità (in uscita alla vasca di carico e in ingresso all'edificio centrale), saranno utilizzate tubazioni in acciaio per l'inserimento dei vari dispositivi di macchina e di sicurezza.

Le perdite di carico distribuite lungo il tratto di condotta sono state calcolate considerando il moto assolutamente turbolento della corrente ricorrendo alla formula di Colebrook. Il risultato del calcolo viene di seguito riportato, considerando una temperatura media dell'acqua pari a 12°C .

			DN 900 mm
Scabrezza assoluta tubazione		[mm]	0,01
Portata massima della tubazione	Q	[l/s]	1000
Numero di Reynolds	Re	[-]	1,406272E+06
Coefficiente di resistenza con formula di Colebrook	λ	[-]	0,011299
Lunghezza della condotta	L	[m]	2204.23
Cadente formula di Darcy	J	[-]	0,001581
Cadente dimensionale	Dh	[m]	3,48

Tabella 16: parametri di calcolo per le perdite di carico distribuite della condotta, con portata massima

Le perdite di carico concentrate dovute all'imbocco ed allo sbocco della condotta sono state valutate ricorrendo alla relazione riportata di seguito:

$$\Delta E = \xi_c \frac{V^2}{2g}$$

dove:

ξ_c è il coefficiente perdita, pari a 1.00 per lo sbocco e a 0.5 per l'imbocco;

V è la velocità della corrente, pari a 1,57 m/s.

Dalla relazione precedente si ottiene un valore di perdita di carico concentrata di imbocco pari a 0,06 m e di sbocco pari a 0,12m.

Le perdite totali lungo la condotta date dalla somma delle perdite distribuite e concentrate risultano essere pari a 3,66 m. Considerando inoltre una maggiorazione del 10% dovuta alle altre perdite di carico concentrate (a causa della bassa velocità della corrente), si ottiene un valore complessivo di perdita di carico pari a 4,02 m.

Appena uscita dall'opera di presa la condotta corre parallela alla strada comunale per i primi 100 m circa, dove, per problemi di quota, verrà posata con limitato scavo della superficie pianeggiante posta a valle della strada comunale e successivamente tombata con un adeguato strato di terreno, in modo da realizzare, a quota del piano stradale, un'area di sosta/parcheggio.

Di seguito, la condotta si snoda lungo il sedime stradale, fino a raggiungere quasi il primo tornante; qui, alla progressiva km. 0+670 ed al fine di migliorare la viabilità esistente, è prevista la rettifica della carreggiata stradale, abbandonando quella esistente; sotto il tracciato individuato dalla rettifica, verrà posata la condotta forzata. Il tracciato della condotta forzata si riposiziona poi sul sedime della carreggiata esistente in corrispondenza della progressiva km. 0+830 fino a raggiungere la progressiva km. 1+230; nel tratto successivo, fino alla progressiva km. 1+430, il progetto prevede la rettifica della carreggiata stradale, al fine di eliminare un pericoloso tornante. Anche in questo caso, la condotta forzata verrà posizionata sul sedime della nuova arteria stradale. Dalla progressiva km. 1+430, la condotta verrà posizionata sul sedime strada esistente, fino a raggiungere l'edificio centrale.

La condotta interseca lungo il suo tracciato alcuni tombini realizzati per lo scarico delle acque meteoriche provenienti da monte; il profilo longitudinale è stato studiato in modo da garantire che, in corrispondenza di ogni intersezione, la condotta non interferisca con gli scarichi esistenti, in un solo caso modificati per garantire pari capacità di portata.

La condotta corre dunque prevalentemente sotto strada asfaltata e verrà posta in opera completamente interrata con materiale inerte vagliato e preselezionato fino almeno a 30 cm sopra la generatrice superiore della tubazione.

Il tracciato è stato studiato in maniera che la generatrice superiore del tubo si mantenga sempre ad una profondità minima di 0.90 metri dal piano strada. Si segnala come già in questa fase di progettazione

preliminare sia stata posta particolare attenzione alla presenza dei sottoservizi esistenti ed alla loro interferenza, curando adeguatamente l'inserimento planialtimetrico della condotta. Si segnala altresì che per buona parte del tracciato la condotta corre parallela alla linea ad alta tensione che alimenta la cabina di Malene; al fine di migliorare l'aspetto paesaggistico della valle e di ridurre i pesanti costi gestionali della rete aerea MT esistente, si prevede di posare, contemporaneamente alla condotta, un cavidotto interrato in collaborazione con SET, che consenta, a lavori ultimati, di rimuovere la linea aerea e sostituirla con una linea in cavo interrato.

Lo sviluppo planimetrico e quello altimetrico della condotta sono caratterizzati dalla presenza di alcune curve di modesta angolarità che si alternano a lunghi tratti rettilinei per facilitare le operazioni di posa. In corrispondenza di tali curve si riscontra la necessità di inserire dei blocchi di ancoraggio per contrastare le spinte che vengono a crearsi in particolar modo in conseguenza delle sovrappressioni che si potrebbero avere a seguito di una brusca chiusura. In sede di progettazione definitiva ed esecutiva, anche a seguito della tipologia esatta della tubazione in PRFV, si procederà alla definizione di dettaglio di angolazioni e relativi blocchi di ancoraggio.

Si sottolinea inoltre come non siano previsti giunti di dilatazione, in quanto la tubazione interrata per circa un metro di profondità dalla generatrice superiore non risulta soggetta a gradienti di temperatura significativi.

Lungo la condotta forzata è inoltre prevista l'installazione di un misuratore di portata in un apposito pozzetto realizzato nei pressi della progressiva 40 per la descrizione del quale si rimanda ad un successivo paragrafo.

4.8 EDIFICIO CENTRALE

Il nuovo edificio centrale è localizzato in destra orografica rispetto al Torrente Grigno immediatamente a valle della strada comunale che collega Pieve Tesino con località Malene.

La struttura, completamente interrata, è posizionata parzialmente sotto il piano campagna, ad una distanza superiore a 10 m dal confine demaniale ed a una distanza superiore ad 5 m dal sedime stradale.

L'accesso avviene da un'apposita rampa, completamente incassata ed in parte coperta, di larghezza pari a 3 metri circa, posta a mezza costa ed avente sviluppo pari a circa 26 m e pendenza pari a circa il 20%; la strada di accesso risulta essere quasi completamente incassata nel versante, con lato di monte contenuto da un muro di sostegno rivestito in pietra locale e lato verso valle raccordato al terreno esistente mediante una rampa in materiale sciolto.

In coda alla rampa, si accede al fabbricato tramite un tunnel completamente interrato, avente larghezza pari a 4,50 m e lunghezza pari a circa 11 m, con pendenza nulla; da questo ampio vano, si accede al locale riservato al distributore, al locale misure, al vano trasformatore ed alla porzione di edificio destinata ad ospitare il gruppo di produzione ed i quadri di comando e regolazione. L'accesso è posizionato a quota 879,75 m s.l.m.

Nella progettazione della costruzione si è deciso, compatibilmente con le necessarie volumetrie, di realizzare una struttura in cemento armato completamente interrata e caratterizzata da un livello principale alla quota di 878,75 m s.l.m., ove è alloggiata la macchina e di una zona rialzata alla quota di 879,75 m s.l.m. ove sono alloggiati i quadri di comando per proteggere la strumentazione da eventuali fuoriuscite di acqua.

Al di sotto del locale turbina è prevista la realizzazione del canale di scarico, l'andamento planimetrico del quale è stato studiato al fine di minimizzarne l'interferenza con le fasce di rispetto demaniali.

In considerazione delle dimensioni del gruppo turbina/alternatore, è prevista la realizzazione di un carroponte meccanico, di portata adeguata, indispensabile sia per le operazioni di montaggio che per quelle gestionali dell'impianto. Il fondo del canale di scarico è ubicato a quota 876,75 m s.l.m.

Allo scopo di contenere le emissioni acustiche e limitare le prese di aereazione, il generatore è previsto con scambiatore di raffreddamento aria/acqua, mentre per il locale trafo ed il locale SET si procederà con un sistema di aereazione a tiraggio naturale.

Il portone verrà realizzato in lamiera coibentata verniciata color testa di moro; la porta di accesso al locale trafo sarà costruita in lamiera sagomata al fine di facilitare l'aereazione, con protezione interna antinsetto. Le porte di accesso al locale SET e locale misura saranno invece realizzate in resina come da standard ENEL. L'edificio risulterà completamente interrato, praticamente invisibile; i raccordi verranno adeguatamente curati con pendenze inferiori al 66%, adeguatamente rinverditi e piantumati con essenze latifoglie autoctone. Si noti che i riporti previsti non interessano le superfici demaniali; solo in un limitato tratto, sul lato verso Nord, vanno ad incidere, per un'ampiezza massima di circa 2,6 m, nella fascia di rispetto di 10 m richiesta dalla normativa vigente.

4.8.1 Impianti elettromeccanici

La turbina è prevista del tipo Pelton a cinque getti ad asse verticale con accoppiamento diretto della girante sull'albero del generatore. La quota dell'asse turbine è posta a 880,15 m s.l.m. e la portata massima è pari a 1.000 l/s. Gli iniettori saranno dotati di tegoli deviatori, azionati tramite un servomotore oleodinamico. Il sistema di azionamento sarà dotato di un rilevatore continuo di posizione integrato nel sistema di regolazione e di visualizzazione, in modo da permettere una regolazione di velocità della macchina tramite il tegolo.

Le spine degli iniettori saranno azionate da servomotori oleodinamici tarati in modo da garantire un celere azionamento, sempre tenendo conto della sovrappressione ammissibile in condotta forzata dovuta al colpo d'ariete.

Il sistema di azionamento dovrà essere progettato in modo tale da garantire una chiusura di emergenza anche in assenza del sistema di servizi ausiliari in centrale, sempre rispettando i tempi di chiusura minimi ammissibili.

Il generatore sarà di tipo sincrono con potenza nominale pari a 2.000 kVA e velocità di rotazione 600 giri/min; il trasformatore di macchina avrà potenza nominale pari a 2.200 kVA. È prevista l'installazione di un trasformatore per Servizi Ausiliari con potenza nominale pari a 50 kVA.

L'impianto di regolazione dell'intero impianto sarà composto da un PLC master e due unità indipendenti utilizzate come regolatori di macchina. Al PLC Master vengono affidati compiti di regolazione, comando e sorveglianza riguardanti l'impianto intero con riguardo al punto di scambio ovvero il gruppo o il suo impiego, oltre alla comunicazione con zona presa, cabina di scambio e PC di centrale; al PLC di macchina sono affidati tutti i compiti di regolazione, comando e sorveglianza relativi al singolo gruppo di macchina, tenendo conto delle imposizioni del PLC master.

4.8.2 Opera di scarico

Il canale di scarico della centrale in progetto collega l'area di caduta delle acque dai cucchiari della Pelton al torrente, in una posizione preventivamente concordata con il Servizio Bacini Montani in modo da non interferire con l'area di piena del torrente Grigno; il recapito delle acque è previsto a quota 876.35 m s.l.m..

Lo scarico è costituito da un canale interrato, realizzato in calcestruzzo, di sezione rettangolare, con base cm 150, altezza interna pari a cm 160 e pendenza pari all'1%. Presenta uno sviluppo complessivo pari a circa 27 m e termina con un selciatoone in massi ciclopici, previsto per dissipare l'energia cinetica dell'acqua allo scarico. I raccordi con il terreno in prossimità dello sbocco verranno protetti con delle scogliere appositamente realizzate con massi recuperati dagli scavi.

Il canale di scarico è in grado di smaltire la portata di progetto di 1000 l/s in condizioni di moto uniforme con un tirante pari a 0,25 m, come può essere ricavato dalla formula sotto riportata:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R_h^{2/3} i f^{1/2}$$

Con:

Q = portata transitante, pari a 1,000 mc/s;

K_s = coefficiente di scabrezza di Strickler, pari a 80m^{1/3}/s;

$i f$ = pendenza del fondo del canale, pari all'1%;

A = area della sezione bagnata, funzione del tirante m;

R_h = raggio idraulico della sezione, funzione del tirante.

Procedendo in via iterativa è possibile esplicitare i vari termini e ricavare il tirante nel canale che vale 0,25 m; la velocità dell'acqua allo sbocco del canale prima dell'incidenza sul selciatoone risulta essere pari a circa 2,63 m/s.

4.8.3 Sistemi di controllo a distanza

La centrale in progetto sarà "non presidiata": tutte le sequenze di avviamento, regolazione ed arresto avverranno automaticamente tramite una tecnologia basata su logica programmabile. Gli interventi per le normali manovre potranno così avvenire a distanza; sarà tuttavia necessaria la presenza di personale reperibile preposto alla manutenzione dell'impianto.

4.9 OPERE ACCESSORIE

4.9.1 Consegna dell'energia

L'energia prodotta verrà immessa direttamente nella cabina di bassa tensione di SET, appositamente realizzata all'interno dell'edificio centrale in progetto.

4.9.2 Strada di accesso

Per l'opera di presa non è prevista la realizzazione di opere specifiche particolari, essendo ubicata a ridosso della strada comunale di Malene. Si segnala inoltre immediatamente a monte della zona dove è prevista

l'opera di presa l'esistenza di un accesso che consente di raggiungere la particella fondiaria 4709. Utilizzando tale accesso sarà quindi possibile raggiungere le botole e le paratoie dell'opera di presa.

Relativamente all'edificio centrale si segnala la realizzazione di una rampa di accesso di larghezza pari a 3 m che collega la strada comunale per Malene al piano di ingresso dell'edificio in progetto. La lunghezza della rampa è pari a circa 26 m e consente di collegare quota 884,10 con quota 879,75 m s.l.m. con una pendenza pari al 20%.

4.9.3 Rettifica strada val Malene

Lungo la strada della val Malene, nel tratto in cui è prevista la posa della condotta forzata, sono presenti due tornanti ciechi che creano seri problemi di sicurezza e scarsa visibilità.

Si è pertanto colta l'occasione della posa della condotta forzata per attuare quale misura di compensazione non compresa nel piano di sviluppo sostenibile delle comunità locali la modifica della viabilità con la dismissione del vecchio tratto di strada e la realizzazione di un tratto nuovo che, seguendo la condotta forzata, taglia i due tornanti.

Relativamente al primo tornante il nuovo tratto di strada si sviluppa per una lunghezza di 259,83 m e collega i due punti della vecchia strada localizzati rispettivamente a quota 1013,11 m s.l.m. e 988,53 m s.l.m. con una pendenza pari al 7% per i primi 90 m circa che diventa poi del 10%. Il nuovo tratto di strada ha una larghezza di 5,50 e rispetta i requisiti prescritti nelle norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade (Decreto del Ministero e delle Infrastrutture e dei Trasporti d.d. 5 novembre 2011 e relative modifiche d.d. 22 aprile 2004). La strada in progetto rientra nella categoria F (strade locali) ed è inserita nel versante ad una profondità rispetto all'attuale piano campagna non superiore a 5,6 m circa. Per ridurre il volume di scavo e per una maggior stabilità dei versanti è prevista la realizzazione di una scogliera contenitiva sul lato interno; verso il torrente invece è previsto lo sbancamento completo del dosso in maniera da aumentare la visibilità e realizzare un piazzale disponibile per eventuali lavori forestali.

Il nuovo tratto di strada previsto nei pressi del tornante di valle ha una lunghezza pari a circa 255,88 m ed ha caratteristiche analoghe al nuovo tratto di monte: larghezza pari a 5,50 m e pendenza pari al 10% che consente di collegare quota 60,56 m s.l.m. con 940.65 m s.l.m.

Anche in questo caso il nuovo sedime corre ribassato rispetto all'attuale piano campagna ad una profondità massima di circa 5 m, sul lato interno è prevista la realizzazione di scogliere di contenimento che si sviluppano per buona parte del percorso mentre sul lato verso il fiume è previsto il completo sbancamento del dosso.

4.10 MISURA DELLA PORTATA

4.10.1 Misura portata turbinata

Per monitorare i quantitativi di portata turbinati dall'impianto è previsto l'inserimento di un misuratore di portata lungo la condotta forzata dell'impianto in progetto, a valle dell'opera di presa. In particolare, tra le sezioni 3 e 4 viene predisposto un pozzetto di dimensioni 3.20 m x 2.30 m per contenere lo strumento di misura. Il dispositivo previsto è un misuratore clamp-on ad ultrasuoni marca Siemens o similare con un errore medio

percentuale pari ad 1. Relativamente alla posizione dello strumento di misura sulla condotta forzata dell'impianto in progetto si segnala che questo si trova in un tratto rettilineo e dista circa 25 m dalla camera di manovra collocata a monte e circa 70 m dalla prima curva a valle. In questo modo il moto all'interno della condotta è regolare e la misura non viene inficiata da eventuali turbolenze poiché lo strumento si trova ad una distanza di molto superiore a quanto richiesto nelle specifiche tecniche per realizzare una misura accurata.

Riguardo le caratteristiche di misura, la collocazione in piata e la stima dell'errore dello strumento in oggetto, si vedano i relativi allegati specifici.

4.10.2 Misura portata rilasciata

Relativamente alla verifica del rispetto del rilascio previsto direttamente sull'opera di presa, si segnala come l'inciso sia stato dimensionato per consentire il deflusso di 350 l/s con tirante corrispondente alla profondità dell'inciso stesso; sarà pertanto sufficiente verificare che il pelo libero dell'acqua transitante nell'inciso raggiunga il piano della griglia di presa per avere la certezza del raggiungimento del rilascio previsto; la rimanente porzione variabile verrà invece rilasciata direttamente dai fori previsti nelle paratoie di scarico di fondo nel dissabbiatore.

Al fine di valutare l'entità dei rilasci attraverso lo scarico dell'opera di presa è prevista l'installazione di un lamierino sagomato a v e collocato al termine del canale che darà origine ad uno stramazzo triangolare in parete sottile, adatto a misurare portate anche di modesta entità.

Il funzionamento in condizioni normali è quello di uno stramazzo triangolare con relazione tirante portata che può essere descritta dalla seguente relazione:

$$Q = \frac{8}{15} c_q \tan \alpha \sqrt{2gh}^{5/2}$$

Essendo:

- Q portata transitante;
- C_q coefficiente di deflusso, per pareti sottili preso pari a 0.62;
- α angolo di apertura del foro triangolare;
- h carico idraulico;
- g accelerazione di gravità che vale 9,81 m/s²;

Esplicitando la formula è possibile ricavare h, tirante che si ha in corrispondenza dello stramazzo.

Il valore di tirante è stato ricavato per le tre differenti condizioni di rilascio dei fori presenti nel dissabbiatore:

	CASO1	CASO2	CASO3
Portata rilasciata (l/s)	32	109	184
Carico idraulico (cm)	22	35	44

In definitiva, anche al termine del canale di scarico del dissabbiatore verranno predisposti tre riferimenti verticali, a rappresentare rispettivamente i tre stadi di portata integrativa prevista ai fini del raggiungimento del rilascio pari a due volte il DMV.

5 SCHEMA IDRAULICO

L'impianto in oggetto preleverà le acque dal torrente Grigno, alla quota 1040,83 m s.l.m. e le restituirà nel torrente Grigno, immediatamente a monte dell'opera di presa Tesino 1, alla quota di 876,35 m s.l.m.

L'acqua captata dal torrente viene convogliata in una vasca di carico da cui parte la condotta forzata.

La condotta forzata in PRFV, di diametro nominale 900 mm e lunghezza pari a 2204.23 m s.l.m. circa, consente il trasferimento dell'acqua dalla vasca di carico all'edificio centrale di progetto.

L'edificio centrale ospiterà una turbina Pelton ad asse verticale. L'impianto è in grado di produrre un quantitativo di energia media annua pari a 6.519.644 kWh, con una potenza massima di 1251 kW, una potenza di concessione pari a 908,81 kW circa, una portata media di concessione di 567 l/s ed una portata massima di 1000 l/s.

Il salto nominale di concessione dell'impianto risulta quindi pari a 162,95 m.

CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO	
CORSO D'ACQUA UTILIZZATO	TORRENTE GRIGNO
SUPERFICIE DEL BACINO SOTTESO	38.20 kmq
QUOTA PRELIEVO ALVEO	1040.83 m s.l.m.
QUOTA SFIORATORE VASCA DI CARICO	1039.70 m s.l.m.
QUOTA PELO LIBERO VASCA DI CARICO	1039.65 m s.l.m.
QUOTA ASSE TURBINA	880.15 m s.l.m.
QUOTA PELO MORTO INFERIORE	876.75 m s.l.m.
QUOTA RESTITUZIONE AL T. GRIGNO	876.35 m s.l.m.
PORTATA MASSIMA DERIVATA	1000 l/s
PORTATA MEDIA DI CONCESSIONE	567 l/s
VOLUME IDRICO DERIVATO ANNUO	17.887.7738 mc
SALTO LORDO TURBINA	159.50 m
SALTO NOMINALE DI CONCESSIONE	162.95 m
POTENZA MASSIMA	1251 kW
POTENZA DI CONCESSIONE	905,81 kW
PRODUCIBILITA' MEDIA ANNUA	6.519.644 kWh
TIPO DI MACCHINE	1 TURBINA PELTON AD ASSE VERTICALE

Figura 36: Caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto

6 BILANCIO DEI VOLUMI DI SCAVO-RIPORTO

L'impianto oggetto di studio è caratterizzato dalla movimentazione di consistenti volumi di materiale legati principalmente alla realizzazione dell'opera di presa, alla realizzazione dell'edificio centrale, alla rettifica della strada di val Malene ed alla posa della condotta.

Di seguito vengono riassunti scavi e riporti relativi alle varie opere:

	Materiale di scavo [mc]	Materiale riutilizzabile[mc]	Riporti[mc]	Rinterri [mc]
Opera di presa	7200	5682	125	4975
Condotta forzata/rettifica strada	21842	18566	9587	9236
Edificio Centrale	3784	3027	552	807
TOTALE	32728	27275	10264	15018

Tabella 17: bilancio dei volumi

Per effettuare il bilancio dei volumi deve essere considerato che parte degli scavi sarà costituita da trovanti di roccia di grosse dimensioni che potranno essere utilizzati sul posto per la realizzazione delle opere, oppure venduti. Per questo motivo nella tabella soprastante è stata inserita una colonna relativa al materiale riutilizzabile per i ritombamenti ed i riporti ottenuta decurtando dal materiale di scavo il volume relativo ai massi. Data la maggiore vicinanza delle opere di presa e dell'edificio centrale al torrente rispetto alla condotta forzata, si è considerato relativamente agli scavi di tali opere una percentuale di massi maggiore e pari al 20% del volume; in merito alla percentuale di massi lungo il tracciato della condotta forzata la percentuale di massi considerata è pari al 15%.

Effettuando quindi la differenza tra il materiale riutilizzabile, i rinterri ed i riporti di progetto, si ottiene un avanzo di materiale complessivo pari a 1993 mc, dei quali circa 300 mc corrispondono al volume di asfalto fresato che dovrà essere portato in centri specializzati per lo smaltimento o l'eventuale riciclaggio.

7 VERIFICHE IDRAULICHE

7.1 VALUTAZIONE DELL'IDROGRAMMA LIQUIDO

La determinazione della portata che defluisce attraverso la sezione di chiusura del Torrente Grigno (tratto intermedio), identificata dalla presenza dell'opera di presa, è stata effettuata mediante il modello SCS implementato nel software open source ADB-Toolbox, reso disponibile sul Geoportale Nazionale come estensione "Analisi Idrologiche (AI)".

Il modello propone un'applicazione distribuita dell'approccio geomorfologico, combinando le equazioni del Soil Conservation Service (SCS) per il calcolo della pioggia efficace, il metodo cinematico per la propagazione

del deflusso superficiale alla sezione di chiusura ed un serbatoio lineare per la simulazione del deflusso di base.

A partire da informazioni morfometriche, idrologiche e climatiche per una determinata zona (DEM, carte dell'area drenata, delle direzioni di deflusso, del CN e della pericolosità climatica), e determinata la sezione di chiusura di un bacino, il software calcola l'idrogramma di progetto per il bacino di interesse.

7.1.1 Dati di input

I dati territoriali di base sono forniti dai Servizi della Provincia Autonoma di Trento e sono di seguito elencati. I parametri utilizzati sono quelli suggeriti e sono derivati dalla taratura del modello su tutta la Provincia, taratura ritenuta accettabile per il bacino in analisi. I dati forniti dall'ente Provinciale ed utilizzati sono elencati nella Tabella 18.

Tabella 18: Open Data di input per le analisi idrologiche in AdB Toolbox

Nome	Formato [risoluzione]	Descrizione
cn	.asc [10x10 m]	Mappa del Curve Number, calcolata partendo dalla carta dei gruppi idrologici (classi di permeabilità) e dalla carta di copertura del suolo (uso del suolo reale), determinata e calibrata su tutto il territorio provinciale.
demdepit	.asc [10x10 m]	DEM idrologicamente condizionato derivato da LiDAR 2006-2008
flowdir	.asc [10x10 m]	Mappa delle direzioni di deflusso ricavata dal DEM idrologicamente condizionato
upslope	.asc [10x10 m]	Mappa dell'area drenata ricavata dal DEM idrologicamente condizionato
param_a1	.asc [10x10 m]	Coefficiente pluviometrico delle LSPP
param_n2	.asc [10x10 m]	Coefficiente di scale delle LSPP
param_cv	.asc [10x10 m]	Coefficiente di variazione delle LSPP

Come accennato in precedenza i parametri assegnati in input sono quelli consigliati per il territorio Provinciale che si è visto ben caratterizzare anche il bacino di studio in esame. In particolare si sono assegnati i valori di seguito elencati:

- algoritmo di regolarizzazione delle curve di possibilità pluviometrica: Gumbel;
- velocità di versante: minima 0.025 m/s, massima 0.05 m/s;
- velocità di canale: 2 m/s;
- idrogramma: Wallingford;

- avanzamento del picco: 0.5.

Con questi dati si è imposta una simulazione di pioggia ogni 5 minuti, ottenendo come risultato un idrogramma transitante per la sezione di chiusura (702361 E 5108658 N. Sistema di riferimento ETRS89 / ETRS-TM32).

Riassumendo il modello è quindi caratterizzato da:

- CN apparente, 76.434
- Perdite iniziali, 0.100
- Area bacino (km²), 38.400
- Area contribuente (%), 100.000
- Velocità canale (m/s), 2.000
- Velocità minima versante (m/s), 0.025
- Velocità massima versante (m/s), 0.050
- Costante k velocità versante (-), 1.000
- Area soglia versante/canale minima (km²), 0.000
- Area soglia versante/canale massima (km²), 0.010
- Costante k soglia versante/canale (km²), 1.000
- Durata critica prec (h), 10.0
- LSPP parametro a, 38.502
- LSPP parametro n, 0.499
- LSPP parametro n < 1h, 0.366
- ARF, -1.000
- Forma ietogramma, WALLINGFORD
- Riduzione pioggia, 0.900
- Modello LSPP, GUMBEL
- Fattore geomorfologico, 0.800
- Soglia fatt. geomorf., 20.000
- Avanzamento ietogramma, 0.500
- Tempo di ritorno, 200 anni

Così è stato ottenuto un idrogramma caratterizzato da una portata massima di **73.063 m³/s**, per un tempo di ritorno di 200 anni ed una precipitazione di 109.4 mm.

7.1.2 Altre metodologie

Per completezza dell'analisi è stata calcolata la portata di picco per un tempo di ritorno sempre di 200 anni anche con altre metodologie i cui risultati sono riportati in tabella 19.

Tabella 19: Valori del picco di portata per un tempo di ritorno di 200 anni

Formula	h [mm]	Q [mc/s]
Ventura	103.4266737	63.88774145
Giandotti	65.0625088	79.14003555
Kirpich	62.71052595	113.5321726
Pasini	109.4920536	59.83785298
Pezzoli	104.3885643	63.21170832
Puglisi	92.79388079	72.36985971
SCS	93.22654916	71.98402636
Viparelli - Horton	88.17208338	76.74593116
GNDCl	66.97904647	105.2579576

Il metodo considerato più attendibile è quello proposto dal Soil Conservation Service per cui le verifiche verranno effettuate con una portata massima calcolata con il sistema SCS, ovvero un valore pari a 75 m³/s.

7.2 VALUTAZIONE SOLIDOGRAMMA

Per la valutazione della portata solida è stato fatto riferimento alla portata solida calcolata secondo la formulazione di Mayer-Peter & Mueller:

$$Q_s = 8(\vartheta - \vartheta_c)^{1.5} d_{50} \sqrt{g \Delta d_{50}} B$$

Dove si ha

- Q_s = portata solida calcolata, pari a 2 mc/s;
- ϑ = parametro di mobilità di Shields, pari a 0,479;
- ϑ_c = parametro di mobilità di Shields critico, pari a 0,047;
- d_{50} = diametro medio presente in alveo, pari a 0.06 m;
- $\Delta = (\rho - \rho_s) / \rho$ = densità relativa ridotta dei sedimenti, pari a 1,65;
- B = larghezza dell'alveo, pari a 15 m;

In particolare il parametro di mobilità di Shields ϑ è stato calcolato come

$$\vartheta = \frac{R_H i_f}{\Delta d_{50}}$$

Dove si ha

- R_H =raggio idraulico della sezione;
- i_f = pendenza dell'alveo, pari a 0.038 m/m

A favore di sicurezza la portata risultante è stata incrementata in modo tale da arrivare ad avere una **portata totale pari a 80 mc/s**.

7.3 VALUTAZIONE IDRODINAMICA ONDA DI PIENA

Il modello utilizzato per la simulazione del passaggio della portata bicentenaria è il software HECRAS il quale risolve numericamente il problema del moto permanente in un canale a fondo fisso.

Il sistema richiede l'assegnazione di tre condizioni al contorno, due a monte e una a valle. La tipologia della corrente (lenta o veloce) individua le grandezze che devono essere fissate:

- IN CORRENTE LENTA: assegnazione di Q a monte e di h a valle;
- IN CORRENTE VELOCE: assegnazione di Q e h a monte.

Il codice richiede in input le seguenti informazioni:

- GEOMETRIA E SCABREZZA:
il tratto da modellare è definito per sezioni trasversali, per ciascuna delle quali deve essere indicata la scabrezza (un valore per ciascun segmento che compone la sezione);
- CONDIZIONI AL CONTORNO:
nella sezione di monte sono state assegnate le condizioni al contorno relative alla portata liquida e alla pendenza del fondo mentre in quella di valle è stata attribuita la sola pendenza del fondo;
- PARAMETRI DI SIMULAZIONE
Si impone il tipo di moto (lento/veloce) che si instaura a monte e a valle del tratto da modellare. In funzione dell'opzione scelta, il codice definisce lo schema di assegnazione delle condizioni al contorno.

7.3.1 Dati di input

Il tratto oggetto di studio, lungo circa 330 m, si riferisce alla zona dove verrà localizzata l'opera di presa, considerando in particolare l'alveo a partire dal ponte a quota 1053,91, fino a circa 100 m a valle dell'opera di presa. Le verifiche idrauliche sono state condotte simulando il passaggio della portata di picco bicentenaria considerando la sola portata liquida, pari a 75 mc/s e successivamente considerando anche il contributo della portata solida che, come visto in precedenza determina un valore complessivo di 80 mc/s.

La simulazione effettuata si basa sul rilievo topografico dell'area da cui sono state estrapolate le sezioni inserite all'interno del programma e considera il caso dello stato di progetto in cui in alveo è presente la traversa di presa.

La scabrezza ipotizzata è pari a 0,04 per il talweg e 0,01 per le sponde.

7.3.2 Analisi dei risultati

Come si può osservare nelle tavole D.A.15 e D.A.16 che riportano profilo e sezioni della simulazione in cui è indicato il tirante idrico, non si hanno grandi variazioni nel caso in cui si consideri la sola portata liquida o il caso in cui si consideri anche quella solida. Si può inoltre osservare come l'alveo sia normalmente in grado di contenere la portata transitante, ad eccezione della sezione 22 nella quale la sponda sinistra risulta essere poco definita, e quindi soggetta ad esondazione. Tale sezione si colloca poco a monte della traversa in progetto.

Si è quindi colta l'occasione per realizzare una scogliera che sia in grado di contenere la portata bicentenaria anche in tale sezione. Tale opera di protezione può essere raccordata con i tomi già esistenti sia a monte che a valle, i quali sono evidenti nelle sezioni 21 e 23. Gli stessi verranno inoltre stabilizzati grazie al prolungamento della scogliera in progetto fino a circa 20 m a monte e 10 m a valle rispetto alla traversa di presa.

8 FASE DI REALIZZAZIONE

L'interferenza maggiore delle opere di progetto sul territorio è concentrata principalmente durante la fase costruttiva dei manufatti, a causa della necessità di occupazione degli spazi e alle operazioni di cantiere.

Il tipo di intervento permette la mitigazione dei disagi arrecati dalle opere cantieristiche in quanto con l'inizio della produzione sia avrà il ripristino dello status quo e quindi la quasi completa reversibilità degli impatti arrecati. Nella descrizione delle attività cantieristiche sono tenute a riferimento metodologie esecutive classiche, con usuali macchinari e tecnologie operative standard impiegati normalmente per simili lavorazioni.

Di seguito si riporta un elenco relativo alle diverse lavorazioni.

1. Realizzazione edificio centrale

- Approntamento cantiere fisso;
- Realizzazione nuova strada di accesso;
- Esecuzione degli scavi di sbancamento;
- Realizzazione edificio centrale;
- Realizzazione canale di scarico
- Inserimento apparecchiature e impianto di messa a terra
- Allacciamenti necessari
- Realizzazione, piazzale e strada d'accesso
- Rinterro, sistemazione generale e ripristini

2. Posa condotta forzata e realizzazione nuovo tratto stradale

- Approntamento cantiere mobile;
- Taglio e rimozione strada esistente;
- Esecuzioni degli scavi condotta e attraversamenti;
- Esecuzione scavi di sbancamento nuovo asse stradale;
- Posa della condotta forzata in PRFV, DN 900;
- Posa tubi in CLS DN 1000 per attraversamenti e collettori acque DN 600;
- Posa cavi di collegamento e di telecomunicazione;
- Ricoprimento con materiale vagliato e di riempimento;
- Ripristino pacchetto stradale con dismissione strada esistente e realizzazione nuovo tratto stradale;
- Rinterro, sistemazione generale e ripristini;

3. Realizzazione opera di presa

- Approntamento cantiere fisso;
- Opere di cantierizzazione (argini e condotte in cls DN 1000);
- Esecuzione degli scavi;
- Realizzazione traversa di derivazione;
- Realizzazione sghiaiatore, dissabbiatore, vasca di carico, camera di manovra e canale di scarico;
- Realizzazione pozzetto di misura;
- Realizzazione vasca di dissipazione
- Inserimento paratoie, tubi, apparecchiature elettromeccaniche e messa a terra;
- Rinterro, sistemazione generale e ripristini;

Le varie opere previste prevedono quindi una serie di lavorazioni suddivise in *Opere di scavo e rinterro*, *Opere di ingegneria civile* e *Opere elettromeccaniche*. Da un punto di vista procedurale, è intenzione procedere con appalti separati e distinti almeno per quanto riguarda le opere civili; in particolare è ipotizzabile la presenza sul cantiere di due imprese, una esecutrice della condotta forzata ed opera di presa, l'altra affidataria dei lavori di costruzione dell'edificio centrale. Una lavorazione specifica ad elevato valore aggiunto è sicuramente quella relativa alle opere elettromeccaniche che saranno realizzate da un'impresa altamente specializzata nel settore.

Le necessità di velocizzare i tempi di realizzazione dell'opera sono correlate a due esigenze principali e tra di loro non in contrasto:

- rapida messa in esercizio delle centrali al fine di iniziare il prima possibile la produzione, ritornando al più presto degli investimenti sostenuti;
- minimizzazione dei tempi di occupazione del suolo e dunque degli impatti, sia in relazione alle componenti più strettamente ambientali sia con riferimento ai disagi che la presenza del cantiere può arrecare alla popolazione del luogo ed alla fruizione del territorio anche a scopo turistico.

Con riferimento a questo secondo aspetto, i tempi andranno ridotti il più possibile coordinando i diversi interventi nelle zone di monte e di valle, soprattutto in relazione alla posa in opera della condotta forzata.

TIPOLOGIA D'OPERA	MESI DI LAVORO											
Mese	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Realizzazione edificio centrale												
Posa condotta forzata e realizzazione nuovo tratto stradale												
Realizzazione opera di presa												
Opere elettromeccaniche												

Tabella 20: Cronoprogramma riassuntivo proposto per la cantierizzazione

Il cronoprogramma proposto nel diagramma di Gantt (vedi Tabella 20) prevede 6 mesi di tempo per la posa della nuova condotta, in un'ottica piuttosto cautelativa. L'accessibilità dei luoghi non è particolarmente problematica e gli spazi a disposizione per la cantieristica sono congrui rispetto alle esigenze. La sezione della fascia di cantiere necessaria per la posa della condotta viene fissata pari a 6 metri e presenta una larghezza sufficiente per l'accatastamento del materiale di scavo e di posa.

Si è comunque scelto di utilizzare tubazioni in PFRV che non necessitano di scavi localizzati in testa ai giunti - al contrario delle tubazioni di acciaio per le quali si realizzano nicchie di saldatura - e che presentano un peso limitato rispetto ad analoghe tubazioni in ghisa o acciaio. L'obiettivo di ridurre al minimo i tempi di posa in opera della condotta sarà quello maggiormente perseguito in relazione alle problematiche di accessibilità dei luoghi e del transito lungo le strade intercettate, le cui semicarreggiate potranno essere interrotte per brevi periodi di tempo, strettamente necessari al passaggio dei mezzi ovvero alle operazioni di scavo in prossimità della carreggiata.

La condotta sarà posta in opera in periodi che, non avversi dal punto di vista meteorologico (ghiaccio e neve), siano interessati da turismo e utenti in maniera marginale. Per quanto invece riguarda gli interventi in alveo, si rimanda alla specifica trattazione dell'argomento nel paragrafo degli impatti.

9 FASE DI ESERCIZIO

Le fasi di esercizio dell'impianto non avranno delle specifiche ripercussioni sull'ambiente al di fuori della prevista riduzione di portata in alveo, che è stata valutata con particolare attenzione e che viene ritenuta compatibile con una corretta gestione dell'alveo dal punto di vista ambientale.

Relativamente alla gestione dell'opera saranno necessari alcuni accorgimenti per garantire il corretto funzionamento dell'impianto e del rilascio della portata di rispetto.

- Relativamente alla portata di rispetto dovranno essere aperte o chiuse le saracinesche predisposte per l'integrazione di portata, secondo quanto descritto in precedenza.

In particolare la tabella seguente riassume quali saracinesche devono essere aperte o chiuse in funzione del periodo dell'anno:

	Dic-mar	Apr-lug	Ago-set	Ott-nov
Apertura tubi-saracinesche	T1	T1+T2+T3	T1+T2	T1+T2+T3
Portata minima rilasciata in alveo (l/s)	32+(350)	184+(350)	109+(350)	184+(350)

Figura 37: aperture tubi rilascio portata di rispetto e quantitativi rilasciati

- Relativamente alla riduzione di portata massima nel periodo compreso tra luglio e settembre sarà necessario due volte all'anno movimentare la paratoia limitatrice di portata presente sul canale di adduzione in maniera da aumentare o diminuire l'apertura della stessa e consentire una derivazione

di 750 l/s o 1000 l/s. Il valore di apertura della paratoia in funzione della portata massima è stato calcolato in precedenza e viene di seguito riportato:

	OTT-AGO	LUG-SETT
Q _{max} (l/s)	1000	750
a (m)	0.277	0.211

A garanzia del non superamento della portata massima oltre a tale regolazione, verrà limitato il prelievo anche mediante la regolazione della macchina che nei mesi tra luglio e settembre non dovrà turbinare portate superiori a 750 l/s.

- Per quanto riguarda la manutenzione delle opere sarà necessario due volte all'anno provvedere alla pulizia della vasca sghiaiatrice e del dissabbiatore. Tali operazioni dovranno essere effettuate nel tardo periodo primaverile e autunnale (giugno e dicembre), in maniera da effettuarsi in seguito ai periodi caratterizzati da portate maggiori.
- In caso di eventi di piena particolarmente intensi l'impianto dovrà essere fermato e successivamente dovrà essere verificata la funzionalità delle opere.
- Si dovrà provvedere alla manutenzione ordinaria del tratto sotteso dall'impianto secondo i tempi e le modalità indicate dal Servizio Bacini Montani nel disciplinare di concessione.

10 SOSTENIBILITA' AMBIENTALE

Il Piano di monitoraggio ambientale (PMA), originariamente definito in relazione al solo impianto idroelettrico sul Torrente Grigno intermedio, è stato prescritto quale forma di compensazione ambientale, ai sensi della d.G.P. 11 febbraio 2011, n. 197, con il rilascio della compatibilità ambientale dell'impianto idroelettrico sul Torrente Tolvà (VIA-2010-01). La compatibilità ambientale di quest'ultimo impianto, pertanto, è stata subordinata alla realizzazione di un monitoraggio della qualità delle acque e del trasporto solido a favore di un impianto ancora in fase di progettazione, quello sul Grigno intermedio (VIA-2010-03).

L'obiettivo della compensazione, quindi, consisteva nel predisporre un piano di studio e monitoraggio in grado di fornire elementi e dati a favore della conclusione della valutazione dell'impatto ambientale dell'impianto sul Grigno intermedio e, successivamente, per la definizione delle modalità di gestione delle relative opere di presa e utili per la determinazione dei parametri definitivi della concessione sul Grigno intermedio. Il Piano di monitoraggio costituisce infatti un fondamentale ed indispensabile presupposto allo studio di impatto ambientale della Centrale idroelettrica sul torrente Grigno (intermedio) e può essere ulteriormente modificato durante tale procedimento. **Solo in quest'ambito, proprio in considerazione della stretta dipendenza tra scelte progettuali e monitoraggio, potranno essere specificati gli argomenti inerenti le soglie di valutazione dei vari parametri ambientali e le conseguenze del piano ai fini del collaudo della concessione definitiva, come evidenziato dal piano stesso.**

Il Piano di monitoraggio depositato al SUAP in data 12 gennaio 2012 è stato oggetto di successivi aggiornamenti (maggio 2013 e marzo 2014), sulla base delle indicazioni emerse nella fase istruttoria.

Il PMA è articolato in due sezioni di studio ben distinte: la sezione idrologia-idromorfologia, curata dall'ing. Luigi Fraccarollo del Cudam e la sezione idrobiologia, curata dal dott. Lorenzo Betti, esperto in ecologia fluviale e fauna ittica.

L'analisi, in corso di svolgimento, è articolata su 11 sezioni di studio, di cui una sospesa in attesa della riattivazione della presente procedura di VIA. Le sezioni di riferimento sono state numerate procedendo da monte verso valle, per ognuno dei due corsi d'acqua. In particolare il torrente Grigno è stato suddiviso in due tratti, denominati "Grigno alto" e "Grigno intermedio"; il primo è posto a monte della confluenza con il torrente Tolvà, mentre il secondo è posto a valle della suddetta confluenza.

In particolare nel tratto "Grigno Alto" sono state individuate: Grigno 1 (G1) (a monte della derivazione Sorgazza) - Grigno 2 (G2) (a valle della derivazione Sorgazza) - Grigno 3 (G3) (in corrispondenza della Centrale Costabrunella) - Grigno 3 bis (G3bis) (a monte del Ponte della Stua nel tratto sotteso).

Nel tratto denominato "Grigno intermedio" sono state individuate: Grigno 4 (G4) (in corrispondenza del bordo nord-occidentale del camping Val Malene, a valle del Ponte della Stua) - Grigno 5 (G5) (in corrispondenza del ponte in località Pian di Malene) - Grigno 6 (G6) (da attivare subito a valle della confluenza con il Rio Secco) - Grigno 7 (G7) (poco a monte dell'ubicazione dell').

Sul torrente Tolvà sono state individuate: Tolvà 1 (T1) (sezione più a monte) - Tolvà 2 (T2) (sezione più a valle) - Tolvà 2 bis (T2bis) (a monte del Ponte della Stua nel tratto sotteso).

Si prevede un'integrazione della campagna di monitoraggio mediante l'inserimento di parametri inerenti la qualità chimico fisica delle acque fluenti nel torrente Grigno al fine di valutare gli effetti della derivazione in progetto in rapporto alla diluizione degli scarichi della fossa Imhoff in località Malene.

Il D.M. n 260 dell'8 novembre 2010 definisce i criteri tecnici per la classificazione dello stato dei corpi idrici superficiali.

L'allegato 1 in particolare stabilisce i criteri per il monitoraggio ai fini della classificazione dei corpi idrici definendo gli elementi qualitativi da valutare per la classificazione dello stato ecologico.

Relativamente agli elementi fisico-chimici è richiesta la valutazione dei seguenti parametri generali:

- Trasparenza
- Condizioni termiche
- Condizioni di ossigenazione (% di saturazione)
- Conducibilità
- Stato di acidificazione
- Condizioni dei nutrienti (N-NH₄, N-NO₃, fosforo totale)

Descrittore utilizzato

I nutrienti e l'ossigeno disciolto verranno integrati in un unico descrittore, **LIMeco**, che prevede l'assegnazione di un punteggio sulla base della concentrazione di alcuni macrodescrittori, come riportato in tabella:

		Livello 1	Livello 2	Livello 3	Livello 4	Livello 5
	Punteggio*	1	0,5	0,25	0,125	0
Parametro						
100-O ₂ % sat.	Soglie**	≤ 10	≤ 20	≤ 40	≤ 80	> 80
N-NH ₄ (mg/l)		< 0,03	≤ 0,06	≤ 0,12	≤ 0,24	> 0,24
N-NO ₃ (mg/l)		< 0,6	≤ 1,2	≤ 2,4	≤ 4,8	> 4,8
Fosforo totale (µg/l)		< 50	≤ 100	≤ 200	≤ 400	> 400

Effettuando la media dei punteggi dei vari descrittori è possibile definire la classe di qualità secondo la seguente tabella:

Stato	LIMeco
Elevato*	≥ 0,66
Buono	≥ 0,50
Sufficiente	≥ 0,33
Scarso	≥ 0,17
Cattivo	< 0,17

Punti di campionamento

Si prevede l'individuazione di due punti di campionamento per l'analisi della qualità chimico fisica dell'acqua: uno a monte dell'opera di presa dell'impianto in progetto, in corrispondenza del punto di monitoraggio APPA SD000210 (poco a monte della confluenza fra il rio Consorte e il torrente Grigno) ed uno a valle della stessa, nei pressi del canale di restituzione poco a valle della confluenza fra torrente Grigno e Rio Secco. La localizzazione dei punti di prelievo potrà ad ogni modo essere modificata in accordo con APPA.



Figura 38: localizzazione dei punti di prelievo per il monitoraggio chimico-fisico dell'acqua

PUNTO PRELIEVO	EST	NORD

N° 1	702389	5109681
N° 2	702363	5108462

Figura 39: localizzazione delle sezioni di monitoraggio della qualità chimico fisica del torrente Grigno

Frequenza e periodo

In considerazione della fruizione praticamente esclusivamente estiva del campeggio di Malene ed il conseguente presumibile carico inquinante si propone di eseguire il campionamento durante la stagione tardo invernale (febbraio-marzo), prima del periodo di fusione e durante la stagione estiva (agosto-settembre). Il campionamento verrà effettuato con cadenza semestrale in ciascuna sezione e consentirà di valutare anche la variabilità stagionale dei parametri.

Le misure avranno luogo per un periodo di almeno un anno antecedentemente l'entrata in funzione della centrale, in maniera da caratterizzare lo stato chimico fisico in assenza di derivazione; dovranno essere svolte per almeno i 5 anni successivi.

11 RECEPIMENTO DELLE OSSERVAZIONI EMERSE (vedi D.G.P. n° 584 d.d. 9 aprile 2018)

La presente soluzione progettuale recepisce le osservazioni emerse nel corso dell'istruttoria relativa alla procedura di VIA della centrale idroelettrica sul torrente Grigno e riportate nel verbale di deliberazione della Giunta Provinciale relativo all'assemblea tenutasi in data 9 aprile 2018. Di seguito si elencano le criticità espresse dai vari servizi della Provincia, descrivendo quanto realizzato per il loro recepimento.

- **APRIE - Servizio Gestione Risorse Idriche**

-Utilizzare l'assetto derivatorio definito nel documento finale denominato "Integrazione alla relazione tecnico-illustrativa – Rev02" di data febbraio 2018 (Qmax 1000 l/s, ridotta a 750 l/s nei mesi da luglio a settembre; portata di rispetto modulata corrispondente a 2 volte il DMV da PGUAP)

La presente proposta progettuale è basata sul sistema derivatorio come riportato nella "Integrazione alla relazione tecnico illustrativa – Rev 02" di data febbraio 2018. L'impianto è quindi dimensionato per una portata massima di 1000 l/s e garantirà una portata di rispetto pari ad almeno 2 volte il DMV. Nel periodo estivo inoltre la derivazione verrà limitata alla portata massima di 750 l/s in maniera da consentire la pratica degli sport acquatici lungo il torrente e da consentire una buona diluizione degli inquinanti provenienti dalla fossa Imhoff di Malene.

-il posizionamento e le caratteristiche dei sistemi di misurazione della portata rilasciata, che dovranno consentire il chiaro e immediato controllo del rispetto degli obblighi derivanti dal disciplinare di concessione,

sia in corrispondenza dell'opera di presa sia presso la vasca dissabbiatrice, oltre che in una sezione a valle del dissabbiatore al fine di permettere la misura della portata transitante.

Per verificare il rilascio della portata di rispetto è sufficiente osservare se il livello idrico in prossimità dell'inciso per il DMV è lambisce cordolo delle griglie di presa: in tale condizione la portata transitante attraverso l'inciso è pari a 350 l/s. La portata integrativa per il raggiungimento del valore di rispetto può essere desunta osservando il livello del tirante al termine del canale di scarico dell'opera di presa. Qui infatti è previsto l'inserimento di un lamierino sagomato a v, sul quale saranno segnati i livelli che il tirante deve avere nei vari periodi dell'anno per integrare la portata del quantitativo richiesto per avere un rilascio complessivo pari ad almeno 2 volte il DMV (32, 109 e 184 l/s).

-previsione di una botola di accesso al pelo morto inferiore posto sotto la turbina al fine di agevolarne la misura in fase di collaudo.

Nel locale turbine dell'edificio centrale è prevista una botola di accesso che immette direttamente sullo scarico sottostante e consente di controllare il pelo morto inferiore.

-dettaglio grafico delle opere che costituiscono il sistema di derivazione.

Nella tavola D.A.7.2 sono riportati i dettagli dell'opera di presa e dei suoi accessori, come griglie di captazione griglia maglia fine, sistema di bloccaggio della paratoia, fori per i pesci e paratoie.

-il disciplinare di concessione dovrà prescrivere la manutenzione ordinaria della vegetazione del tratto d'alveo sotteso dall'impianto secondo i tempi e i modi indicati di volta in volta dal servizio Bacini Montani

In fase di esercizio dell'impianto si provvederà alla pulizia dell'alveo e delle sponde secondo le indicazioni contenute nel disciplinare di concessione.

- ***Agenzia Per la Protezione dell'Ambiente:***

-dovrà essere redatto un elaborato che definisca i volumi definitivi, le caratteristiche chimiche e le destinazioni previste dei materiali in esubero risultanti dagli scavi.

Nella presente relazione è stato redatto un apposito paragrafo relativo ai bilanci dei volumi di scavo e di riporto ad alla loro collocazione.

Relativamente all'aggiornamento del piano di monitoraggio si allega al presente progetto la proposta di adeguamento del piano di monitoraggio attualmente vigente sull'Alto Grigno.

- ***Servizio Urbanistica e tutela del Paesaggio – Servizio Foreste e Fauna***

-L'alveo immediatamente a valle dello scivolo di rilascio del DMV dovrà essere conformato in modo da garantire la presenza di una buca adeguatamente profonda atta a facilitare la risalita della fauna ittica

La presente soluzione progettuale prevede, tramite realizzazione della soglia di fondo posta a valle della traversa, di realizzare un'apposita zona di calma dei flussi provenienti dalla canaletta per il DMV. L'altezza della soglia garantisce un livello idrico a monte della stessa tale da garantire al pesce in risalita di sostare prima di attraversare la canaletta. I dettagli della soglia di fondo sono ben visibili nella tavola D.A.7.2.

-per l'intervento a rettifica dei due tratti stradali al di sotto dei quali è prevista la posa della condotta forzata si dovrà verificare se sussistono ulteriori margini di miglioramento; scarpate e scogliere di sostegno andranno sagomati e dimensionati secondo le risultanze di perizia geologico-geotecnica; le porzioni stradali residue andranno ripristinate a verde con l'asporto dell'asfalto, dei guard rail e con semina di consone miscuglio erbaceo

Per quanto riguarda i tratti di strada interessati dal processo di rettifica, si precisa che tutti i profili di versante e le scogliere in progetto sono stati dimensionati seguendo i risultati delle perizie geologiche e geotecniche a firma dell'ing. Daniele Sartorelli. Si sottolinea inoltre come siano previsti appositi interventi di ripristino e rinverdimento delle zone interessate, come visibile dalle planimetrie di progetto, tavole D.A.4.1 e D.A.4.2, che verranno eseguito secondo le prescrizioni indicate.

-i solai delle opere interrate dovranno essere adeguatamente dimensionati in considerazione del previsto utilizzo dei piazzali soprastanti (parcheggio e deposito legname)

La presente soluzione progettuale prevede che i solai delle opere in progetto (complesso vasca sghiaiatrice-dissabbiatore-vasca di carico ed edificio centrale) siano realizzati in calcestruzzo armato di spessore 40 cm che, dai risultati di calcolo di pre-dimensionamento, risulta sufficiente a garantire la resistenza strutturale per qualsiasi sovraccarico derivante da attività di parcheggio e/o deposito legname, svolte al di sopra degli stessi solai.

- **Servizio Bacini Montani**

-Definizione anche planimetrica della struttura per lo scarico della centrale in prospettiva di un possibile allargamento dell'alveo in quel tratto

La presente soluzione ha cercato di inserire lo scarico della centrale in progetto nel miglior modo possibile rispetto all'attualmente morfologia, così come evidenziata dal rilievo topografico dell'area. Si è inoltre cercato di limitare il più possibile l'estensione dello scarico e del selciato di restituzione paventando la possibilità di un allargamento futuro dell'alveo del torrente Grigno in sponda sinistra. In accordo col servizio Bacini Montani

si è convenuto di valutare direttamente in fase di realizzazione la possibilità di eventuali modifiche migliorative dell'opera di restituzione, in relazione al possibile allargamento dell'alveo.

-Rilievo plano altimetrico di dettaglio comprensivo anche della parte a monte dell'opera di presa (fino al ponte) per comprendere l'andamento del torrente ed orientare l'opera di presa ortogonalmente all'alveo

Nella presente soluzione progettuale è stato esteso il rilievo topografico a monte dell'opera di presa fino al ponte di quota 1053,91 m s.l.m. (tavola D.A.7.3).

Sulla base di tali rilievi è stata leggermente ruotata la traversa di presa in maniera da renderla il più ortogonale possibile all'alveo.

- Verifica idraulica dell'opera di presa considerando sia la portata liquida che solida del torrente, con riferimento a portate con Tr200 utilizzando anche i risultati dello studio del trasporto solido sul Grigno

In questa fase progettuale si è provveduto alla verifica idraulica dell'opera considerando portata liquida e solida per un evento di piena con tempo di ritorno di 200 anni.

Nella presente relazione un apposito capitolo illustra le modalità con cui sono state determinate le portate dell'evento di piena e le simulazioni idrauliche svolte per determinare il tirante al passaggio di tali portate. Si riportano, a tal proposito, le tavole risultanti dalla modellazione in HEC-RAS, D.A.15 (profilo) e D.A.16 (sezioni).

- Le scogliere in destra e sinistra idrografica di invito all'opera di presa dovranno essere prolungate, cementate ed ancorate con funi e golfari

Le scogliere nei pressi dell'opera di presa sono state estese a monte e a valle sulla base anche degli esiti della simulazione del passaggio dell'onda di piena bicentenaria. Relativamente alla tipologia delle scogliere le stesse sono previste in massi ciclopici ancorati e cementati, come rappresentato nella tavola dei particolari costruttivi (D.A.14.1).

- La soglia in massi situata a valle dell'opera di presa dovrà essere cementata e legata con funi di acciaio per garantire la stabilità e dovrà essere ben ammorsata con fondazioni sufficientemente profonde per evitare erosioni

Le sezioni BB e CC della tavola D.A.7.2 mettono in luce le dimensioni delle fondazioni della soglia in questione e le modalità con cui i massi vi sono ancorati. Dalla planimetria si può inoltre osservare come la stessa sia realizzata ad arco con profondi ammorsamenti nelle sponde laterali.

- Per l'esecuzione dei lavori non potranno essere utilizzati massi presenti nell'alveo e nelle pertinenze idrauliche del torrente Grigno con funzioni di corazzamento, i massi utilizzati per le opere dovranno essere di natura granitica ed avere delle misure minime di 1 mc

I massi ciclopici per l'esecuzione delle scogliere e dei selciati non verranno recuperati dall'alveo o dalle pertinenze idrauliche; si provvederà invece ad utilizzare i trovanti, qualora avessero le idonee caratteristiche (minimo 1 m e di natura granitica), provenienti dagli scavi della condotta forzata, dagli scavi di dissabbiatore, sghiaiatore, vasca di carico ed edificio centrale. Se tuttavia non fossero reperiti durante gli scavi sufficienti massi con caratteristiche idonee, si provvederà all'acquisto degli stessi.

- Dovrà essere definita la lunghezza del selciato di dissipazione del canale di scarico dell'edificio centrale in progetto in modo che non interferisca con l'alveo del torrente Grigno

Si rimanda a quanto scritto al primo punto.

- dovranno essere definite le modalità e la tempistica di manutenzione dell'opera di presa

Nel paragrafo gestione dell'impianto sono definite le modalità di manutenzione dell'opera di presa

Trento, Marzo 2026

IL PROGETTISTA
dott. ing. Vittorino Betti

12 INDICE DELLE FIGURE

figura 1: Localizzazione planimetrica delle opere previste dall'intervento su ortofoto	6
figura 2: Localizzazione planimetrica delle opere previste dall'intervento su carta tecnica provinciale	8
figura 3: estratto planimetria catastale area opera presa	9
figura 4: estratto planimetria catastale area edificio centrale.....	9
figura 5: Schema idraulico relativo ai prelievi idroelettrici relativi al torrente Grigno.....	10
figura 6: estratto del PTA 2015 relativamente al tratto in esame.....	17
figura 7: localizzazione stazione di monitoraggio APPA	17
figura 8: stato chimico monitoraggio APPA triennio 2010-2012	18
figura 9: stato ecologico monitoraggio APPA triennio 2010-2012.....	18
Figura 10: Proposta di aggiornamento PTA 2017 – Allegato D, rev. 2018	18
Figura 11: Proposta di aggiornamento PTA 2017 – Allegato D, rev. 2018	19
figura 12: dati APPA aggiornati 2015 - 2016	21
figura 13: aree protette – Allegato C PTA	21
figura 14: curva rendimento/portata della turbina.....	25
figura 15: estratto carta delle criticità idriche sotterranee	28
figura 16: Sovrapposizione delle opere in progetto con il Piano Regolatore Generale del Comune di Pieve Tesino – scala a vista	29
figura 17: Individuazione edificio centrale nel Piano Zonizzazione Acustica del Comune di Pieve Tesino – scala a vista	32
figura 18: Localizzazione stazioni di misura	35
figura 19: curva di frequenza – mese gennaio.....	37
figura 20: curva di frequenza – mese febbraio	37
figura 21: curva di frequenza – mese marzo	38
figura 22: curva di frequenza – mese aprile	38
figura 23: curva di frequenza – mese maggio	39
figura 24: curva di frequenza – mese giugno	39
figura 25: curva di frequenza – mese luglio.....	40
figura 26: curva di frequenza – mese agosto.....	40
figura 27: curva di frequenza – mese settembre.....	41
figura 28: curva di frequenza – mese ottobre.....	41
figura 29: curva di frequenza – mese novembre	42
figura 30: curva di frequenza – mese dicembre	42

figura 31: diagramma idrologico torrente Grigno, in corrispondenza dell'opera di presa in progetto.....	44
Figura 32: portata media naturale, turbinata e residua nei vari mesi dell'anno	45
figura 33: soglie di portata per l'innescio del trasporto solido per il Torrente Grigno, nel periodo 2014-2015. I valori numerici riportati indicano le soglie di portata (S= stagione di scioglimento, P= stagione delle piogge).....	46
figura 34: trasporto solido cumulato nel torrente Grigno nel biennio 2014-2015 (S= stagione di scioglimento, P= stagione delle piogge).....	47
Figura 35: aperture tubi rilascio portata di rispetto e quantitativi rilasciati	54
Figura 36: Caratteristiche tecniche dell'impianto di progetto	65
Figura 37: aperture tubi rilascio portata di rispetto e quantitativi rilasciati	73
Figura 38: localizzazione dei punti di prelievo per il monitoraggio chimico-fisico dell'acqua.....	76
Figura 39: localizzazione delle sezioni di monitoraggio della qualità chimico fisica del torrente Grigno	77

13 INDICE DELLE TABELLE

tabella 1: parametri concessori impianti Tesino 1 e 2.....	12
tabella 2: parametri concessori centrale Ponte della Stua	12
Tabella 3: Parametri concessioni sottese	13
Tabella 4: caratteristiche corpi idrici torrente Grigno – PARTE 1	16
Tabella 5: caratteristiche corpi idrici torrente Grigno – PARTE 2	16
Tabella 6: Criteri art.7 delle N.d.A. del PGUAP	24
Tabella 7: valori medi mensili per la determinazione dell'Energia potenziale teorica	26
Tabella 8: valori medi mensili per la determinazione dell'Energia potenziale teorica	26
Tabella 9: Valori limite di emissione massimi del livello sonoro equivalente (Leq A) nel Comune di Pieve Tesino...	32
Tabella 10: valori di DMV unitari e totali da PGUAP, portata di rispetto relativi all'impianto sul torrente Grigno.....	36
Tabella 11: portate medie mensili [l/s] in alveo all'opera di presa in progetto per il periodo compreso tra gennaio 2014 e aprile 2017	43
Tabella 12: valori medi mensili di portata naturale, derivabile e residua presenti in alveo all'altezza dell'opera di presa	43
Tabella 13: valori medi di portata naturale, derivabile e residua presenti in alveo all'altezza dell'opera di presa	43
Tabella 14: valori di portata in alveo, turbinata, residua e di rispetto presenti nei pressi dell'opera di presa	49
Tabella 15: portate massime impianto al variare del periodo dell'anno e relativo grado di apertura della paratoia per la limitazione della portata.	50
Tabella 16: parametri di calcolo per le perdite di carico distribuite della condotta, con portata massima.....	58
Tabella 17: bilancio dei volumi	66
Tabella 18: Open Data di input per le analisi idrologiche in AdB Toolbox.....	67
Tabella 19: Valori del picco di portata per un tempo di ritorno di 200 anni.....	69

Tabella 20: Cronoprogramma riassuntivo proposto per la cantierizzazione	72
---	----