

INGEOART s.r.l.

● **STUDIO TECNICO BONACCI**

Piazza Stazione, 3 - 28844 VILLADOSSOLA (VB) - P.I. 01383610035

Tel. 0324/5795 - Fax 0324/579530 - email : info@ingeoart.it

PROVINCIA DEL VERBANO-CUSIO-OSSOLA / COMUNE DI DRUOGNO

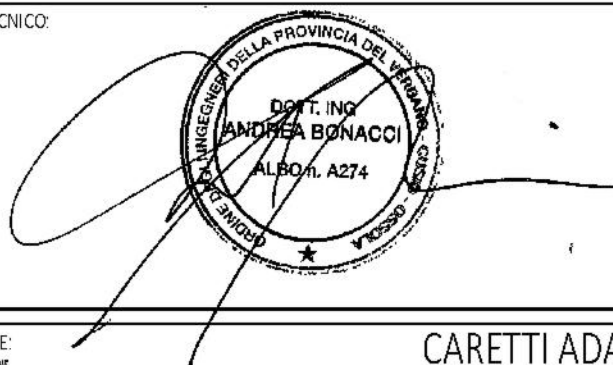
D.lgs 387/03 - L.R. n.40 del 14 dicembre 1998 art.12 - FASE DI
VALUTAZIONE DI IMPATTO AMBIENTALE - PROGETTO DEFINITIVO -

Riferimento: Verbale della VIa Conferenza dei Servizi del 23/03/2026

PROGETTO DI IMPIANTO IDROELETTRICO CON DERIVAZIONE DAL RIO RAGNO

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA - Scenario 3

FIRMA DEL TECNICO:



Stampa circolare dell'Ingegnere della Provincia del Verbano-Cusio-Ossola:
DOTT. ING.
ANDREA BONACCI
ALBO n. A274

REP.: 16-079

FILE: testalini

ELABORATO: 12

COMMITTENTE:

FIRMA DI ACCETTAZIONE
PROGETTO E DICH. "A"

CARETTI ADAMO

REV.	DESCRIZIONE	DIS.	DATA	CONTR.
1	Pratica VIA	M.C.	04.07.16	ANDREA

DATA GIUGNO 2016

AGGIORNAMENTO
MARZO 2026

DICHIARAZIONE "A"

Il presente progetto potrà avere esecuzione solo ad avvenuto ottenimento/efficacia dei titoli abilitativi. Il Committente dovrà attenersi scrupolosamente nell'esecuzione dell'opera a quanto previsto in progetto ed alle eventuali prescrizioni. Il progetto non potrà essere variato né modificato senza aver preventivamente richiesto ed ottenuto quanto previsto dalla vigente normativa. Modifiche o varianti non autorizzate saranno considerate iniziative proprie del Committente ed escludono pertanto tassativamente la Direzione Lavori da ogni responsabilità penale, civile ed amministrativa.

INDICE

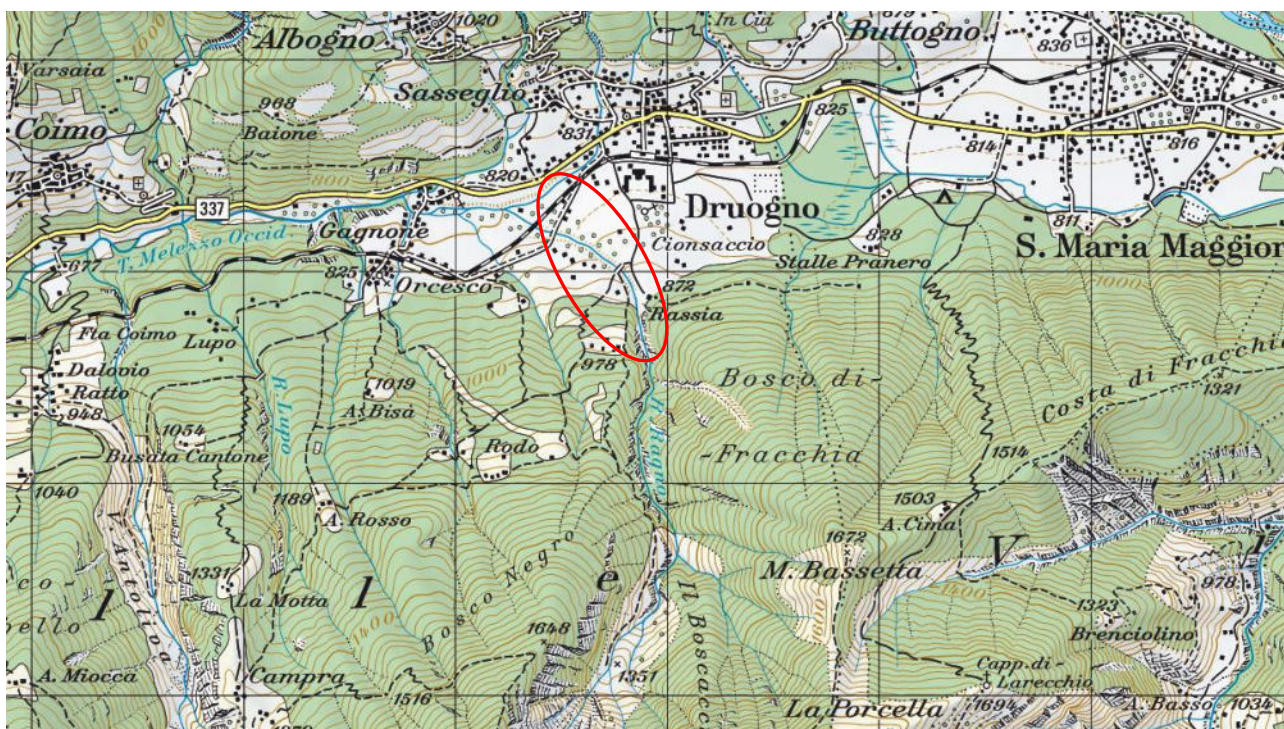
CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO	pag. 2
TABELLA VOLUMI DI SCAVO E SUPERFICI MODIFICATE.....	pag. 8
CANTIERISTICA.....	pag. 10
CALCOLI DI VERIFICA IDRAULICA	pag. 13
CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICI.....	pag. 25
ANALISI DELLE RICADUTE SOCIALI OCCUPAZIONALI ECONOMICHE LOCALI.....	pag. 28
CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DELL'INTERVENTO.....	pag. 30

CARATTERISTICHE TECNICHE DELL'IMPIANTO

DESCRIZIONE GENERALE

Le opere che costituiscono l'impianto idroelettrico in progetto sono ubicate sul territorio del Comune di Druogno a sud-ovest della Colonia Alpina. La captazione è posta nell'alveo del Rio Ragno alla quota di 905,00 m.s.l.m., circa all'altezza della località Cresta, mentre la centrale è ubicata nel pianoro delimitato dal Rio Ragno e la Via Orcesco, in un'area classificata in P.R.G. a parcheggio pubblico (si vede estratto alla pagina successiva). Al termine del ciclo produttivo le acque vengono restituite direttamente nel rio Ragno.

Il bacino imbrifero sotteso all'opera di captazione è pari a 2,75 kmq. L'impianto si sviluppa per una lunghezza di circa 1070 m e sfrutta un salto utile di 89,70 m.



Estratto della cartografia svizzera. La linea rossa individua la posizione dell'impianto in progetto.

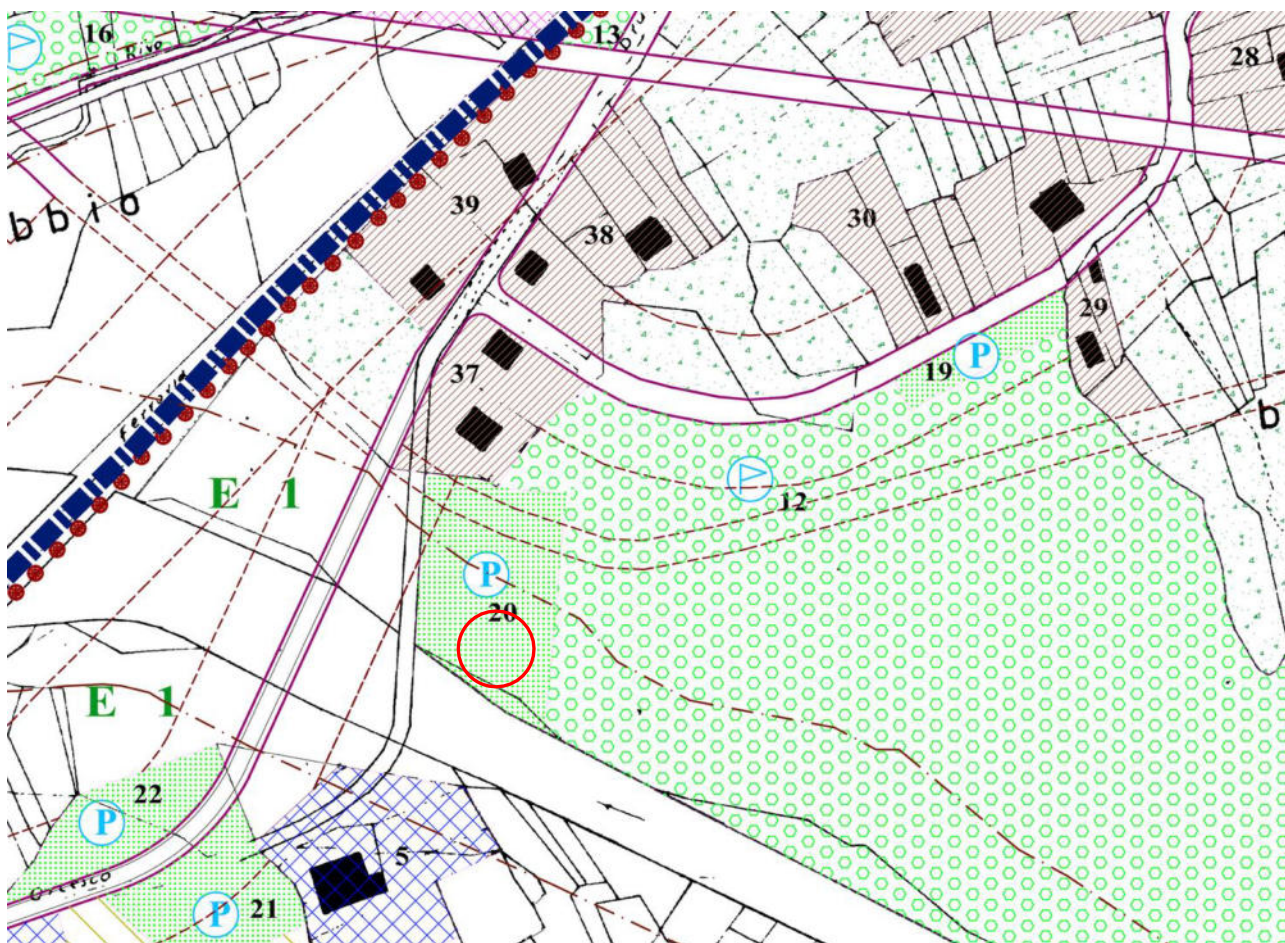
La forma e le caratteristiche architettoniche delle opere in progetto sono state studiate per ottenere la massima integrazione possibile nel contesto ambientale locale.

Le soluzioni progettuali sono finalizzate all'ottimale adattamento con la morfologia del territorio attraversato, ed hanno pertanto caratteristiche tipologiche tali da ridurre al minimo l'eventuale impatto ambientale.

L'opera di captazione e la vasca di carico formano un unico manufatto quasi completamente interrato; mascherato e protetto con i massi trovanti in alveo agglomerati a calcestruzzo.

La condotta forzata è completamente interrata per l'intero sviluppo.

Il fabbricato di produzione possiede caratteristiche architettoniche consone alla tipologia edilizia locale.



Estratto del PRG vigente del Comune di Druogno – il cerchio rosso individua la posizione del fabbricato di produzione, che risulta inserito in *“Aree con impianti produttivi esistenti che si confermano”* di cui all'art. 3.3.1. delle NTA.

Questo tipo di impianto in progetto, ad acqua fluente, consente la produzione di energia elettrica utilizzando la risorsa idrica ma restituendo integralmente l'acqua utilizzata senza alterare gli equilibri del sistema acquatico, nel rispetto dei valori naturalistici e paesaggistici del contesto ambientale.

L'impianto si sviluppa per la quasi totalità in un territorio già marcato da notevoli strutture ed infrastrutture. La sponda destra del rio Ragno è irrimediabilmente alterata da un alto e continuo muro d'argine in calcestruzzo, mentre l'alveo è contrassegnato da una moltitudine di traverse in muratura di cemento direttamente connesse all'argine stesso. Avvicinandoci all'abitato di Druogno vengono intercettate ed attraversate la rete viaria asfaltata locale e la ferrovia Domodossola-Locarno. Nei pressi troviamo la strada Statale della vallata, in collegamento con la vicina Svizzera, ampiamente ristrutturata, ampliata e provvista di alti Viadotti.

L'attraversamento della fascia boscata sulla sinistra del corso d'acqua con la condotta forzata comporta l'abbattimento di una limitata quantità di alberi, per lo più di specie non di pregio; ciò grazie al ridotto diametro della tubazione, che richiede l'occupazione di una fascia di cantiere relativamente contenuta e che può essere più facilmente indirizzata negli spazi liberi tra gli alberi rispetto a tubi più grossi.

OPERA DI CAPTAZIONE E VASCA DI CARICO

L'opera di captazione è impostata in uno stretto passaggio tra le sponde rocciose ed è costituita da una griglia metallica a filo del fondo alveo poggiante su muratura in calcestruzzo incassata nel letto del rio Ragno. Sul lato destro della griglia viene posizionata la canalina di rilascio del DMV. La presa è direttamente collegata alla vasca di carico, dove l'acqua vi giunge dopo essere trascinata dallo sghiaiatore, di forma allungata e stretta, dove sono posizionate una finestra di sfioro e una paratoia di scarico del detrito. Sulla partenza del canale sghiaiatore, e subito a valle della griglia di presa, sono posizionati dei gargami per l'inserimento di panconature in caso di eventuale messa fuori servizio dell'impianto.

La vasca ha una forma poligonale, che potrà assumere una geometria irregolare, studiata per adattarla meglio possibile alla conformazione della parete rocciosa sub-verticale che forma la sponda destra. Il setto in calcestruzzo che separa il canale sghiaiatore e la vasca di carico ha funzione di limitazione della portata massima captabile, avendo gli sfioratori di monte e di valle posizionati e

dimensionati in modo apposito. Un canale posto in adiacenza al lato sinistro dell'intero manufatto unifica il sistema degli scarichi riconducendo le acque nel rio a valle del manufatto mediante una breve condotta del diametro di 400 mm.

Sull'estremità di valle della vasca di carico è posizionata la partenza della condotta forzata, munita di una paratoia di testa per la fermata dell'impianto. L'accesso d'ispezione alla vasca di carico è garantito da una botole d'ispezione posizionate sulla soletta di copertura. La vasca e tutto il sistema delle paratoie, le cui sovrastrutture emergono dalla soletta di copertura, sono protette da una scogliera realizzata con massi recuperati in alveo agglomerati a calcestruzzo. La scogliera costituisce anche efficace mascheramento della vasca medesima.

All'area di cantiere del manufatto captazione/vasca di carico si potrà accedere durante i lavori mediante la pista provvisoria necessaria alla posa della condotta forzata; tuttavia il posto impervio non consente di giungervi con grossi mezzi né autobetoniere, pertanto i getti e la posa del primo segmento della tubazione ancorata alla parete di roccia (lunghezza di 10-15 metri – si vedano sezioni 5, 6 e 7) verranno eseguiti con l'ausilio di elicottero.

Non è prevista la scala di risalita pesci in quanto sarebbe inutile data la presenza di un notevole salto naturale, insuperabile per i pesci, pochi metri a monte della captazione (si veda foto "1" della documentazione fotografica – elaborato 10).

CONDOTTA FORZATA

La condotta forzata è in acciaio con diametro interno di 350 mm ed ha uno sviluppo lineare complessivo di 1050 m circa; essa permetterà il trasporto dell'acqua necessaria al funzionamento dell'idrogeneratore ubicato nel fabbricato di produzione posto a valle ad una quota di 820.00 m circa. Affiancata alla tubazione è posizionato il cavidotto contenente le linee di alimentazione e di dialogo per i dispositivi di manovra e controllo posti nella vasca di carico. La tubazione viene posata completamente interrata per l'intero percorso, eccetto per i primi 60-70 metri dove, fuoriuscita dalla vasca di carico, la presenza della sponda rocciosa sub-verticale richiede l'ancoraggio in esterno con mensole e collari di ferro..

Per i primi 190-200 metri del suo tragitto la condotta viene posata interrata in sponda destra. All'altezza della sezione 13, dove hanno inizio le opere di regimazione idraulica e di difesa della

sponda destra, la tubazione attraversa diagonalmente il rio Ragno e si porta in sponda sinistra dove vi procede parallela per altri 550-560 metri. Il rio Ragno viene riattraversato dalla condotta in corrispondenza della sezione 29 protetta dal guado in cemento armato della vecchia strada, ora non più utilizzato. Dopo il secondo attraversamento la tubazione raggiunge il fabbricato di produzione con un ultimo segmento lungo pochi metri.

FABBRICATO DI PRODUZIONE

Il fabbricato di produzione dell'energia elettrica è posizionato in sponda destra del Rio Ragno in corrispondenza di un'aria pianeggiante a tergo della difesa spondale esistente.

Dal punto di vista architettonico il fabbricato viene assimilato alla tipologia del capannone già presente nel lotto di proprietà.

Si tratta comunque di un fabbricato di piccole dimensioni con struttura semplice a pianta rettangolare, in calcestruzzo da gettare sul posto; il tetto è a due falde con copertura in piodele di pietra.

Internamente il fabbricato è formato da un unico locale con dimensioni di metri 5,60 x 4,60 ed altezza fuoriterra di circa 5,50 m, di cui metà con pavimento a quota circa del piazzale e l'altra metà ribassata di circa 3,00 m per contenere il gruppo turbina-generatore.

Sottostante quest'ultimo si realizza il pozzetto di restituzione delle acque da cui parte una tubazione interrata che scarica le acque nel rio Ragno.

Esteticamente il fabbricato è rifinito in modo analogo alla tipologia locale, con pareti intonacate in cemento rustico, finestre rettangolari a taglio verticale con serramento di alluminio verniciato in tinta marrone, portone d'ingresso ampio e di analogo materiale.

CONSEGNA ALLA RETE ENEL DELL'ENERGIA PRODOTTA

La consegna dell'energia alla rete ENEL avviene mediante la realizzazione di una cabina di trasformazione BT/MT prefabbricata a lato del fabbricato centrale e di una linea in cavidotto completamente interrato che raggiunge il più vicino sostegno della linea M.T. ENEL posta nelle vicinanze.

La linea di consegna ha una lunghezza complessiva di circa 250,00 metri. Il cavidotto fuoriesce dalla cabina di trasformazione BT/MT di produzione e percorre il tratto fino alla strada comunale e segue il tracciato stradale in direzione dell'abitato di Druogno per deviare infine verso il sostegno a monte della strada stessa, dove avviene la connessione.

TABELLA VOLUMI di SCAVO e SUPERFICI MODIFICATE

Per quanto riguarda la condotta forzata e le tubazioni di scarico i calcoli vengono eseguiti secondo quanto stabilito dall'Art. 10.3. della Circolare Presidente Giunta Regionale del 03 Aprile 2012 n.4/AMD, che stabilisce per condotte interrate di diametro non superiore al metro un volume convenzionale di scavo pari a un metro cubo per metro di sviluppo, e una larghezza convenzionale della superficie modificata pari a m 2,00.

OPERA	VOLUME DI SCAVO		SUPERFICIE MODIFICATA	
CAPTAZIONE CON VASCA DI CARICO				
Presa	2,00 x 1,50 x 4,60= 13,80 mc	Totale volume di scavo captazione con vasca di carico= 163,08 mc	2,00 x 4,60= 9,20 mq	Totale superficie modificata captazione con vasca di carico= 123,48 mq
Canale sghiaiatore	1/2x(2,00+2,75) x 1,50 x 10,50= 37,41 mc		2,75 x 10,50= 28,88 mq	
Vasca	1/2x(4,00+5,90) x 2,70 x 6,50= 86,87 mc		5,90 x 6,00= 35,40 mq	
Tubazione di scarico vasca	25,00 x 1,00= 25,00 mc		25,00 x 2,00= 50,00 mq	
CONDOTTA FORZATA	1050,00 x 1,00= 1050,00 mc	Totale volume di scavo condotta forzata= 1050,00 mc	1050,00 x 2,00= 2100,00 mq	Totale superficie modificata condotta forzata= 2100,00 mq
FABBRICATO DI PRODUZIONE				
Pozzetto scarico	3,05 x 3,05 x 1,00= 9,30 mc	Totale volume di scavo fabbricato di produzione= 173,80 mc	10,75 x 25,00= 268,75 mq	Totale superficie modificata fabbricato di produzione= 268,75 mq
Parte ribassata	Mq 13,55 x 5,75= 77,91 mc			
Fondazioni continue	(3,35+5,60+3,35) x 1,30 x 0,70= 11,19 mc			
scogliera	1,10 x 0,70 x 20,00= 15,40 mc			
Canale di restituzione	60,00 x 1,00= 60,00 mc			
	Volume di scavo totale	1386,88 mc	Superficie modificata totale	2492,23 mq

Tutto il materiale di scavo viene riutilizzato sul posto per rinterri, rinfianchi, protezioni e coperture.

Escludendo i volumi di materiale relativi al semplice rinterro delle condotte nelle trincee di posa, ne deriva che il volume complessivo (scavi + riporti) che determina le competenze in materia di vincolo idrogeologico è il seguente:

SCAVO complessivo= 1386,88 mc

RIPORTO= $13,80+37,41+86,87= 138,08$ mc (captazione e vasca)

$9,30+77,91+11,19+15,40= 113,80$ mc (fabbricato di produzione)

TOTALE= 1638,76 mc

Per quanto riguarda la superficie modificata il dato complessivo è quello risultante dalla soprastante tabella, e cioè: **2492,23 mq**

Quindi, secondo i parametri fissati dall'Art. 2 della Circolare Presidente Giunta Regionale del 03 Aprile 2012 n.4/AMD, si deduce che il rilascio dell'autorizzazione è di competenza del **Comune**.

CANTIERISTICA

Eccetto per la zona dell'opera di captazione con vasca di carico, che risulta difficilmente accessibile, tutto il resto dell'impianto è di semplice realizzazione. La viabilità esistente, sia asfaltata che sterrata, permette di raggiungere piuttosto agevolmente buona parte delle aree di cantiere. Aree pianeggianti e piazzali che possono essere utilizzati per l'installazione delle attrezzature di cantiere e lo stoccaggio provvisorio di mezzi e materiali da costruzione non mancano, quindi anche la logistica ne risulta agevolata.

Dato che le opere che costituiscono l'impianto hanno dimensioni modeste e le condotte hanno diametri contenuti, non necessitano ampie superfici di deposito. Complessivamente il cantiere risulta quindi discretamente contenuto.

Per quanto riguarda l'area di cantiere relativa alla captazione con vasca di carico, l'accesso di grossi automezzi, come l'autobetoniera, non sarà possibile. Per eseguire i getti sarà pertanto necessario l'uso dell'elicottero. Stesso mezzo di trasporto dovrà essere impiegato anche per la posa dei primi 60-70 metri di condotta forzata che, come si evince dalle sezioni di progetto, deve essere ancorata al versante roccioso e sostenuta da mensole e collari di ferro.

L'organizzazione del cantiere, le aree di stoccaggio e la viabilità di servizio sono chiaramente illustrate nell'elaborato 9 "Tavola di cantiere".

Eccetto per l'impiego dell'elicottero nella parte alta dell'impianto, i mezzi che saranno impiegati per l'esecuzione dei lavori sono essenzialmente di tre tipi: autocarri media portata, autobetoniere ed escavatore con benna frontale intercambiabile con martello demolitore.

La quantificazione dei viaggi lungo la rete stradale diretti alle aree di cantiere e viceversa per l'esecuzione dei lavori può essere stimata come segue:

Getti – per l'esecuzione delle strutture murarie delle opere edili che costituiscono l'impianto occorrono circa 156 mc di conglomerato cementizio armato. Tenendo conto che la capacità di carico massima di un'autobetoniera è di circa 7.5 mc, che i lavori di costruzione avranno una durata complessiva di circa 5 mesi ed adottando un numero medio di giornate lavorative mensili pari a 25, si ottiene un numero di viaggi giornaliero di molto inferiore a 1 (considerando l'andata ed il ritorno). Inoltre, limitatamente all'opera di captazione con vasca di carico, bisogna aggiungere il tragitto finale compiuto dall'elicottero,

la cui benna ha una capacità di circa 0,35 mc. Quindi, occorrendo circa 47 mc di calcestruzzo, il numero dei voli sarà di circa 135 più i ritorni. Il punto di carico della benna dell'elicottero, eseguito direttamente dall'autobetoniera, sarà individuato a seguito sopralluoghi prima dell'inizio dei lavori; dovrà essere in posizione sicura e lontana dalle aree residenziali ma al tempo stesso il più vicino possibile all'area di cantiere. Si stima che ciascun viaggio (rotazione) potrà avere una durata di circa 5 minuti, pertanto, comprendendo anche i viaggi per il trasporto di tubazioni e altri materiali, l'uso dell'elicottero è stimato in circa 739 minuti complessivi, pari a poco più di 12 ore. Ciò significa che, suddividendo le tempistiche dei getti e dei trasporti in vari momenti separati e distinti, orientativamente l'elicottero sarà impiegato per non più di sei giorni e per un massimo di due ore per giorno.

Materiali da costruzione – per il trasporto dei materiali da costruzione, comprese le verghe di tubazione da 3-6-12 metri (1050 m di condotta dn 350, 25 m dn 400 e 60 m dn 500) e le parti strutturali prefabbricate del fabbricato di produzione, occorrono circa 80-100 viaggi complessivi in circa 6 mesi di lavoro. Adottando un numero medio di giornate lavorative mensili pari a 25, si ottiene un numero di viaggi giornaliero compreso tra 1 e 2 (considerando l'andata ed il ritorno).

In conclusione, sommando i viaggi medi giornalieri calcolati, si stimano circa 2-3 viaggi complessivamente effettuabili al giorno (andata e ritorno), dato piuttosto modesto.

Data la distribuzione del cantiere e la morfologia delle aree attraversate, si ritiene che non vi siano problemi nella gestione delle acque che possono essere fatte defluire agevolmente in alveo o negli scoli naturali senza ristagnare e quindi sporcarsi o compromettere la funzionalità del cantiere stesso; non sono previste acque destinate ad attività di lavorazione né lavorazioni che ne necessitano, pertanto si ritiene di non prevedere sistemi di drenaggio o decantazione.

I box prefabbricati di cantiere previsti sono di due tipi:

Box per locale spogliatoio-refettorio - dimensioni esterne 2,50 x 4,00 metri circa, altezza interna utile 2,50 m - struttura in profili zincati verniciati di colore bianco/grigio con 4 ganci per il sollevamento; pannelli di

parete e copertura in poliuretano spessore 40-50 mm; pavimento in multistrato, rivestito in linoleum; serramenti in alluminio e pvc bianco; completo di impianto elettrico; collaudato e certificato.

Box W.C. di cantiere - cabina in polietilene lineare stabilizzato ai raggi U.V. con dimensioni esterne 102 x 112 cm, altezza 233 cm, conforme alla normativa e completo di tutti gli accessori occorrenti; provvisto di serbatoio acque chiare e antifermentativo deodorante, e serbatoio reflui con tappo di spurgo; comando risciacquo a pedale.

Per ovviare al rischio di sversamenti accidentali di sostanze pericolose per l'ambiente, nel punto dove è previsto lo stoccaggio di contenitori degli eventuali liquidi combustibili e lubrificanti per attrezzature e mezzi d'opera, saranno in dotazione vasche a tenuta con una capacità non inferiore al quantitativo di liquidi che verrà stoccato (comunque di minima entità). In cantiere verranno inoltre conservati appositi materiali granulari, fogli o tessuti assorbenti da impiegare come pronto intervento in caso di dispersione sul suolo dei liquidi sopra citati a causa di perdite accidentali o rotture nei motori o nei circuiti idraulici di mezzi e attrezzature di lavoro.

CALCOLI DI VERIFICA IDRAULICA

Premessa

I presenti calcoli di verifica idraulica sono riferiti al rio Ragno allo scopo di stabilire i potenziali livelli di massima piena in prossimità delle opere in progetto ed in corrispondenza degli attraversamenti della condotta forzata per valutare eventuali interferenze tra regime idraulico del corso d'acqua ed impianto. Le portate di massima piena sono calcolate con un Tempo di Ritorno di 200 anni.

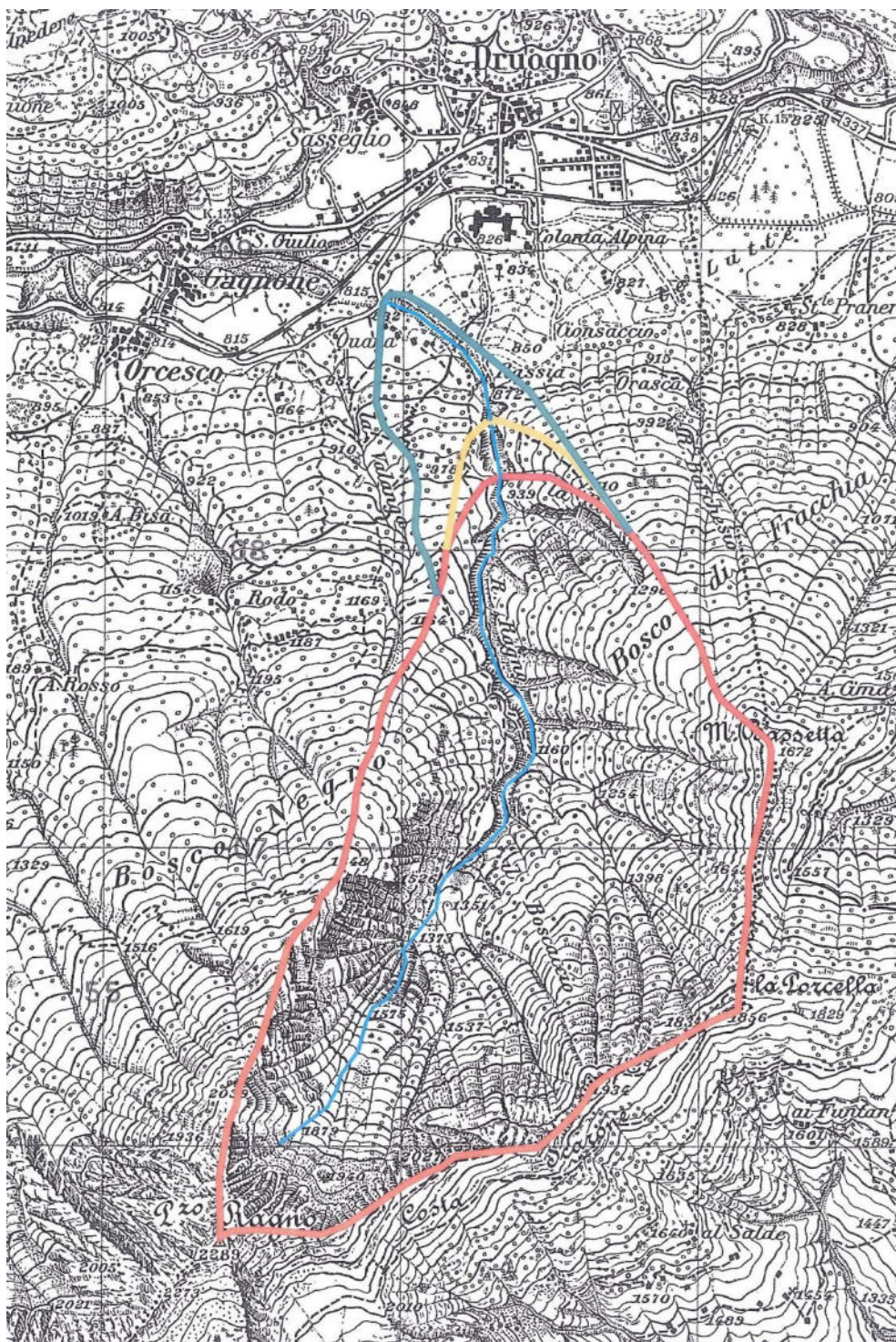
Bacini imbriferi

I bacini imbriferi, di seguito denominati "A", "B" e "C", sono riferiti rispettivamente all'opera di captazione con vasca di carico, all'attraversamento della condotta forzata in corrispondenza della sezione 13 ed a quello in corrispondenza dell'ex guado della vecchia strada. Detti bacini hanno le seguenti caratteristiche:

Bacino "A" riferito all'opera di captazione e vasca di carico	
Superficie bacino imbrifero	2,75 km ²
Lunghezza asta principale	2,70 km
Quota massima del bacino	2289 m
Quota media del bacino	1483 m
Quota della sezione di verifica	905 m

Bacino "B" riferito all'attraversamento condotta forzata Sezione 13	
Superficie bacino imbrifero	2,83 km ²
Lunghezza asta principale	2,85 km
Quota massima del bacino	2289 m
Quota media del bacino	1472 m
Quota della sezione di verifica	883 m

Bacino "C" riferito all'attraversamento condotta forzata ex-guado	
Superficie bacino imbrifero	3,07 km ²
Lunghezza asta principale	3,43 km
Quota massima del bacino	2289 m
Quota media del bacino	1440 m
Quota della sezione di verifica	819 m



bacini idrografici del rio Ragnone interessati dalle verifiche

Bacino "A" - perimetro rosso

Bacino "B" - perimetro giallo

Bacino "C" - perimetro verde

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica

I calcoli della massima portata di piena si riferiscono a quanto riportato nel “Piano Stralcio per l’Assetto Idrologico (PAI) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti – Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le Progettazioni e le Verifiche di Compatibilità Idraulica”.

La previsione quantitativa delle piogge intense in un determinato punto è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l’altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

Si ricorda che con il termine altezza di precipitazione in un punto, comunemente misurata in mm, si intende l’altezza d’acqua che si formerebbe al suolo su una superficie orizzontale e impermeabile, in un certo intervallo di tempo (durata della precipitazione) e in assenza di perdite.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

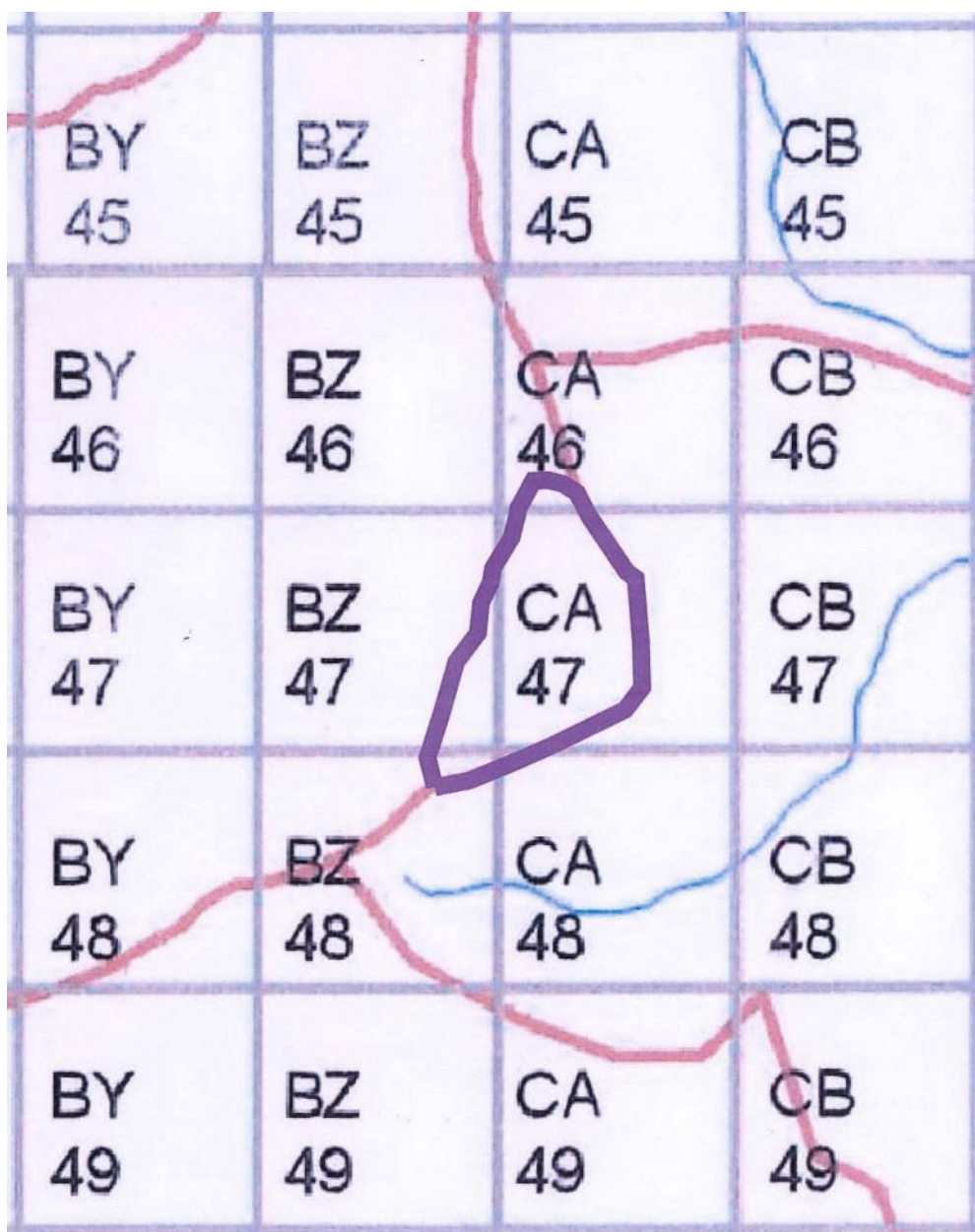
$$h(t) = a t^n$$

in cui i parametri “a” ed “n” dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Al fine di fornire uno strumento per l’analisi di frequenza delle piogge intense nei punti privi di misure dirette la “Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le Progettazioni e le Verifiche di Compatibilità Idraulica” ha condotto un’interpolazione spaziale con il metodo di KRIGING dei parametri a e n delle linee segnalatrici, discretizzate in base a un reticolo di 2 km di lato.

I risultati sono rappresentati nel suo Allegato 3 “Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense”; gli elaborati consentono il calcolo delle linee segnalatrici in ciascun punto del bacino, a meno dell’approssimazione derivante dalla risoluzione spaziale della griglia di discretizzazione, per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni, identificando la localizzazione sulla corografia e, in dettaglio, sulla cartografia in scala 1:250.000.

Di seguito viene riportata l’individuazione delle diverse celle che compongono i bacini idrografici interessati:



bacini idrografici del rio Ragno sovrapposti alla griglia di discretizzazione
- I tre bacini occupano le medesime celle

Calcolo dei coefficienti "a" ed "n"

Nella seguente tabella si riportano i valori dei coefficienti "a" ed "n" per ogni cella individuata precedentemente, per un tempo di ritorno pari a 200 anni, con la relativa media, tratti dall'Allegato 3 "Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense" della "Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le Progettazioni e le Verifiche di Compatibilità Idraulica":

Dati di piovosità dei bacini idrografici del rio Ragno

CALCOLI PER Q=200 anni		
Cella	a	n
BZ47	71,29	0,484
BZ48	74,23	0,485
CA46	70,33	0,485
CA47	73,12	0,484

Media	
a	n
72,24	0,485

Calcolo della portata di piena

Si applicano i valori dei coefficiente alla curva di probabilità pluviometrica ottenendo:

$$h = 72,24 t^{0,485}$$

Il tempo di corrivazione del bacino preso in esame si ottiene utilizzando la formula del GIANDOTTI:

$$t_c = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{0,8\sqrt{H_m - H_0}}$$

Ricavando i seguenti dati:

Bacino "A" - $t_c = 0,56$ ore

Bacino "B" - $t_c = 0,57$ ore

Bacino "C" - $t_c = 0,61$ ore

Ottenendo quindi intensità di pioggia pari a:

Bacino "A" - $h = 54,53$ mm

Bacino "B" - $h = 55,00$ mm

Bacino "C" - $h = 56,84$ mm

La portata in arrivo si calcola, come suggerito dalla “Direttiva sulla Piena di Progetto da assumere per le Progettazioni e le Verifiche di Compatibilità Idraulica”, applicando il Metodo Razionale:

$$Q_c = \frac{0,28 \cdot c \cdot i \cdot A}{t_c}$$

dove:

Q_c = portata al colmo in m³/s

c = coefficiente di deflusso pari a 0,80

i = intensità di pioggia in mm/ora (h)

A = superficie del bacino in km²

t_c = tempo di corrivazione

La portata liquida massima così ottenuta sui punti di verifica è la seguente:

bacino "A" riferito alla captazione e vasca di carico	59,98 m ³ /s
bacino "B" riferito all'attraversamento condotta forzata Sezione 13	61,17 m ³ /s
bacino "C" riferito all'attraversamento condotta forzata ex guado	64,08 m ³ /s

A questi dati di portata liquida occorre aggiungere l’apporto solido determinato; le portate massime di calcolo risultano pertanto le seguenti:

bacino "A" riferito alla captazione e vasca di carico	71,98 m ³ /s
bacino "B" riferito all'attraversamento condotta forzata Sezione 13	73,40 m ³ /s
bacino "C" riferito all'attraversamento condotta forzata ex guado	76,90 m ³ /s

Verifica delle sezioni

Le verifiche idrauliche vengono condotte utilizzando l'equazione del moto uniforme di MANNING - STRICKLER:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

ove K_s è il coefficiente di scabrezza della sezione, A l'area della stessa, R il suo raggio idraulico e J la pendenza media.

Si adottano i coefficienti di scabrezza pari a 20 (corrispondente al valore 0,05 della scala di Manning) per alveo con grossi massi e sponde rocciose irregolari e pari a 30 (0,0333 di Manning) in corrispondenza delle traverse con alveo irregolare e argine in calcestruzzo liscio.

I calcoli hanno prodotto i risultati sotto riportati. I livelli di massima piena sono stati tracciati graficamente sulle sezioni corrispondenti riportate negli elaborati di progetto.

Rio Ragno – Sezione 1 – captazione e vasca di carico	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	2,54 m
Velocità massima della corrente	5,72 m/s
Area della sezione di deflusso	12,58 mq
Perimetro bagnato	10,00 m
Raggio idraulico	1,26

Rio Ragno – Sezione 2 – captazione e vasca di carico	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,65 m
Velocità massima della corrente	5,41 m/s
Area della sezione di deflusso	13,30 mq
Perimetro bagnato	11,42 m
Raggio idraulico	1,16

Rio Ragno – Sezione 3 – captazione e vasca di carico	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,59 m
Velocità massima della corrente	5,28 m/s
Area della sezione di deflusso	13,66 mq
Perimetro bagnato	12,17 m
Raggio idraulico	1,12

Rio Ragno – Sezione 4 – condotta forzata	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,74 m
Velocità massima della corrente	4,4 m/s
Area della sezione di deflusso	16,52 mq
Perimetro bagnato	19,51 m
Raggio idraulico	0,85

Rio Ragno – Sezione 5 – condotta forzata	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,45 m
Velocità massima della corrente	4,22 m/s
Area della sezione di deflusso	17,27 mq
Perimetro bagnato	21,71 m
Raggio idraulico	0,8

Rio Ragno – Sezione 6 – condotta forzata	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,69 m
Velocità massima della corrente	5,19 m/s
Area della sezione di deflusso	13,88 mq
Perimetro bagnato	12,68 m
Raggio idraulico	1,09

Rio Ragno – Sezione 7 – condotta forzata	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,63 m
Velocità massima della corrente	5,35 m/s
Area della sezione di deflusso	13,45 mq
Perimetro bagnato	11,82 m
Raggio idraulico	1,14

Rio Ragno – Sezione 8 – condotta forzata	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	2,03 m
Velocità massima della corrente	4,63 m/s
Area della sezione di deflusso	15,69 mq
Perimetro bagnato	17,08 m
Raggio idraulico	0,92

Rio Ragno – Sezione 9 – condotta forzata	
Portata in arrivo	71,98 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	2,71 m
Velocità massima della corrente	5,06 m/s
Area della sezione di deflusso	14,23 mq
Perimetro bagnato	13,57 m
Raggio idraulico	1,05

Rio Ragno – Sezione 10 – condotta forzata	
Portata in arrivo	73,40 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	2,49 m
Velocità massima della corrente	4,6 m/s
Area della sezione di deflusso	16,19 mq
Perimetro bagnato	17,87 m
Raggio idraulico	0,91

Rio Ragno – Sezione 11 – condotta forzata	
Portata in arrivo	73,40 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	2,06 m
Velocità massima della corrente	5,53 m/s
Area della sezione di deflusso	13,30 mq
Perimetro bagnato	11,09 m
Raggio idraulico	1,2

Rio Ragno – Sezione 12 – condotta forzata	
Portata in arrivo	73,40 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	2,38 m
Velocità massima della corrente	5,38 m/s
Area della sezione di deflusso	13,64 mq
Perimetro bagnato	11,85 m
Raggio idraulico	1,15

Rio Ragno – Sezione 13 – condotta forzata - attraversamento rio	
Portata in arrivo	73,40 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,45 m
Velocità massima della corrente	4,8 m/s
Area della sezione di deflusso	15,42 mq
Perimetro bagnato	15,92 m
Raggio idraulico	0,97

Rio Ragno – Sezione 14 – condotta forzata	
Portata in arrivo	73,40 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	0,91 m
Velocità massima della corrente	5,05 m/s
Area della sezione di deflusso	14,30 mq
Perimetro bagnato	26,36 m
Raggio idraulico	0,57

Rio Ragno – Sezione 15 – condotta forzata	
Portata in arrivo	73,40 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	0,91 m
Velocità massima della corrente	5,05 m/s
Area della sezione di deflusso	14,74 mq
Perimetro bagnato	25,33 m
Raggio idraulico	0,58

Rio Ragno – Sezione 16 – condotta forzata	
Portata in arrivo	73,40 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,54 m
Velocità massima della corrente	3,97 m/s
Area della sezione di deflusso	18,50 mq
Perimetro bagnato	25,25 m
Raggio idraulico	0,73

Rio Ragno – Sezione C-C – attraversamento in corrispondenza del guado	
Portata in arrivo	76,90 mc/sec
Pendenza minima dell'alveo nel tratto oggetto di verifica	6 %
Altezza del livello di massima piena	1,53 m
Velocità massima della corrente	5,98 m/s
Area della sezione di deflusso	12,96 mq
Perimetro bagnato	14,16 m
Raggio idraulico	0,92

CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICI

- **Canaletta di rilascio del DMV**

Vista la conformazione dell'opera di presa, la posizione della vasca di carico incassata nell'alveo e la volontà di non lasciare tratti di alveo in asciutta, si è deciso di posizionare una canaletta in corrispondenza della griglia di captazione. Si è esclusa la realizzazione della scala di risalita pesci dal momento che proprio a monte dell'opera di presa è presente un salto naturale di notevoli dimensioni che crea un limite invalicabile per la fauna ittica.

La canaletta di rilascio del DMV viene dimensionata utilizzando la formula di Manning-Stricler:

$$Q = K_s \cdot A \cdot R^{\frac{2}{3}} J^{\frac{1}{2}}$$

ove K_s è il coefficiente di scabrezza della sezione, A l'area della stessa, R il suo raggio idraulico e J la pendenza media.

La canaletta è caratterizzata da una pendenza media del 14%, realizzata con un profilo in acciaio di base pari a 17,5 cm a cui si applica un coefficiente di Strickler pari a $60 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$. Si ottiene quindi un'altezza del pelo libero pari a:

$$h = 10 \text{ cm}$$

$$\text{DMV} = 50,92 \text{ l/s}$$

- **Stramazzo limitatore di portata**

Tra lo sghiaiatore e la vasca di carico è stato posto un setto separatore avente la funzione di stramazzo di limitazione della portata prelevabile. La soglia del setto è a quota 931.50 mslm, mentre la quota del pelo libero della vasca 904.44 m slm. Nello sghiaiatore è stato posizionato uno sfioro di regolazione della massima portata captata che entra in funzione nel momento in cui tra la vasca di arrivo e quella di accumulo la portata è pari a 150 l/s. La quota di attivazione dello sfioro limitatore della portata captata è calcolata nella seguente tabella:

Vasca di carico

Verifica	Limitazione portata	
Metodo	Stramazzo	
Forma	rettangolare	

Formula

$$q = \mu_0 l h \sqrt{2gh}$$

coef di efflusso μ_0	0,41	
base l	1,30	m
altezza pelo libero h	0,16	m
area A	0,21	mq
accelerazione di gravità g	9,81	m/s ²

q	0,150	mc/s
---	-------	------

L'altezza del pelo libero è quindi pari a 16 cm, quindi la quota dello sfioro sarà pari a 904,60 m slm.

- Condotta forzata**

Nella tabella seguente è calcolata la perdita di carico lungo la condotta forzata DN 350 mm alla massima portata di 150 l/s:

Condotta forzata

Verifica	Perdita di carico
----------	-------------------

Formula

$$J = \frac{10,29}{k_s^2} \frac{Q^2}{D^{5,33}}$$

diametro condotta	0,35	m
lunghezza condotta	1,10	km
portata massima	0,150	mc/s
salto	90	m
coefficiente di Strickler	90	m ^{1/3} /s
area A	0,10	mq

velocità V	1,56	m/s
J	7,69538	m/km
perdita salto	8,46	m
% salto	9,44	%

La massima velocità in condotta è quindi pari a 1,56 m/s, la perdita di carico alla massima portata 8,46 m, pari ad una perdita di salto del 9,44%. Si ritiene questo valore accettabile.

ANALISI RICADUTE SOCIALI OCCUPAZIONALI ECONOMICHE LOCALI

Analizzando l'intervento in un contesto più ampio in grado di abbracciare l'intera comunità di Antrona, emergono molti fattori favorevoli conseguenti alla realizzazione dell'impianto in progetto in grado di esercitare delle importanti ricadute positive nel contesto socio-economico locale.

Nello specifico vengono analizzate le sfere che riguardano la vita sociale, l'aspetto occupazionale ed il ritorno economico di cui può beneficiare la collettività.

Ricadute sociali: L'esercizio della derivazione ha una ricaduta sociale non indifferente: la produzione prevista di energia elettrica contribuirà a ridurre l'immissione annuale in atmosfera di CO₂.

L'intervento infine avrà come effetto indotto il riordino e la riqualificazione delle aree spondali attraverso il riordino delle aree ed i ripristini finali connessi all'intervento. Il territorio, a forte valenza turistica, ne risulterà valorizzato potendo contare sul miglioramento del contesto ambientale torrentizio da cui scaturirà per conseguenza una maggior fruibilità della zona con l'estensione dei percorsi di trekking. .

Ricadute occupazionali: Per la realizzazione dell'impianto saranno impiegate diverse ditte locali, ciascuna specializzata in un settore specifico (edilizia, escavazione, carpenteria metallica, elettrotecnica, elettronica, ripristino ambientale, ed anche artigiani specializzati in settori specifici quali, ad esempio, lavorazioni e finiture tipiche in pietra o legno).

Ciascuna impresa si occuperà di una parte specifica e ben distinta dell'impianto stesso, coordinandosi al fine di procedere celermente nell'avanzamento dei lavori ed in modo omogeneo e armonico. Ogni ditta vedrà impegnati operai comuni, qualificati e specializzati, più l'addetto all'escavatore, manovratori e conduttori di autocarri, senza considerare l'apporto di topografi, tecnici specialisti, geometri, addetti alla logistica ed alla manutenzione dei mezzi, meccanici, magazzinieri, ecc. La forza lavoro impiegata sarà quindi notevole, senza trascurare l'indotto specializzato che vedrà l'impiego saltuario ed alternato di elettricisti, elettrotecnici, informatici, floricoltori, scalpellini, carpentieri, falegnami, saldatori ed altre figure professionali.

Ricadute economiche: Il Comune di Druogno ha un interesse sia diretto, che indiretto, dalla realizzazione dell'impianto idroelettrico in progetto. L'utile diretto è conseguente alle ricadute economiche che il Comune viene ad avere per le opere ed i pagamenti che la Società proponente dovrà fare a favore del Comune stesso (ex IMU).

In materia di lavoro, la realizzazione dell'impianto creerà nuovi posti di lavoro non solo durante l'esecuzione dei lavori stessi per la costruzione, ma anche successivamente per tutti gli adempimenti amministrativi, gestionali, contabili, ecc., che l'impianto richiederà.

Il Comune, la Provincia e la Regione hanno poi tutti, in proporzione alla propria partecipazione diretta e/o indiretta, dei vantaggi per l'esazione conseguente ai canoni idrici delle occupazioni demaniali e di ogni e qualsiasi altro onere che grava a favore del patrimonio demaniale di competenza Comunale, Provinciale e Regionale.

CRONOPROGRAMMA DELLE FASI REALIZZATIVE DELL'INTERVENTO

	0-15 gg	15-30 gg	30-45 gg	45-60 gg	60-75 gg	75-90 gg	90-105 gg	105-120 gg	120-135 gg	135-150 gg	150-165 gg	165-180 gg
Allestimento cantiere, preparazione e pulizia delle aree – Taglio vegetazione, picchettamento del tracciato della condotta – Realizzazione della pista provvisoria per la posa della tubazione												
Costruzione opera di captazione e vasca di carico ed opere connesse												
Posa condotta forzata con relative opere di protezione e realizzazione attraversamento ferrovia mediante microtunnelling												
Costruzione fabbricato di produzione, canale di restituzione ed opere connesse												
Installazione opere elettromeccaniche												
Realizzazione linea di consegna mediante cavidotto interrato, costruzione armadio di derivazione e ripristino pavimentazione												
Verifiche e collaudi												
Smantellamento cantiere e pulizia												

INGEOART s.r.l.

Sede legale Piazza Stazione 3 – 28844 Villadossola (VB)
tel. 0324579511 fax 0324579530 info@ingeoart.it www.ingeoart.it
C.F. / P.I. / n. Iscriz. Reg. Impr. Verbania 01383610035
Capitale sociale 10.400,00 €