

COMUNE di CAMPIGLIA CERVO
PROVINCIA di BIELLA



**IMPIANTO IDROELETTRICO DI SAN PAOLO CERVO
NEL COMUNE DI CAMPIGLIA CERVO (BI)**

**RINNOVO CONCESSIONE CON RIPRISTINO OPERE CAPTAZIONE
A SEGUITO DI EVENTI ALLUVIONALI**

OGGETTO:

**-LAVORI DI RIPRISTINO-
OPERA DI PRESA E FABBRICATO CENTRALE
RELAZIONE GUADI PROVVISORIALI**

ELABORATO:

7.10

PRATICA: 1039

IL COMMITTENTE:

IDROELETTRICA SAN PAOLO S.r.l.

Località Forno Fusorio snc
24020 AZZONE (BG)
P. IVA 01 896 470 026

TIMBRO E FIRMA:

REVISIONE	DATA	OGGETTO	SIGLA	VISTO
0	MARZO 2025	EMESSO PER RINNOVO DI CONCESSIONE A DERIVARE E RICHIESTA AUTORIZZAZIONE UNICA		

STUDIO D'INGEGNERIA RIVA E ASSOCIATI

via Premia n.7 - 25050 VIONE (BS) - tel e fax 0364.94591

Email: riva.gianluigi@ingriva.it; pedrotti.paolo@ingriva.it; bemeri.massimiliano@ingriva.it

Cod. Fiscale e Part. IVA 03 000 280 986

TIMBRO E FIRMA:





COMUNE DI CAMPIGLIA
CERVO

PROVINCIA DI BIELLA

RELAZIONE GUADI PROVVISORIALI

IDROELETTRICA SAN PAOLO s.r.l.
Loc. Forno Fusorio snc – 24020 AZZONE (BG)

Rinnovo di Concessione con ripristino opere di
captazione a seguito di eventi alluvionali

Impianto idroelettrico di san Paolo Cervo nel Comune di
Campiglia Cervo (BI)

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. EVENTO ALLUVIONALE 2/3 OTTOBRE 2020	2
3. GUADI TEMPORANEI PER ESEGUIRE LA RIPARAZIONE DANNI.....	3
4. VERIFICHE IDRAULICHE GUADI PROVVISORIALI	3
4.1 GUADO ALL'OPERA DI PRESA	10
4.2 GUADO AL FABBRICATO CENTRALE.....	14



1. PREMESSA

L'impianto idroelettrico di San Paolo Cervo è stato realizzato con opere atte alla derivazione ed adduzione delle acque del torrente Cervo nonché dello sfruttamento del salto idraulico compreso fra quota 719,60 m s.l.m. nei pressi della località Asmara e l'edificio centrale a quota 702,60 m s.l.m. posto in località Molino Pianelli in Comune di Campiglia Cervo. L'opera è disposta lungo un breve tratto di Valle Cervo solcata dal torrente omonimo.

Per il suddetto impianto sono stati rilasciate le seguenti autorizzazioni:

- concessione di derivazione d'acqua, secondo quanto previsto dall'art 7 del R.D. 11/12/1933 n. 1775 dal torrente Cervo nel Comune di Campiglia Cervo (BI) intestata alla Ditta MIMCHIARDI EDI, con sede in Venaus (TO);
- il disciplinare contenente gli obblighi e le condizioni a cui è vincolata la concessione è stato firmato in data 16 dicembre 1994 ed approvato con DGR n. 96 – 45188 del 26-04-1995- registrato all'Ufficio di Torino atti privati il 04-08-1995 al n.6350 serie 3/A;
- con determinazione n. 3600 del 11/09/2002 veniva approvato il subingresso della ditta "Idroelettrica San Paolo srl" (c.f. 01896470026) con sede in Milano via San Gregorio n. 12;
- con determinazione n. 1692 del 24/05/2007 veniva approvato il disciplinare aggiuntivo n. 1801 di repertorio con sottoscrizione autentica del segretario generale della Provincia di Biella dr Paolo Marcuzzi in data 10 aprile 2007;
- veniva consegnata alla Provincia di Biella la dichiarazione di conformità delle opere ed il collaudo dei dispositivi di modulazione delle portate derivate e rilasciate;
- con determinazione n. 2612 del 13/10/2011 veniva assentito la modifica alle prescrizioni disciplinare e adeguamento opere di rilascio DMV ed approvato ulteriore disciplinare n. 2248 di repertorio con sottoscrizione autentica dell'istruttore Amministrativo della Provincia di Biella Gian Pietro in data 26 luglio 2011.

L'impianto è entrato in esercizio provvisorio con determinazione 336 del 06/02/2002.

2. EVENTO ALLUVIONALE 2/3 OTTOBRE 2020

A seguito degli eventi alluvionali del torrente Cervo dei giorni 02 e 03 ottobre 2020, l'impianto idroelettrico di San Paolo Cervo ha subito notevoli danni a seguito della colata e pertanto è stato oggetto di fermo impianto.

I lavori da eseguire riguardano l'opera di presa ed il canale di scarico della centrale, oltre che lavori di pulizia e manutenzione al canale di adduzione, alla vasca di carico ed alle opere elettromeccaniche in centrale.



3. GUADI TEMPORANEI PER ESEGUIRE LA RIPARAZIONE DANNI

Per eseguire gli interventi urgenti di riparazione per l'impianto idroelettrico di San Paolo Cervo è necessaria la formazione di due guadi l'uno all'opera di presa e l'altro in corrispondenza del fabbricato centrale.

- 1) All'opera di presa è prevista una pista di accesso da realizzare sull'argine sinistro del torrente Cervo, partendo dalla strada provinciale n. 100 utilizzando il materiale depositato dalla colata in sponda sinistra e realizzando un guado provvisorio con tubi metallici per dare sempre continuità al corso d'acqua evitando ai mezzi il passaggio diretto in alveo.
- 2) Alla centrale è necessario effettuare lo sghiaimento per ripristinate lo scarico i, anche in questo caso è necessario realizzare una pista di accesso da realizzare sull'argine sinistro del torrente Cervo, partendo dalla strada provinciale n. 100 utilizzando il materiale depositato dalla colata in sponda sinistra e realizzando un guado provvisorio con tubi metallici per dare sempre continuità al corso d'acqua evitando ai mezzi il passaggio diretto in alveo.

3

4. VERIFICHE IDRAULICHE GUADI PROVVISORIALI

Ai fini del calcolo idraulico dei singoli guadi si è fatta l'ipotesi che i tubi costituenti il guado siano in grado di permettere il transito di circa il triplo della portata media annua del torrente Cervo, ciò per tener conto di eventuali morbide non di carattere eccezionale, vista anche la limitata durata temporale di utilizzo del guado.

La portata media del Torrente Cervo è stata desunta dal Piano di Tutela delle Acque –Sottobacino Sesia A118 – Cervo e prevede una portata media di 3,33 mc/sec a Sagliano Micca, località posta a valle dell'impianto in oggetto di circa 5 km.

Le eventuali portate con Tr di 1 e 200 anni saranno invece convogliate nell'intera sezione d'alveo con la completa sommersione dei tubi costituenti il guado.

Per quanto riguarda le piene si tiene conto dei valori delle portate massime riportate nella Relazione Idrologica e idraulica di cui al ripristino impianto del 30.01.2003 a firma dei progettisti dott. Geologo Stefano Maffeo e dott. Ing. Domenico Ubertalli di cui di seguito si riportano gli estratti.



2. - STUDIO IDROLOGICO

2.1. - ELABORAZIONE DEI DATI IDROLOGICI

Lo studio idrologico è stato effettuato sulla base dei dati attualmente disponibili¹ relativi alle Stazioni Pluviografiche di Oropa e Tollegno, che si riferiscono rispettivamente a 32 e 33 anni di rilevazione compresi nel periodo 1953-1986². La raccolta e l'elaborazione dei dati sono riportate nelle tabelle allegate, contrassegnate con la lettera "A" quando si riferiscono alla stazione di Oropa e con la lettera "B" quando si riferiscono a quella di Tollegno.

Nelle **Tabelle 1A e 1B** sono riportati, in corrispondenza di ogni anno, i massimi valori registrati per precipitazioni di 1, 3 e 6 ore consecutive³.

Per procedere ad una elaborazione statistica dei dati, i valori, suddivisi fra i diversi intervalli di tempo t considerati, sono stati ordinati in senso decrescente (**Tabelle 2.1, 2.2, 2.3, 2.4**), definendo fra l'altro, per ogni valore riportato, la relativa frequenza di non superamento F_{NS} data dalla relazione

$$F_{NS} = 1 - n / (N+1)$$

essendo:

n : numero d'ordine dell'osservazione

N : numero totale delle osservazioni

Per ogni intervallo di tempo considerato sono stati determinati, per ogni valore dell'altezza di precipitazione h , i valori di $\text{Log} h$ e dello scarto quadratico medio σ di $\text{Log} h$. Calcolato allora il **valore medio** di $\text{Log} h$, indicato con **$m\text{Log} h$** , mediante la relazione

$$m\text{Log} h = \sum \text{Log} h_i / N$$

lo **scarto quadratico medio** σ risulta dall'espressione

$$\sigma = \sqrt{(\sum (\text{Log} h_i - m\text{Log} h)^2 / (N - 1))}$$

¹ Reperiti sugli Annali Idrologici pubblicati dal Servizio Idrografico e Mareografico dello Stato.

² Il 1986 è l'anno di pubblicazione del più recente Annale Idrologico.

Del periodo 1953-1986 mancano gli anni 1974 e 1978 per la stazione di Oropa e l'anno 1982 per la stazione di Tollegno, in quanto non riportati sugli Annali Idrologici.

³ Non sono stati considerati i valori relativi a precipitazioni di maggiore durata (12 e 24 ore) in quanto tali valori non risultano significativi per il bacino imbrifero in esame.



Introducendo pertanto la variabile probabilistica z di Galton (c.d. variabile ridotta), è possibile esprimere l'altezza di pioggia h mediante l'**equazione probabilistica**

$$\text{Log } h = m \text{ Log } h + \sigma z \quad (2)$$

che assume, per gli intervalli di tempo t considerati, i valori seguenti:

Stazione di Oropa

$$t = 1h \quad \log h = 1.554 + 0.128 z \quad (2.1A)$$

$$t = 3h \quad \log h = 1.767 + 0.136 z \quad (2.2A)$$

$$t = 6h \quad \log h = 1.916 + 0.153 z \quad (2.3A)$$

Stazione di Tollegno

$$t = 1h \quad \log h = 1.548 + 0.173 z \quad (2.1B)$$

$$t = 3h \quad \log h = 1.697 + 0.171 z \quad (2.2B)$$

$$t = 6h \quad \log h = 1.797 + 0.149 z \quad (2.3B)$$

2.2. - EQUAZIONE DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA

Le equazioni probabilistiche sopra riportate consentono di determinare l'altezza di pioggia statisticamente più probabile per un qualsiasi tempo di ritorno T_r . Risulta infatti:

$$F_{NS} = 1 - 1/(T_r + 1) \quad (3)$$

Nel caso in esame per i diversi tempi di ritorno considerati risulta:

- $T_r = 200$ anni $F_{NS} = 0.995$
- $T_r = 1$ anno $F_{NS} = 0.500$

a cui corrispondono i seguenti valori della variabile probabilistica di Galton:

- $T_r = 200$ anni $z = 2,57$
- $T_r = 1$ anno $z = 0$



Sostituendo il valore di z nelle funzioni probabilistiche sopra riportate, si ottengono, per ogni intervallo di tempo, i corrispondenti valori di h (Vedasi **Tabelle 3.1, 3.2**), di seguito riportati.

Stazione di Oropa – Altezza di pioggia h (mm)

	$T_r = 200$ anni	$T_r = 1$ anno
t = 1 h	76.38	35.81
t = 3 h	130.77	58.48
t = 6 h	203.80	82.41

Stazione di Tollegno – Altezza di pioggia h (mm)

	$T_r = 200$ anni	$T_r = 1$ anno
t = 1 h	98.31	35.32
t = 3 h	136.92	49.77
t = 6 h	151.33	62.66

Per ciascun tempo di ritorno l'equazione della curva interpolatrice dei dati sopra riportati rappresenta l'**equazione di possibilità pluviometrica**. Essa è del tipo:

$$h = a t^n \quad (5)$$

essendo

h : altezza della precipitazione (mm)

t : tempo (ore).

I valori dei coefficienti a ed n della curva interpolatrice dei valori sopra riportati possono essere ricavati analiticamente mediante le espressioni:

$$\text{Log } a = \frac{\sum x_i \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i^2 \cdot \sum y_i}{N \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}$$



$$n = \frac{N \cdot \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2}{N \cdot \sum x_i y_i - \sum x_i \cdot \sum y_i}$$

essendo:

x_i : Log h_i

y_i : Log t_i

N : numero dei punti da interpolare

i : 1÷N

Eseguendo i calcoli (vedasi **Tabelle 4.1, 4.2**), si ricavano le seguenti equazioni di possibilità pluviometrica:

Stazione di Oropa

Tr = 200 anni

$$h = 74,93 \cdot t^{0,545}$$

Tr = 1 anno

$$h = 35,61 \cdot t^{0,464}$$

Stazione di Tollegno

Tr = 200 anni

$$h = 99,29 \cdot t^{0,254}$$

Tr = 1 anno

$$h = 35,24 \cdot t^{0,319}$$

2.3. - CALCOLO DELLE PORTATE

2.3.1. - Tempo di corrivazione

Si procede innanzitutto alla determinazione del tempo di corrivazione t_c del bacino imbrifero considerato in quanto, sulla base di tale valore, sarà possibile determinare l'altezza di pioggia ragguagliata, che determina a sua volta la massima portata.

Per bacini imbrifero di tipo montano, come quello in esame, può essere utilizzata la **formula di Giandotti**:⁴

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{H}} \quad (6)$$

⁴ L. Da Deppo, C. Datei, P. Salandin, *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 1997 (pag. 110).





essendo:

- t_c : tempo di corrivazione (ore)
- S : superficie del bacino imbrifero (km^2)
- H : altitudine media del bacino riferita alla sezione di chiusura (m)
- L : lunghezza dell'asta (km)

Nel caso specifico, dall'esame della corografia generale dell'area (Elaborato C.3.3), in cui sono evidenziati il bacino imbrifero e la lunghezza dell'asta del torrente Cervo in corrispondenza della sezione di valle del tratto esaminato⁵, sono stati dedotti i seguenti valori:

$$S = 62,20 \text{ km}^2$$

$$H = 900 \text{ m}$$

$$L = 10,9 \text{ km}$$

Sostituendo i valori numerici nella (6) si ottiene

$$t_c = 2,00 \text{ h}$$

2.4.2. - Portate e tempi di ritorno

La portata defluente Q (m^3/s) attraverso la sezione di chiusura del bacino imbrifero considerato è data dalla relazione

$$Q = \varphi \cdot \frac{10^6 \cdot S \cdot 10^{-3} \cdot h}{3600 t} \quad (7)$$

essendo:

- φ : coefficiente di deflusso
- S : superficie del bacino imbrifero (km^2)
- h : altezza di precipitazione ragguagliata (mm)
- t : durata delle precipitazioni (h)

⁵ In particolare come sezione di chiusura del bacino è stata considerata quella immediatamente a valle della confluenza del rio Driagno nel torrente Cervo.



Come noto, data l'equazione di possibilità pluviometrica, il valore massimo di Q si ha allorché si pone $t = t_c$.

Sostituendo allora nella (7) il termine h con l'espressione data dalla (5), si ottiene:

$$Q = \varphi \cdot S \cdot a \cdot t^{n-1/3,6} \quad (8)$$

Occorre infine ricordare che i **valori** di a e di n da introdurre nella (8) non possono essere quelli direttamente ricavati dall'elaborazione dei dati pluviometrici relativi ad una singola stazione, in quanto le grandezze a ed n ricavate hanno validità limitata ad un punto. Per estendere la validità dell'equazione (5) ad un'area più ampia rispetto a quella situata nello stretto intorno della stazione, occorre allora sostituire i valori di a ed n con quelli, indicati con a' ed n', dati dalle note espressioni di Puppini:⁶

$$a' = a (1 - 0,084 \cdot S/100 + 0,007 (S/100)^2) \quad (9.1)$$

$$n' = n + 0,014 \cdot S/100 \quad (9.2)$$

essendo S la superficie del bacino imbrifero espressa in km².

Eseguendo i calcoli (vedasi **Tabella 5**), si ricavano le seguenti equazioni della curva di possibilità pluviometrica ragguagliata:

Stazione di Oropa

Tr = 200 anni

$$h = 71,22 \cdot t^{0,554}$$

Tr = 1 anno

$$h = 33,85 \cdot t^{0,473}$$

Stazione di Tollegno

Tr = 200 anni

$$h = 94,37 \cdot t^{0,263}$$

Tr = 1 anno

$$h = 33,49 \cdot t^{0,328}$$

Per quanto concerne la valutazione del **coefficiente di deflusso** φ , si è fatto riferimento ai valori riportati sulla letteratura tecnica, tenendo conto del fatto che, sulla base delle caratteristiche pluviometriche della zona, normalmente gli eventi critici si verificano successivamente al periodo di inizio della precipitazione piovosa nel suo complesso (e quindi in una condizione in cui molto spesso i terreni

⁶ L. Da Deppo, C. Datei, P. Salandin, *Sistemazione dei corsi d'acqua*, Padova, Edizioni Libreria Cortina, 1997 (pag. 70).



hanno raggiunto un grado di saturazione che riduce di molto la loro capacità di assorbimento). Per tale motivo si ritiene congruo un valore di φ pari a:

$$\varphi = 0,95$$

Sostituendo pertanto nella (8) i valori numerici ed assumendo $t = t_c = 2$ h, si è proceduto al calcolo delle portate (vedasi **Tabella 5**), ottenendo i seguenti valori:

Stazione di Oropa

Tr = 200 anni	Q = 859 m ³ /s
Tr = 1 anno	Q = 386 m ³ /s

Stazione di Tollegno

Tr = 200 anni	Q = 931 m ³ /s
Tr = 1 anno	Q = 345 m ³ /s

Nella modellazione idraulica sono stati utilizzati i valori di portata ricavati con i dati pluviometrici della stazione di Tollegno, in quanto, per entrambi i tempi di ritorno, risultano maggiormente cautelativi.

Infatti per il tempo di ritorno di 200 anni, con il quale si verificherà l'eventuale fenomeno di rigurgito indotto dall'intervento di ripristino della traversa, la condizione di deflusso più gravosa si verifica con il valore di portata maggiore. Viceversa per il tempo di ritorno di 1 anno, con il quale si verificherà l'eventuale fenomeno di deposito a monte della traversa, la condizione più gravosa si ha con la portata minore.

4.1 GUADO ALL'OPERA DI PRESA

Come anticipato i lavori di riparazione all'opera di presa necessitano della formazione preliminare di una pista di accesso da realizzare sull'argine sinistro del torrente Cervo, partendo dalla strada provinciale n. 100 utilizzando il materiale prelevato in alveo depositato dalla colata in sponda sinistra e realizzando un guado provvisorio con tubi metallici per dare sempre continuità al corso d'acqua evitando ai mezzi il passaggio diretto in alveo.

Il guado sarà realizzato con n. 4 tubi in acciaio del diametro di 800 mm, e verificato considerando un riempimento della sezione di circa il 65% ed utilizzando la formula di Chezy per canali a pelo libero in moto uniforme a sezione circolare con il metodo di Gauckler-Strickler il coefficiente utilizzato è $K_s = 85$, con il metodo di Manning il coefficiente utilizzato è $n = 0,012$;

Per l'alveo del torrente in piena con il metodo di Gauckler-Strickler il coefficiente utilizzato è $K_s = 20$, con il metodo di Manning il coefficiente utilizzato è $n = 0,050$;



I risultati delle verifiche sono riportati nelle tabelle seguenti:

CORRENTI A PELO LIBERO SEZIONE CIRCOLARE				
TUBI GUADO OPERA PRESA		DATI		RISULTATI
lunghezza dei tubi	L	6,00	m	
pendenza media canale	i			5,27%
GEOMETRIA DEL CANALE				
numero tubi	n	4		
diametro	D	0,80	m	
percentuale riempimento sezione		65%		
altezza corrente	h			0,52 m
altezza franco libero				0,28
rapporto h/D				0,65
angolo alfa contorno bagnato	ϕ			214,92 °
Sezione liquida	A			0,35 mq
Raggio idraulico	Ri			0,23 m
PORTATA MINIMA	Q _{min}	9,90	mc/sec	
FORMULA DI CHEZY		$V = \chi \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$		
Gauckler-Stricler		$\chi = (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)} / n$		
parametro di forma	φ	1,000		
Materiale		tubo in acciaio		
coefficiente di resistenza	K _s	85,00		
coefficiente di conduttanza	χ			66,56
velocità media del canale	V			7,34 m/sec
portata media	Q			10,15 mc/sec
Manning		$\chi = K_s \cdot (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)}$		
parametro di forma	φ	1,000		
Materiale		tubo in acciaio		
scabrezza superficie bagnata	n	0,012		
coefficiente di resistenza	χ			65,25
velocità media del canale	V			7,19 m/sec
portata media	Q			9,95 mc/sec



CORRENTI A PELO LIBERO SEZIONE RETTANGOLARE		
SEZIONE OPERA DI PRESA	DATI	RISULTATI
lunghezza dei tubi <i>L</i>	100,00 m	
pendenza media canale <i>i</i>		5,27%
GEOMETRIA DEL CANALE		
GEOMETRIA DEL CANALE		
base minore <i>b</i>	30,21 m	
altezza corrente <i>h</i>	1,97 m	
base maggiore <i>B</i>	31,00	
sezione liquida <i>A</i>		60,29 mq
contorno bagnato <i>C</i>		34,23 m
Raggio idraulico <i>Ri</i>		1,76 m
PORTATA tr 1 ANNO <i>Qmin</i>	386,00 mc/sec	
FORMULA DI CHEZY	$V = \chi \cdot \sqrt{(R \cdot i)}$	
Gauckler-Stricler	$\chi = (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)} / n$	
parametro di forma <i>φ</i>	0,900	
Materiale	alveo roccia e massi	
coefficiente di resistenza <i>K_s</i>	20,00	
coefficiente di conduttanza <i>χ</i>		21,60
velocità media del canale <i>V</i>		6,58 m/sec
portata media <i>Q</i>		396,72 mc/sec
Manning	$\chi = K_s \cdot (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)}$	
parametro di forma <i>φ</i>	0,800	
Materiale	alveo roccia e massi	
scabrezza superficie bagnata <i>n</i>	0,050	
coefficiente di resistenza <i>χ</i>		21,18
velocità media del canale <i>V</i>		6,45 m/sec
portata media <i>Q</i>		389,01 mc/sec



CORRENTI A PELO LIBERO SEZIONE RETTANGOLARE		
SEZONE OPERA DI PRESA	DATI	RISULTATI
lunghezza dei tubi <i>L</i>	100,00 m	
pendenza media canale <i>i</i>		5,27%
GEOMETRIA DEL CANALE		
GEOMETRIA DEL CANALE		
base minore <i>b</i>	30,21 m	
altezza corrente <i>h</i>	3,45 m	
base maggiore <i>B</i>	31,00	
sezione liquida <i>A</i>		105,59 mq
contorno bagnato <i>C</i>		37,16 m
Raggio idraulico <i>Ri</i>		2,84 m
PORTATA tr 200 ANNO <i>Qmin</i>	931,00 mc/sec	
FORMULA DI CHEZY	$V = \chi \sqrt{R \cdot i}$	
Gauckler-Stricler	$\chi = (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)} / n$	
parametro di forma <i>φ</i>	0,900	
Materiale	alveo roccia e massi	
coefficiente di resistenza <i>K_s</i>	20,00	
coefficiente di conduttanza <i>χ</i>		23,39
velocità media del canale <i>V</i>		9,05 m/sec
portata media <i>Q</i>		955,69 mc/sec
Manning	$\chi = K_s \cdot (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)}$	
parametro di forma <i>φ</i>	0,800	
Materiale	alveo roccia e massi	
scabrezza superficie bagnata <i>n</i>	0,050	
coefficiente di resistenza <i>χ</i>		22,93
velocità media del canale <i>V</i>		8,88 m/sec
portata media <i>Q</i>		937,11 mc/sec



4.2 GUADO AL FABBRICATO CENTRALE

Lo scarico di centrale risulta completamente coperto da ghiaia massi e sabbia, si dovrà procedere pertanto ad uno sghiaimento generale dell'area e dintorni dello scarico procedendo anche ad una sua pulizia interno fin sotto il locale macchine. Essendo lo scarico direttamente in alveo, è necessaria la formazione di una pista di accesso da realizzare sull'argine sinistro del torrente Cervo, partendo dalla strada provinciale n. 100 utilizzando il materiale prelevato in alveo depositato dalla colata in sponda sinistra e realizzando un guado provvisorio con tubi metallici per dare sempre continuità al corso d'acqua evitando ai mezzi il passaggio diretto in alveo.

Il guado sarà realizzato con n. 4 tubi in acciaio del diametro di 800 mm, e verificato considerando un riempimento della sezione di circa il 65% ed utilizzando la formula di Chezy per canali a pelo libero in moto uniforme a sezione circolare con il metodo di Gauckler-Strickler il coefficiente utilizzato è $K_s = 85$, con il metodo di Manning il coefficiente utilizzato è $n = 0,012$;

Per l'alveo del torrente in piena con il metodo di Gauckler-Strickler il coefficiente utilizzato è $K_s = 20$, con il metodo di Manning il coefficiente utilizzato è $n = 0,050$;

I risultati delle verifiche sono riportati nelle tabelle seguenti:



CORRENTI A PELO LIBERO SEZIONE CIRCOLARE

TUBI GUADO CENTRALE		DATI		RISULTATI	
lunghezza dei tubi	L	6,00	m		
pendenza media canale	i			3,64%	
GEOMETRIA DEL CANALE					
numero tubi	n	4			
diametro	D	0,80	m		
percentuale riempimento sezione		76%			
altezza corrente	h			0,61	m
altezza franco libero				0,19	
rapporto h/D				0,76	
angolo alfa contorno bagnato	ϕ			242,66	°
Sezione liquida	A			0,41	mq
Raggio idraulico	Ri			0,24	m
PORTATA MINIMA					
FORMULA DI CHEZY	Qmin	9,90	mc/sec		
		$V = \chi \sqrt{R \cdot i}$			
Gauckler-Stricler					
		$\chi = (\phi \cdot Ri)^{1/6} / n$			
parametro di forma	ϕ	1,000			
Materiale		tubo in acciaio			
coefficiente di resistenza	K_s	85,00			
coefficiente di conduttanza	χ			67,10	
velocità media del canale	V			6,30	m/sec
portata media	Q			10,32	mc/sec
Manning					
		$\chi = K_s \cdot (\phi \cdot Ri)^{1/6}$			
parametro di forma	ϕ	1,000			
Materiale		tubo in acciaio			
scabrezza superficie bagnata	n	0,012			
coefficiente di resistenza	χ			65,78	
velocità media del canale	V			6,17	m/sec
portata media	Q			10,12	mc/sec



CORRENTI A PELO LIBERO SEZIONE RETTANGOLARE

SEZIONE CENTRALE	DATI	RISULTATI
lunghezza dei tubi <i>L</i>	100,00 m	
pendenza media canale <i>i</i>		3,64%
GEOMETRIA DEL CANALE		
GEOMETRIA DEL CANALE		
base minore <i>b</i>	35,80 m	
altezza corrente <i>h</i>	1,94 m	
base maggiore <i>B</i>	38,00	
sezione liquida <i>A</i>		71,59 mq
contorno bagnato <i>C</i>		40,26 m
Raggio idraulico <i>Ri</i>		1,78 m
PORTATA tr 1 ANNO <i>Qmin</i>	386,00 mc/sec	
FORMULA DI CHEZY	$V = \chi \sqrt{R \cdot i}$	
Gauckler-Stricler	$\chi = (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)} / n$	
parametro di forma <i>φ</i>	0,900	
Materiale	alveo roccia e massi	
coefficiente di resistenza <i>K_s</i>	20,00	
coefficiente di conduttanza <i>χ</i>		21,63
velocità media del canale <i>V</i>		5,50 m/sec
portata media <i>Q</i>		393,93 mc/sec
Manning	$\chi = K_s \cdot (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)}$	
parametro di forma <i>φ</i>	0,800	
Materiale	alveo roccia e massi	
scabrezza superficie bagnata <i>n</i>	0,050	
coefficiente di resistenza <i>χ</i>		21,21
velocità media del canale <i>V</i>		5,40 m/sec
portata media <i>Q</i>		386,27 mc/sec



CORRENTI A PELO LIBERO SEZIONE RETTANGOLARE

SEZIONE CENTRALE		DATI	RISULTATI
lunghezza dei tubi	L	100,00 m	
pendenza media canale	i		3,64%
GEOMETRIA DEL CANALE			
GEOMETRIA DEL CANALE			
base minore	b	35,80 m	
altezza corrente	h	3,36 m	
base maggiore	B	38,40	
sezione liquida	A		124,66 mq
contorno bagnato	C		43,01 m
Raggio idraulico	Ri		2,90 m
PORTATA tr 200 ANNO	Qmin	931,00 mc/sec	
FORMULA DI CHEZY		$V = \chi \sqrt{R \cdot i}$	
Gauckler-Stricler		$\chi = (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)} / n$	
parametro di forma	φ	0,900	
Materiale		alveo roccia e massi	
coefficiente di resistenza	K_s	20,00	
coefficiente di conduttanza	χ		23,47
velocità media del canale	V		7,62 m/sec
portata media	Q		950,15 mc/sec
Manning		$\chi = K_s \cdot (\varphi \cdot Ri)^{(1/6)}$	
parametro di forma	φ	0,800	
Materiale		alveo roccia e massi	
scabrezza superficie bagnata	n	0,050	
coefficiente di resistenza	χ		23,01
velocità media del canale	V		7,47 m/sec
portata media	Q		931,68 mc/sec