

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
	Data 15/07/2022 Pagina 1 di 24	

Impianto idroelettrico di Coghinas – Diga di Muzzone

Renewable Energies Italy - O&M Hydro Italy
 Northern Central Area - Territorial Unit Cagliari - UE Coghinas

Comune di Oschiri - Provincia di Sassari

Ripristino dello scarico di fondo

Progetto Esecutivo

Relazione Tecnica Descrittiva

Relazione Tecnica

IL COMMITTENTE  ENEL GREEN POWER ITALIA SRL Renewable Energies Italy O&M Hydro Italy Northern Central Area		07/03/2023	
		DATA	ING. M. SESSEGO
IL PROGETTISTA  LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI Lombardi SA Ingegneri Consulenti Via Rinaldo Simen, 19 6648 Minusio (Svizzera)		07/03/2023	
		DATA	ING. M. BRAGHINI
IL DIRETTORE LAVORI	L' INGEGNERE RESPONSABILE	IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	
	07/03/2023	07/03/2023	
DATA	DATA	ING. M. ARU	DATA ING. A. BALESTRA

LOMBARDI SA INGEGNERI CONSULENTI



Lombardi SA Ingegneri Consulenti
 Via del Tiglio, 2, C.P. 934
 6512 Bellinzona Giubiasco (Svizzera)

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 2 di 24

B	07.03.2023	AGi	MFr/Bal
A	15.07.2022	MMe/AGi	MFr/Bal
Versione	Data	Redatto	Verificato

Lombardi SA Ingegneri Consulenti
 Via del Tiglio 2, C.P. 934, CH-6512 Bellinzona-Giubiasco
 Telefono +41(0)91 735 31 00
 www.lombardi.group, info@lombardi.group

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 3 di 24

INDICE

1.	INTRODUZIONE	4
1.1	Contesto generale e scopo del lavoro	4
1.2	Struttura del rapporto	4
1.3	Documenti analizzati	5
1.3.1	Documenti del progetto definitivo e di istruttoria	5
1.3.2	Documenti del progetto esecutivo	6
1.3.3	Riferimenti normativi e linee guida	6
1.4	Elaborati di progetto	6
2.	DESCRIZIONE DELL'OPERA	7
3.	STATO DI FATTO DELLO SCARICO DI FONDO	11
4.	STATO DI PROGETTO DELLO SCARICO DI FONDO	13
4.1	Premessa	13
4.2	Descrizione dell'intervento in progetto	14
5.	ASPETTI PROGETTUALI	16
5.1	Premessa	16
5.2	Vincoli esterni alla progettazione	16
5.3	Aspetti idraulici	17
5.4	Aspetti strutturali di calcolo	20
6.	RACCOMANDAZIONI PER LA FASE DI COSTRUZIONE	21
6.1	Organizzazione delle aree di cantiere e accessi	21
6.2	Paratia di contenimento	21
6.3	Fasi di realizzazione	22
6.4	Sistema di trattamento delle acque reflue	23
6.5	Campo prove perforazioni	23

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 4 di 24

1. INTRODUZIONE

1.1 Contesto generale e scopo del lavoro

Enel Green Power Italia S.r.l. – O&M Hydro Italy – Area Centro Nord – Unità Territoriale di Cagliari, nel seguito Enel GP, Gestore dell'impianto idroelettrico di Coghinas, nel Comune di Oschiri (SS), ha incaricato nel luglio 2020 Lombardi SA per attività d'ingegneria relative alla diga di Muzzone.

Obiettivo dell'incarico è la progettazione esecutiva dell'intervento di ripristino dello scarico di fondo, da sviluppare sulla base del progetto definitivo realizzato da Enel GP nell'aprile del 2016 ed approvato dall'Autorità di Controllo, Ufficio Tecnico per le Dighe di Cagliari (in seguito, UTDCA), Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture Idriche ed Elettriche (in seguito, DGD) del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti con nota n. 27175 del 14/12/2020.

Rispetto al progetto definitivo approvato, Lombardi SA ha proposto in fase di progettazione esecutiva l'innalzamento dello sbocco del nuovo scarico di fondo, con quota terminale dell'asse dello scarico che passa dalla quota 113.10 m s.l.m alla quota 121.20 m s.l.m.

Le motivazioni della variante tecnica sono ascrivibili ad una ottimizzazione del disegno tecnico:

- la necessità di eseguire le opere a progetto mantenendosi al di sopra delle quote del rigurgito delle acque scaricate a valle dagli scarichi intermedi, di cui è previsto l'utilizzo per il controllo del livello d'invaso del Coghinas a quota di sicurezza durante i lavori;
- la scelta di allontanare verso valle rispetto alla diga il punto di maggior dissipazione energetica delle acque scaricate, a mezzo di uno ski-jump, da realizzare al termine del nuovo scarico, evitando in questo modo possibili erosioni puntuali a ridosso della diga.

Scopo del presente rapporto è la redazione della **relazione tecnica descrittiva**, contenente una descrizione generale informativa degli interventi previsti in progetto, così come un riassunto delle attività svolte in fase progettuale e alcune raccomandazioni per la fase di costruzione, rimandando per maggiori dettagli agli specifici elaborati che sono parte integrante del presente Progetto Esecutivo.

1.2 Struttura del rapporto

Il presente rapporto ha la seguente struttura:

- **Capitolo 1:** contiene l'introduzione al lavoro;
- **Capitolo 2:** descrive brevemente le caratteristiche della diga esistente;
- **Capitolo 3:** contiene la descrizione dello scarico di fondo allo stato attuale;

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 5 di 24

- **Capitolo 4:** presenta una breve descrizione degli interventi proposti;
- **Capitolo 5:** descrive i principali aspetti progettuali considerati per l'elaborazione del presente Progetto Esecutivo;
- **Capitolo 6:** si riportano alcune raccomandazioni per la fase di costruzione.

1.3 Documenti analizzati

1.3.1 Documenti del progetto definitivo e di istruttoria

Per la redazione del presente rapporto è stato fatto riferimento ai documenti elencati nel seguito, compresi nella documentazione d'incarico ricevuta da ENEL GP:

- [1] Diga di Muzzone in comune di Oschiri (SS) (n. arch. S.N.D. 91). Foglio di Condizioni per l'Esercizio e la Manutenzione, F.C.E.M. (1999).
- [2] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Relazione idrologica e idraulica, 2016.
- [3] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Relazione tecnico illustrativa, 2016.
- [4] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Relazione sulle modalità operative, 2016.
- [5] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Tavole di progetto, 2016.
- [6] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Integrazioni, 2019.
- [7] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Aggiornamento ed integrazioni verifiche di sicurezza, 2019.
- [8] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Verifiche di sicurezza in relazione al nuovo massimo invaso, 2019.
- [9] ENEL Produzione S.p.A: Diga di Muzzone – Progetto di ripristino dello scarico di fondo – Progetto Definitivo – Caratterizzazione geologica e geomeccanica della roccia di fondazione, 2019.
- [10] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche – Div. 5 – Coordinamento Controllo Dighe in Esercizio – Diga di Muzzone sul fiume Coghinas, in comune di Oschiri (SS), n° arch. S.N.D. 91 – Nota 26286/RU del

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 6 di 24

03/12/2020 – Verifiche di sicurezza in relazione al nuovo livello massimo invasivo. Richiesta aggiornamento e completamento delle verifiche – Relazione Istruttoria.

- [11] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche – Div. 5 – Coordinamento Controllo Dighe in Esercizio – Diga di Muzzone sul fiume Coghinas, in comune di Oschiri (SS), n° arch. S.N.D. 91 – Nota 25312/RU del 25/11/2020 – Studio idrologico-idraulico – Parere.
- [12] Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti – Direzione generale per le dighe e le infrastrutture idriche ed elettriche – Div. 5 – Coordinamento Controllo Dighe in Esercizio – Diga di Muzzone sul fiume Coghinas, in comune di Oschiri (SS), n° arch. S.N.D. 91 – Progetto Definitivo di Ripristino dello Scarico di Fondo – Progetto Definitivo 2016 – Integrazioni 2019 – Relazione Istruttoria.
- [13] Allegato A alla Delib. G.R. n. 38/9 del 26.09.2019, Proposta di definizione speditiva del Piano di Laminazione Statica preventivo dell’invaso della Diga di Muzzone sul fiume Coghinas in Comune di Oschiri (Direttiva P.C.M. 27/02/2004)
- [14] Deliberazione n. 3 del 11.02.2022 dell’Autorità di Bacino Regionale, Comitato Istituzionale, “Programmazione 2022: preassegnazione al comparto irriguo”

1.3.2 Documenti del progetto esecutivo

- [15] Lombardi: 2020.0240.002-GE-GE-RT-701 Relazione tecnica studio della variante, 2021.
- [16] Lombardi: 2020.0240.002-GT-GEN-RT-501 Indagini strutturali e geognostiche eseguite.

1.3.3 Riferimenti normativi e linee guida

- [17] NTD2014: Norme Tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse), di cui al D.MIT del 26.06.2014.
- [18] NTC2018: Norme Tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. del 17.01.2018.

1.4 Elaborati di progetto

Il Progetto Esecutivo in oggetto è costituito degli elaborati riportati nel documento “2020.0240.002-GC-GEN-EE-001 – Elenco Elaborati”.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 7 di 24

2. DESCRIZIONE DELL'OPERA

La diga di Muzzone, costruita fra il 1924 ed il 1927, è ubicata in corrispondenza dell'omonima stretta lungo il corso del Fiume Coghinas, circa 7 km a valle della confluenza del Rio Mannu di Ozieri e del Rio Mannu di Berchidda nel Comune di Oschiri, Provincia di Sassari. La diga origina a monte un serbatoio di oltre 240x106 m³, con un bacino imbrifero direttamente sotteso di circa 1'900 km².

Il serbatoio permette la regolazione stagionale delle portate del fiume Coghinas sia per la produzione di energia elettrica nella sottostante centrale del Coghinas che per uso irriguo, industriale e potabile.

Dal punto di vista statico si tratta di una diga a gravità ordinaria (Aa1), a pianta rettilinea e sezione triangolare, realizzata in muratura costituita da un conglomerato cementizio composto da inerti di pezzatura variabile comprendente numerosi elementi di grosse dimensioni (inerti maggiori di 20-40cm), legati da malta di cemento e materiale fino. La diga è provvista di sei giunti verticali disposti alla distanza media di circa 20 m. La tenuta dei giunti è assicurata da un pozzo verticale riempito di bitume in prossimità del paramento di monte e da un foglio di speciale feltro impermeabile applicato con una leggera incassatura. Verso l'acqua il giunto è chiuso mediante una soletta coprigiunto in cemento armato.

La costruzione è stata eseguita con calcestruzzo con inerti di classe granulometrica variabile da ordinaria a ciclopica (dalle indagini risultano evidenti grosse pezzature). Dalle indagini eseguite da TECNO IN Geosolutions S.p.A. nel 2021, il concio verticale attraversato dagli scarichi profondi e dalla tubazione di presa mostra una costruzione eseguita per strati con inerti di diversa pezzatura, eventualmente intasati con malta.

Il paramento di valle è rivestito in pietrame di granito con pezzatura irregolare. Il paramento di monte in calcestruzzo è rivestito con intonaco retinato impermeabilizzato con apposite vernici. Nel corpo diga, in prossimità del paramento di monte, sono predisposti pozzi verticali drenanti, collegati superiormente ed inferiormente da due gallerie d'ispezione.

Come riportato nel F.C.E.M. attuale, la diga è dotata dei seguenti organi di scarico:

- Scarico di superficie: è costituito da quattro luci di 8.00 m ciascuna, realizzate in fregio al coronamento, nella parte centrale della diga, con soglia a quota 159.70 m s.l.m., intercettate da paratoie a settore autolivellanti di m 8.00x4.30.
- Scarico di mezzofondo: è costituito da due condotti circolari affiancati del diametro di m 2.40, attraversanti la diga nella parte centrale, con l'asse a quota 138.00 m s.l.m. Sono intercettati, in prossimità dello sbocco, da due paratoie piane a strisciamento di m 2.25x2.00 a comando oleodinamico.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 8 di 24

- Scarico di alleggerimento: consiste in una tubazione metallica del diametro di m 1.60, con asse a quota 133.50 m s.l.m. ed intercettata a valle da due paratoie piane a strisciamento di m 1.20x0.90, inserita nella sede della preesistente derivazione forzata.
- Scarico di fondo: consiste in una tubazione metallica del diametro di m 2.20, che attraversa il corpo diga un poco obliquamente rispetto ad essa; pressoché orizzontale, sbocca a valle con asse a quota 114.15 m s.l.m. Presso l'estremità a valle è disposta una paratoia piana, ormai bloccata in posizione di chiusura a causa dell'ossidazione degli organi di manovra. Oggi l'imbocco dello scarico risulta completamente al di sotto dei sedimenti e la tubazione è stata definitivamente chiusa con un tampone in calcestruzzo.



Figura 1: Aerofoto della diga di Muzzone.

La stretta, nella quale è costruito lo sbarramento, è incisa profondamente nel granito. Questa roccia è attraversata da filoni diabasici paralleli, ma l'insieme si presenta sul fondo completamente sano e compatto e costituisce un'ottima base per la fondazione. Nella sponda destra il granito presenta delle fessurazioni che danno luogo ad alcune perdite dalla roccia. A titolo esemplificativo si espone una foto dell'area in esame: le venute (sulla sinistra) sono attribuite, per posizione, entità e variabilità, all'infiltrazione nelle fratture dell'ammasso roccioso delle acque dello scarico in alveo dei drenaggi

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 9 di 24

(sulla destra, al termine del canaletto di adduzione). L'ordine di grandezza delle acque emergenti è dell'ordine delle frazioni di litro per secondo.

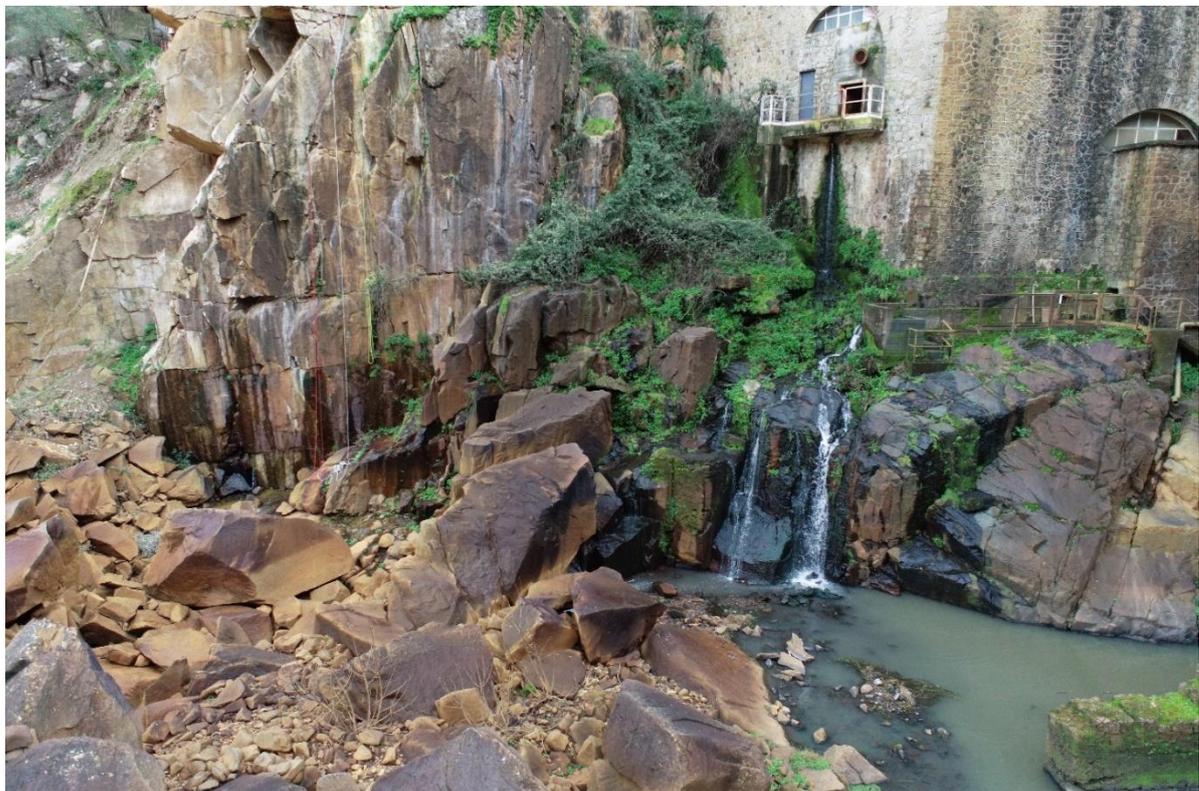


Figura 2: Perdite d'acqua in roccia in corrispondenza della sponda destra a valle diga.

Sulla sponda sinistra la diga si addentra maggiormente nel versante, in quanto le condizioni della roccia in posto hanno reso necessario dare uno sviluppo particolarmente accurato al sistema di drenaggio, per cui qui, anteriormente alla diga, è stato realizzato un grande diaframma a protezione della fondazione, munito di 9 pozzi verticali di drenaggio collegati inferiormente da una galleria.

Il bacino imbrifero comprende una vasta zona interna della parte settentrionale della Sardegna e ricade in terreni granitici e trachitici. Le sponde sono in prevalenza ricoperte da terreno vegetale con macchia mediterranea, degradanti con leggera pendenza verso l'invaso. L'alveo a valle corre tortuosamente incassato tra sponde rocciose, fino a sfociare nell'invaso di Casteldoria.

Le principali caratteristiche dell'opera si riassumono in seguito:

- altezza della diga (ai sensi del DM 24/03/1982): 58.00 m
- altezza della diga (ai sensi della L. 584/94): 54.00 m
- altezza di massima ritenuta: 50.00 m
- quota coronamento: 170.00 m s.l.m.
- quota di massimo invasore: 166.00 m s.l.m.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 10 di 24

- quota di massimo invaso rivalutata: 167.60 m s.l.m.
- quota di massima regolazione: 164.00 m s.l.m.
- quota di minima regolazione: 143.00 m s.l.m.
- volume totale d'invaso (ai sensi del D.M. 24/03/82): 283.56x10⁶ m³
- volume d'invaso (ai sensi della L. 584/94): 258.74x10⁶ m³
- volume utile di regolazione: 223.90x10⁶ m³
- portata di massima piena di progetto: 1'200 m³/s

Occorre sottolineare che, i vari volumi d'invaso e la portata massima di progetto indicati in precedenza corrispondono ai dati riportati nel F.C.E.M. e possono essere per questo non necessariamente aggiornati alle attuali condizioni d'esercizio.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
	Data 07/03/2023	
	Pagina 11 di 24	

3. STATO DI FATTO DELLO SCARICO DI FONDO

Attualmente lo scarico di fondo si presenta fuori servizio ed in condizioni di sicurezza. L'imbocco di monte è completamente interrato. Una batimetria effettuata nel 1988 ha evidenziato che i sedimenti al tempo raggiungevano all'incirca quota 121.00 m s.l.m., circa 8 m al di sopra dell'imbocco dello scarico di fondo posto a quota 113.00 m s.l.m.

L'ultima batimetria effettuata nel 2011 evidenzia una quota dei sedimenti nel tratto antistante il paramento della diga di 125.50 m s.l.m., con altezza del banco fino a 12.50 m al di sopra dell'imbocco come rappresentato in **Figura 3**.

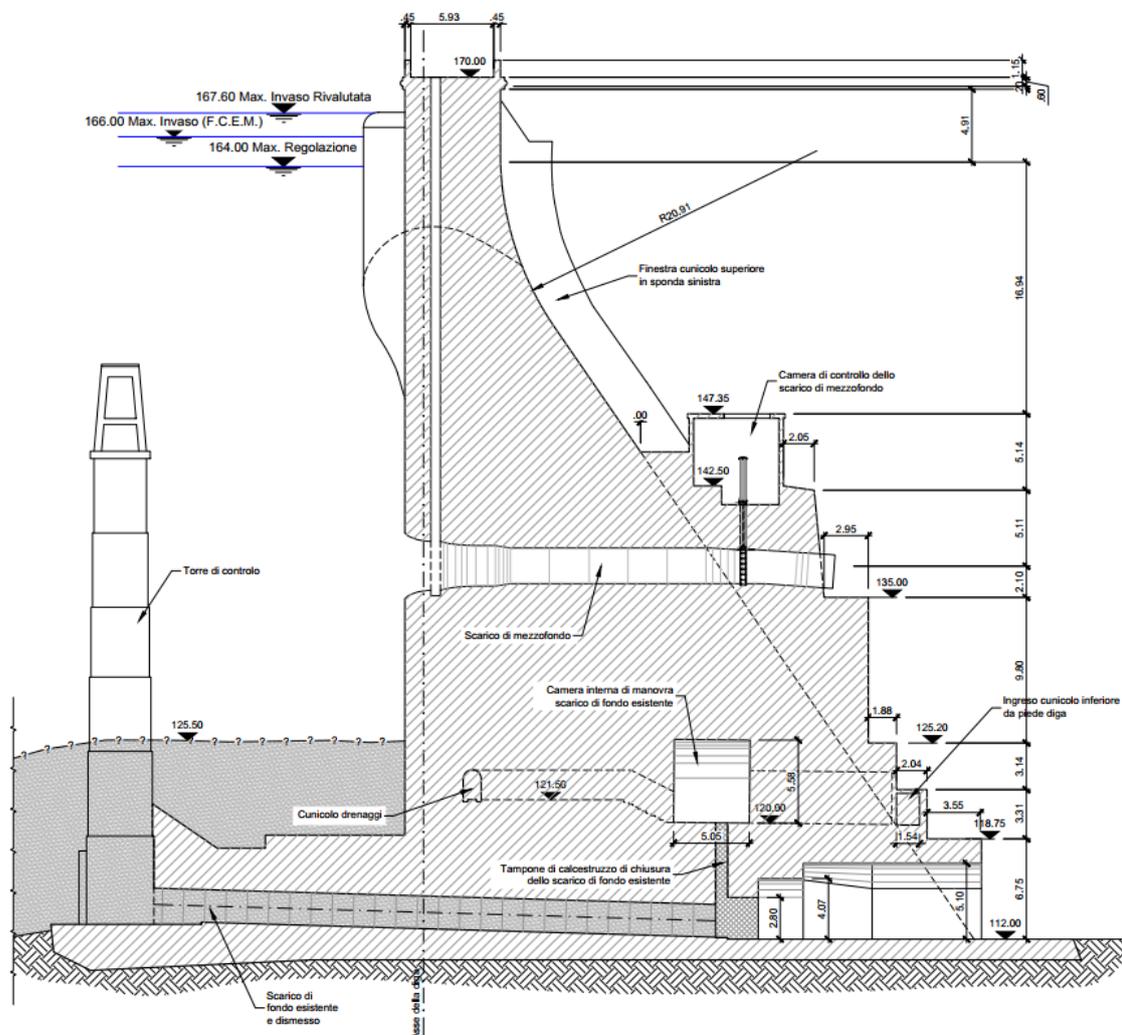


Figura 3: Diga di Muzzone – Stato di fatto: sezione del concio oggetto di intervento.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 12 di 24

Nel corso del 2012 lo scarico di fondo è stato oggetto di lavori di messa in sicurezza, con la chiusura definitiva dello scarico mediante la realizzazione di un tampone in calcestruzzo, a tergo della paratoia di intercettazione, di spessore 200 cm ed inghisato alle murature esistenti (v. **Figura 3**). Le pareti del tratto di galleria esistente a contatto con il tampone sono state rinvivate e sagomate in modo da ottenere una superficie concava che impedisca a quest'ultimo di spostarsi in virtù della sua forma geometrica.

La tenuta idraulica fra vecchio e nuovo calcestruzzo è stata ottenuta tramite iniezioni effettuate, dopo la maturazione del calcestruzzo, con tubi disposti entro il getto con estremità di uscita lungo il contatto tra vecchio e nuovo calcestruzzo.

A seguito dei lavori effettuati lo scarico di fondo originario è stato pertanto messo definitivamente fuori servizio. Si riporta in **Figura 4** una fotografia dello scarico di fondo della Diga di Muzzone scattata da valle in occasione del sopralluogo eseguito in data 18 settembre 2020.



Figura 4: Diga di Muzzone – Vista da valle: Stato di fatto scarico di fondo e scarico di alleggerimento.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 13 di 24

4. STATO DI PROGETTO DELLO SCARICO DI FONDO

4.1 Premessa

Il progetto esecutivo è finalizzato al ripristino dello scarico di fondo della diga di Muzzone. Il nuovo scarico in progetto è costituito da una tubazione in acciaio alloggiata all'interno del corpo diga con imbocco ad una quota superiore rispetto al livello attuale dell'interrimento e dotato di due paratoie piane di intercettazione poste in prossimità dell'uscita della condotta dal corpo diga.

L'asse dello scarico in prossimità dell'imbocco è ubicato a quota 127.50 m s.l.m. mentre l'uscita è prevista con asse a quota 121.20 m s.l.m., ovvero 8.10 m al di sopra rispetto a quanto inizialmente previsto in fase di progetto definitivo (v. **Figura 5**).

Il progetto esecutivo oggetto dell'incarico assegnato a Lombardi è redatto in riferimento al progetto definitivo approvato, con alcune ottimizzazioni relative sia alla sicurezza della fase esecutiva sia alla sicurezza e funzionalità nel tempo della nuova opera.

Lombardi ha provveduto ad una analisi tecnica del progetto definitivo [3], con l'obiettivo di confermare la soluzione tecnica di progetto e proporre alcune modifiche migliorative. Tali migliorie sono approfondite in dettaglio nella Relazione Tecnica dello studio di variante [15]. Nel presente elaborato ci si limiterà a descrivere le opere in progetto con riferimento alle scelte effettuate in fase di progettazione esecutiva.

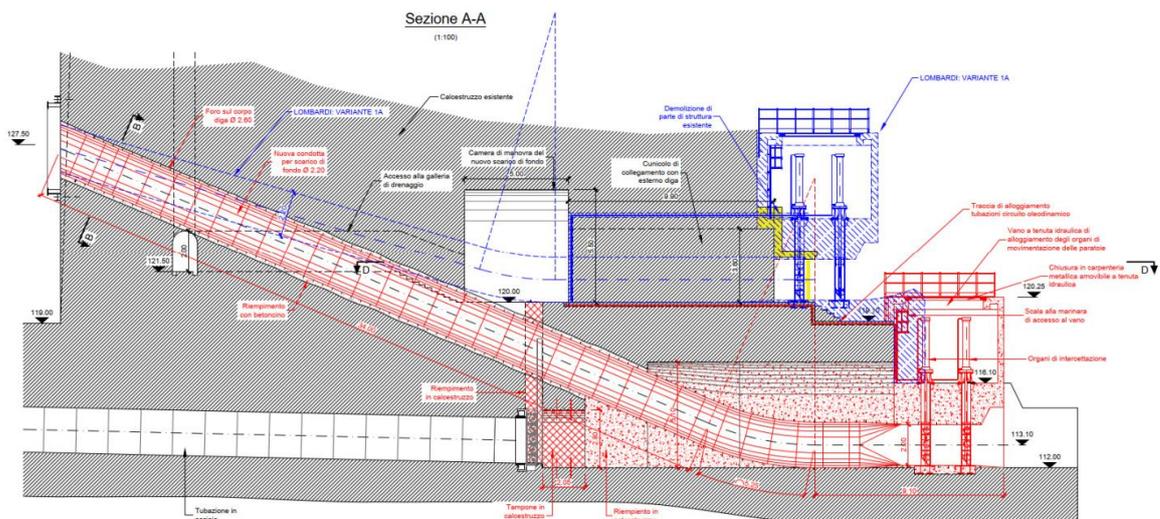


Figura 5: Sezione del nuovo scarico di fondo (rosso: progetto definitivo ENEL, blu: variante Lombardi).

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
	Data 07/03/2023	
	Pagina 14 di 24	

4.2 Descrizione dell'intervento in progetto

La costruzione del nuovo scarico di fondo richiede la perforazione di un foro di diametro 2'600 mm nel concio della diga contenente lo scarico di fondo esistente. La tubazione metallica da inserire all'interno della perforazione è prevista con diametro interno pari a 2'200 mm, spessore 15 mm ed annegata nel betoncino di riempimento utilizzato per l'inghisaggio. Se durante la perforazione del concio si verificasse la presenza di vuoti o di materiali con basse caratteristiche meccaniche, si procederà ad integrare le iniezioni di consolidamento già eseguite in fase di perforazione.

Lo scarico sarà composto da un primo tratto inclinato collegato tramite raccordo curvo ad un tratto finale orizzontale, sezionato nella parte terminale da due paratoie piane di intercettazione immediatamente a valle dell'uscita dal corpo diga. L'asse dell'imbocco è a quota 127.50 m s.l.m., mentre quello dell'uscita è a quota 121.20 m s.l.m. come rappresentato in **Figura 6**:

Sezione verticale chiave

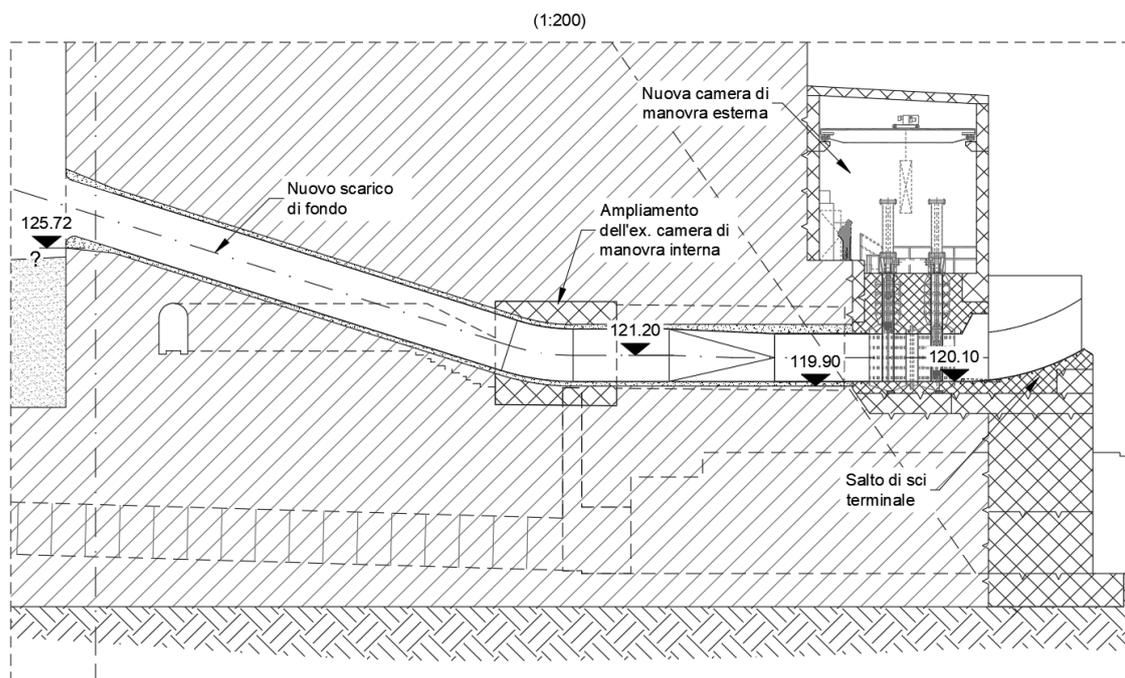


Figura 6: Sezione in asse al nuovo scarico di fondo in corpo diga.

Al fine di evitare interferenze con i cunicoli e le gallerie interne presenti nel concio in questione e mantenere dunque una singola linea d'asse del condotto lungo la perforazione, il tracciato planimetrico del nuovo scarico risulta spostato in pianta di ca. 4.0 m rispetto all'originale. Per questa nuova posizione, si prevede l'ampliamento verso destra dell'ex camera di manovra interna e il suo utilizzo come area di scavo e montaggio. La vecchia camera di manovra superiore sarà utilizzata

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo Relazione Tecnica Descrittiva	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 15 di 24

come camera di scavo e montaggio, e per questo scopo se ne prevede l'allargamento e la modifica dell'accesso dall'esterno, previsto a partire dal camminamento alla quota 119.10 m s.l.m.

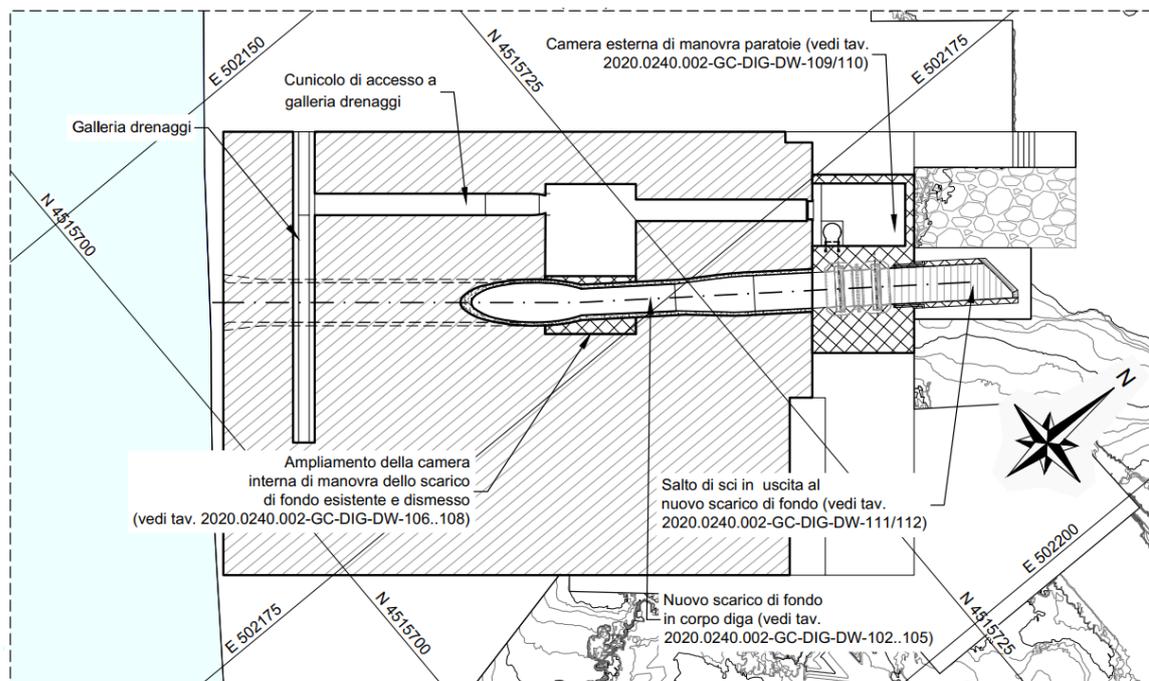


Figura 7: Rappresentazione in piante del nuovo scarico di fondo in corpo diga.

Oltre a quanto esposto, il progetto prevede:

- inghisaggio del gomito dello scarico all'interno dei volumi della camera di montaggio e blindaggio del tratto finale in uscita di sezione quadrata 2'000 mm x 2'000 mm;
- installazione delle due paratoie allo sbocco dello scarico ed all'interno di una camera di manovra esterna, al di sopra del battente lato valle creato dall'esercizio degli scarichi (paratoia di esercizio e paratoia di manutenzione);
- evacuazione delle portate in uscita dallo scarico di fondo mediante uno ski-jump opportunamente dimensionato per la dissipazione in aria dell'energia della portata scaricata.
- deviazione del tratto finale in orizzontale di tre gradi rispetto alla direzione monte-valle, al fine di evitare che il getto d'acqua in uscita vada ad impattare contro lo sperone in roccia sulla sponda destra, su cui si ubica il cosiddetto "edificio Torretta".

La geometria di dettaglio dello scarico di fondo, camera di manovra e del salto di sci è rappresentata nelle tavole progettuali 2020.0240.002-GC-DIG-DW-101/.../105, 109/.../112.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 16 di 24

5. ASPETTI PROGETTUALI

5.1 Premessa

Nei seguenti paragrafi si riassumono gli aspetti principali delle attività svolte per l'elaborazione del Progetto Esecutivo degli Interventi di ripristino dello scarico di fondo della diga di Muzzone.

Per i dettagli si rimanda agli elaborati specifici che sono parte integrante del Progetto Esecutivo.

5.2 Vincoli esterni alla progettazione

L'esecuzione dell'intervento richiede alcune opere di messa in sicurezza dell'area di sbocco del nuovo scarico sul paramento di monte (delimitazione dell'area, trattamento locale di impermeabilizzazione, applicazione del fondello metallico e del relativo elemento di supporto, questo fissato ed accuratamente sigillato al paramento).

Queste opere, tenuto conto della quota dell'invaso più profondo in esercizio nella configurazione attuale (scarico di alleggerimento, quota asse 133.50 m s.l.m) sono da eseguire sotto battente con intervento subacqueo. Al fine della migliore sicurezza sia del personale a cui è affidata l'attività che dell'opera, è opportuno che la quota di regolazione dell'invaso durante i lavori sia la minima possibile, compatibile con i limiti degli obblighi esterni imposti dalla necessità di esercizio dell'invaso per il soddisfacimento di esigenze plurime.

Le limitazioni alla minima quota di invaso raggiungibile risultano:

1. Obbligo del mantenimento di un volume di riserva idrica strategica, di cui al documento [13], con volume fissato in 48 Mm³, non utilizzabile da alcuna utenza ed a disposizione dell'Ente Gestore che potrà farne uso solo in situazione di forte emergenza idrica.
2. Obbligo di consentire in ogni condizione l'esercizio attivo delle derivazioni ad uso irriguo e potabile a valle della diga di Muzzone, in località Donigaza e presso la diga di Casteldoria, secondo i disposti di cui in [14].

Secondo il primo punto, l'invaso della diga di Muzzone dovrà garantire in ogni condizione la disponibilità di un volume pari alla riserva strategica in ogni condizione: tenuto conto della curva di invaso allegata al più recente Piano di Gestione, e con riferimento alla quota dello scarico più profondo disponibile, questa riserva corrisponde ad una quota d'invaso di ca 147.6 m slm.

Il secondo obbligo non condiziona la quota di invaso, quanto piuttosto l'esercizio della centrale e degli organi di scarico disponibili, dovendo questi garantire una adeguato battente in corrispondenza delle

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 17 di 24

due prese, condizione questa garantita dalla previsione operativa di mantenimento in esercizio continuativo in regolazione dell'invaso della centrale durante i lavori.

In conseguenza delle precedenti valutazioni, si propone come quota di invaso minima da mantenere durante l'esecuzione dei lavori nel tratto inclinato del nuovo scarico la quota di 148.3 m s.l.m., che garantisce in ogni caso la disponibilità di un adeguato volume di laminazione nel caso di rilevanti portate in ingresso all'invaso per eventi eccezionali, in congruenza con le disposizioni di cui in [1] (al di sotto della quota massima consentita).

5.3 Aspetti idraulici

Le verifiche idrauliche, descritte nello specifico rapporto (2020.0240.002-ID-DIG-RT-102 *Relazione idraulica*), sono servite alla definizione dei seguenti aspetti:

- calcolo delle perdite di carico lungo il tracciato del nuovo scarico di fondo;
- determinazione, per qualsiasi regime di funzionamento, della scala di deflusso delle portate in uscita dal nuovo scarico di fondo, per flusso libero ed in pressione secondo il livello di monte, con apertura parziale e completa delle paratoie piane in uscita;
- determinazione della geometria ottimale del salto di sci terminale e valutazione del fenomeno erosivo a valle generato dall'impatto del getto in uscita dallo scarico con il letto del fiume.

Data la vicinanza del nuovo scarico di fondo rispetto alla sponda destra, si è ritenuto opportuno progettare l'opera affinché i flussi siano direzionati verso il centro dell'alveo. In particolare, sono stati presi i seguenti provvedimenti:

- deviazione del tratto finale dello scarico di fondo in orizzontale di tre gradi rispetto alla direzione monte-valle;
- andamento obliquo del labbro inferiore del salto di sci con inclinazione negativa verso la sponda sinistra.

La configurazione di progetto del salto di sci consente di favorire la dissipazione in aria dell'energia cinetica del flusso che scorre attraverso lo scarico e conseguentemente ridurre l'erosione dell'alveo al piede della diga. Questa geometria mantiene al centro dell'alveo la portata in uscita.

Il nuovo scarico di fondo sarà in grado di evacuare, alla quota di massimo invaso (166.0 m s.l.m., riferimento secondo F.C.E.M. [1]), la portata di ca. 88 m³/s, grazie all'adozione di alcuni accorgimenti idraulici specifici previsti in fase di progettazione al fine del funzionamento idraulico con perdite particolarmente ridotte. Alla quota di massimo invaso rivalutata (167.60 m s.l.m.) sarà in grado di evacuare una portata leggermente superiore pari a ca. 89 m³/s.

Si riporta in **Figura 8** una rappresentazione del getto d'acqua all'uscita del salto di sci in progetto.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 18 di 24

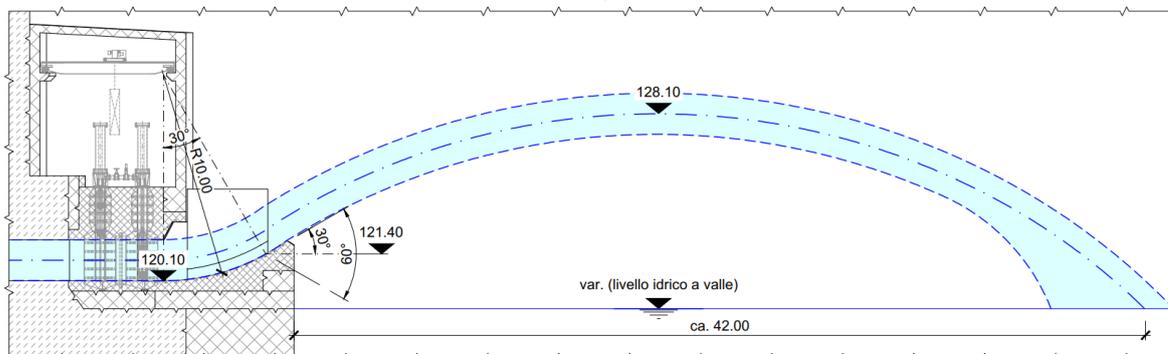


Figura 8: Rappresentazione del getto in corrispondenza del salto di sci in progetto.

Come indicato dalla NTD2014 al par. C.1 *“Gli scarichi a battente, nel loro insieme con esclusione dello scarico di esaurimento, devono rendere possibile la vuotatura del 75% del volume d’invaso del serbatoio a partire dalla quota massima di regolazione, in un periodo di 8 giorni se la capacità del serbatoio è uguale o superiore a 200 milioni di m³”*[17]. Al proposito, come descritto nel documento *“2020.0240.002-ID-DIG-RT-701 Valutazione dei tempi di vuotamento dell’invaso”*, risulta di estrema importanza per la sicurezza idraulica della diga il contributo dello scarico di fondo allo smaltimento dei volumi d’invaso. Dai risultati, infatti, si evince che nella condizione attuale di scarico di fondo fuori servizio e con i soli scarichi di alleggerimento e di mezzofondo, la suddetta verifica non risulterebbe soddisfatta poiché il tempo necessario per lo svuotamento del 75% dell’invaso è di circa 12 giorni. Attraverso il ripristino dello scarico di fondo è possibile invece ridurre il tempo di vuotamento a ca. 7 giorni e permettere dunque il rispetto della condizione imposta per la verifica di sicurezza idraulica.

Relativamente alle principali caratteristiche degli organi di scarico, nel rapporto *2020.0240.002-ID-DIG-RT-702 Valutazione scale di deflusso e verifica franco netto* sono analizzate le modalità di deflusso delle portate delle piene di progetto conseguenti all’apertura degli scarichi della diga per la verifica del franco netto.

Lo studio di laminazione effettuato per la verifica idraulica sul franco netto è stato compiuto considerando i seguenti scenari di calcolo:

- funzionamento completo di tutti gli organi di scarico;
- fuori servizio di una paratoia dello scarico di superficie (malfunzionamento del 25%);
- fuori servizio di due paratoie dello scarico di superficie (malfunzionamento del 50%).

Dai risultati ottenuti a seguito delle simulazioni è possibile affermare che la verifica di sicurezza idraulica sul franco netto risulta soddisfatta per tutti gli scenari analizzati. Inoltre, in ottemperanza a quanto indicato all’art.C1 della NTD2014 [17] sono stati individuati per i vari scenari in analisi i tempi

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 19 di 24

di ritorno degli eventi di piena che annullano il franco netto, condizione che si manifesta per livello di massimo invaso alla quota 169.65 m s.l.m.

Ai fini della verifica idraulica a valle diga (2020.0240.002-ID-DIG-RT-703 *Verifica idraulica bidimensionale a valle diga*) sono stati considerati i seguenti idrogrammi in uscita dalla diga:

- Idrogramma di vuotamento dell’invaso compresi tutti gli organi di scarico della diga (Scenario 1);
- Idrogramma caratterizzato dalla portata in efflusso dagli organi di scarico della diga durante l’evento di piena cinquecentenaria, nel caso di completo funzionamento (Scenario 2).

Le simulazioni idrauliche sono state compiute mediante l’utilizzo del programma HEC-RAS 2D, considerando come base topografica il modello digitale del terreno (DTM) ottenuto a seguito del rilievo LIDAR dell’alveo a valle della diga realizzato nel marzo 2021 ed esteso ad entrambe le sponde per circa 200 m. Si riporta in **Figura 9** il modello bidimensionale utilizzato per la verifica idraulica:

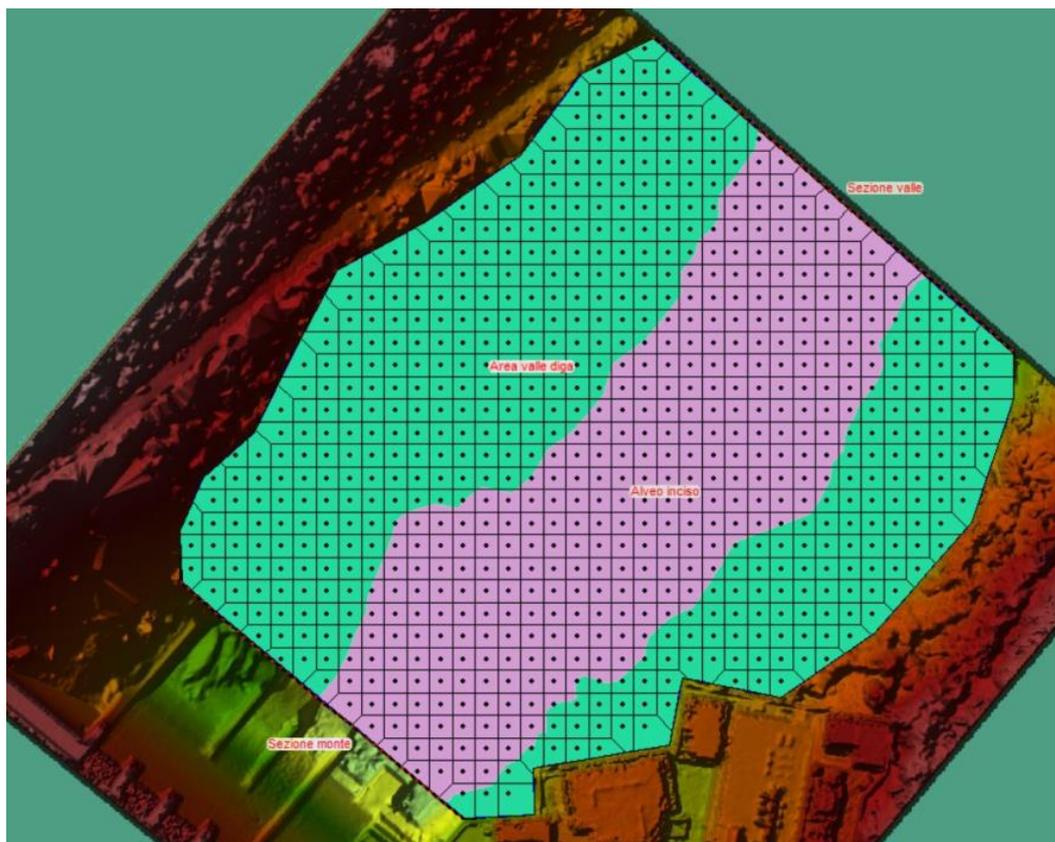


Figura 9: Modellazione bidimensionale dell’area a valle diga: mesh di calcolo.

Dai risultati ottenuti a seguito delle simulazioni è possibile affermare che il funzionamento ordinario del nuovo scarico di fondo con sbocco alla quota di invert di 120.10 m s.l.m., ovvero nel caso di vuotamento dell’invaso (Scenario 1), è parzialmente affetto da problemi di rigurgito. Allo stesso modo,

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 20 di 24

nel caso atipico dell'uso del nuovo scarico durante le fasi di piena (Scenario 2), si osserva che quest'ultimo risulterebbe totalmente rigurgitato. Poiché l'obiettivo del progetto esecutivo del nuovo scarico di fondo è ottimizzare il funzionamento in condizioni ordinarie, ovvero nel caso di vuotamento dell'invaso, si ritiene necessaria la predisposizione di un salto di sci terminale in grado di convogliare il getto al di sopra del livello idrico a valle, stimato in 120.55 m s.l.m, e garantire dunque un comportamento non rigurgitato dell'organo. Nel caso di smaltimento di una piena cinquecentenaria la riduzione della portata in uscita dallo scarico di fondo rispetto al caso di funzionamento non rigurgitato è molto modesta e quasi del tutto ininfluyente rispetto alla capacità di scarico totale della diga.

5.4 Aspetti strutturali di calcolo

Negli specifici rapporti si riportano i calcoli strutturali relativi alla diga allo stato di fatto e allo stato di progetto. Le verifiche sono realizzate in ottemperanza alle indicazioni del NTC2018 vigente in Italia.

In particolare, si è proceduto con la realizzazione delle seguenti verifiche:

- aggiornamento delle verifiche statiche della diga (*2020.0240.002-GC-DIG-RT-704 Verifiche statiche_Stato di fatto*), in accordo alle richieste di integrazione contenute nelle note 26286/RU del 03/12/2020 [10], 25312/RU del 25/11/2020 [11] nonché nella Relazione Istruttoria [12];
- aggiornamento delle verifiche sismiche della diga (*2020.0240.002-GC-DIG-RT-703 Verifiche sismiche_Stato di fatto*), in accordo alle richieste di integrazione della DGD contenute nelle note 26286/RU del 03/12/2020 [10] e nella Relazione Istruttoria [12];
- verifiche di stabilità statiche e sismiche del concio contenente il nuovo scarico di fondo nella configurazione di progetto (*2020.0240.002-GC-DIG-RT-101 Verifiche statiche e sismiche_Stato di Progetto*) volte a valutare qualitativamente e quantitativamente le variazioni dello stato tensionale causate dalla perforazione nel corpo diga.

Nel rapporto *2020.0240.002-GC-GEN-RT-103 Relazione di calcolo delle strutture* sono descritte le soluzioni progettuali dell'intervento di ripristino dello scarico di fondo con particolare attenzione al calcolo delle sollecitazioni e alle verifiche strutturali eseguite per i seguenti elementi:

- camera di manovra esterna delle paratoie;
- salto di sci;
- blindaggio a monte delle paratoie;
- blocco di ancoraggio in corrispondenza del gomito della condotta;
- condotta di scarico.

In tutti gli scenari considerati e per tutte le combinazioni le verifiche sono soddisfatte con sufficienti margini di sicurezza.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 21 di 24

6. RACCOMANDAZIONI PER LA FASE DI COSTRUZIONE

Per la fase di costruzione dell'intervento previsto dal presente Progetto Esecutivo si raccolgono le seguenti raccomandazioni per l'Impresa Costruttrice e la Direzione Lavori:

6.1 Organizzazione delle aree di cantiere e accessi

Per quanto riguarda l'organizzazione del cantiere l'Impresa dovrà recepire all'interno del Piano Operativo per la Sicurezza (POS) le indicazioni raccolte nel documento *Layout generale del nuovo scarico di fondo 2020.0240.002-GC-DIG-DW-101* e nel Piano di Sicurezza e Coordinamento (PSC). In particolare, si presenta la proposta a livello progettuale per l'organizzazione e la logistica di cantiere, così come l'individuazione delle aree di cantiere necessarie per l'esecuzione dei lavori.

6.2 Paratia di contenimento

L'importanza dell'invaso del Coghinas come riserva idrica per la Sardegna Settentrionale rende quanto mai difficoltoso programmare ed attuare uno svasso prolungato del serbatoio. Per questo motivo si è reso necessario studiare e approfondire una modalità realizzativa dell'intervento che riduca al minimo la durata delle condizioni di invaso ai minimi livelli.

La principale difficoltà nella realizzazione del nuovo scarico consiste pertanto nell'eseguire la perforazione nel corpo diga in presenza di un battente idraulico ridotto al minimo consentito dagli organi di scarico disponibili ma comunque significativo. Per superare questa difficoltà si prevede il collocamento di un guscio a tenuta idraulica sul paramento di monte in prossimità dello sbocco della perforazione. Questo elemento avrà dunque l'importante funzione di isolare l'area di esecuzione dell'intervento in progetto dall'invaso e garantire l'esecuzione delle lavorazioni in totale sicurezza.

La fase di installazione della paratia e l'ancoraggio della stessa al paramento della diga si presenta come la più delicata, poiché saranno necessarie lavorazioni speciali di tipo subacqueo: per questa all'impresa esecutrice specializzata in lavori subacquei è richiesta la presentazione di uno specifico method statement.

Nel rapporto *2020.0240.002-GC-GEN-RT-104 Dimensionamento paratia di contenimento* si descrive la verifica ed il dimensionamento preliminare della paratia temporanea di contenimento necessaria per garantire l'esecuzione e la sicurezza dei lavori di ripristino dello scarico di fondo in progetto.

Relativamente alla geometria della paratia è stata considerata una struttura con forma semiellittica come riportato in **Figura 10**:

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo Relazione Tecnica Descrittiva	
	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101	
	Data 07/03/2023 Pagina 22 di 24	

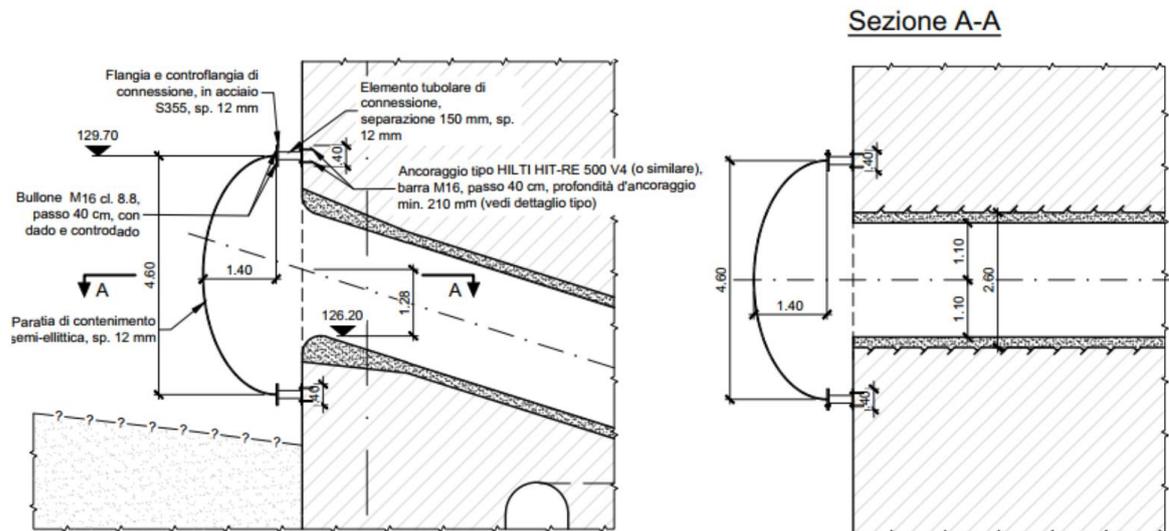


Figura 10: Geometria paratia di contenimento.

Si sottolinea, infine, che la progettazione esecutiva ed i calcoli esecutivi del guscio di tenuta e dei relativi elementi di montaggio saranno comunque a carico dell'impresa specializzata.

6.3 Fasi di realizzazione

Le principali attività previste per la realizzazione del nuovo scarico sono dunque le seguenti:

1. Approntamento del cantiere e demolizioni esterne.
2. Perforazione del primo tratto in orizzontale del nuovo scarico fino al ex camera di manovra interna dello scarico esistente ed ampliamento di quest'ultima.
3. Messa in opera sul paramento di monte della diga della paratia di contenimento. Per questa lavorazione sarà necessario operare tramite sommozzatori. Lo scopo di questa struttura di protezione è quello di permettere la perforazione in sicurezza del tratto inclinato dello scarico fino al paramento di monte della diga anche in presenza di battente idrico.
4. Abbassamento della quota del lago fino alla quota necessaria per l'esecuzione delle lavorazioni in sicurezza nel tratto inclinato del nuovo scarico (quota 148.30 m s.l.m.).
5. Perforazione del tratto inclinato fino a 10 m dal paramento a monte ed esecuzione di iniezioni di impermeabilizzazione e/o consolidamento della muratura esistente.
6. Installazione ed inghisaggio della tubazione nel tratto precedentemente perforato.
7. Ripristino del livello d'esercizio del lago ed installazione/inghisaggio della tubazione nel tratto in orizzontale del nuovo scarico.
8. Realizzazione del salto di sci e della camera esterna di manovra paratoie del nuovo scarico ed installazione delle relative opere complementari (incluse paratoie).

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 23 di 24

9. Nuovo abbassamento della quota del lago fino alla quota necessaria per l'esecuzione delle lavorazioni in sicurezza nel tratto inclinato restante del nuovo scarico (quota 148.30 m s.l.m.).
10. Perforazione dell'ultimo tratto inclinato dello scarico fino a 5 m dal paramento di monte della diga, esecuzione di iniezioni di impermeabilizzazione e/o consolidamento della muratura esistente.
11. Perforazione dell'ultimo diaframma di calcestruzzo in prossimità del paramento di monte della diga.
12. Installazione ed inghisaggio della tubazione nella restante parte precedentemente perforata.
13. Rimozione dello scudo di protezione e successiva installazione della virola all'imbocco mediante tecnologia subacquea.
14. Collaudo delle varie opere, ripristino del livello dell'invaso e messa in servizio del nuovo scarico di fondo.

6.4 Sistema di trattamento delle acque reflue

Fra le prescrizioni a tutela ambientale a carico dell'impresa esecutrice è compreso il controllo della qualità delle acque risultanti dalla perforazione del nuovo scarico, aspetto di maggior rilievo ambientale delle modalità esecutive previste.

L'Impresa Appaltatrice dovrà provvedere e realizzare/installare a valle della diga opportuni sistemi di gestione e trattamento delle acque reflue provenienti dalle lavorazioni.

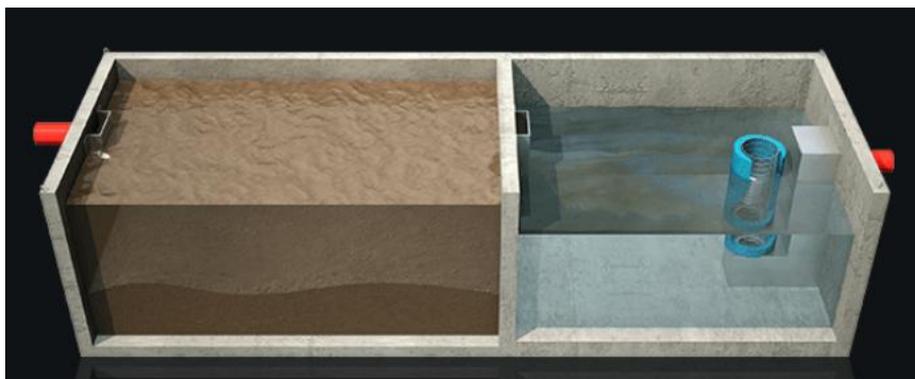


Figura 11: Esempio impianto trattamento in continuo delle acque di aggotamento con filtro a coalescenza.

6.5 Campo prove perforazioni

Nel Progetto Esecutivo si prevede, preliminarmente alla realizzazione del nuovo scarico di fondo, la perforazione della muratura esistente del corpo diga, al fine di verificare l'adeguatezza della modalità di demolizione proposta dall'impresa alle condizioni costruttive e tipo di materiale dell'opera.

	IMPIANTO Impianto idroelettrico di Coghinas	CODICE CKS GRE.OEM.R.90.IT.H.79008.10.092.01
	TITOLO Diga di Muzzone: Progetto di ripristino dello scarico di fondo <i>Relazione Tecnica Descrittiva</i>	CODICE INTERNO 2020.0240.002-GC-GEN-RT-101
		Data 07/03/2023
		Pagina 24 di 24

In ottemperanza alla Normativa vigente (NTC2018 [18]), prima dell'inizio delle operazioni di scavo, andranno eseguite delle prove per la determinazione della resistenza della muratura. I risultati di tali prove, oltre a costituire la base per le prove di idoneità, potranno determinare delle modifiche o degli adattamenti sulle operazioni di demolizione ad oggi in progetto.

Le modalità di prova da adottare sono descritte nel documento *2020.0240.002-GC-DIG-ST-701 Specifiche tecniche per l'esecuzione di un campo prove per l'individuazione della miglior tecnologia di scavo.*