



PROGETTISTI - RTP

CAPOGRUPPO:

C&S Di Giuseppe
Ingegneri associati srl

MANDANTI:

IP Ingegneria srl
Ing. Stefano Sini
Geol. Maddalena Moroso

IMPRESE ESECUTRICI

PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

**DIGA DI MONTE DI DEU:
OPERE DI COMPLETAMENTO E DERIVAZIONE
CUP: I69E18000050006**

SERVIZIO DIGHE

IL DIRETTORE GENERALE

Dott. Ing. Maurizio Cittadini

RESPONSABILE DEL SERVIZIO DIGHE

Dott. Ing. Roberto Meloni

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Fabio Meloni

CODICE ELABORATO	TITOLO ELABORATO	SCALA
A.01.01	RELAZIONE GENERALE ED ILLUSTRATIVA	

REV.	DATA	DESCRIZIONE/MODIFICA	REDATTO DA:	VERIFICATO DA:	APPROVATO DA:
00	febbraio 2022	EMISSIONE	Ing. S. Ferrari	Ing. S. Sclarra	Ing. B. Giangiulio
01	giugno 2022	INTEGRAZIONE NOTA U.T.D. CAGLIARI PROT. 5820 DEL 24.05.2022	Ing. S. Ferrari	Ing. S. Sclarra	Ing. B. Giangiulio

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		<i>pag. 2 di 61</i>

RELAZIONE GENERALE ED ILLUSTRATIVA

“Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione”

CIG 83039013E12

Tavola Aggiornamenti

REV.	DATA ENTRATA IN VIGORE	DESCRIZIONE/ MODIFICA	REDATTO	VERIFICA TECNICA	APPROVATO
00	Feb. 2022	PRIMA EMISSIONE	Ing. S. Ferrari	Ing. S. Sciarra	Ing. B. Giangiulio
01	Giu. 2022	INTEGRAZIONE NOTA U.T.D. CAGLIARI PROT. 5820 24.05.2022	Ing. S. Ferrari	Ing. S. Sciarra	Ing. B. Giangiulio

Note: I destinatari di questo documento sono responsabili dell'eliminazione delle copie di documenti superati o abrogati dal presente

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 3 di 61

INDICE

1	PREMESSA	5
2	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	6
3	MOTIVAZIONI GIUSTIFICATIVE DELLA NECESSITA' DELL'INTERVENTO	11
4	STATO DI FATTO DELL'AREA DI INTERVENTO.....	12
4.1	<i>RILIEVO DELLE OPERE OGGETTO DI INTERVENTO.....</i>	<i>12</i>
	4.1.1 <i>Alveo di valle – Caratteristiche e criticità rilevate.....</i>	<i>12</i>
	4.1.2 <i>Zona Concio 5 – Caratteristiche e criticità rilevate</i>	<i>15</i>
	4.1.3 <i>Costone roccioso in destra idraulica – Caratteristiche e criticità rilevate</i>	<i>18</i>
	4.1.7 <i>Coronamento - Caratteristiche e criticità rilevate.....</i>	<i>23</i>
4.2	<i>VINCOLI AMBIENTALI-PAESAGGISTICI, ARCHEOLOGICI, IDRO-GEOLOGICI INSISTENTI SULL'AREA D'INTERVENTO</i>	<i>24</i>
	4.2.1 <i>Conclusioni sui vincoli ambientali paesaggistici</i>	<i>24</i>
	4.2.2 <i>Conclusioni delle analisi di tutela idraulica e geologico-geotecnica.....</i>	<i>26</i>
4.3	<i>CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOTECNICHE, IDROGEOLOGICHE, IDRAULICHE</i>	<i>29</i>
4.4	<i>INTERFERENZE CON OPERE PREESISTENTI E PUBBLICI SERVIZI.....</i>	<i>31</i>
	4.4.1 <i>Interferenze con pubblici servizi ed opere preesistenti.....</i>	<i>31</i>
	4.4.2 <i>Interferenze dei lavori.....</i>	<i>32</i>
4.5	<i>DISPONIBILITÀ DELLE OPERE OGGETTO DI INTERVENTO</i>	<i>32</i>
5	INTERVENTI DI RISOLUZIONE DELLE CRITICITA' RILEVATE	35
5.1	<i>SOLIDARIZZAZIONE DEL CONTATTO ROCCIA/CALCESTRUZZO DEL CONCIO 5</i>	<i>35</i>
5.2	<i>IMPERMEABILIZZAZIONE GIUNTI 3-5, 5-7, 7-9.....</i>	<i>35</i>
5.3	<i>MESSA IN SICUREZZA COSTONE ROCCIOSO.....</i>	<i>39</i>
5.4	<i>ACCESSI PEDONALI AI CUNICOLI (SS).....</i>	<i>41</i>
5.5	<i>RIPROFILATURA VASCA DI DISSIPAZIONE E SPONDA SINISTRA ALVEO</i>	<i>43</i>
5.6	<i>MESSA A NORMA DEI PARAPETTI DEL CORONAMENTO.....</i>	<i>46</i>
5.7	<i>COMPLETAMENTO DELLA VIABILITÀ DI ACCESSO ALL'IMPIANTO</i>	<i>47</i>
5.8	<i>COMPLETAMENTO DELLA VIABILITÀ INTERNA ALL'IMPIANTO</i>	<i>48</i>
5.9	<i>CUCITURA SCHERMO.....</i>	<i>50</i>
6	COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE RISPETTO AL CONTESTO TERRITORIALE E AMBIENTALE E ALLE INTERFERENZE RILEVATE	51
6.1	<i>COMPATIBILITÀ AMBIENTALE E PAESAGGISTICA</i>	<i>51</i>
6.2	<i>COMPATIBILITÀ IDROGEOLOGICA.....</i>	<i>52</i>
7	INDICAZIONI PER LA PROSECUZIONE DELL'ITER PROGETTUALE	57
7.1	<i>SUCCESSIVE FASI PROGETTUALI</i>	<i>57</i>
8	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	58
9	ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI	61

 	<p align="center">Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa</p>	A.01.01
		giugno 2022
		<i>pag. 4 di 61</i>

9.1	CALCOLO SOMMARIO DELLA SPESA	61
9.2	QUADRO ECONOMICO.....	61

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		<i>pag. 5 di 61</i>

1 PREMESSA

Con Deliberazione CIPE n. 54 del 01.12.2016, recante “Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020 – Piano operativo infrastrutture, art. 1 c. 703 let. c della legge 190/2014” è stato approvato il Piano Operativo Infrastrutture FSC 2014-2020 di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, che ammette a finanziamento nell’ambito del Piano Dighe anche la diga di Alto Temo per un importo di € 2.000.000,00.

Con Deliberazione dell’Amministratore Unico dell’Ente Acque della Sardegna n. 2 del 19.01.2018 è stato approvato l’accordo tra il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, la Regione Sardegna e in qualità di soggetto attuatore l’Ente Acque della Sardegna per l’attuazione degli interventi per l’incremento della sicurezza delle Dighe di Nuraghe Pranu Antoni, Alto Temo, Liscia, Pedra ‘e Othoni, Cuga, Santa Lucia e Monti di Deu finanziati secondo le previsioni della predetta Deliberazione CIPE n. 54/2016.

In data 20 dicembre 2018 è stato sottoscritto il disciplinare operativo tra Ente Acqua della Sardegna (ENAS) ed INVITALIA Spa, per l’attivazione di quest’ultima quale centrale di committenza.

L’Ente Acque della Sardegna, nella sua qualità di soggetto attuatore per l’intervento in parola, deve, pertanto, curare tutti i livelli di progettazione delle opere e la loro successiva esecuzione. Con Determinazione del Direttore del Servizio Dighe dell’Enas n. 602 del 25/06/2020 sono stati approvati i documenti per l’espletamento dell’appalto di evidenza pubblica per l’affidamento dei servizi tecnici di architettura e ingegneria relativi alla progettazione e al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione per l’intervento in oggetto; a seguito dell’espletamento delle procedure di gara, con provvedimento prot. n. 0160585 del 20/10/2020 INVITALIA ha aggiudicato l’appalto per l’esecuzione delle prestazioni relative al presente intervento al RTP C. & S. Di Giuseppe Ingegneri Associati S.r.l. (mandataria), IP Ingegneria Srl, Dott. Ing. Stefano Sini, Dott.ssa Geologo Maddalena Moroso (mandanti).

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 6 di 61

2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

La diga di Monti di Deu ricade a Sud-Ovest della ZIR del Comune di Tempio Pausania (SS) e sbarrata il Rio Pagghiolu nella sezione a quota alveo 476 m s.l.m.; il bacino idrografico sotteso ha un'estensione di 10,9 km² ed è impostato sulle pendici nord del Monte Limbara.

Lo sbarramento è del tipo a gravità in calcestruzzo, ad asse planimetrico rettilineo, suddiviso in 14 conci della lunghezza di 15 m ciascuno, fatta eccezione dei due conci d'estremità nn. 11, 14 lunghi rispettivamente 17.30 m e 12.00 m e dei conci centrali nn. 2 e 1 lunghi 16 m. Tutti i conci sono resi indipendenti tramite la realizzazione di un giunto verticale la cui tenuta è garantita da due nastri in PVC tipo water-stop che si prolungano fino ad interessare tutta l'altezza del taglione. Sia i conci emergenti che quelli sfioranti hanno un profilo fondamentale con vertice

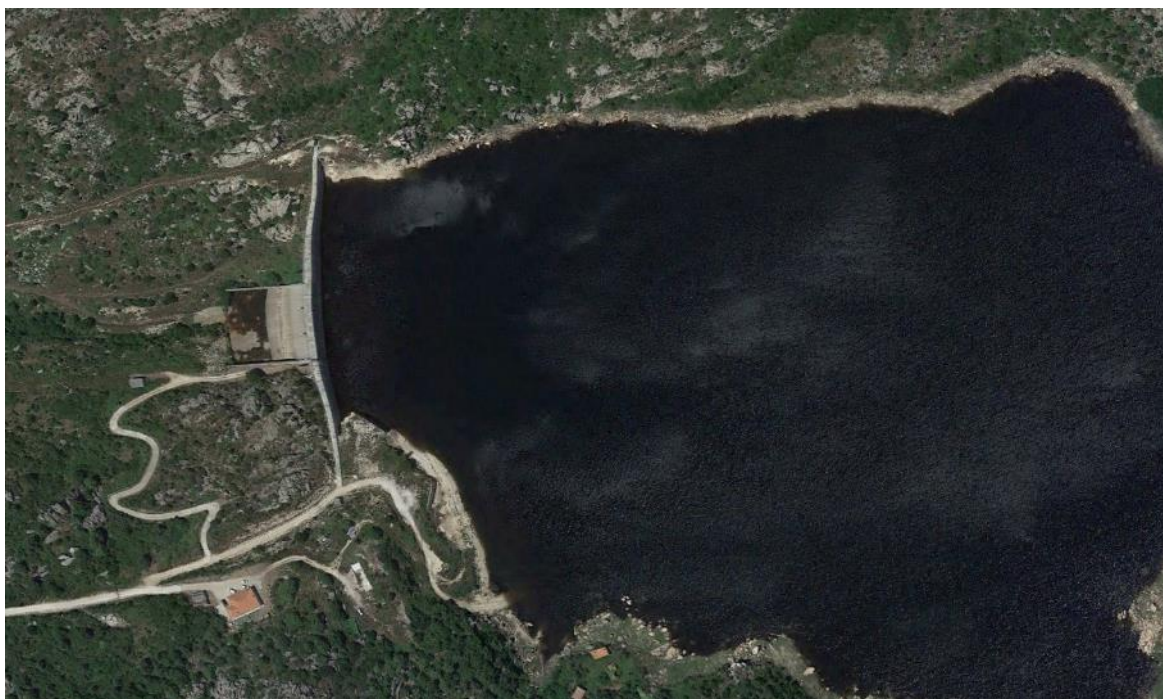


Figura 1 - Diga di Monti di Deu – Vista aerea

posto alla quota di massima piena millenaria pari 515,92 m s.l.m. Il paramento di monte è verticale, quello di valle ha una scarpa di 0,76/1 sui conci emergenti e di 0,85/1 sui conci sfioranti.

All'interno dell'opera sono ricavati due cunicoli: quello superiore, a quota 500.00 m s.l.m., si estende da parte del concio n. 5 a parte del concio n. 8; il cunicolo inferiore perimetrale è suddiviso in tre tratte orizzontali poste rispettivamente a quote 487.35 m s.l.m. in sinistra, 483.00 nella zona centrale e 488mx.70 m s.l.m. in destra. L'accesso tra i diversi cunicoli avviene attraverso percorsi verticali cilindrici del diametro interno di 2.00 m percorribili mediante delle



scale a chiocciola. Ulteriori due cunicoli non accessibili sono stati realizzati in un tratto dei conci 5 e 7 in sinistra e in un tratto dei conci 8 e 10 in destra attraverso percorsi cilindrici inclinati, del diametro interno di 1.20 m.

Il sistema di dreni ascendenti e discendenti è stato realizzato con fori del diametro di 200 mm ad interasse di 2.50 m. Nei tratti di cunicolo inclinati i fori sono stati realizzati dal coronamento con inclinazione pari a 0,3/1, mentre i restanti dreni ascendenti sono stati realizzati dal cunicolo perimetrale e si approfondiscono in roccia per una profondità non inferiore ai 15 m. Le eventuali acque di infiltrazione scaricano in apposite canalette realizzate sia nel cunicolo superiore che in quello inferiore nel quale le perdite vengono misurate in corrispondenza del concio n. 0.

I getti dell'opera sono stati realizzati con tre tipi di calcestruzzo a diverso dosaggio, a seguito delle modifiche dello stesso resi necessarie in corso d'opera per limitare i fenomeni di fessurazione manifestatisi durante le fasi iniziali dei getti.

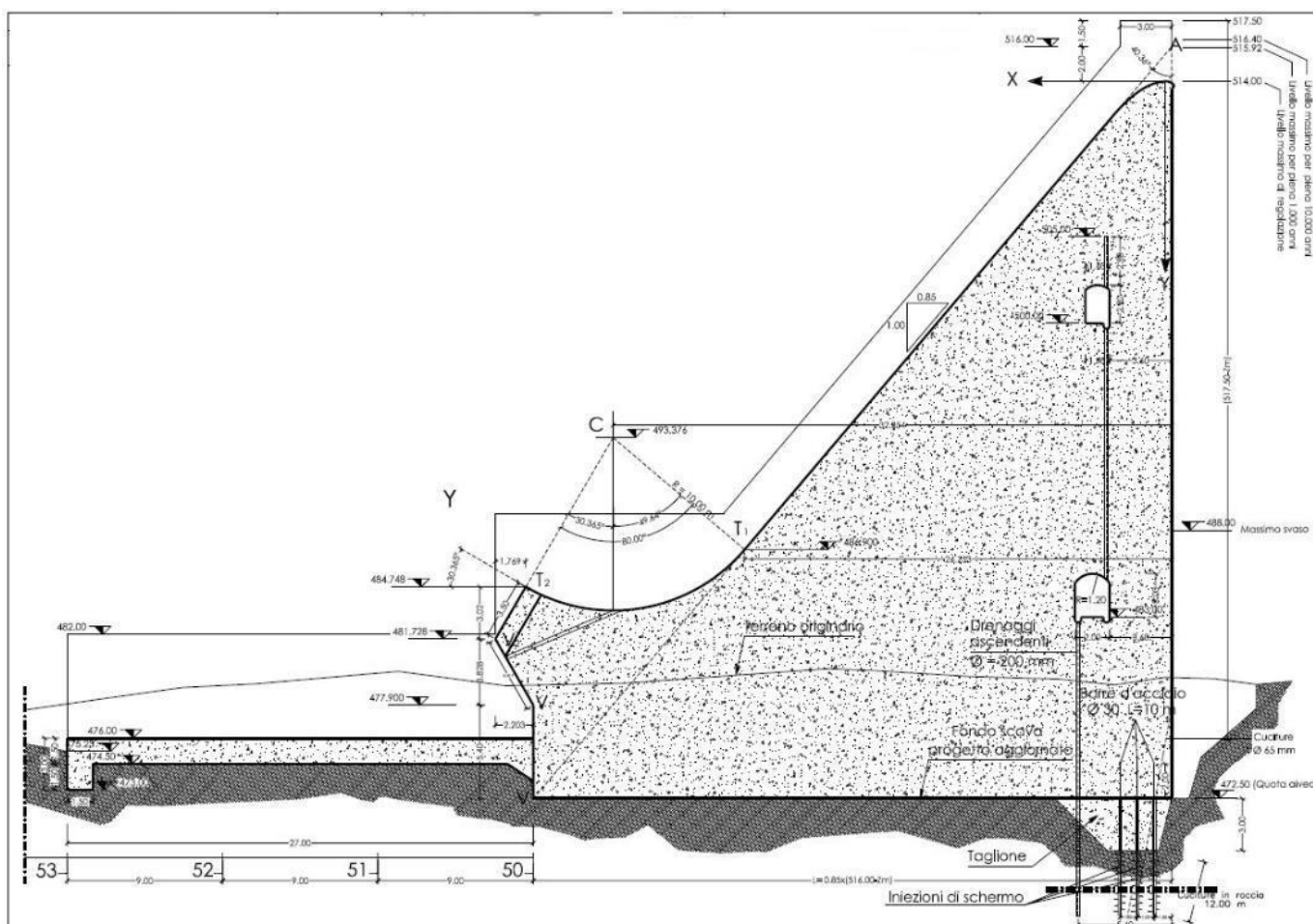


Figura 2 - Sezione maestra in corrispondenza dello scivolo dello scarico di superficie

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 8 di 61

Più precisamente, il primo tratto - in corrispondenza del piano di fondazione - è stato gettato con calcestruzzo dosato a 210 kg/m³ di cemento 325 R, il tratto successivo con calcestruzzo dosato a 180 kg/m³ di cemento 325R e infine i conci sono stati ultimati con calcestruzzo dosato a 200 kg/m³ di cemento 225BC. Gli spessori dei tratti suddetti variano da concio a concio in funzione dello stato d'essere della costruzione al momento della modifica del materiale e, più precisamente, per i conci di spalla dal n. 5 al n. 14, non interessati da fenomeni di fessurazione, non è stato eseguito il getto con calcestruzzo dosato a 200 kg/m³ di cemento 225 BC. Sempre per evitare fenomeni di fessurazione lo stesso bucket è stato realizzato con un giunto di costruzione successivamente iniettato.

Per migliorare le condizioni di stabilità globale allo scorrimento della struttura e spostare il contatto roccia-calcestruzzo in corrispondenza del piede di monte su roccia di migliore qualità, è stato realizzato un taglione per tutta la lunghezza del paramento di monte (circa 87 m) nel tratto compreso tra le due faglie principali riscontrate, a partire da parte del concio n. 3 fino ad un tratto del concio n. 8.

Inoltre, per migliorare la resistenza delle interfacce tra diga, taglione e schermo di tenuta si è provveduto ad annegare delle barre d'acciaio del Ø 30 mm ad aderenza migliorata in ciascuno dei fori dello schermo; tali barre hanno una lunghezza complessiva di circa 10 m di cui 5 m in roccia, 3 m nel taglione e 2 m nel primo strato di calcestruzzo.

Lo schermo di impermeabilizzazione, effettuato dopo il getto di uno strato di calcestruzzo di spessore medio di 5 m, è stato eseguito mediante iniezioni di miscela cementizia in fori disposti su tre file; per i conci di spalla la disposizione dei fori all'esterno verso l'imposta della spalla risulta a ventaglio.

Per migliorare l'aderenza tra taglione e schermo di tenuta sono state annegate nei fori di iniezione barre d'acciaio Ø 30 mm ad aderenza migliorata. Le iniezioni di cucitura del contatto roccia-calcestruzzo in corrispondenza dello schermo di tenuta sono state eseguite al termine del getto dei singoli conci, mediante una fila di fori inclinati verso valle aventi profondità di 10 m. A causa di difficoltà operative, per i conci centrali le iniezioni sono state effettuate dall'interno del cunicolo perimetrale con inclinazione verso monte, per una profondità di 10 m in roccia.

Lo sbarramento è dotato di uno scarico di superficie, in fregio al tratto centrale dello sbarramento in corrispondenza dei conci nn. 1-0-2, costituito da 3 luci della lunghezza di 15 m ciascuna delimitate da pile, con soglia sfiorante posta a quota 514 m s.l.m. e sagomata secondo un profilo

Creager-Scimeni; lo scivolo sul paramento di valle della diga termina con un risvolto emergente (bucket) e successiva platea in calcestruzzo delimitata da muri d'ala.

Lo scarico di fondo è costituito da una condotta del Ø 1400 mm posta nel concio centrale n. 0 con asse a quota 481,25 m s.l.m. e quota imbocco a 483 m s.l.m.; la derivazione delle acque di ritenuta è garantita da un condotto del Ø 1000 con imbocco posto a quota 486 m s.l.m.

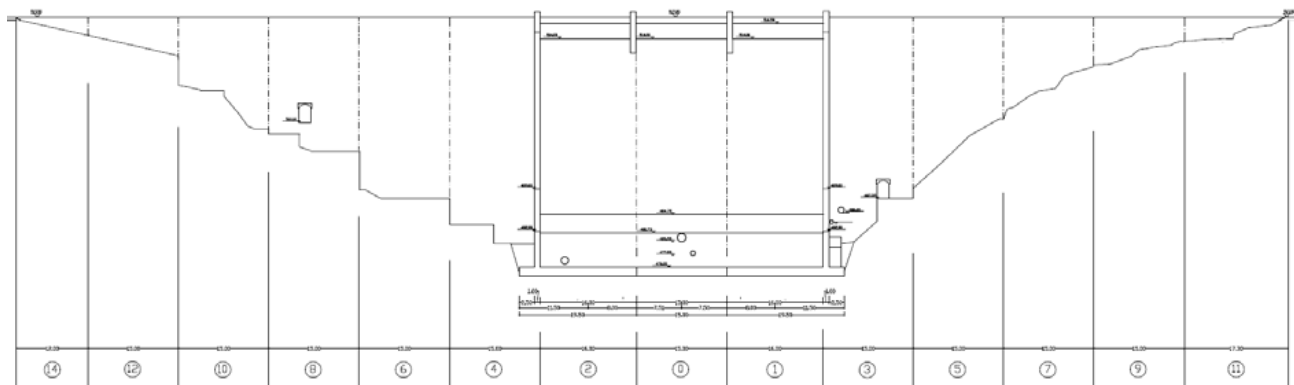


Figura 3 - Prospetto di valle dello sbarramento

Di seguito sono indicati i principali dati dello sbarramento e del serbatoio:

Altezza diga (L. 584/94)	41,50 m
Altezza diga (DM 24/03/82)	45,50 m
Quota coronamento	517,50 m s.l.m.
Sviluppo del coronamento	211,30 m
Altezza di massima ritenuta	37,12 m
Larghezza del coronamento	3,00 m
Volume della diga	70.246 mc
Quota di massimo invaso	515,92 m s.l.m.
Quota massima di regolazione	514,00 m s.l.m.
Quota minima di regolazione	486,50 m s.l.m.
Volume totale di invaso	13,59 Mm ³
Volume utile di regolazione	3,10 Mm ³
Superficie bacino imbrifero sotteso	10,90 km ²

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 10 di 61

Franco (DM 24/03/82)	1,58 m
Franco netto (DM 24/03/82)	1,26 m.
Sviluppo del coronamento	211,30 m
Larghezza del coronamento	3,00 m
Volume della diga	70'246 mc
Grado di sismicità assunto nel progetto	0
Classifica (DM 24/03/82)	Diga a gravità ordinaria in calcestruzzo (A.a.1)

La viabilità di accesso alla diga è garantita da una strada sterrata di ca. 1,5 km di lunghezza che dalla zona industriale a valle della diga raggiunge la casa di guardia e il coronamento; il coronamento diga è raggiungibile direttamente dalla strada di accesso per mezzo di una strada sterrata. I cunicoli sono accessibili in sicurezza solo in sinistra idraulica utilizzando una strada di notevole pendenza (con pavimentazione in cls nel tratto più pendente) che consente di raggiungere la zona di valle dello sbarramento e da qui l'accesso al cunicolo inferiore; da quest'ultimo è possibile raggiungere il cunicolo superiore tramite le scale a chiocciola di collegamento. In spalla destra il cunicolo superiore è accessibile solo percorrendo il versante a valle che risulta impervio e privo di idonee infrastrutture.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 11 di 61

3 MOTIVAZIONI GIUSTIFICATIVE DELLA NECESSITA' DELL'INTERVENTO

Come indicato nel Documento di Indirizzo alla Progettazione redatto dal gestore della diga, l'obiettivo prioritario dell'intervento è quello del miglioramento delle condizioni di sicurezza dello sbarramento ed il collaudo dell'opera ai sensi dell'art. 14 del D.P.R. n. 1363/59.

Le criticità rilevate (descritte nel successivo capitolo 4) hanno determinato la necessità di prevedere diversi interventi che verranno singolarmente dettagliate nel capitolo 5 della presente relazione. Le esigenze dell'Ente, così come riportato nel Documento di Indirizzo alla Progettazione, sono elencate sommariamente ed in ordine di importanza di seguito:

1. *Intervento di solidarizzazione calcestruzzo roccia finalizzato all'eliminazione del passaggio d'acqua sul piano di fondazione nell'area del concio 5, con verifica dei giunti 3-5, 5-7 e 7-9 ed eventuale intervento di ripristino della loro tenuta.*
2. *Intervento di messa in sicurezza della zona instabile in spalla destra a valle dello sbarramento.*
3. *Realizzazione dell'accesso pedonale dal coronamento al cunicolo superiore in spalla destra (concio n.8) e alla vasca di dissipazione.*
4. *Completamento dell'accesso pedonale in spalla sinistra dal coronamento al cunicolo inferiore (concio n. 3).*
5. *Realizzazione di un raccordo graduale fra la vasca di dissipazione e l'alveo con sistemazione delle sponde atte a garantire idonee condizioni di stabilità.*
6. *Realizzazione di opere di protezione a salvaguardia del rilevato di posa della condotta di derivazione al fine di garantire idonee condizioni di stabilità della sponda e della suddetta condotta.*
7. *Intervento per la messa in sicurezza del coronamento con rimessa a norma dei parapetti ed eliminazione delle eventuali infiltrazioni piovane nel corpo murario dal coronamento.*
8. *Completamento della viabilità interna all'impianto con realizzazione di idonea pavimentazione stradale e rete di allontanamento delle acque meteoriche.*
9. *Completamento della viabilità esterna di competenza dell'impianto da strada comunale sino alla viabilità interna con realizzazione di idonea pavimentazione stradale e rete di allontanamento di acque meteoriche.*

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 12 di 61

4 STATO DI FATTO DELL'AREA DI INTERVENTO

4.1 Rilievo delle opere oggetto di intervento

La campagna di indagini e di rilievi preliminari è stata svolta nel mese di agosto-settembre 2021. Preso atto delle dimensioni e della posizione plano altimetrica del corpo diga, sono state studiate le tecniche di rilievo più adatte al contesto.

Per la ricostruzione dell'intorno e il rilievo delle parti esterne, è stata utilizzata la tecnica aerofotogrammetrica abbinata a strumentazione GPS, mentre per le parti interne, viste le caratteristiche interne del corpo diga, descritte nel seguito, sono stati utilizzati strumenti di misurazione manuali quali disto e decametro.

Per gli interventi attualmente previsti, il progettista ritiene che i rilievi effettuati con drone, GPS, e rilievi manuali siano sufficienti per definire tutte le caratteristiche dimensionali, quali e quantitative della diga.

La campagna di rilievi topografici è stata eseguita in WGS 84, mentre i risultati sono stati riferiti al sistema cartografico Gauss-Boaga, fuso Ovest. I rilievi topografici sono stati collegati ai vertici della rete plano-altimetrica utilizzata per l'inquadramento geodetico della C.T.R.N. della Regione Sardegna: Rete Geodetica Regionale di raffittimento della rete fondamentale IGM 95. Il rilievo è stato eseguito in modalità RTK con G.P.S. Geomax Zenith 35 pro, integrato con gli altri rilievi. Successivamente il rilievo è stato oggetto di elaborazione fotogrammetrica e restituzione grafica su CAD, che ha dato come output il modello digitale georeferenziato. Si segnala che la restituzione del rilievo ha fornito quote assolute differenti rispetto alle quote indicate nei vari documenti posti a base gara.

Si rimanda agli elaborati grafici dello stato attuale per l'analisi dei dati restituiti dalle campagne di misurazione svolte. Nelle fasi successive sarà possibile approfondire/verificare quanto necessario.

Per ulteriori dettagli relativi la campagna dei rilievi, si rimanda alla relazione "Stato di consistenza e rilievo delle opere esistenti".

4.1.1 Alveo di valle – Caratteristiche e criticità rilevate

La diga sbarra il Rio Pagghiolu nella sezione a quota alveo 476 m slm, circa 27,7 Km a monte dell'immissione nel lago del Liscia. L'alveo parte dalla quota suddetta che coincide con quella della platea in calcestruzzo posta a valle della diga a protezione dell'alveo medesimo:

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 13 di 61

A seguito di deflussi di piene di elevata entità il fondo dell'alveo in prossimità del piede della vasca di dissipazione è stato soggetto nel tempo a fenomeni di erosione negli ammassi rocciosi che hanno interessato coltri detritiche. Nell'area più erosa risultano differenze di quota notevoli (Figura) rispetto all'estradosso della vasca di dissipazione.



Figura 4 - Estratto nuvola di punti - Erosione alla base della platea

Lo stesso fenomeno ha interessato la sponda posta in sinistra idraulica (**Errore. L'origine r iferimento non è stata trovata.**) caratterizzata sia da coltri detritiche che da roccia allentata e degradata.

A valle della platea, l'alveo risulta ingombro da una folta vegetazione, e corre incassato tra i rilievi per circa 1 km fino al ponticello di attraversamento della linea ferroviaria Tempio-Nuchis, mentre successivamente, per un tratto di circa 2 km la valle si espande fino alla confluenza con il Rio Limbara formando una piana nella quale è ubicata la zona industriale di Tempio Pausania.



Figura 5 - Estratto nuvola di punti - Erosione della sponda in sx idraulica

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 15 di 61

4.1.2 Zona Concio 5 – Caratteristiche e criticità rilevate

Nella documentazione fornita dalla Stazione appaltante è riportato che sin dall'esecuzione delle prove d'invaso del serbatoio si è sempre riscontrato un passaggio d'acqua di limitata entità sul paramento di valle in corrispondenza del piano di fondazione del concio n.5 e ridotte fuoriuscite d'acqua dai giunti 3-5 e 5-7.



Figura 6 - Fuoriuscite di acqua in sponda sx

Il Documento di Indirizzo alla Progettazione indica che durante la fase di costruzione dello sbarramento, in data 17.12.2001, venne eseguito - in assenza del controllo della pulizia del piano di fondazione da parte della Direzione Lavori e dell'Assistente Governativo - il primo getto di regolazione a contatto con la roccia del concio n. 5 per un volume di ca. 90 mc di calcestruzzo dosato a 180 kg/mc di cemento 325R. Questo getto è indicato anche nella tavola "Profilo altimetrico in asse – Cronologia dei getti" redatta dalla Direzione Lavori

Il Direttore dei Lavori rilevò inoltre, che alle ore 8:00 del giorno del getto, la temperatura risultava inferiore agli 0°C e che durante la giornata i valori di temperatura si mantennero nell'ordine dei minimi previsti dal Foglio di Condizioni per la Costruzione. A quanto risulta, quindi, il getto venne realizzato senza nessuna delle verifiche preliminari previste con temperature, nelle ore notturne, probabilmente inferiori a quelle minime previste dal suddetto Foglio di Condizioni per la

Costruzione e con tutta probabilità anche in presenza di ghiaccio sullo strato di roccia di fondazione. A seguito di tale fatto, verbalizzato anche dall'allora R.I.D., si decise che in caso di futura insorgenza di eventuali criticità si sarebbero dovute realizzare indagini per verificarne entità e natura.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 16 di 61

Tra settembre e ottobre 2010 è stata realizzata, quindi, una campagna di indagine nella zona del concio n. 5 che ha interessato anche i conci adiacenti nn. 3 e 7. Nella relazione finale di questo studio e nel DIP è indicato che, preliminarmente alla realizzazione dei sondaggi, a ridosso del paramento di valle è stata riportata alla luce la zona di contatto tra la roccia e i conci in calcestruzzo, il che ha consentito di verificare che una parte delle venute d'acqua derivavano da apporti sorgivi di monte. Operata la deviazione di queste acque superficiali, la successiva esecuzione dei sondaggi nei suindicati conci ha evidenziato, in corrispondenza del concio n. 5, la presenza di una discontinuità tra la roccia di fondazione e la struttura in calcestruzzo: due delle tre carote estratte dal concio risultarono tagliate proprio in corrispondenza del piano di contatto roccia-calcestruzzo.



Figura 7 - Vista della zona di contatto roccia-cls portata alla luce prima dell'esecuzione dei carotaggi (anno 2010)

A completamento delle informazioni attualmente disponibili, si ritiene opportuno procedere in fase esecutiva con ulteriori indagini integrative finalizzate a confermare/integrare la natura e l'estensione del fenomeno rilevato così da poter procedere con i necessari interventi di iniezioni di intasamento. A tale proposito è stato redatto un piano di indagini riportato in uno specifico elaborato del presente PFTE al quale si rimanda per gli aspetti di dettaglio relativi a queste prove propedeutiche e alla successiva fase di iniezione.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 17 di 61

In questa sede si indica sommariamente che sul concio in esame dovrà essere realizzata una serie di 10 carotaggi continui Dn 100 mm con recupero del nucleo con inclinazioni diverse e lunghezze variabili da 6,50 m a ca. 15,00 m in modo da intercettare la superficie di contatto roccia/calcestruzzo. Sempre in fase esecutiva si valuterà l'opportunità di estendere ulteriormente l'area di indagine sul concio 5 se, grazie al previsto svuotamento del bacino, si dovessero evidenziare segni di possibili ulteriori criticità.

All'interno dei fori eseguiti andrà eseguita una prova di permeabilità tipo Lugeon e, a seguito dell'esito delle prove, si procederà con la successiva fase di intasamento. Si prevede, pertanto, il preventivo allestimento di un campo prove finalizzato all'esecuzione di una serie di prove di iniezione per la raccolta di dati relativi ai volumi di assorbimento, alle pressioni residue registrate sulle singole valvole, alle caratteristiche delle miscele iniettate, ecc., tutti elementi che concorrono a valutare e testare in progress il risultato atteso; seguito dei risultati delle indagini circa le perdite rilevate e le loro diramazioni e degli esiti delle succitate prove preliminari si procederà con l'intervento di iniezione a conclusione del quale è prevista l'esecuzione di controlli finali per la valutazione dei risultati conseguiti.



Figura 8 - Vista dall'interno del cunicolo del giunto 3-5

Nel DIP a base di gara è evidenziata anche l'ulteriore criticità del sistema di tenuta di alcuni giunti strutturali che, nel caso in esame, risulta costituita da due nastri in PVC (waterstop) annegati nel calcestruzzo a cavallo dei giunti stessi sul lato del paramento di monte dello sbarramento. In particolare, dall'interno del cunicolo sono visibili filtrazioni

d'acqua all'altezza dei giunti 3-5, 5-7 e 7-9. Nella foto è rappresentata la situazione riscontrata del giunto 3-5. Questo tipo di problematica è abbastanza comune negli sbarramenti in cls ed è conseguenza del deterioramento del sistema di tenuta, generalmente a causa di: qualità e posa

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 18 di 61

in opera del waterstop e/o dei materiali di tenuta e dei getti di cls, comportamento differenziale dei due conci adiacenti.

Nel successivo capitolo 5 della presente relazione vengono indicate le soluzioni progettuali adottate per la risoluzione delle succitate criticità rilevate.

4.1.3 Costone roccioso in destra idraulica – Caratteristiche e criticità rilevate

xxxx Le condizioni di stabilità del fronte di roccia in destra idraulica a valle dei conci nn. 6 e 8 sono state oggetto di studio preliminare a firma del Prof. Ing. Renato Ribacchi nell'agosto 2001 durante la costruzione dello sbarramento.

Nello specifico lo studio ha messo in evidenza l'esistenza di un possibile meccanismo di instabilità per scivolamento di un cuneo di roccia subito a valle dello sbarramento di fronte ai conci nn. 6 e 8. Nello studio viene fornita una valutazione sulle condizioni statiche del versante ed una ipotesi preliminare degli interventi da realizzare.

In linea generale gli interventi di stabilizzazione dell'ammasso proposti sono o mediante chiodature passive oppure mediante la realizzazione di un muro a gravità al piede dell'ammasso.



Figura 9 - Estratto nuvola di punti, rilievo del costone soggetto ad instabilità



4.1.4 Viabilità di accesso allo sbarramento – Caratteristiche e criticità rilevate

L'accesso alla diga è assicurato dalla strada, al momento sterrata, che dipartendosi dalla zona industriale raggiunge, da valle, la casa di guardia ed il coronamento percorrendo un tratto di circa 1,5 km. Tale via, a causa della sua pendenza, è soggetta all'erosione dovuta allo scorrimento delle acque meteoriche che generano solchi lungo il tracciato e l'affioramento di spuntoni sul piano viario. Lo smaltimento delle acque meteoriche risulta carente, i fossi di guardia, ove presenti, risultano franati o ingombrati dalla vegetazione.



Figura 10 - Strada di accesso



Figura 11 - Viabilità di accesso

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 20 di 61

4.1.5 Viabilità interna dello sbarramento – Caratteristiche e criticità rilevate

L'accesso alle varie parti della diga è garantito da una viabilità interna da completare.

Nello specifico:

- il coronamento diga è raggiungibile direttamente dalla strada di accesso per mezzo di una pista sterrata che presenta una forte pendenza trasversale e come la strada di accesso, presenta i medesimi degradi.



Figura 12 - Pista di accesso al coronamento

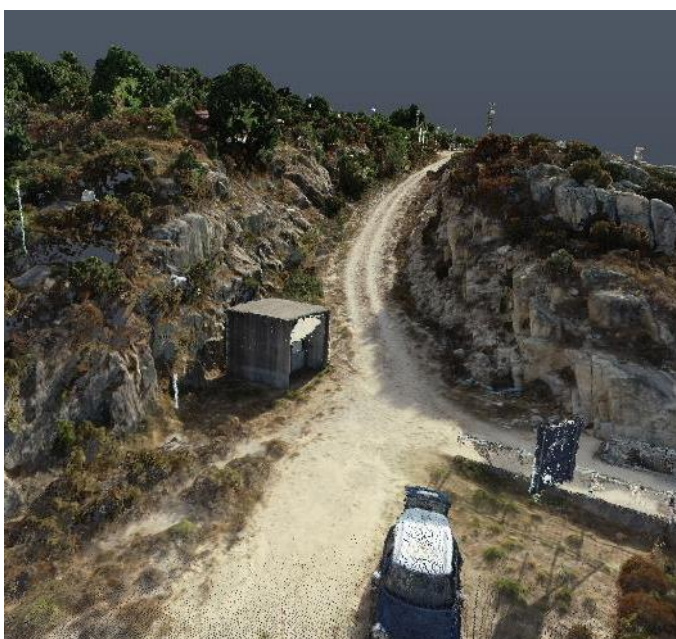


Figura 13 - Estratto nuvola di punti, accesso al coronamento

- i cunicoli sono accessibili in sicurezza solo da Sud, utilizzando un percorso con notevole pendenza e con tornanti stretti. Tale percorso risulta parzialmente pavimentato in cls ma comunque di difficile fruizione a causa del suo andamento piano-altimetrico.



Figura 14 - Viabilità interna, via di accesso al piede del rilevato ed ai cunicoli lato Sud



Figura 15 - Estratto dalla nuvola di punti, viabilità di accesso

- il cunicolo superiore è accessibile dalla spalla nord solo percorrendo il relativo versante molto ripido e privo di sostegni di sicurezza, al momento il cunicolo è raggiungibile dalla spalla sinistra tramite le scale a chiocciola di collegamento presenti nel cunicolo inferiore;

4.1.6 Camminamenti acceso ai cunicoli – Caratteristiche e criticità rilevate

Tra le criticità sicuramente emerse vi è la difficoltà delle maestranze di raggiungere dal coronamento o, comunque, dall'esterno della diga la zona relativa allo scarico di fondo e al piede di valle dello sbarramento. Il previsto acceso pedonale, che correndo lungo il paramento di monte in spalla destra, avrebbe dovuto consentire l'accesso al cunicolo superiore dal concio n. 8 e il raggiungimento della vasca di dissipazione al piede diga dal coronamento doveva essere realizzato contestualmente alla costruzione dello sbarramento.



Figura 16 - Estratto dalla nuvola di punti, ingresso al cunicolo sulla sponda nord



Figura 17 - Vista ingresso cunicolo sponda Nord

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 22 di 61

Ad oggi è stato parzialmente realizzato solo l'accesso pedonale in spalla sinistra per mezzo di una scala che termina in prossimità del concio n. 7 e, pertanto, l'accesso del cunicolo inferiore nel concio n. 3 non è raggiungibile direttamente dal coronamento.



Figura 18 - Viste della scala di accesso in sponda sx non terminata

La succitata scala in calcestruzzo è costituita da gradonate con pedate ed alzate irregolari, che costeggiano per un tratto il corpo diga, a valle della stessa, in sinistra idraulica (lato sud). Come si evince anche dalle planimetrie, tale struttura accessoria è stata realizzata seguendo il profilo dell'ammasso roccioso esistente, con la formazione di gradoni irregolari in calcestruzzo, che si incastonano tra il paramento di valle e la roccia presente a piede diga.

La scalinata di collegamento permette di unire il coronamento con il fondo della diga, ma la struttura in calcestruzzo è stata realizzata fino alla quota del terreno in cui lo stesso consentiva la realizzazione di una scalinata di questo tipo, lasciando tutt'ora l'ulteriore parte del terreno a bordo sbarramento in sinistra idraulica (lato sud), maggiormente ripida, senza alcun collegamento.

Per quanto poi concerne il tratto in destra idraulica (lato nord) a valle della diga, non è stato realizzato alcun percorso di collegamento che permettesse di congiungere più rapidamente la parte di coronamento con quella dello scarico di fondo.

L'esigenza della realizzazione di tali camminamenti appare evidente in quanto gli stessi permetterebbero di raggiungere dall'esterno i cunicoli dello sbarramento riducendo, quindi, anche le tempistiche di esecuzione delle procedure di manovra e di monitoraggio.

Si è proceduto, pertanto, all'individuazione di una soluzione progettuale che consentisse la realizzazione di un sistema di collegamento indipendente dallo sbarramento e che non

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 23 di 61

richiedesse l'esecuzione di scavi eccessivi in considerazione del fatto che le caratteristiche dell'area (scarpata molto scoscesa e inaccessibilità per mezzi meccanici) ne impongono la realizzazione a mano.

Sulla sponda dx si prevede di congiungere la quota di 516,29 m s.l.m. (sezione 01) con la quota a piede diga di 486,08 m s.l.m. (sezione 08) mentre su quella sx il tratto di nuovo collegamento sarà più corto, proprio per la presenza della struttura in calcestruzzo. In questo caso quindi il nuovo percorso andrà dalla sezione 6 (quota di 501,61 m s.l.m.) alla sezione 09 (quota di 482,55 m s.l.m.).

4.1.7 Coronamento - Caratteristiche e criticità rilevate

Lungo il coronamento della diga sono installati, sui lati di monte e di valle per una lunghezza totale di ca. 423 m, due parapetti realizzati con elementi in acciaio zincato fissati a montanti in IPE anch'essi zincati; questi ultimi sono ancorati alla struttura in calcestruzzo mediante spezzoni di travi IPE annegati nel calcestruzzo stesso.

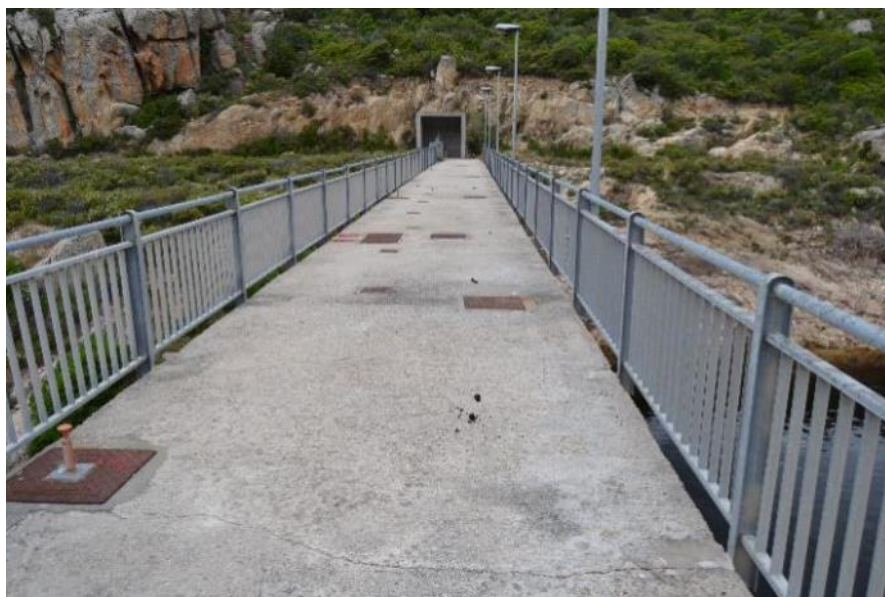


Figura 19 - Parapetti sul coronamento

Come evidenziato dalla foto seguente, tuttavia, la distanza tra parapetto e piano di calpestio e la mancanza di un battipiede non garantiscono le necessarie condizioni di sicurezza per l'utilizzo del camminamento.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 24 di 61



Figura 20 - Criticità del parapetto

4.2 Vincoli ambientali-paesaggistici, archeologici, idro-geologici insistenti sull'area d'intervento

4.2.1 Conclusioni sui vincoli ambientali paesaggistici

Preso atto della vincolistica a cui è soggetta l'area di intervento e messa a confronto con gli interventi previsti in progetto, sono state vagliate le opzioni degli allegati A e B del DPR n. 31 del 13/02/2017 con le tipologie di intervento previste.

Dal confronto è emerso che gli interventi non sono soggetti ad Autorizzazione Paesaggistica ordinaria né tantomeno ad autorizzazione paesaggistica semplificata, secondo l'allegato B del DPR n. 31 del 13/02/2017, in quanto si tratta di interventi di manutenzione ordinaria, definiti secondo il DPR n. 380 del 06/06/2001, interni la struttura o prettamente necessari al consolidamento statico non comportanti modifiche alle caratteristiche morfo-tipologiche, ai materiali di finitura e di rivestimento esterno.

Di seguito si riportano gli interventi con indicazione di quanto definito a livello paesaggistico.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 25 di 61

Tabella riassuntiva per gli interventi soggetti o meno ad Autorizzazione Paesaggistica

N.	Intervento	Definizione secondo All. A e B del DPR n. 31 del 13/02/2017	Aut Paesaggistica
1	Manutenzione straordinaria dello scivolo dello scarico di superficie	A.3. Interventi che abbiano finalità di consolidamento statico degli edifici, ivi compresi gli interventi che si rendano necessari per il miglioramento o l'adeguamento ai fini antisismici, purché non comportanti modifiche alle caratteristiche morfo-tipologiche, ai materiali di finitura o di rivestimento, o alla volumetria e all'altezza dell'edificio	NO
2	Manutenzione straordinaria della camera di manovra e degli impianti a servizio dello scarico di superficie	A.1. Opere interne che non alterano l'aspetto esteriore degli edifici, comunque denominate ai fini urbanistico-edilizi, anche ove comportanti mutamento della destinazione d'uso.	NO
3	Manutenzione straordinaria degli impianti a servizio dello scarico di fondo		NO
4	Manutenzione del sistema di drenaggio		NO

In conclusione, dalle analisi e dalle considerazioni sulla tipologia di intervento previsti rispetto ai vincoli paesaggistici presenti, si evidenzia che:

Le opere in oggetto, essendo di manutenzione o relativa a lavorazioni prive di impatto paesaggistico non saranno soggette ad Autorizzazione Paesaggistica e pertanto non sarà necessario coinvolgere l'Ente Preposto.

Mentre, per quanto riguarda la **presenza della zona di Sito di Interesse Comunitario S.I.C.** e le caratteristiche del corpo diga (altezza pari a circa 50 m) **è da richiedere un parere di competenza al Ministero della Transizione Ecologica** in quanto, secondo il comma 13, dell'allegato II alla parte seconda del D.lgs. n. 152 del 03/04/2006 e ss.mm.ii., tutti gli *"impianti destinati a trattenere, regolare o accumulare le acque in modo durevole, di altezza superiore a 15 m o che determinano un volume d'invaso superiore ad 1.000.000 m³"* **sono progetti di competenza statale.** Il Ministero si esprime circa le modalità da seguire per ottenere le autorizzazioni e la documentazione necessaria a valutare l'impatto ambientale degli interventi.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 26 di 61

4.2.2 Conclusioni delle analisi di tutela idraulica e geologico-geotecnica

Di seguito si riporta una tabella riassuntiva della verifica delle mappe PAI dei vincoli presenti o meno nell'area oggetto d'intervento:

In conclusione, dalle analisi degli strumenti di tutela idrogeologici, si rileva che le aree in cui sono previsti gli interventi all'interno del lotto della Diga ricadono come definito:

- Le aree d'intervento non sono interessate dalla presenza di perimetrazioni di pericolosità idraulica ai sensi della Rev 41, dell'art. 8 V09 per le quali possa essere richiesto lo studio di compatibilità idraulica.
- Le aree d'intervento sono lambite dalla perimetrazione di pericolosità da frana ai sensi della Rev 42, e risultano della fascia Hg3. Pertanto, ci si riferisce agli artt. 32, comma 2, e 31, comma 3, lett. b: in cui si specifica che per gli interventi di manutenzione straordinaria, in materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche, non è necessario procedere alla redazione dello studio di compatibilità geologico-geotecnico.
- Le aree d'intervento non sono interessate dalla perimetrazione di pericolosità da frana ai sensi dell'art. 8 V09.
- Le aree d'intervento non sono interessate dalla perimetrazione dell'Alluvione Cleopatra e dagli scenari di stato attuale definiti dal PRGR 2017
- Le aree d'intervento sono interessate dalla perimetrazione del PSFF 2015 con area A2, con Tempo di Ritorno < 2 anni e con area A50 con Tempo di Ritorno tra 2 e 50 anni.
- Le aree d'intervento sono ricadenti all'interno della perimetrazione delle fasce di prima salvaguardia con criterio di Horton-Strahler (ordine gerarchico 6 e fascia di 150m per lato), ai sensi dell'art. 30ter. In questi casi, ai sensi dell'art. 30ter, comma 2, è richiesto ai comuni di redigere lo studio di compatibilità idraulica che faccia corrispondere alle fasce di prima salvaguardia la perimetrazione di pericolosità idraulica di diversi livelli. Nel caso specifico, il Comune di Monteleone Rocca Doria non ha redatto uno studio di compatibilità per il corso d'acqua e l'area territoriale in oggetto, pertanto ci si riferisce all'art. 30ter, comma 3, secondo cui in caso di assenza di tale studio, ci si riferisce, cautelativamente, agli artt. 27 e 27bis per la pericolosità Hi4. Gli interventi in oggetto sono permessi ai sensi dell'art. 27, comma 3, lettere b, c, d, e: la maggior parte delle opere è consentita senza la redazione dello studio di compatibilità idraulica, ai sensi dell'art. 27, comma 6, lettera c, ma si rimanda alla tabella nel seguito per maggiori dettagli.
-

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 27 di 61

Tabella riassuntiva per gli interventi soggetti o meno a Studio di Compatibilità Idraulica

N.	Intervento	Definizione secondo NTA del PAI – Aggiornamento Agosto 2020 Aree di pericolosità IDRAULICA	PAI - Studio di compatibilità idraulico
1	Manutenzione straordinaria dello scivolo dello scarico di superficie	Art. 27, comma 3, lett. b : interventi di manutenzione straordinaria	Art.27, comma 6, lett. C NO
2	Manutenzione straordinaria della camera di manovra e degli impianti a servizio dello scarico di superficie	Art. 27, comma 3, lett. b : interventi di manutenzione straordinaria	Art.27, comma 6, lett. C NO
3	Manutenzione straordinaria degli impianti a servizio dello scarico di fondo		Art.27, comma 6, lett. C NO
4	Manutenzione del sistema di drenaggio		Art.27, comma 6, lett. C NO

A conclusione delle analisi e delle considerazioni di tipo idraulico e geologico-geotecnico, si evidenzia che le opere previste in progetto, non implicheranno variazioni delle condizioni di stabilità morfologiche locali, poiché riguardano interventi interni e di ripristino dei manufatti esistenti e non creano instabilità geomorfologica.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 28 di 61

Tabella riassuntiva per gli interventi soggetti o meno a Studio di Compatibilità da frana

N.	Intervento	Definizione secondo NTA del PAI – Aggiornamento Agosto 2020 Aree di pericolosità DA FRANA	PAI - Studio di compatibilità geologico
1	Manutenzione straordinaria dello scivolo dello scarico di superficie	Art. 31, comma 3, lett. b: interventi di manutenzione straordinaria	Art.31, comma 6, lett. C; comma 7 NO
2	Manutenzione straordinaria della camera di manovra e degli impianti a servizio dello scarico di superficie	Art. 31, comma 3, lett. b: interventi di manutenzione straordinaria	Art.31, comma 6, lett. C; comma 7 NO
3	Manutenzione straordinaria degli impianti a servizio dello scarico di fondo		Art.31, comma 6, lett. C; comma 7 NO
4	Manutenzione del sistema di drenaggio		Art.31, comma 6, lett. C; comma 7 NO

Gli interventi, per loro tipologia, non andranno a modificare l'equilibrio idrologico del territorio circostante e sono di pubblica utilità su un impianto esistente, indispensabile per l'approvvigionamento idrico della popolazione territoriale. Le opere si limitano ad interventi puntuali, di manutenzione ordinaria/straordinaria e di ripristino strutturale. Sono volte all'ottimizzazione alla sicurezza ed al ripristino della piena funzionalità della Diga del Temo.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 29 di 61

4.3 Caratteristiche geologiche, geotecniche, idrogeologiche, idrauliche

L'area in studio è ubicata nel settore nord orientale della Sardegna nei terreni del COMPLESSO GRANITOIDE DELLA GALLURA, in particolare affiorano sia i monzograniti inequigranulari della facies Monte di La Jescia (TPS2d) sia i leucograniti a grana fine (TPS3e), entrambi ascrivibili alla subunità intrusiva del Monte Limbara, spessore alcune centinaia di metri fratturati in grande. La spaziatura delle fratture può essere considerata "separata", con distanza media compresa tra 600 e 2000 mm. L'apertura delle singole fratture varia da "aperta" (0.5÷2.5 mm) a "estremamente ampia" (100÷1000mm), anche se non si raggiunge il limite massimo di quest'ultima classificazione. Al momento del sopralluogo non è stata rilevata la presenza di filtrazioni idriche lungo le linee di discontinuità. Localmente nelle fratture è presente del materiale di riempimento da tenero a mediamente consistente.

I piani di frattura hanno differente orientazione, si individuano due famiglie principali di discontinuità, una diretta NNE-SSW e l'altra NE-SW, entrambe sono allineate alle principali lineazioni tettoniche di questo settore dell'Isola, con piani di discontinuità sub-verticali. Nel versante nord (spalla destra dello sbarramento), oltre a tali discontinuità si individua una famiglia di giunti con immersione opposta a quella del versante, costituendo una sorta di pseudo-stratificazione a reggipoggio, pertanto a favore della stabilità dei blocchi.

Nell'area valliva affiorano i depositi alluvionali costituiti da elementi grossolani (ba), lo spessore di questi depositi non è facilmente quantificabile, in parte asportati per la realizzazione delle opere connesse al funzionamento della diga.

Nell'area in studio si individuano 2 unità stratigrafiche:

UNITÀ	SPESSORE [m]	DESCRIZIONE
1	0 ÷ 5 m	Depositi alluvionali (ba)
2	> 50 m	Leucograniti a grana fine (TPS3e)

In attesa di una classificazione del terreno di fondazione con l'esecuzione delle indagini geotecniche si può fare una prima classificazione del terreno di fondazione; il substrato granitico poco fratturato, può essere compreso nella categoria di sottosuolo di tipo A (UNITÀ 2), se particolarmente fratturato e/o alterato rientra nella categoria di sottosuolo di Tipo B (UNITÀ 2). I depositi alluvionali (UNITÀ 1), sono compresi nella categoria E con riferimento alla categoria C.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 30 di 61

L'intersezione dei vari piani di discontinuità porta alla suddivisione in blocchi dell'ammasso roccioso, soprattutto nello strato più superficiale; i blocchi hanno una dimensione media compresa tra i 3 e i 10 m³, in profondità i giunti, normalmente, sono serrati.

Localmente, si osserva il tipico processo erosivo delle rocce granitiche denominato "tafone".

Dal punto di vista geomorfologico le criticità sono state rilevate principalmente sul versante nord, per la presenza di alcuni blocchi con aperture piuttosto ampia e/o limitata superficie del piano di appoggio.

Le condizioni topografiche sono riconducibili alla Categoria Topografica T2 *Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$* (tabella 3.2.III § 3.2.2. NTC 2018) a cui corrisponde un Coefficiente di Amplificazione Topografica ST pari a 1.2 (tabella 3.2.V – valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST – § 3.2.3. NTC 2018).

Il Riu Puddialvu che alimenta l'invaso in studio è compreso all'interno del bacino idrografico superficiale del Fiume Liscia Lo schema idrografico superficiale è di tipo dendritico poco sviluppato, direzione di drenaggio prevalente da sud verso nord. Il substrato litoide del bacino idrografico superficiale è costituito in prevalenza dalle litologie granitiche (CODICE 11), caratterizzate da una permeabilità per fessurazione complessiva medio bassa. Le aree vallive sono caratterizzate dalle coperture alluvionali eterometriche, la permeabilità per porosità complessiva è medio bassa, localmente medio alta nei livelli a matrice più grossolana (CODICE 2).

Per quanto riguarda l'azione sismica, la Sardegna non rientra nel reticolo della zonizzazione sismica, le NTC del 2018 rimandano all'allegato B Tabella 2 delle NTC del 2008.

Il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani 2019 (CPTI19 Rovida A., Locati M., Camassi R., Lolli B., Gasperini P. (2019). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI15), versione 2.0. Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - INGV) riporta gli eventi simili dall'anno 1000 al 2017; Per l'area in indagine è stato rilevato un solo evento sismico: 26 aprile 2000 magnitudo 4.77, area epicentrale Tirreno centrale. Per questo evento non sono ci sono osservazioni disponibili per il territorio comunale di Tempio Pausania L'Istituto Italiano di Geofisica e Vulcanologia INGV (esse1-gis.mi.ingv.it) indica, per il Comune di Tempio Pausania, il valore di $a(g)$ compreso tra 0,025 e 0,05. L'area in studio è caratterizzata da un indice di sismicità molto basso, sia dal punto di vista della frequenza di eventi, che dei valori di magnitudo.

Dall'analisi della banca dati dell'ISPRA (Progetto IFFI – Inventario dei fenomeni franosi in Italia, Progetto ITHACA – catalogo delle faglie capaci, IdroGEO), non si rilevano particolari criticità,

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 31 di 61

non si rileva la presenza di aree perimetrare dal progetto IFFI in un ampio intorno all'area in studio.

Per quanto riguarda la perimetrazione della pericolosità idraulica e geomorfologica del PAI, nel geoportale della Regione Sardegna non è riportata alcuna perimetrazione, poiché aggiornato al 31.01.2018. Successivamente il Comune di Tempio Pausania ha predisposto uno studio di Compatibilità Geologica e Geotecnica e uno studio di Compatibilità Idraulica per l'intero territorio comunale, attualmente l'area di intervento è perimetrata in Hg3 e in Hg2, per quanto riguarda la pericolosità da frana. L'area valliva è perimetrata in Hi4 per quanto riguarda la pericolosità idraulica. Inoltre, per l'alveo è prevista la fascia di prima salvaguarda secondo l'art. 30 ter delle Norme di Attuazione del PAI, con un'ampiezza di 50m. Relativamente alle opere in progetto le Norme Tecniche di Attuazione del PAI prevedono la realizzazione dello studio di compatibilità geologica e geotecnica per quanto riguarda l'intervento di messa in sicurezza della zona instabile in spalla destra a valle dello sbarramento e la realizzazione di opere di protezione a salvaguardia del rilevato di posa della condotta di derivazione (Art. 31 c.1 lett. a; Art. 31 c. 6 lett. a delle N.A. del PAI). Per quanto riguarda l'intervento di realizzazione del camminamento di accesso ai cunicoli, pur ricadendo in aree a pericolosità geomorfologica non è previsto lo studio di compatibilità geologica e geotecnica perché l'opera rientra tra gli interventi di manutenzione straordinaria, art. 31 comma 3 lettera c) N.A. del PAI. Lo studio di compatibilità idraulica è richiesto per l'intervento di messa in sicurezza della zona instabile in spalla destra a valle dello sbarramento (Art. 27 c.1 lett. c, Art. 27 c.6 lett. a), per la realizzazione di un raccordo graduale fra la vasca di dissipazione e l'alveo con sistemazione delle sponde atte a garantire idonee condizioni di stabilità e per la realizzazione di opere di protezione a salvaguardia del rilevato di posa della condotta di derivazione (Art. 27 c.1 lett. d; Art. 27 c.6 lett. a).

4.4 Interferenze con opere preesistenti e pubblici servizi

È stata cura del progettista, di concerto con la stazione appaltante, per la fase di Progettazione di Fattibilità Tecnica ed Economica, verificare l'assenza di interferenze e/o incompatibilità rispetto agli strumenti di pianificazione, ad opere preesistenti ed a pubblici servizi.

4.4.1 Interferenze con pubblici servizi ed opere preesistenti

A seguito delle campagne di rilievo e di ricognizione del territorio, svolte anche con l'ausilio di volo con Drone, non sono state riscontrate particolari interferenze, anche alla luce della tipologia di intervento da realizzare, poiché previsti all'interno del corpo diga e sul paramento di valle. In

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 32 di 61

fase di Progetto Definitivo ed Esecutivo sarà cura del progettista, in accordo con la Stazione Appaltante, effettuare ulteriori verifiche in loco per accertare la totale compatibilità tra macchinari da utilizzare per l'esecuzione delle opere e la presenza dei pali dell'illuminazione esterna.

4.4.2 Interferenze dei lavori

Le lavorazioni, per loro natura e per loro collocazione, dovranno essere eseguite con particolare cautela e da personale qualificato. Infatti, una parte di esse saranno eseguite in ambienti confinati, all'interno dei cunicoli dello sbarramento. Si rimanda alle prime indicazioni della sicurezza ed al prossimo step progettuale per ulteriori dettagli in merito.

4.5 Disponibilità delle opere oggetto di intervento

Il progettista, per accertare l'effettiva disponibilità delle aree di progetto, nella presente fase progettuale, ha svolto degli accertamenti catastali sulle aree di pertinenza della Diga di Monti di Deu soggetta ad interventi di manutenzione straordinaria ed efficientamento.

4.5.1.1 Esiti delle indagini catastali

In data 01/03/2022, il progettista ha effettuato delle indagini catastali avvalendosi dei servizi del portale on-line dell'Agenzia delle Entrate, Sister.

Gli esiti delle visure catastali hanno evidenziato che le aree interessate dal corpo diga e dai fabbricati di servizio, l'area circostante a valle, sono rispettivamente registrati presso il Catasto Terreni del Comune di Tempio Pausania (Codice: L093B):

- Foglio 6, Particelle 375, 376, 378, 660.
- Foglio 7, Particelle 41, 42, 97.

Di seguito le caratteristiche di ciascuna particella elencata:

Foglio	Particella	Porz	Intestato	Qualità	Classe
6	375		Comune di Nuchis	Incolt Prod	2
6	376		Demanio Regione Autonoma della Sardegna	Incolt Prod	2
6	378	AA	Lissia Efisio	Pascolo Arb	U
6	378	AB	Lissia Efisio	Incolt Prod	2
6	660		Lissia Efisio	Pascolo Arb	U
7	41		Demanio Regione Autonoma della Sardegna	Incolt Prod	2
7	42		Demanio Regione Autonoma della Sardegna	Incolt Prod	2
7	97		Bulciolu Giuseppina Maria	Incolt Prod	2

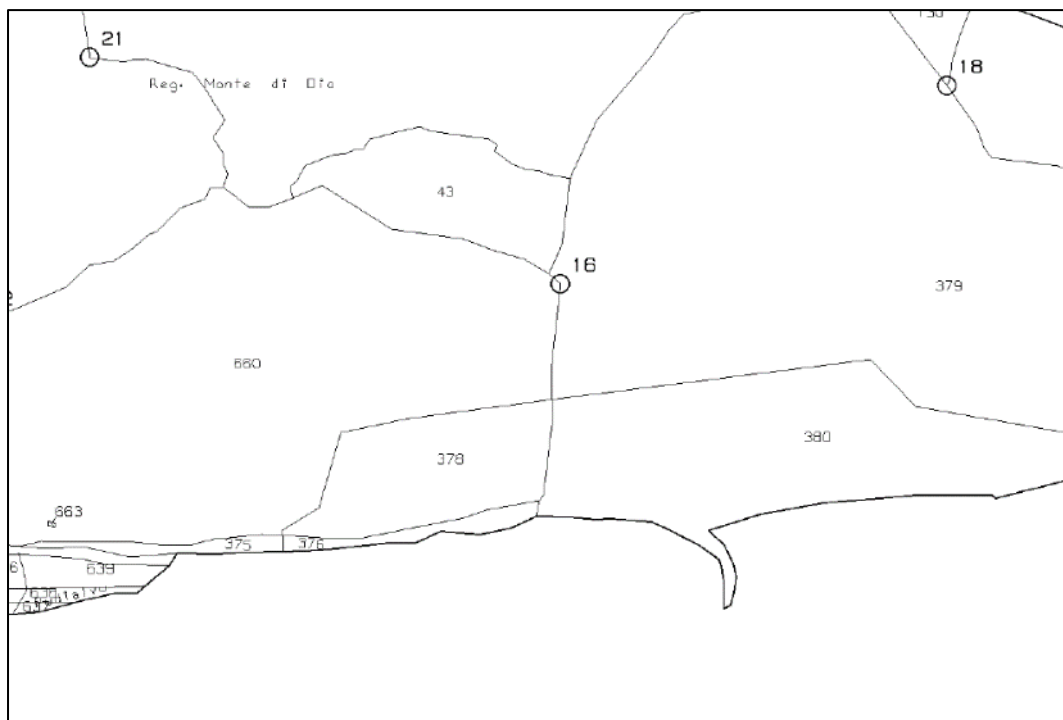


Figura 21 - Stralcio Fig. 6, p.lle 375,376,378,660 del Comune di Tempio Pausania

I terreni risultano intestati al Demanio della Regione Autonoma della Sardegna, al Comune di Nuchis e alcuni a privati.

È stato anche fatto l'estratto di mappa, per individuare geometricamente le particelle

interessate dalla presenza del corpo diga e dai fabbricati di servizio, riportato nello stralcio sottostante: è evidente che il corpo diga ed i fabbricati di servizio non risultano presenti in mappa e quindi non risultano accatastati. Il corpo diga ricade in parte nel foglio 6 e in parte nel foglio 7.

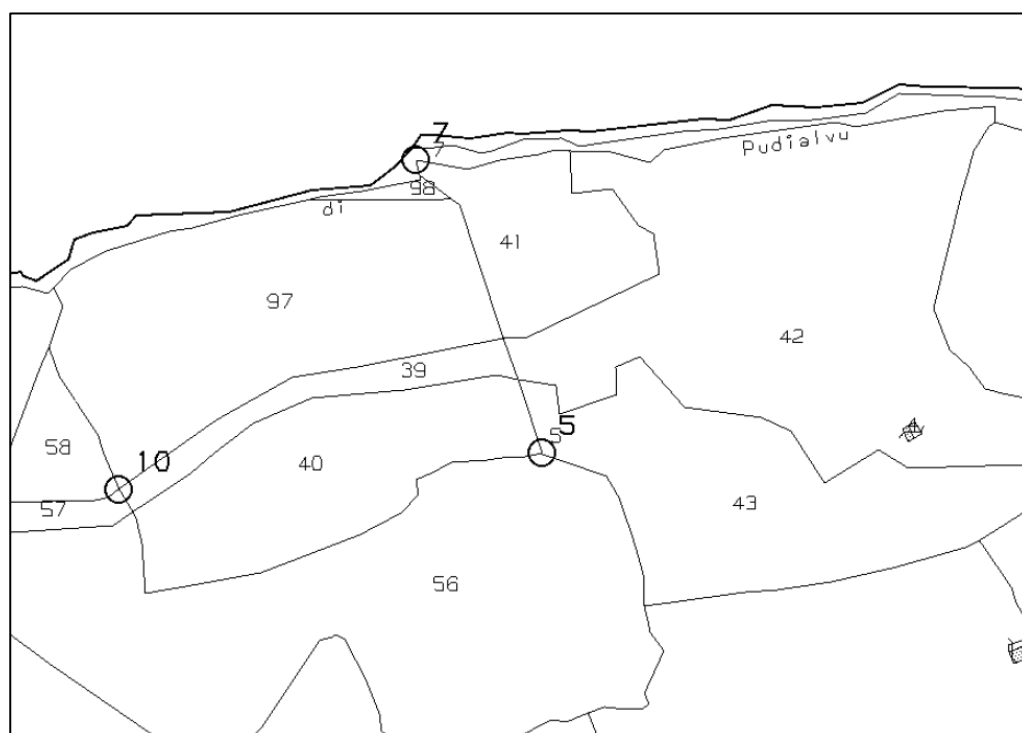


Figura 22 - Stralcio Fig. 7, p.lle 39, 41, 42 del Comune di Tempio Pausania

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 34 di 61

Si è inoltre provveduto riportare un estratto dal sito <https://www.formaps.it/> nel quale si sovrappongono la mappa catastale e la foto satellitare.

Il corpo diga ed i fabbricati non risultano accatastati: dallo stralcio tratto dal sito suddetto, è possibile vedere la loro posizione, ricadente rispettivamente nel foglio 6, particella 376, 378 e nel foglio 7, particella 42.



Figura 23 - Ingrandimento della sovrapposizione tra Estratto di Mappa – Catastale e mappa satellitare Google dal sito <https://www.formaps.it>

Si conclude che per adeguare l'intestazione, risulta necessaria una voltura. Inoltre, il corpo diga ed i fabbricati di servizio non sono presenti in mappa e pertanto non risultano accatastati: risulta necessario predisporre l'eventuale frazionamento dei terreni e l'accatastamento del corpo diga e dei fabbricati di servizio.

Nella prossima fase progettuale, secondo quanto sarà eventualmente stabilito con la Stazione Appaltante, si procederà con ulteriori indagini ed accertamenti.

5 INTERVENTI DI RISOLUZIONE DELLE CRITICITA' RILEVATE

5.1 *Solidarizzazione del contatto roccia/calcestruzzo del concio 5*

Come in precedenza accennato, per la risoluzione della criticità rilevata nella zona di contatto tra la roccia di fondazione e il concio 5 è al momento ipotizzata la realizzazione di iniezioni di intasamento che interesseranno tutta la sua superficie di contatto. Vedasi a tale proposito l'elaborato progettuale *A.02.02 Relazione piano delle indagini* nel quale è dettagliato l'intervento previsto.

La soluzione progettuale individuata ha tenuto conto anche della presenza nello sbarramento del sistema di drenaggio e della strumentazione di monitoraggio, nonché della vicinanza dei giunti di dilatazione tra i conci interessati dall'intervento.

Al fine di limitare i rischi di migrazione non desiderata, il materiale d'iniezione avrà caratteristiche di bassa viscosità (200 mPa s), per permeare anche in modeste fessure o riprese di contatto irregolari, un leggero effetto espandente (1:1 / 1:2) con fattore idroreattivo o indotto con acceleranti di presa in tempi controllati e una resistenza a compressione superiore a 30 N/mm².

Type	RockStab 1.2	RockStab 1.3	RockStab 1.4	Norm
Viscosity (25°C) • A-component • B-component	Approx. 80 mPas Approx. 200 mPas	Approx. 330 mPas Approx. 200 mPas	Approx. 350 mPas Approx. 200 mPas	EN ISO 3219
Density • A-component • B-component	Approx. 1,000 kg/dm ³ Approx. 1,230 kg/dm ³	Approx. 1,000 kg/dm ³ Approx. 1,230 kg/dm ³	Approx. 1,000 kg/dm ³ Approx. 1,230 kg/dm ³	EN ISO 2811
Mixing ratio • A-component • B-component	1 1	1 1	1 1	
Physical Change • Expansion rate • Aspect	15 - 20 V Hard foam	3 V Very hard foam	1 V Very hard plastic	
Reaction times (25°C) • Start • Gel time • Curing	Approx. 1' Approx. 3' Approx. 60'	Approx. 1' Approx. 5' Approx. 60'	Approx. 1' Approx. 5' Approx. 60'	
Cured compound				
Compressive strength	Approx. 15 N/mm ²	Approx. 30 N/mm ²	Approx. 60 N/mm ²	EN 12190

Si prevede, pertanto, l'utilizzo di una resina organo minerale poliuretana bi-componente tipo "RockStab - Grace" o prodotto equivalente avente le caratteristiche indicate nella seguente scheda tecnica. Per l'intervento di iniezione sopra descritto si stima un assorbimento di ca. 3.000 kg di resina.

5.2 *Impermeabilizzazione giunti 3-5, 5-7, 7-9*

Con riferimento alle filtrazioni riscontrate nei giunti 3-5, 5-7 e 7-9 è stata valutata l'alternativa progettuale di impermeabilizzazione degli stessi mediante l'utilizzo di micro-calcestruzzo senza ritiro. Diversi interventi simili (tra i quali anche uno realizzato sulla diga di Olai), tuttavia, hanno

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 36 di 61

avuto un effetto solo temporaneo ed è risultato del tutto inefficace anche a fronte del riempimento del giunto e della limitazione della sua funzione strutturale per la quale viene progettato e realizzato.

Si è pertanto optato per un rivestimento impermeabile, da installare a cavallo dei 3 giunti sul paramento di monte per una lunghezza totale di 56 m, costituito da un manto in geomembrana (larghezza ca. 2,10 m) in strato sottile opportunamente ancorato al sottofondo mediante speciali profili metallici in acciaio inossidabile (AISI 304) composti da un profilo inferiore a forma di U e da un profilo superiore a forma di Omega, sagomato in modo tale da determinare un effetto di tensionamento laterale sul geocomposito. Il sistema è corredato da un restrostante strato drenante in grado di evitare l'accumulo di acqua e l'insorgere delle conseguenti sottopressioni che potrebbero comprometterne la durabilità; le eventuali acque di drenaggio vengono recapitate all'interno del cunicolo della diga mediante una serie di fori di scarico perforati

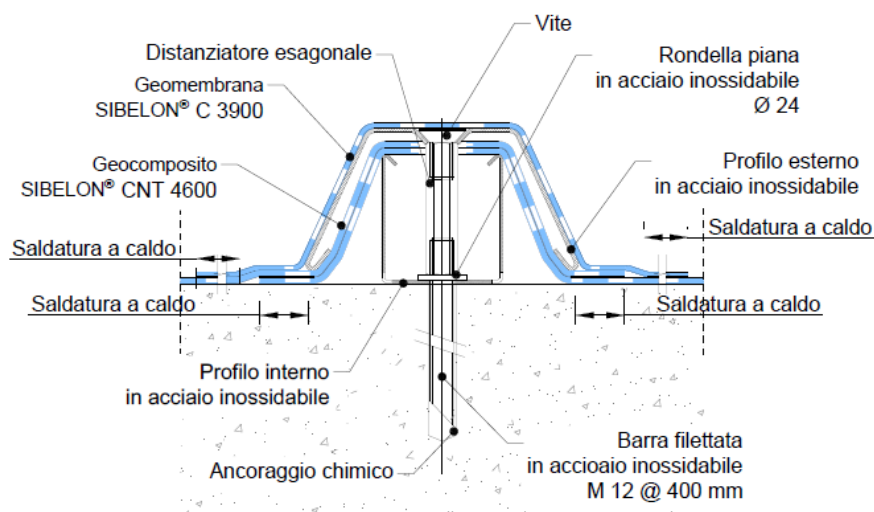


Figura 24 - Schema di fissaggio e tensionamento della geomembrana

attraverso il paramento di monte.

Nel mercato dei geosintetici esiste una larga scelta di prodotti, ciascuno con specifiche caratteristiche. Storicamente le geomembrane prodotte da polimeri di polivinilcloruro (PVC) sono le più usate nel campo delle opere idrauliche (dighe, canali, serbatoi, ecc.) e sono riconosciute per le loro notevoli garanzie prestazionali in quanto sono caratterizzate da:

- una importante flessibilità, che consente un adattamento alle deformazioni della struttura,
- da un basso coefficiente di dilatazione termica, che minimizza l'insorgenza di pieghe e ondulazioni,

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 37 di 61

- da una elevata resistenza al punzonamento, che permette l'installazione su superfici irregolari.

Le geomembrane prodotte da polimeri di polietilene (HDPE, LLDPE), così come la più ampia famiglia delle poliolefine (TPO), sono largamente impiegate nel rivestimento di discariche e in siti di stoccaggio di contaminanti, dove è richiesta una importante resistenza chimica, e generalmente vengono installate in posizione coperta. Le geomembrane di polietilene hanno limitati impieghi nel campo delle opere idrauliche perché sono caratterizzate da una scarsa elasticità, da comportamento plastico a bassi carichi, da un elevato coefficiente di dilatazione termica (che determina l'insorgenza di larghe pieghe nel manto) nonché da un riconosciuto e ampiamente studiato fenomeno di rottura fragile (*stress-cracking*) quando sottoposte a carichi anche di modesta entità (come le inevitabili contrazioni termiche e lo stesso peso proprio).

Esistono, inoltre, geomembrane prodotte da elastomeri (EPDM) e geomembrane bituminose, che riscontrano in generale un modesto apprezzamento nel campo delle opere idrauliche: le geomembrane elastomeriche mostrano un rapido decadimento e l'insorgenza di fessurazioni quanto esposte agli agenti atmosferici; quelle bituminose hanno una bassa resistenza ai solventi organici e sono soggette a micro-fessurazioni diffuse per effetto dell'invecchiamento e del ritiro termico (cicli caldo-freddo stagionali) e richiedono una notevole esperienza al fine di ottenere una adeguata e durevole unione dei fogli.

Per le sue caratteristiche e sulla base dei risultati di interventi già realizzati, la scelta preferenziale è ricaduta sulla membrana di PVC che, così come indicato anche nel Bollettino ICOLD No. 135 "*Geomembrane sealing systems for dams- Design principles and review of experience*" (2010) risulta essere stata impiegata nel 59 % delle dighe.

E' stata condotta un'indagine di mercato finalizzata all'individuazione del geocomposito di PVC da installare che garantisse le migliori prestazioni in relazione alla stabilità e alla resistenza al punzonamento, alla trazione e alla lacerazione

La scelta è ricaduta sul SIBELON® CNT 4600, o prodotto equivalente, un geocomposito costituito da una geomembrana termoplastica flessibile di 3,0 mm di spessore accoppiata termicamente durante la fabbricazione a un geotessuto non tessuto da 700 g/mq in polipropilene. Il geocomposito utilizzato è prodotto in conformità al regolamento CE n. 1907/2006 (*REACH – Regolamento della Comunità Europea sui prodotti chimici e il loro uso sicuro*) e non contiene sostanze rilasciabili in acqua, aspetto quest'ultimo fondamentale per un futuro utilizzo potabile della risorsa idrica invasata.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		<i>pag. 38 di 61</i>

La tecnica di realizzazione del sistema di impermeabilizzazione e le prestazioni certificate dei materiali utilizzati (in relazione anche alla resistenza al punzonamento e alla subsidenza in presenza di cavità) consentono di conseguire i seguenti risultati:

- Impermeabilità, realizzando un efficace sigillatura sia dei giunti di dilatazione sia dell'intero paramento di monte a seconda della soluzione scelta.
- Durabilità, garantendo la costanza delle proprietà meccaniche e riducendo al minimo (o del tutto eliminando) gli interventi di manutenzione.
- Resistenza, consentendo di accomodare le asperità della superficie e di assecondare i movimenti della struttura senza produrre concentrazione di sforzi.
- Flessibilità, permettendo di seguire i ciclici movimenti dei giunti di dilatazione in apertura e chiusura.
- Robustezza, sopportando le pressioni dell'acqua e scongiurando rischi di punzonamento.

L'intervento sarà realizzato a bacino vuoto ma si evidenzia che questo sistema di impermeabilizzazione può essere realizzato anche con installazione subacquea con costi e tempi di realizzazione, però, rispettivamente quasi quadruplicati e quintuplicati e, pertanto, giustificabili solo a fronte dell'impossibilità di svuotare il serbatoio. La possibilità d'intervento subacqueo, comunque, costituisce una notevole agevolazione della fase di manutenzione per il ripristino di eventuali lacerazioni o perforazioni che potrebbero essere facilmente riparate senza necessità di svuotare l'invaso.

L'installazione del sistema di impermeabilizzazione sarà eseguita con l'ausilio di piattaforme (navicelle) sospese dal coronamento della diga e sostenute da appositi telai e bilancieri; le navicelle lavoreranno lungo una verticale di lavoro e saranno traslate lungo in coronamento.

Allo stato attuale, per quanto è stato possibile verificare, le infiltrazioni sembrano essere causate principalmente da difetti del water stop installato all'interno del giunto tra i conci; non è, tuttavia, escludibile la possibilità di infiltrazioni all'altezza delle riprese di getto e in corrispondenza di eventuali punti critici nel calcestruzzo determinati dalla presenza di vespai e/o di irregolarità che solitamente possono crearsi in fase di getto.

A tale proposito, si evidenzia che l'utilizzo della geomembrana impermeabile consente di intervenire anche su aree delimitate del paramento adottando opportune soluzioni tecniche di posa; a seguito dell'accertamento di eventuali altre zone di provenienza delle trafile di acqua (che sarà possibile in fase di esecuzione dei lavori grazie allo svuotamento del bacino) si potrà

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 39 di 61

opportunamente rivedere l'intervento di impermeabilizzazione, anche estendendole su queste eventuali nuove aree critiche.

5.3 Messa in sicurezza costone roccioso

Per la messa in sicurezza del versante si prevede una pulizia del tratto di versante in oggetto, con interventi di disgaggio e/o rimozione dei blocchi di dimensioni inferiori al m³.

A questo intervento segue un rafforzamento corticale del tratto di versante, con il rivestimento della parete rocciosa interessata da fenomeni di crollo; le reti sono rinforzate mediante funi d'armatura verticali e/o oblique in acciaio.

La rete metallica sarà ancorata alla roccia mediante ancoraggi in barre di acciaio (ancoraggio di monte), lunghezza minima delle barre 3.0 m. I blocchi di dimensioni metriche, in evidente condizione di equilibrio precario saranno messi in sicurezza con l'utilizzo di ancoraggi. Questa tipologia di interventi favorisce una *"buona integrazione con l'ambiente circostante, riducendo al minimo l'impatto sull'area di intervento"* secondo le indicazioni riportate nelle indicazioni della Regione Autonoma della Sardegna: SISTEMAZIONE E MANUTENZIONE DEI VERSANTI – ARTICOLI N. 18 E N. 19 DELLE NORME DI ATTUAZIONE DEL PIANO STRALCIO DELL'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.).

Si fa presente che le soluzioni progettuali proposte (disgaggio, posizionamento di una rete metallica di rafforzamento corticale rinforzata mediante funi d'armatura verticali e/o oblique in acciaio e ancoraggi per i blocchi di dimensioni metriche) concordano con le *"Linee guida per la sistemazione e manutenzione dei versanti"* della Regione Sardegna in riferimento agli articoli n. 18 e n. 19 delle norme di attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.) della Regione Autonoma della Sardegna.

Nella categoria *"Strutture di sostegno"* nella TAB. 4, riportata nella figura che segue, le linee guida escludono le opere di sostegno in muratura per i versanti in roccia.

C STRUTTURE DI SOSTEGNO			ROCCIA		TERRA		DETRITO
			SCIVOLAMENTI	CROLLI	SCIVOLAMENTI	COLATE LENTE	COLATE RAPIDE
C1 STRUTTURE A GRAVITA'	C1a	Muri in muratura			○		
	C1b	Muri in calcestruzzo			○		
	C1c	Gabbionate			○		
	C1d	Muri cellulari			○		
C2 STRUTTURE IN CEMENTO ARMATO	C2a	Muri a mensola			○		
	C2b	Muri a contrafforte			○		
C3 STRUTTURE SPECIALI	C3a	Paratie			○		
	C3b	Palificate			○		
	C3c	Muri tirantati			○		

Si evidenzia, inoltre, l'inaccessibilità dei luoghi, per un rilievo strutturale puntuale dell'ammasso roccioso a causa della fitta vegetazione cespugliata che ricopre le piste di accesso all'ammasso roccioso e in particolare la base dell'ammasso roccioso stesso; le porzioni di roccia prive di vegetazione sono inaccessibili per acclività e altezza. Per consentire un rilievo di dettaglio puntuale dell'ammasso roccioso è consigliabile la pulizia del versante unitamente all'intervento di personale specializzato per il rilievo di quei settori dell'ammasso roccioso non accessibili per le condizioni geomorfologiche locali.

Nell'elaborato di progetto *A.02.02 Relazione piano delle indagini* sono dettagliate le indagini geognostiche da eseguire preventivamente alla redazione della successiva fase progettuale i cui risultati saranno utilizzati per la modellazione geologica e geotecnica delle opere in progetto e per l'individuazione della soluzione progettuale più appropriata.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 41 di 61

5.4 Accessi pedonali ai cunicoli (SS)

Tra gli interventi previsti nel presente progetto di fattibilità tecnica ed economica, si è resa necessaria la realizzazione di n. 2 accessi pedonali (in sinistra e destra idraulica) lungo i lati del paramento di valle dello sbarramento che collegano la quota di coronamento sulle due spalle con la vasca di dissipazione esistente, consentendo quindi l'ingresso ai cunicoli della diga da tale zona della diga. Gli accessi saranno realizzati mediante la formazione di n. 2 scalinate in acciaio, costituite da una struttura indipendente composta da plinti di fondazione e da elementi fuori terra come travi e pilastri in acciaio del tipo S235JR.

Considerate le forti pendenze riscontrate, la scalinata ha richiesto un accurato studio sul collegamento delle varie quote presenti lungo i piedi dello sbarramento verso valle, identificando quindi un sistema di pianerottoli e rampe che permettesse nella sua globalità il rispetto normativo delle prescrizioni inerenti alla sicurezza nei luoghi di lavoro.

Secondo tale ottica ogni rampa progettata non avrà un numero di gradini superiore a 15, interrompendo quindi il percorso, con la formazione di pianerottoli di dimensione minima pari a 1,00 x 1,00 m netto; i gradini della stessa scala sono tutti uguali e rispettano il corretto rapporto tra alzata e pedata. Lungo il lato nord (destra idraulica) sono stati definiti dei gradini con rapporti tra alzata e pedata pari a 17/29 cm mentre nel lato sud (sinistra idraulica), le alzate sono state previste da 19 cm e le pedate da 25 cm, in modo da garantire un percorso regolare sull'intero dislivello presente su entrambe le spalle.

Le strutture di nuova realizzazione sono state dimensionate comprensive delle opere di fondazione in calcestruzzo armato necessarie, nel pieno rispetto delle disposizioni previste dal Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle “Norme Tecniche per le Costruzioni”, pubblicato sul S.O. n° 08 alla G.U. n° 42 del 20 febbraio 2018.

A vantaggio della sicurezza, le fondazioni saranno connesse al terreno mediante la disposizione per elemento di n. 4 barre ad aderenza migliorata in acciaio inox A4-70 di diametro Ø14 mm, di profondità pari a 1000 mm e inghisate con ancorante chimico. Tali elementi saranno poi annegati in una struttura di fondazione composta da plinti in calcestruzzo armato di dimensione 120x50x40 cm.

Si evidenzia, inoltre, che le due scale di accesso progettate risulteranno completamente indipendenti rispetto al corpo diga.

Il calcestruzzo da utilizzare avrà le seguenti caratteristiche:

Calcestruzzo

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 42 di 61

Descrizione: Calcestruzzo per opere di fondazione scale metalliche

Caratteristiche del calcestruzzo

Classe di esposizione: XC2
Classe di resistenza: C 25/30
Classe di consistenza: S4
Rapporto A/C: 0,60
D max aggregato: 16-20 mm
Dosaggio minimo cemento: 300 kg
Copriferro: 35 mm
Resistenza media a trazione semplice f_{ctm}: 2,6 N/mm ²
Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 1,8 N/mm ²
Modulo Elastico E_{cm}: 30.045,1 N/mm ²
Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t: 1E-05
Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c: 1,5

Densità ρ: 24,525 kN/m ³	Resistenza caratteristica cubica a compressione R_{ck}: 30,0 N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione f_{ck}: 24,9 N/mm ²	Resistenza cilindrica media f_{cm}: 32,9 N/mm ²
Resistenza media a trazione semplice f_{ctm}: 2,6 N/mm ²	Resistenza media a flessione f_{cm}: 3,1 N/mm ²
Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 5% $f_{ctk,5}$: 1,8 N/mm ²	Resistenza caratt. trazione semplice, frattile 95% $f_{ctk,95}$: 3,3 N/mm ²
Modulo Elastico E_{cm}: 30.045,1 N/mm ²	Coefficiente di Poisson ν: 0,20
Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t: 1E-05	Coefficiente correttivo per la resistenza a compressione α_{cc}: 0,85
Coefficiente parziale di sicurezza per il calcestruzzo γ_c: 1,5	Resistenza a compressione di progetto f_{cd}: 14,1 N/mm ²
Resistenza a trazione di progetto, frattile 5% $f_{ctd,5}$: 1,2 N/mm ²	Resistenza a trazione di progetto, frattile 95% $f_{ctd,95}$: 2,2 N/mm ²

L'acciaio delle armature sarà del tipo B450C, di cui si riportano le caratteristiche di seguito:

Acciaio per calcestruzzo

Nome: B450 C	Tipologia del materiale: acciaio per calcestruzzo
Classe di resistenza: B450 C	
Descrizione: Acciaio per calcestruzzo per opere di fondazione	

Caratteristiche dell'acciaio per calcestruzzo

Limite di snervamento f_y: $\geq 450,00$ N/mm ²	Rapporto f_t/f_y: $1.15 \leq R_m/Re \leq 1.35$
Carico di rottura f_t: $\geq 540,00$ N/mm ²	Rapporto f_y/f_{nom}: ≤ 1.25
Allungamento totale al carico massimo A_{gt}: $\geq 7,5$ %	Modulo elastico E_s: 210.000,00 N/mm ²
Tensione di snervamento di calcolo f_{yd}: 391,00 N/mm ²	Diagramma tensione-deformazione: $\epsilon_{ud} = 0.9 \epsilon_{uk}$ $\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$

L'acciaio degli elementi portanti e fuori terra sarà del tipo S235JR, adoperando come sezioni di calcolo gli UPN 160 per le travi principali e le HEA 140 per i pilastri e per gli elementi secondari. Si sono previste anche alcune controventature con sezione ad L 50x50x7 mm.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 43 di 61

Si sono previste anche alcune controventature con sezione ad L 50x50x7 mm.

I gradini e i pianerottoli saranno realizzati in grigliato in acciaio zincato tipo "Keller" o simili, predisposto in pannelli smontabili o da fissare definitivamente, delle dimensioni standard e del tipo pedonabile. Il telaio sarà costituito da angolari della sezione di 40x40x3 mm, saldato lungo tutto il perimetro.

Il grigliato sarà poi previsto con maglia mm 22x76 e barre portanti da mm 40x3, barre trasversali con quadro ritorto da 5 mm e peso di 50,20 kg/mq.

I parapetti, su entrambi i lati, di altezza pari a 112 cm, saranno costituiti da tubolari da 1" ¼ dello spessore di 2,4 mm con la presenza di elementi fermapiede in acciaio di misura 150x4 mm ed elemento in mezzeria sull'altezza come rompitratta. Al fine di garantire la massima sicurezza tutti gli spigoli sono stati previsti arrotondati.

Di seguito si riportano le caratteristiche dell'acciaio da carpenteria previsto:

Acciaio per carpenteria e strutture metalliche

Nome: S 235 JR	Tipologia del materiale: acciaio per strutture
Classe di resistenza: S 235	
Descrizione: Acciaio per realizzazione scale metalliche a rampa fissa	

Caratteristiche dell'acciaio

Tensione caratteristica di snervamento f_{yk}: 235,00 N/mm ²	Tensione caratteristica di rottura f_{tk}: 360,00 N/mm ²
Modulo elastico E_s: 210.000,00 N/mm ²	Modulo di elasticità trasversale G: 104.998,70 N/mm ²
Coefficiente di Poisson ν: 0,30	Densità ρ: 78,50 kN/m ³
Coefficiente di dilatazione termica lineare α_t: 1,2E-05	Tensione ammissibile σ_s: 160,00 N/mm ²

5.5 Riprofilatura vasca di dissipazione e sponda sinistra alveo

Lo studio tecnico sulle soluzioni da adottarsi nel presente Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica è stato rivolto alla identificazione delle problematiche emerse e alla conseguente determinazione delle possibili soluzioni necessarie, con particolare riferimento al garantire la durabilità dell'intervento in funzione delle condizioni esterne e delle differenti esigenze avanzate. Sulla base di tale approccio progettuale, il team di professionisti ha identificato due diverse aree d'intervento per l'alveo a valle dello sbarramento, determinando opportune soluzioni progettuali derivanti dall'analisi dallo stato di fatto.

In tale ottica sono state quindi individuate due zone:

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 44 di 61

- Ricongiungimento tra alveo e vasca di dissipazione
- Sponda sinistra dell'alveo a valle della vasca di dissipazione

Per ciascuna zona, si è quindi studiata la soluzione maggiormente idonea, valutando diverse opzioni di carattere tecnico ed economico nel panorama del mercato, optando per le tipologie di intervento maggiormente adatte alla condizione riscontrata in sito, in relazione al miglior risultato possibile con raffronto ai costi-benefici su ogni soluzione tecnica.

Tale valutazione ha inevitabilmente richiesto uno studio approfondito già in tale fase preliminare, per valutare le diverse tecniche di ingegneria naturalistica, i costi, le garanzie e le modalità d'intervento, definendo un ventaglio di proposte da cui poi è stato possibile definire le soluzioni progettuali utilizzate.

Al fine di colmare il dislivello presente tra la quota di fondo alveo e la platea in calcestruzzo a valle del salto di sci è stata prescelta come soluzione progettuale la realizzazione di una scogliera antiersiva in massi ciclopici. Tale intervento permette di raccordare in maniera graduale il fondo dell'alveo con la superficie della vasca di dissipazione evitando l'avanzare dei fenomeni erosivi provocati dal deflusso a seguito di eventi di piena eccezionali.

Si prevedono le seguenti lavorazioni:

- Pulizia dell'area d'intervento con l'ausilio di mezzi manuali e meccanici;
- Risagomatura per posa di scogliera costituita da pietrame di pezzatura media non inferiore a 0,4 m³ e peso superiore a 5-20 q.



Figura 25 - Intervento con scogliera in massi ciclopici

A differenza della zona in corrispondenza dell'alveo inciso, per la sponda in sinistra idraulica si prevede un intervento di riprofilatura con l'utilizzo di gabbioni metallici.

Si prevedono le seguenti lavorazioni:

- Pulizia dell'area d'intervento con l'ausilio di mezzi manuali e meccanici;
- Sbiancamento dell'area di sedime dei gabbioni.
- Realizzazione di gabbioni del tipo a scatola di altezza e larghezza pari a 1 m e della lunghezza di m 2,00, realizzati in rete metallica a doppia torsione e maglia esagonale tipo 8x10 cm tessuta con trafilato di ferro (conforme alle UNI-EN 10223-3 e UNI-EN 10218), avente carico di rottura compreso fra 350 e 500 N/mm² e allungamento minimo pari al 10%, avente un diametro pari 2.70 mm, galvanizzato con lega eutettica di Zinco - Alluminio (5%) Cerio - Lantanio conforme alla EN 10244 classe A, con un quantitativo non inferiore a 245 g/m². Il filo sarà ricoperto da un rivestimento di materiale plastico (a base di PVC o polietilene autoestinguente) che dovrà avere uno spessore nominale di 0,5 mm, portando il diametro esterno nominale a 3,70 mm. Gli elementi metallici saranno assemblati utilizzando nelle cuciture filo avente le stesse caratteristiche di quello della rete ed avente diametro pari a 2.20/3.20 mm con quantità di galvanizzazione non inferiore a 230g/m² o con punti metallici di diametro 3,00 mm e carico di rottura minimo pari a 1700 kN/ mm².

Il ciottolame di riempimento sarà sistemato a mano e si procederà con la formazione della facciavista nei gabbioni in modo da ottenere una muratura a secco.



Figura 26 - Intervento con gabbioni metallici

5.6 Messa a norma dei parapetti del coronamento

Allo scopo di consentire la percorrenza in sicurezza del coronamento della diga si procederà con la rimessa a norma dei parapetti esistenti mediante l'installazione lungo tutti i parapetti esistenti di un battipiede realizzato in lamiera zincata di spessore di 3 mm, sviluppo di ca. 33 cm e lunghezza totale di 423 m ca. (211,50 m ca. per lato). Il nuovo battipiede sarà fissato ad un estremo nel calcestruzzo con tasselli M8x60 e dall'altro sui montanti in IPE del parapetto esistente mediante viti autoperforanti 4,8x13 mm.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 47 di 61

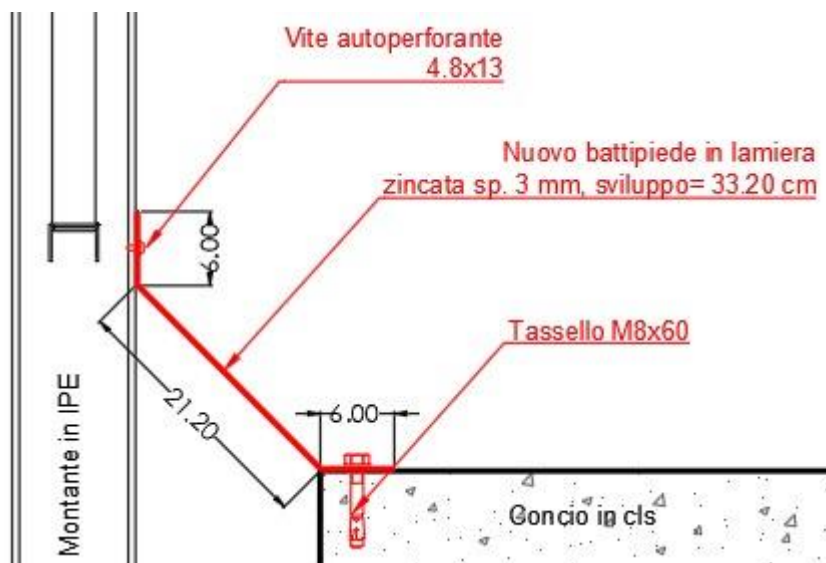


Figura 27 - Particolare nuovo battipiede

Per i dettagli dell'intervento si rimanda all'elaborato grafico C.07.01 "Stato di progetto – Rimessa a norma dei parapetti del coronamento".

5.7 Completamento della viabilità di accesso all'impianto

L'accesso alla diga è assicurato dalla strada che partendo dalla zona industriale raggiunge, da valle, l'area di pertinenza della diga percorrendo un tratto di circa 1,5 km, al momento sterrata e priva di guard rail.

Il tratto in questione è quello compreso tra i due cancelli che delimitano il tratto di stretta competenza dell'impianto tale tratto necessità di essere reso funzionale sotto ogni condizione atmosferica e messo in sicurezza in quanto privo di guardrail, segnaletica e cunette.

A causa delle limitate risorse finanziarie si prevede il solo rifacimento del corpo stradale con pavimentazione in conglomerato bituminoso e la realizzazione dei fossi di guardia su ambo i lati per l'allontanamento delle acque meteoriche.

Le lavorazioni previste sono le seguenti;

- Stesa e compattazione di uno strato dello spessore medio pari a 20 cm di tout venant per la livellazione e regolarizzazione del piano di posa della pavimentazione stradale;
- Realizzazione di pavimentazione in conglomerato bituminoso (Binder) dello spessore di 5 cm;
- Realizzazione dei fossi di guardia con sezione trapezia (lato maggiore 1,5 m, lato minore 0,5m, altezza 0,5m) su ambo i lati della strada

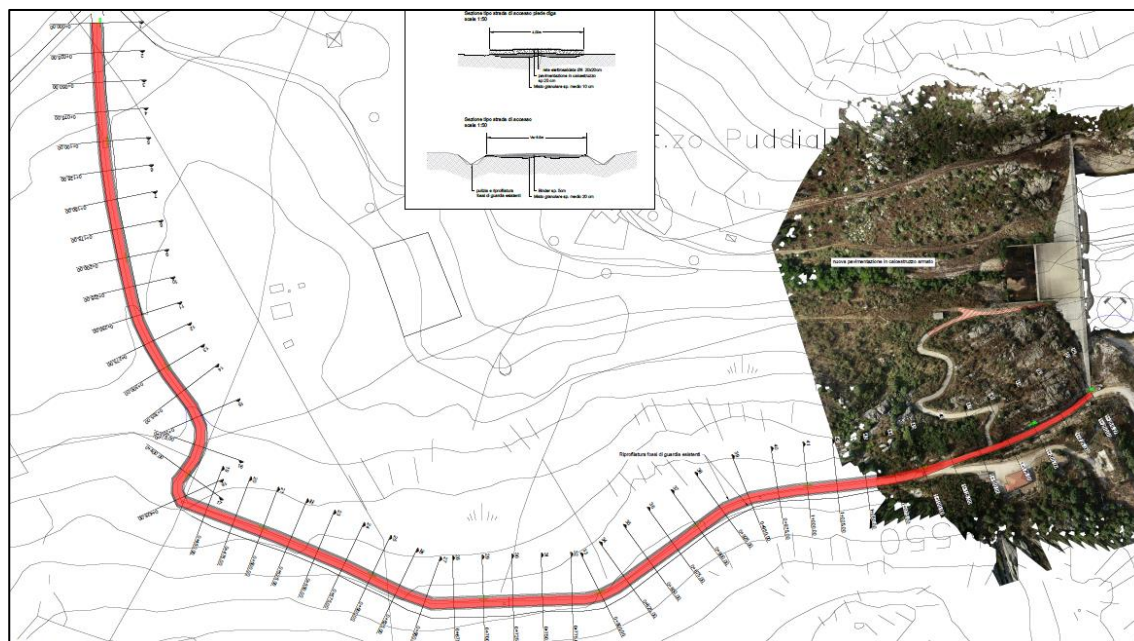


Figura 28 - Planimetria strada accesso all'impianto

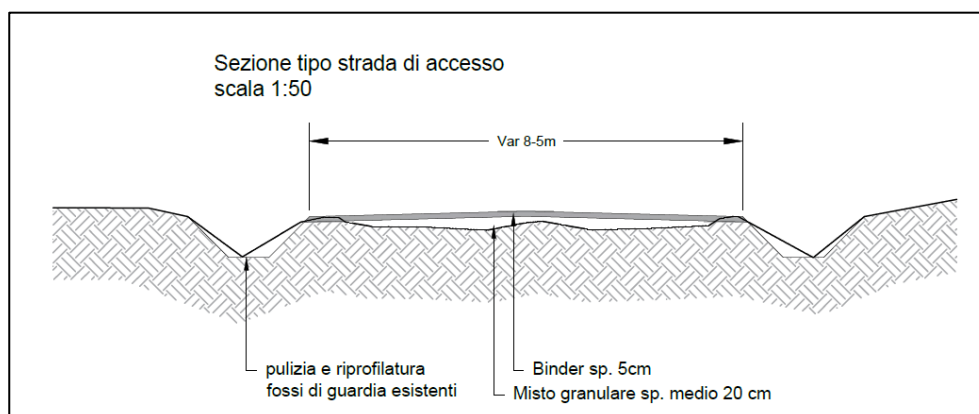


Figura 29 - Sezione tipo strada di accesso all'impianto

5.8 Completamento della viabilità interna all'impianto

La strada che conduce al piede della diga in sinistra idraulica in prossimità della vasca di dissipazione è caratterizzata da un primo tratto a forte pendenza con pavimentazione in calcestruzzo. L'ultimo tratto risulta sterrato e corre in piano parallelamente all'alveo. Per il solo tratto in questione si prevede la messa in sicurezza della strada con la realizzazione di pavimentazione in calcestruzzo armato dello spessore di 25 cm.



Il getto di calcestruzzo avverrà previa livellazione del piano di posa con materiale granulare per uno spessore medio pari a circa 10 cm ed interposizione di armatura costituita da rete elettrosaldata con barre d'acciaio del diametro pari a 8mm e maglia 20x20 cm.



Figura 30 - Planimetria strada accesso al piede diga

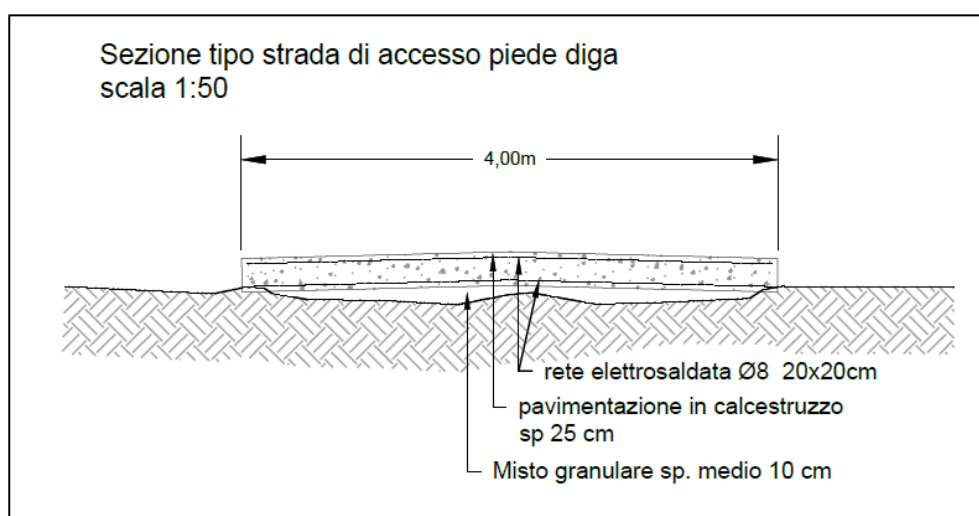


Figura 31 - Sezione tipo strada di accesso al piede diga

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		<i>pag. 50 di 61</i>

5.9 Cucitura schermo

In occasione dell'espletamento dell'iter istruttorio del PFTE presentato, l'UTD di Cagliari ha evidenziato la necessità di valutare l'esecuzione di iniezioni di cucitura dello schermo dello sbarramento in considerazione dei passaggi di acqua riscontrati nel corso dell'esecuzione degli invasi sperimentali. L'intervento sarebbe possibile in quanto, per l'esecuzione dei lavori di ripristino della tenuta idraulica dei giunti sopra indicati, è previsto lo svuotamento dell'invaso.

A tale riguardo si evidenzia che detto intervento non rientra tra gli obiettivi generali e le esigenze da soddisfare riportate nel Documento di Indirizzo alla Progettazione redatto dalla Stazione Appaltante; pur tuttavia, nel corso della redazione del presente PFTE, l'intervento è stato preso in considerazione ma il suo costo non è risultato compatibile con le risorse economiche nella disponibilità di E.A.S. per l'intervento in oggetto.

Si ritiene opportuno, comunque, verificare nelle successive fasi progettuali la possibilità di prevedere l'intervento facendo conto su possibili e auspicabili integrazioni della disponibilità economica della Stazione Appaltante.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 51 di 61

6 COMPATIBILITA' DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE RISPETTO AL CONTESTO TERRITORIALE E AMBIENTALE E ALLE INTERFERENZE RILEVATE

Per quanto fin qui descritto in relazione alle modalità ed alle lavorazioni degli interventi, il progettista ritiene che le opere siano compatibili rispetto al contesto territoriale e ambientale in cui esse sono site.

Per quanto riguarda la compatibilità e l'inserimento urbanistici non si rilevano particolari ostacoli alla realizzabilità delle opere.

Dalle campagne di rilievo condotte nella presente fase progettuale, si riscontra l'assenza di evidenti interferenze con servizi pubblici preesistenti.

6.1 Compatibilità Ambientale e Paesaggistica

Per quanto riguarda gli aspetti d'impatto ambientale e paesaggistico, le soluzioni prescelte causeranno minor impatto sul paesaggio e sull'ambiente per le motivazioni sottoelencate:

1. Le soluzioni tecniche ed i materiali prescelti hanno una maggiore durevolezza nel tempo e sono meno soggetti a deperibilità. La loro resistenza agli agenti atmosferici e all'aggressione chimica, rendono necessari gli interventi di manutenzione a lungo termine, con maggior efficacia dell'intervento e la conseguente sostenibilità economica e dei costi di gestione per la Stazione Appaltante. Ciò comporterà una maggior compatibilità ambientale, un minor consumo di materiali, un minor impatto ambientale dovuto all'assenza di ulteriori interventi nel tempo.
2. L'impatto di cantiere, a fronte dei successivi vantaggi e manutenibilità, sarà limitato e non dovrà essere ripetuto nel breve periodo rispetto alle alternative enumerate in precedenza.
3. Si evita l'impiego di materiali nocivi e potenzialmente inquinanti, che possano essere dispersi nelle acque dell'invaso e alle risorse idriche potabili, con conseguente minori impatto ambientale.
4. I materiali della soluzione progettuale prescelta sono del tutto compatibili e conformi ai colori delle superfici esterne dello sbarramento allo stato attuale. Ciò comporta che non vi siano impatti paesaggistici, variazioni di colore, sagome e morfologia, rispetto a quanto attualmente esistente. La conseguenza è che l'iter progettuale sarà più rapido.
5. Infine, la funzionalità e l'efficienza della diga non saranno in alcun modo compromesse, ma ottimizzate e migliorate, con conseguente minor impatto e pericolosità per l'ambiente.

6.2 Compatibilità idrogeologica

Per quanto riguarda la compatibilità idrogeologica le soluzioni progettuali scelte non interferiscono con le condizioni di stabilità del sito:

1. Gli interventi sono eseguiti sia all'interno sia all'esterno del corpo diga, senza opere di scavo e/o modifiche nei carichi di esercizio alla base delle opere di fondazione.

2. Le indicazioni sulla necessità di effettuare lo studio di compatibilità idraulica e/o geologica e geotecnica per i singoli interventi sono riassunte nelle seguenti tabelle 6.1 e 6.2.

Tabella 6.1 – schema riassuntivo per gli interventi soggetti o meno a Studio di Compatibilità Idraulica

N.	Intervento	Definizione secondo NTA del PAI – Aggiornamento Agosto 2020 Aree di pericolosità IDRAULICA	PAI - intervento consentito all'Art.	PAI - Studio di compatibilità idraulico
1	Intervento di solidarizzazione del contatto calcestruzzo roccia del concio n. 5	Art. 27 c.3: In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente: b. gli interventi di manutenzione straordinaria;	Art. 27 c.3 lett. b	Art. 27 c.6 lett. c NO
7	Intervento per la messa in sicurezza del coronamento con rimessa a norma dei parapetti ed eliminazione delle eventuali infiltrazioni piovane nel corpo murario dal coronamento.			
8	Completamento della viabilità interna all'impianto con realizzazione di idonea pavimentazione stradale e rete di allontanamento delle acque meteoriche			
2	Intervento di messa in sicurezza della zona instabile in spalla destra a valle dello sbarramento	Art. 27 c.1: Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, in materia di interventi strutturali e non strutturali di sistemazione idraulica e riqualificazione degli ambienti fluviali - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente: c. le attività di manutenzione idraulica compatibile, compresi i tagli di piante	Art. 27 c.1 lett. c	Art. 27 c.6 lett. a SI



**Diga di Monti di Deu:
Opere di completamento e derivazione
CUP I69E18000050006
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Relazione generale ed illustrativa**

A.01.01

giugno 2022

pag. 53 di 61

		<p>esclusivamente per garantire il regolare deflusso delle acque e gli interventi eseguiti ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 14.4.1993 e della legislazione di settore della Regione Sardegna;</p> <p>(DPR_14_aprile_1993. Capitolo: Tipologie degli interventi, Comma 1, Lett. g: ripristino della stabilità dei versanti, inteso come ripristino della stabilità dei versanti prospicienti le sponde di corsi d'acqua, mediante tecniche di ingegneria ambientale.)</p>		
3	Realizzazione dell'accesso pedonale dal coronamento al cunicolo superiore in spalla destra (Concio n.8) e alla vasca di dissipazione.	<p>Art. 27 c.3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico, comprese le opere provvisorie temporanee funzionali agli interventi, nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:</p> <p>d. gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali</p> <p>(DL81/08 allegato IV punto 1.1.5.: L'accesso per i normali lavori di manutenzione e riparazione ai posti elevati di edifici, parti di impianti, apparecchi, macchine, pali e simili deve essere reso sicuro ed agevole mediante l'impiego di mezzi appropriati, quali andatoie, passerelle, scale, staffe o ramponi montapali o altri idonei dispositivi.)</p>	Art. 27 co.3 lett. d	Art. 27 c.6 lett. c NO
4	Completamento dell'accesso pedonale in spalla sinistra dal coronamento al cunicolo inferiore (Concio n. 3)			
5	Realizzazione di un raccordo graduale fra la vasca di dissipazione e l'alveo con sistemazione delle sponde atte a garantire idonee condizioni di stabilità	<p>Art. 27 c.1: Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 24, in materia di interventi strutturali e non strutturali di sistemazione idraulica e riqualificazione degli ambienti fluviali - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità idraulica molto elevata sono consentiti esclusivamente:</p> <p>d. le opere di sistemazione e riqualificazione ambientale e fluviale dirette alla riduzione dei pericoli e dei danni potenziali da esondazione, rivolti a</p>	Art. 27 c.1 lett. d	Art. 27 c.6 lett. a SI
6	Realizzazione di opere di protezione a salvaguardia del rilevato di posa della condotta di derivazione			

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 54 di 61

		favorire la ricostituzione degli equilibri naturali, della vegetazione autoctona, delle cenosi di vegetazione riparia;		
9	Completamento della viabilità esterna di competenza dell'impianto da strada comunale sino alla viabilità interna con realizzazione di idonea pavimentazione stradale e rete di allontanamento di acque meteoriche.	Intervento non ricadente nella fascia di prima salvaguardia.	-	-

A seguito dell'analisi normativa, si deduce la necessità di redigere uno studio di compatibilità idraulica per gli interventi indicati ai numeri 2, 5, 6 della precedente tabella.

Tabella 6.2 – Schema riassuntivo per gli interventi soggetti o meno a Studio di Compatibilità Geologica-Geotecnica

N. intervento	Intervento	Definizione secondo NTA del PAI – Aggiornamento Agosto 2020 Aree di pericolosità DA FRANA	PAI intervento consentito all'Art.	PAI - Studio di compatibilità geologico
2	Intervento di messa in sicurezza della zona instabile in spalla destra a valle dello sbarramento	Art.31 c1. Fermo restando quanto stabilito negli articoli 23 e 25, in materia di interventi strutturali e non strutturali per il controllo dei dissesti - individuati dal PAI, dal programma triennale di attuazione o dalle competenti autorità regionali in osservanza di quanto stabilito dal PAI - nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente:		
6	Realizzazione di opere di protezione a salvaguardia del rilevato di posa della condotta di derivazione	a. le opere di bonifica e sistemazione dei movimenti franosi, di manutenzione e consolidamento dei versanti, di tutela dei suoli;	Art. 31 c.1 lett. a	Art. 31 c. 6 lett. a SI
1	Intervento di solidarizzazione del contatto calcestruzzo roccia del concio n. 5	Art. 31 c.3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto	Art. 31 c.3 lett. b	Art. 31 c. 7 Per gli interventi di cui al comma 2



**Diga di Monti di Deu:
Opere di completamento e derivazione
CUP I69E18000050006
PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA
Relazione generale ed illustrativa**

A.01.01

giugno 2022

pag. 55 di 61

5	Realizzazione di un raccordo graduale fra la vasca di dissipazione e l'alveo con sistemazione delle sponde atte a garantire idonee condizioni di stabilità	elevata da frana sono consentiti esclusivamente: b. gli interventi di manutenzione straordinaria;		lettere b), d), e al comma 3 lettera b), l'Autorità competente all'approvazione degli studi di compatibilità ai sensi della L.R. 33/2014, potrà richiedere, a suo insindacabile giudizio, lo studio di compatibilità geologica e geotecnica o parte di esso, in relazione alla peculiarità dell'intervento.
7	Intervento per la messa in sicurezza del coronamento con rimessa a norma dei parapetti ed eliminazione delle eventuali infiltrazioni piovane nel corpo murario dal coronamento.			
8	Completamento della viabilità interna all'impianto con realizzazione di idonea pavimentazione stradale e rete di allontanamento delle acque meteoriche			
9	Completamento della viabilità esterna di competenza dell'impianto da strada comunale sino alla viabilità interna con realizzazione di idonea pavimentazione stradale e rete di allontanamento di acque meteoriche.			
3	Realizzazione dell'accesso pedonale dal coronamento al cunicolo superiore in spalla destra (Concio n.8) e alla vasca di dissipazione.	Art. 31 c.3. In materia di infrastrutture a rete o puntuali pubbliche o di interesse pubblico nelle aree di pericolosità molto elevata da frana sono consentiti esclusivamente: d. gli interventi di adeguamento per la sicurezza di esercizio richiesti da norme nazionali e regionali; (DL81/08 allegato IV punto 1.1.5.: L'accesso per i normali lavori di manutenzione e riparazione ai posti elevati di edifici, parti di impianti, apparecchi, macchine, pali e simili deve essere reso sicuro ed agevole	Art. 31 c.3. lett. d	Art. 31 c.6 NO
4	Completamento dell'accesso pedonale in spalla sinistra dal coronamento al cunicolo inferiore (Concio n. 3)			

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		<i>pag. 56 di 61</i>

		mediante l'impiego di mezzi appropriati, quali andatoie, passerelle, scale, staffe o ramponi montapali o altri idonei dispositivi.)		
--	--	---	--	--

Dall'analisi normativa, lo studio di compatibilità di compatibilità Geologica e Geotecnica è richiesto per gli interventi indicati ai numeri 2, 5, 6 della precedente tabella.

 	<p align="center">Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa</p>	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 57 di 61

7 INDICAZIONI PER LA PROSECUZIONE DELL'ITER PROGETTUALE

7.1 *Successive fasi progettuali*

Così come indicato nel capitolo 9 del Documento di Indirizzo alla Progettazione redatto dalla Stazione appaltante e posto a base di gara, le successive fasi progettuali da sviluppare sono quella definitiva e quella esecutiva in conformità all'art. 23 del D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 e s.m.i.

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 58 di 61

8 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Di seguito si riepiloga la normativa di riferimento relativa alla realizzazione degli interventi previsti:

- D.Lgs. n.50 del 18.04.2016 e s.m.i. – *“Codice dei Contratti pubblici”*;
- D.P.R. n. 207 del 05.10.2010 e s.m.i. – *“Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante “Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE” per la parte ancora vigente*;
- D. MIT 6/2014 – *“Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)”*;
- D.P.R. 11/1959 n. 1363 – *“Approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l’esercizio delle dighe di ritenuta”*;
- D.M. 3/1982 – *“Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento”*;
- D.P.C.M. 2/2004 – *“Indirizzi operativi per la gestione organizzativa e funzionale del sistema di allertamento nazionale e regionale per il rischio idrogeologico ed idraulico ai fini di protezione civile”*;
- LEGGE 28 MAGGIO 2004, N. 139 *“Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 29 marzo 2004, n. 79, recante «Disposizioni urgenti in materia di sicurezza di grandi dighe»*;
- D. MIT 30 giugno 2004 – *“Criteri per la redazione del progetto di gestione degli invasi, ai sensi dell’art. 40, comma 2 del D. Lgs. 152/1999 e successive modifiche ed integrazioni, nel rispetto degli obiettivi di qualità fissati dal medesimo decreto legislativo”*;
- L. R. RAS 10/2007 – *“Norme in materia di progettazione, costruzione, esercizio e vigilanza degli sbarramenti di ritenuta e dei relativi bacini di accumulo di competenza della Regione Sardegna”*;
- D.G.R. RAS 3/2008 – *“Linee guida per la predisposizione dei progetti di gestione degli invasi e per l’esecuzione delle operazioni”*;

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 59 di 61

- D.M. n. 145 del 19.04.2000 e s.m.i. – *“Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici ai sensi dell'articolo 3, comma 5, della legge 11/02/1994 n. 109 e successive modificazioni”*;
- D.P.R. n. 380 del 06.06.2001 – *“Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia”* aggiornato alla Legge n. 134 dd. 07.08.2012;
- D.Lgs. n. 152 del 03.04.2006 e s.m.i. – *“Norme in materia ambientale”*;
- D. Lgs n. 104 del 16/06/2017 – *Attuazione delle Direttive UE 2014/52/UE del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16/04/2014, che modifica la Direttiva 2011/92/UE.*
- D.G.R. 24/23 del 23.04.2008 – *“Direttive per lo svolgimento delle procedure di valutazione di impatto ambientale e di valutazione ambientale strategica”* della Regione Autonoma della Sardegna;
- D.G.R. 32/2 del 21.07.2006 – *“Nuovo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti Revisionato al 2006”* della Regione Autonoma della Sardegna;
- R.D. 25 luglio 1904, n. 523 *“Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”* e ss.mm.ii.;
- R.D. 23 dicembre 1923, n. 3267 *“Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani”* e ss.mm.ii.;
- L. n. 183/1989 *“Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”* e ss.mm.ii.;
- L.R. n. 45/89 *“Norme per l'uso e la tutela del territorio regionale”* e ss.mm.ii.;
- *Piano di Assetto Idrogeologico della Sardegna (P.A.I.)*, redatto ai sensi della legge n. 183/1989 e del D.L. n. 180/1998, e ss.mm.ii., di cui l'ultima versione approvata con Deliberazione della Giunta Regionale, Allegato B n. 43/2 del 27/08/2020.
- *Piano Stralcio delle Fasce Fluviali*;
- *Piano Paesaggistico Regionale* approvato con Del. G.R. n. 36/7 del 05/09/2006 e ss.mm.ii.;
- *Allegato V al Piano Paesaggistico Regionale: Norme Tecniche d'Attuazione al P.P.R.*
- *“Linee guida per l'istruttoria dei progetti preliminari, definitivi ed esecutivi di opere pubbliche del Servizio Idrico Integrato”* emanate dall'Autorità d'Ambito della Sardegna;

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 60 di 61

- Delib. n. 32/2 del 21/07/2006 – “Nuovo Piano Regolatore Generale degli Acquedotti (N.P.R.G.A.)”;
- D. Lgs. n.42 del 22.01.2004 – “Codice dei beni culturali e del paesaggio”
- D.M. n. 161 del 10.08.2012 – “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”;
- D.M. del 17.01.2018 – “Aggiornamento Norme Tecniche per le costruzioni”;
- D.M. del 14.01.2008 – “Norme tecniche per le costruzioni” e s.m.i.;
- D.Lgs. n. 285/1992 “Nuovo Codice della strada” e ss.m.ii.;
- D.P.R. n. 177 del 14.09.2011, “Regolamento recante norme per la qualificazione delle imprese e dei lavoratori autonomi operanti in ambienti sospetti di inquinamento o confinanti, a norma dell’articolo 6, comma 8, lettera g), del D.Lgs. 81/2008 e ss.mm.ii.
- D.P.R. n. 327/2001 “Testo Unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di espropriazione per pubblica utilità” e ss.mm.ii.;
- L.R. n. 23/85 “Norme in materia di controllo dell'attività urbanistico - edilizia, di risanamento urbanistico e di sanatoria di insediamenti ed opere abusive, di snellimento ed accelerazione delle procedure espropriative” e ss.mm.ii.;
- Regolamento edilizio del Comune di Tempio Pausania.
- Norme “UNI” applicabili al caso di specie;

 	Diga di Monti di Deu: Opere di completamento e derivazione CUP I69E18000050006 PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA Relazione generale ed illustrativa	A.01.01
		giugno 2022
		pag. 61 di 61

9 ASPETTI ECONOMICI E FINANZIARI

9.1 *Calcolo sommario della spesa*

Per il calcolo sommario della spesa si è fatto riferimento alle voci di prezzo riportate nel vigente prezzario della Regione Sardegna; per le lavorazioni non presenti nel succitato prezzario si è proceduto con la redazione di specifiche analisi dei prezzi.

Si rimanda al relativo elaborato A.04.02 “*Calcolo sommario della spesa*” del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica.

9.2 *Quadro economico*

Il quadro economico dell'intervento è riportato nell'elaborato A.04.01 “*Calcolo sommario della spesa*” del presente progetto di fattibilità tecnica ed economica.