



Ente Acque della Sardegna
Ente Abbas de Sardigna



DOCUMENTO DI INDIRIZZO DELLA PROGETTAZIONE

ALLEGATO n. 3

AI DISCIPLINARE D'INCARICO PROFESSIONALE

per l'affidamento di incarico per i servizi tecnici di architettura e ingegneria relativi alla progettazione, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione e alla direzione lavori per l'intervento denominato

“Diga Cuga - miglioramento della sicurezza idraulica.”

CUP I29E18000030006



Il Responsabile Unico del Procedimento
Ing. Matteo Hellies

Servizio Dighe

Il Direttore
Ing. Antonio Loche

INDICE

1. PREMESSA	4
2. ANALISI DELLO STATO DI FATTO	5
2.1 Inquadramento	5
2.2 Descrizione sintetica dello sbarramento	5
2.3 Dati principali della diga	7
2.4 Dati principali del serbatoio	7
2.5 Descrizione sintetica del bacino imbrifero dell'invaso	7
2.6 Descrizione sintetica dell'alveo a valle	8
2.7 Descrizione sintetica degli organi di scarico	8
2.8 Descrizione sintetica degli accessi alla diga	10
3. OBIETTIVI GENERALI ED ESIGENZE DA SODDISFARE	10
3.1 Il problema dell'insufficienza del franco idraulico	10
3.2 Studi idrologici	12
3.3 Ipotesi di collaudo nel rispetto del franco alla luce della nota della D.G. Dighe n° 12914 del 31.05.2018	13
4. PRINCIPALI LEGGI E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO	15
5. PRINCIPALI VINCOLI TERRITORIALI ED AMBIENTALI DA RISPETTARE	16
6. PRINCIPALI IMPATTI DELLE OPERE SULLE COMPONENTI AMBIENTALI	16
7. FASI E LIVELLI DA SVILUPPARE	16
8. SISTEMA DI REALIZZAZIONE, FASE DI ESECUZIONE E COLLAUDO DELLE OPERE	17
9. STIMA SOMMARIA DEI COSTI DELLE OPERE	18
10. QUADRO ECONOMICO DI SPESA E LIMITI FINANZIARI DA RISPETTARE	18
11. ALLEGATI	19

1. PREMESSA

Con Deliberazione CIPE n. 25 del 10.08.2016, recante “Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020 – aree tematiche nazionali ed obiettivi strategici – ripartizione ai sensi dell’articolo 1, comma 703, lettere b) e c) della legge n° 150/2014”, sono state individuate 6 aree tematiche di interesse del FSC e sono state ripartite le risorse disponibili. Fra gli altri sono stati finanziati i Piani operativi afferenti all’Area Infrastrutture.

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 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, Direzione Generale per le Dighe e le Infrastrutture Idriche ed Elettriche, Asse Tematico D: Messa in sicurezza del patrimonio infrastrutturale esistente di competenza del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti*, che ammette a finanziamento nell’ambito del Piano Dighe anche la diga del Cuga per un importo di € 500.000,00.

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.

Con Deliberazione CIPE n. 54 del 01.12.2016, recante “Fondo Sviluppo e Coesione 2014-2020 – Ridefinizione del quadro finanziario e programmatico complessivo”, sono state aggiornate le regole di funzionamento del FSC e in particolare è stato esteso il limite temporale dell’articolazione finanziaria delle programmazioni del FSC 2014-2020 all’anno 2025, in luogo del precedente limite riferito all’anno 2023 e stabilito al 31 dicembre 2021 il termine per l’assunzione delle Obbligazioni Giuridicamente Vincolanti (OGV), in luogo del 31 dicembre 2019 già stabilito dalle precedenti delibere n° 25 e n° 26 del 2016.

Con determinazione del Direttore del Servizio Dighe n° 554 del 13.06.2019, sono state attribuite all’Ing. Matteo Hellies, le funzioni di RUP dell’intervento in epigrafe.

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.

Luogo di esecuzione dei lavori comune di **URI** (SS) codice NUTS ITG25.

Con il presente Documento Preliminare alla Progettazione si forniranno in maniera sintetica gli elementi conoscitivi necessari per il progetto di fattibilità, definitivo, e la direzione lavori relativi agli interventi di miglioramento idraulico tesi a garantire il franco idraulico secondo i punti C1 e H delle Norme Tecniche Dighe (NTD) 2014. Ciò richiede l’adeguamento dello scarico di superficie della diga, con trasformazione a soglia libera o con eventuali interventi di riefficientamento dei sistemi di controllo e movimentazione delle paratoie.

2. ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Di seguito si riporta una breve descrizione dei luoghi e dello stato attuale dello sbarramento.

2.1 Inquadramento

La diga del Cuga (40°36'38,55" N, 4°00'07,48" E) ricade dal punto di vista amministrativo nel territorio del comune di Uri (SS).

L'invaso si estende su una superficie di circa 3 km² e si è formato in seguito allo sbarramento del rio omonimo. La superficie drenata dall'invaso del Cuga ammonta a 245 km², di cui 60 direttamente sottesi dalla diga sul Cuga, 145 sottesi dalla diga dell'Alto Temo, a cui è collegata tramite galleria, e 40 drenati dalle opere minori.

2.2 Descrizione sintetica dello sbarramento

La diga del Cuga, alta circa 45 m è stata costruita negli anni '60-'70 con lavori di completamento eseguiti negli anni '90, per realizzare un invaso di circa 35 Mm³ destinato ad uso irriguo e potabile.

Lo sbarramento è del tipo in materiali sciolti costituiti da pietrame e terra, zonato, con nucleo in argilla e limi sabbiosi, con unghia di fondazione in calcestruzzo. Il paramento a monte, lievemente acclive, è rivestito da massi disposti alla rinfusa, mentre il paramento a valle è completamente in terra battuta a pendenza costante interrotta da terrazzamenti. Il rilevato di valle è in pietrame a secco vibrato meccanicamente; tale rilevato poggia su uno strato di muratura in pietrame e calcestruzzo vibrato ed è protetto verso monte da un paramento costituito da lastronature in calcestruzzo cementizio.

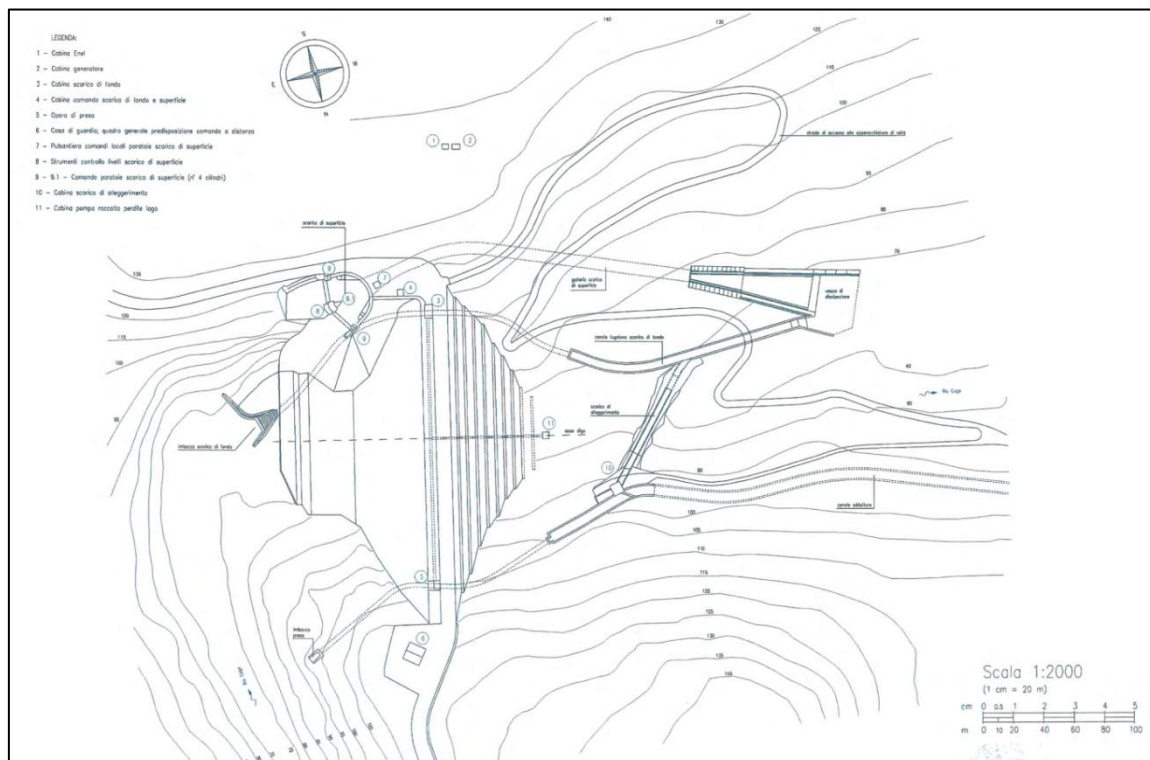
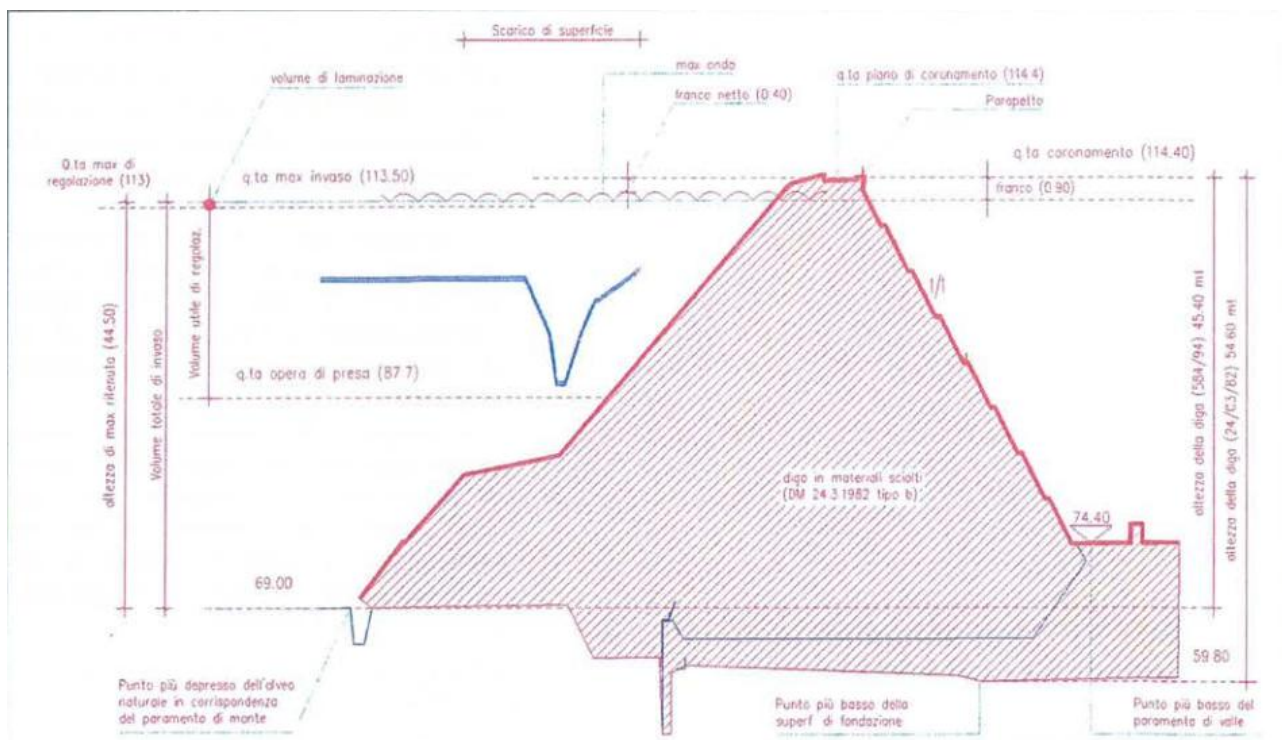
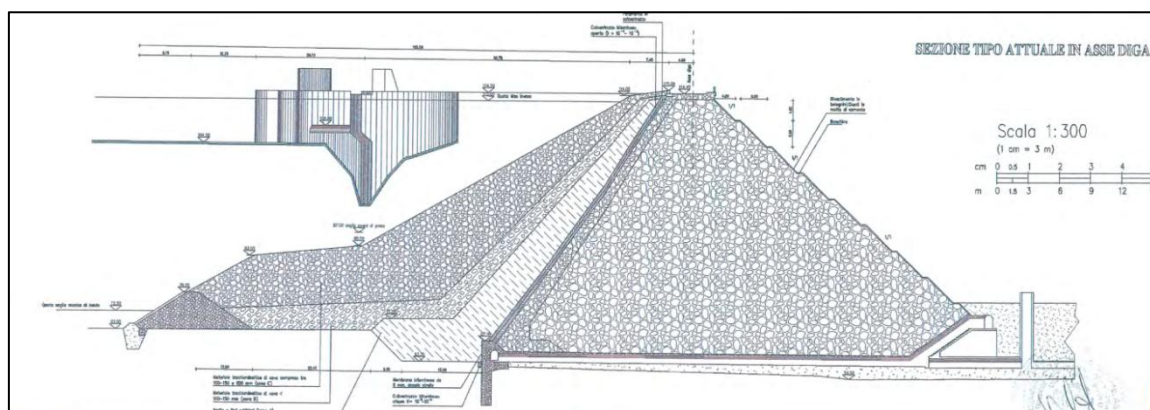


Figura 1: Diga del Cuga, planimetria generale



Il rilevato di monte è formato da un nucleo argilloso impermeabile che assicura la tenuta, seguito da un rilevato in terra con granulometria crescente, sino alla scogliera frangionde. Tra il rilevato di valle e quello di monte è interposto uno strato filtro in conglomerato bituminoso aperto, avente funzione di drenaggio delle eventuali filtrazioni, allo scopo di eliminare le sottopressioni di contatto tra il nucleo argilloso ed il paramento in calcestruzzo del rilevato di valle.

Lungo il coronamento si sviluppa la strada asfaltata di servizio, lungo il cui lato di valle è stata collocata una serie di pilastri in calcestruzzo armato, alti circa 1 m, forniti di piatti di stazione per strumenti topografici allineatori, finalizzati al controllo di eventuali, anche minimi, movimenti orizzontali e verticali del corpo diga. In prossimità della spalla destra si trova la casa del custode con gli uffici di monitoraggio al piano terra



2.3 Dati principali della diga

-	altezza della diga (ai sensi del D.M. 24.03.82)	54,50	m
-	altezza della diga (ai sensi della L. 584/94)	45,40	m
-	altezza di massima ritenuta	44,50	m
-	quota coronamento	114,40	m s.l.m.
-	franco (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.82)	0,90	m
-	franco netto (ai sensi del D.M. n° 44 del 24.03.82)	0,40	m
-	sviluppo del coronamento	219,50	m
-	larghezza del coronamento	3,00	m
-	volume della diga	250.000	m ³
-	Classifica ai sensi del D.M. 24.03.1982	diga in materiali sciolti, zonata, con nucleo di terra per la tenuta (Bb)	

2.4 Dati principali del serbatoio

–	quota di massimo invaso	113,50	m s.l.m.
–	quota massima di regolazione	113,00	m s.l.m.
–	quota minima di regolazione.....	87,70	m s.l.m.
–	superficie dello specchio liquido:		
–	alla quota di massimo invaso	3,25	km ²
–	alla quota massima di regolazione	3,17	km ²
–	alla quota minima di regolazione	0,12	km ²
–	volume totale di invaso (D.M. 24.3.1982)	36,51	Mm ³
–	volume di invaso (L.584/1994)	34,92	Mm ³
–	volume utile di regolazione.....	34,24	Mm ³
–	volume di laminazione	1,59	Mm ³
–	superficie del bacino imbrifero sotteso	60	km ²
–	superficie dei bacini imbriferi allacciati	185	km ²
–	portata di massima piena di progetto	750	m ³ /s

2.5 Descrizione sintetica del bacino imbrifero dell'invaso

Il bacino direttamente sotteso dallo sbarramento sul Rio Cuga a Nuraghe Attentu, comprendente i bacini dello stesso Cuga e del Rio Monte Pedrosu, è impostato su rocce vulcaniche oligo-mioceniche di tipo trachitico, nella parte occidentale più prossima allo sbarramento, e da rocce calcaree, soprastanti stratigraficamente alle trachiti, nella parte orientale del bacino. La morfologia del bacino è di tipo collinare soltanto sul lato meridionale (sinistra idrografica) e orientale (monte), con rilievi che comunque presentano forme dolci ed arrotondate e pendenze sostanzialmente modeste. Il lato settentrionale (destra idrografica) risulta praticamente pianeggiante. Il reticolo idrografico è di tipo sub-dendritico, con aste fluviali che non si sviluppano secondo direzioni corrispondenti a particolari dislocazioni tettoniche. I corsi d'acqua secondari, a regime generalmente sporadico, scorrono

incassati nella roccia soltanto nei tratti più a monte dei rilievi sud-orientali che delimitano il bacino. Il bacino del Cuga è collegato al serbatoio dell'Alto Temo (Monteleone Roccadoria) da una galleria lunga circa 10 km con soglia iniziale a quota 196 m s.l.m., ed utilizza, tramite la galleria stessa ed un sistema di canali a cielo aperto, le acque del Rio Sette Ortas, del Rio Badde de Jana e del Rio S'Olia, (o Rio Giunchi, affluente in destra del Rio Badde de Jana). La rete di canali di distribuzione, potenzialmente in grado di irrigare un comprensorio di circa 22.000 ettari, parte dalla diga del Rio Cuga, la quale rappresenta perciò l'opera cardine del complesso irriguo. La superficie complessivamente drenata dall'invaso del Cuga ammonta a 245 km², di cui 60 direttamente sottesi dalla diga sul Cuga, 145 sottesi dalla diga dell'Alto Temo e 40 drenati dalle opere minori.

2.6 Descrizione sintetica dell'alveo a valle

A valle dello sbarramento, il Rio Cuga prosegue in direzione Est-Ovest dapprima (a valle della confluenza del Rio Badde de baia) con il nome di Rio Su Catala, e poi (a valle della confluenza del Rio Scala Mala) come Rio Serra. Circa 12-13 km a valle della diga, il Rio Serra confluisce nel Rio Barca, che a sua volta sfocia nello stagno di Calich, un bacino salmastro che occupa una superficie di 75 ettari a ridosso della Rada di Alghero.

L'alveo a valle della diga corre lungo un territorio che si presenta abbastanza aperto, con rilievi di pendenza non molto elevata. In un primo tratto di circa 4 km, l'alveo risulta abbastanza incassato tra i rilievi circostanti, e caratterizzato da una pendenza media ancora sensibile, dell'ordine dell'1,1%. Nei successivi 3-3,5 km, fino alla confluenza del Rio Scala Mala, la vallata si apre in destra, e la pendenza media dell'alveo scende intorno allo 0,3%. Più oltre, l'alveo corre in un territorio ormai praticamente pianeggiante.

Il corso e le sponde del Rio Cuga e del Rio Su Catala, nei primi chilometri a valle della diga, sono caratterizzati dalla presenza di una vegetazione spontanea prevalentemente di tipo arbustivo. Non si ravvisa la presenza di situazioni particolari che possano impedire il normale deflusso dell'acqua.

2.7 Descrizione sintetica degli organi di scarico

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 113,50 m s.l.m. (quota di massimo invaso) con paratoia interamente abbattute:

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| - Scarico di superficie | 750,00 m ³ /s |
|-------------------------|--------------------------|

Portata esitata con livello nel serbatoio alla quota 113 m s.l.m. (quota di massima regolazione):

- | | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| - Scarico di fondo | 60,00 m ³ /s |
| - Dalla derivazione irrigua | 12,50 m ³ /s |
| - Dallo scarico di alleggerimento | 45,00 m ³ /s |

Scarico di superficie

In prossimità della spalla in sinistra idraulica si trova il complesso degli sfioratori attrezzati con paratie metalliche, aventi altezza di 5 metri, manovrabili tramite martinetti idraulici. Le due luci sfioranti, ciascuna larga 16 metri, con soglia a 108 m.s.l.m. immettono in un'opera a imbuto che convoglia le acque in una galleria a sezione circolare del diametro di 8 metri, della lunghezza di 181.5 metri.

Questa sbocca a valle in un breve tronco di canale divergente all'aperto entro il quale è ricavata una vasca di dissipazione.

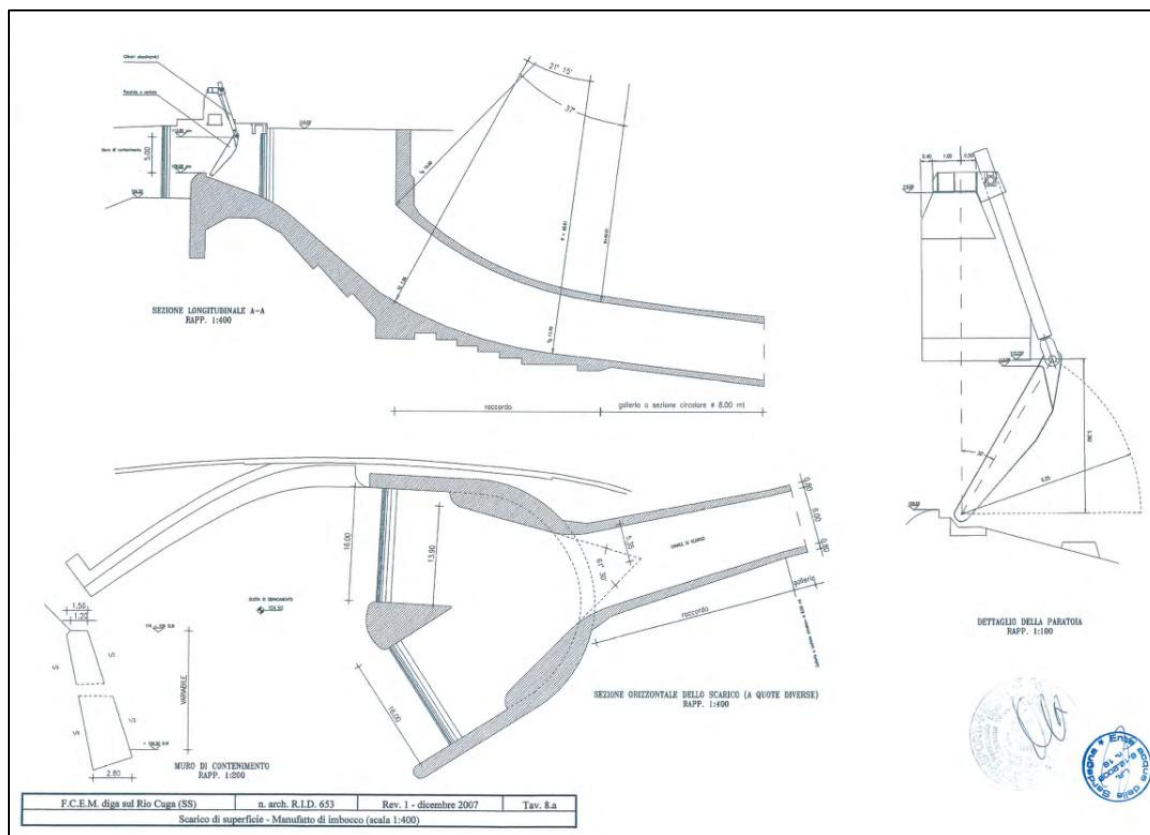


Figura 4; Diga del Cuga, scarico di superficie, manufatto di imbocco

Scarico di fondo

Lo scarico di fondo è costituito da una galleria a sezione circolare lunga circa 270 m con diametro interno pari a 3 metri che sottopassa la spalla sinistra della diga. La galleria, il cui filo inferiore parte da quota 69 m s.l.m., è preceduta da un manufatto di imbocco con soglia a quota 72,5 m s.l.m.; è intercettata da due paratoie piane a strisciamento con luce di 1,60 x 2,00 m a comando oleodinamico disposte in serie nel fondo di un pozzo a cui si accede dal coronamento della diga; sbocca a valle della diga in un canale fagatore a sezione trapezia che, con l'intervento di un gradino terminale, recapita le acque nell'alveo di valle, in prossimità dello sbocco dello scarico di superficie.

Derivazione irrigua e scarico di alleggerimento

L'opera di derivazione irrigua è formata da una galleria a sezione circolare, interamente rivestita in cemento armato, con diametro interno di 2.1 m, che si sviluppa in sponda destra. La galleria è preceduta da un manufatto di imbocco con platea a quota 87,70 m s.l.m. e muri laterali convergenti, munito di griglia e gargami per eventuale panconatura. Come la galleria dello scarico di fondo, anche la galleria di derivazione è intercettata da due paratoie piane a strisciamento con luce di 1,60 x 2,00 m a comando oleodinamico disposte in serie nel fondo di un pozzo a cui si accede dal coronamento della diga. La galleria sbocca a valle in una vasca di calma. Da questa parte il canale principale di irrigazione nonché lo scarico di alleggerimento, costituito da un canale, in parte coperto e in parte a cielo aperto, che mette in comunicazione la vasca di calma con il canale dello scarico di fondo.

2.8 Descrizione sintetica degli accessi alla diga

Alla diga si accede in destra percorrendo una strada di servizio della lunghezza di circa 1300 m che si diparte dalla S.S. 127 bis "Sassari-Alghero", e in sinistra da una seconda strada di servizio della lunghezza di circa 500m in che collega l'opera alla S.P. n° 12 "S.S. 127 bis-Montresta".

Accesso alle varie parti della diga

- Due rampe di scale esterne che corrono a ridosso della diga sia in spalla destra che in spalla sinistra, conducono all'ingresso del cunicolo longitudinale. Da questo si accede, scendendo lungo le rampe di scale interne che corrono nel cunicolo longitudinale, al cunicolo trasversale inferiore.
- L'accesso al cunicolo trasversale inferiore può avvenire anche da valle, attraverso un pozzetto munito di chiusino situato al piede dello sbarramento.
- Dal cunicolo longitudinale si accede direttamente alle camere di manovra sia dell'opera di presa che dello scarico di fondo. Alle due camere di manovra si può anche accedere, tramite scale in acciaio zincato, dalla sommità dei rispettivi pozzi, che risalgono fino al coronamento della diga con dei caselli ove sono ubicati i quadri di comando per le manovre locali.
- Entro il pozzo di manovra dello scarico di fondo, è installato anche un ascensore che collega la camera di manovra delle paratoie al casello situato sul coronamento.

3. OBIETTIVI GENERALI ED ESIGENZE DA SODDISFARE

Gli invasi sperimentali sono iniziati nel 1975, tuttavia non sono state ancora collaudate ai sensi dell'art. 14 del D.P.R. 1363/59, in quanto non è possibile autorizzare la quota di massima regolazione pari a 113,00 m s.l.m., coincidente con la sommità delle paratoie dello scarico di superficie, a causa dell'insufficienza del franco di sicurezza regolamentare.

In assenza di interventi tendenti a ripristinare la piena efficienza del sistema degli scarichi, la gestione del serbatoio è gravata da un provvedimento di limitazione della quota di invaso per motivi di sicurezza.

Allo stato attuale la quota massima autorizzata è pari a 108,00 m s.l.m. (paratoie completamente aperte), a causa sia dell'insufficienza del franco idraulico, sia delle soventi difficoltà riscontrate nella movimentazione delle paratoie.

3.1 Il problema dell'insufficienza del franco idraulico

Tra le diverse problematiche che la diga del Cuga ha posto fin dalla sua realizzazione, permane tutt'oggi irrisolta quella dell'esiguità del franco netto, questione che ha contribuito a dilatare i tempi del collaudo tecnico-funzionale delle opere ai sensi dell'art. 14 del D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363. Il Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione indica in 0,40 m il valore del franco netto, a fronte dei 3,5 m che sarebbero stati richiesti dal D.M. LL.PP. 24 marzo 1982 in vigore al momento della compilazione del F.C.E.M.

Il progetto originale della diga, datato 12 settembre 1955, ebbe il parere favorevole della IV Sezione del Consiglio dei Lavori Pubblici in data 18 novembre 1955, in vigore, quindi, del Regolamento di cui al R.D. 1° ottobre 1931, n. 1370. Questo, in merito alle dighe in muratura a secco, prevedeva: "//

franco del coronamento, da stabilirsi sopra la massima ritenuta possibile, sarà tale da contenere la massima semi-altezza d'onda che può aversi nel lago con margine di sicurezza di almeno un metro".

Il progetto 12 settembre 1955 contemplava uno scarico di superficie in corpo diga con soglia a quota 107 m s.l.m. e altezza di ritenuta delle paratoie pari a 5 metri. Uno sfioratore siffatto, dal punto di vista del franco risultava pienamente rispondente al Regolamento allora in vigore. Ciò in quanto:

- la massima semi-ampiezza d'onda era valutata in 0,5 m,
- il livello di "massima ritenuta possibile", se identificato con la quota massima di regolazione risultava pari a 112 m s.l.m.; se identificato con la quota di massimo invaso risultava di 112,5 m s.l.m.,
- la quota originaria del coronamento della diga era di 114,5 m s.l.m. (oggi scesa a 114,4 m s.l.m. a seguito degli assestamenti intervenuti).

Il franco netto risultava quindi pari a $114,5 - 112,5 - 0,5 = 1,5$ m identificando il livello di massima ritenuta possibile con la quota di massimo invaso, e pari a $114,5 - 112 - 0,5 = 2$ m identificando il livello di massima ritenuta possibile con la quota massima di regolazione. Il progetto di variante del 14 luglio 1959, che prevede lo spostamento fuori corpo diga dello scarico di superficie, contemplò anche l'innalzamento della soglia da quota 107 a quota 108 m s.l.m., e corrispondentemente l'innalzamento da quota 112,5 a quota 113,5 m s.l.m. della quota di massimo invaso. Il progetto fu approvato dal Servizio Nazionale Dighe con nota n. 3048 del 31 ottobre 1959, quindi ancora in vigore del Regolamento di cui al R.D. 10 ottobre 1931, n. 1370 (il nuovo Regolamento, di cui al D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363, sarebbe stato emanato il giorno successivo all'approvazione del progetto, e sarebbe poi stato pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale in data 24 marzo 1960).

Al Regolamento del 1931 lo sfioratore era rispondente anche nella nuova versione, ma solo intendendo come quota di "massima ritenuta possibile" la quota massima di regolazione (113 in s.l.m.). Viceversa, secondo il Regolamento del 1959 la diga non sarebbe stata più a norma. Questo, infatti, prescriveva (art. 41) che per tutte le dighe in materiali sciolti il franco rispetto al livello di massimo invaso non dovesse essere inferiore *"all'altezza della semionda presumibile nel lago aumentata di m 1,5"*. Nel caso in esame si aveva invece $114,5 - 113,5 = 1 \text{ m} < (0,5 + 1,5) \text{ m}$.

Il progetto 15 gennaio 1969 delle opere di completamento e sistemazione dello sbarramento, a firma dell'Ing. Samuele Paolo Algranati, affrontò anche il problema dell'insufficienza del franco e prevede la disposizione, lungo il lato di monte del coronamento, di un muro paraonde con quota di sommità di 115,30 m s.l.m.. È da notare, nella verifica del franco effettuata dall'Ing. Algranati, che l'altezza della lama sfiorante corrispondente alla portata di massima piena viene valutata in 5 metri (anziché in circa 5,5 metri, come risulta dallo studio su modello dello scarico di superficie della diga). Il livello di massimo invaso assunto nel calcolo diventa quindi 113,00 m s.l.m. (coincidente con la quota massima di regolazione), e non 113,50 m s.l.m.

Non risulta, sulla base della documentazione esaminata, che la IV Sezione del Consiglio Superiore dei LL.PP., nel voto n. 2090/69 con il quale approvò, sia pure con alcuni suggerimenti, il progetto 15 gennaio 1969, abbia mosso dei rilievi sull'opportunità di realizzare il muro paraonde: di rilievi in tal senso, infatti, non fa menzione la relazione del progetto delle varianti 24 agosto 1970, né la relazione allegata al certificato di collaudo tecnico-amministrativo, che pure indica i diversi suggerimenti previsti

nel voto della IV Sezione. Cionondimeno, per motivi che ad oggi gli scriventi non sono in grado di chiarire, il muro paraonde non venne realizzato.

Il D. Min. LL.PP. 24 marzo 1982 e, da ultimo, le nuove Norme tecniche sulle dighe di cui al D. Min. II.TT.

26 giugno 2014 hanno previsto ulteriori aggiornamenti riguardo al calcolo del franco. In base al dettato di queste disposizioni, nelle due ipotesi di presenza o assenza di un muro paraonde, il calcolo del franco e della massima altezza idrica raggiungibile nel bacino nel rispetto del franco regolamentare risulta dal prospetto seguente.

	altezza diga (m)	A franco netto (m)	fetch (km)	vento (km/h)	B altezza semionda (m)	C run-up (m)	D sisma (m)	E (=A+B+C+ D) franco (m)	F quota corona- mento (m s.l.m.)	G (=F-E) max quota raggiun- gibile (m s.l.m.)	H (=B+C+D) altezza min muro paraonde (m)
D.M. 24.03.1982	54,50	3,45	3,70	100,00	1,00			4,45	114,40	109,95	
D.M. 24.03.1982 con muro paraonde	54,50	3,45						3,45	114,40	110,95	1,00
NT 2014	45,40	2,31	3,70	100,00	0,51	0,11	0,23	3,16	114,40	111,24	
NT 2014 con muro paraonde	45,40	2,31					0,23	2,54	114,40	111,86	0,85

Tabella 1: massima altezza idrica raggiungibile nel bacino, ipotesi varie

Si osserva come in nessuna delle ipotesi considerate la quota massima di regolazione di progetto (113,00 m s.l.m.) o la quota di massimo invaso di progetto (113,50 m s.l.m.) siano compatibili con il franco regolamentare. Risulta peraltro come le Norme tecniche 2014 siano meno restrittive delle precedenti riguardo al franco richiesto, soprattutto quando si preveda la realizzazione di un muro paraonde di almeno 85 cm di altezza (quello previsto dal progetto 15 gennaio 1969 dell'Ing. Algranati avrebbe avuto un'altezza di 90 cm).

3.2 Studi idrologici

La portata massima di progetto della diga è 750 m³/s. Considerato come la portata di progetto, nel determinare la quota di massimo invaso, direttamente definiva anche il valore del franco, nel 2001 il Servizio Nazionale Dighe richiese che il Concessionario (all'epoca il Consorzio di Bonifica della Nurra) predisponesse "un'ideonea documentazione circa l'effettivo valore del franco netto, aggiornando anche gli studi ideologici sulla base dei dati attualmente disponibili" (nota n. SDI/1584/UCPL del 7.03.2001). Dalla rivalutazione idrologica presentata dal Consorzio in più fasi, con intercorsi pareri del Servizio Idrografico della Sardegna, risultò infine un nuovo valore della portata di progetto pari a 579 m³/s per un tempo di ritorno di 1000 anni.

Nel maggio 2013 la Divisione 7, Ufficio Idraulica, della D.G. Dighe, chiamata a fornire un parere specialistico ai fini dell'adozione, da parte della Direzione, dei provvedimenti necessari per garantire la gestione in sicurezza del serbatoio, redasse uno studio idrologico orientato a verificare d'ufficio il grado di conservatività della portata di piena millenaria di 579 m³/s calcolata dal Gestore in base alle indicazioni del Servizio Idrografico e, nel contempo, a definire un idrogramma da associare alla portata di piena predetta, in modo da poter valutare anche l'effetto di laminazione del serbatoio.

L'idrogramma di pieno millenario derivante dalle valutazioni dell'Ufficio idraulica (UIDR) della D.G. Dighe presenta un valore di picco di 585,15 m³/s nell'ipotesi che il coefficiente di deflusso si assuma pari ad 1, e di 468 m³/s quando il coefficiente di deflusso si assuma pari a 0,8.

Da ultimo, in adempimento a quanto richiesto dalla D.G. Dighe ai sensi dell'art. 4, comma 1, del decreto-legge 29 marzo 2004, n. 79, convertito con legge 28 maggio 2004, n. 139, la Regione Autonoma della Sardegna e l'Ente Acque della Sardegna (ENAS), attuali concessionario e gestore dello sbarramento, commissionarono al DICAAR dell'Università di Cagliari uno studio di rivalutazione idrologica e idraulica, in esito al quale il valore della portata di massima piena risultò sensibilmente ridimensionato. In particolare, per un tempo di ritorno di 1000 anni, la portata di picco risulta pari a circa 360 m³/s.

Tuttavia l'Ufficio idraulica della D.G. Dighe, richiesto di un parere specialistico riguardo allo studio di rivalutazione idrologica e idraulica del DICAAR, con nota n. 5278 del 2.03.2018 ne ha ritenuto le conclusioni non sufficientemente cautelative, e ha confermato la validità dello studio idrologico redatto dallo stesso UIDR nel 2013, sia con riferimento alla portata di piena millenaria che con riferimento all'idrogramma di progetto (adottando quello relativo all'ipotesi di coefficiente di deflusso 0,8). Inoltre, l'UIDR ha suggerito la sostituzione dello scarico di superficie regolato con uno a soglia fissa.

La nota della Divisione 4 della D.G. Dighe n. 12914 del 31.05.2018 ha confermato questa impostazione, sia per quanto attiene alla portata di piena e all'idrogramma di progetto da assumersi a base della progettazione dei previsti interventi di miglioramento della sicurezza idraulica, sia per quanto attiene all'opzione di sostituire lo scarico di superficie regolato con uno a soglia fissa: *"si conferma che, data la tipologia di diga (FCFM - art. 2), la progettazione deve essere indirizzata ad una soluzione che, in coerenza con i punti CI e H.3.3 delle NTD, preveda la modifica dello scarico di superficie da soglia regolata a soglia libera. Si precisa inoltre che l'ipotesi di utilizzare le attuali paratoie a ventola in condizioni di parziale apertura/chiusura non può essere considerata come soluzione ammissibile in via definitiva"*.

3.3 Ipotesi di collaudo nel rispetto del franco alla luce della nota della D.G. Dighe n° 12914 del 31.05.2018

Sulla base delle indicazioni impartite dalla D.G. Dighe nella citata nota n. 12914 del 31.05.2018, la futura e definitiva conformazione dello scarico di superficie della diga del Cuga dovrà essere studiata nel rispetto dei seguenti parametri e condizioni:

- il franco regolamentare, da calcolarsi sulla base delle nuove Norme tecniche sulle dighe di cui al D. Min. II.TT. 26 giugno 2014, è pari 3,16 m in assenza di un muro paraonde, e a 2,54 m quando si realizzi un muro paraonde di altezza minima pari a 85 cm (vedi Tabella 1). Di conseguenza, la quota massima raggiungibile (e dunque il massimo valore ammissibile per la quota di massimo invaso) nelle due ipotesi di assenza o presenza di un muro paraonde è pari, rispettivamente, a 111,24 m s.l.m. o 111,86 m s.l.m.;
- la conformazione dello scarico di superficie dovrà essere modificata prevedendo la realizzazione di una soglia libera, priva di organi di intercettazione;

- il progetto dello scarico superficie, nella sua nuova conformazione, dovrà essere condotto sulla base dello studio idrologico 2013 dell'Ufficio Idraulica della D.G. Dighe nell'ipotesi di coefficiente di deflusso 0,8, sia con riferimento alla portata di piena millenaria (468 m³/s) che con riferimento all'idrogramma di progetto, rappresentato dalla spezzata di coordinate:

tempo (ore)	portata (m ³ /s)	tempo (ore)	portata (m ³ /s)
0	0	9	468
3	58	10	229
4	68	11	110
5	86	12	81
6	191	17	42
7	274	18	31
8	373		

Tabella 2: idrogramma di progetto

Su queste basi, esistono diverse ipotesi alternative su come il collaudo della diga può essere indirizzato e concluso nel rispetto del franco regolamentare:

- collaudo a quota 108 m s.l.m.** (attuale quota di sfioro con paratoie dello scarico di superficie completamente abbattute).

In questa ipotesi, quando si mettesse in conto la portata di picco millenaria derivante dallo studio UIDR 2013 (468 m³/s), il franco di legge sarebbe rispettato, in base alle Norme tecniche 2014, solo quando si realizzasse un muro paraonde.

Quando per l'evacuazione della portata di progetto si tenesse conto del contributo dello scarico di fondo (opzione comunque non prevista nel progetto originario), considerato che in presenza di una quota di monte pari a 108 m s.l.m. lo scarico di fondo è capace di evacuare una portata di 72,55 m³/s, la portata millenaria da evacuarsi con lo sfioratore scenderebbe a circa 395 m³/s. Anche in questo caso il franco sarebbe rispettato solo realizzando un muro paraonde.

Quando però si ragionasse non più in termini di portata di picco, ma di portata laminata, anche senza considerare il contributo dello scarico di fondo la portata massima uscente e la corrispondente quota di massimo invaso si ridurrebbero notevolmente: 160,67 m³/s e 109,95 m s.l.m. rispettivamente. Il franco di legge risulterebbe ampiamente rispettato anche senza muro paraonde.

- collaudo a quota 110 m s.l.m.**

In questa ipotesi, il franco di legge sarebbe rispettato solo quando si realizzasse un muro paraonde. Ulteriori ipotesi potrebbero considerarsi in alternativa alla realizzazione del muro paraonde, come stabilire procedure di gestione che in vista di eventi meteorici intensi prevedano un pre-svaso del bacino. Ad esempio, fissando la quota iniziale di invaso a 108,50 m s.l.m., il franco sarebbe rispettato anche senza muro paraonde. Ancora, si potrebbe assegnare anche allo scarico di fondo l'ufficio di contribuire alla laminazione dell'idrogramma di progetto, sebbene questo non fosse previsto nel progetto originale delle opere.

4. PRINCIPALI LEGGI E NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

La progettazione e realizzazione dell'intervento dovrà avvenire nel rispetto di tutte le leggi, regole e norme vigenti in materia, fra cui in particolare, per quanto applicabili:

- D.Lgs. n. 50/2016 "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE" e ss.mm.ii.;
- DPR n. 207/2010 "Regolamento di esecuzione ed attuazione del D.Lgs. 163/2006" e ss.mm.ii., per quanto ancora in vigore;
- DM 7 marzo 2018, n.49 "Regolamento recante: «Approvazione delle linee guida sulle modalità di svolgimento delle funzioni del direttore dei lavori e del direttore dell'esecuzione»";
- L.R. n. 8/2018 "Nuove norme in materia di contratti pubblici di lavori, servizi e forniture";
- D.Lgs. n. 81/2008 "Attuazione dell'art. 1 L. 123/2007 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro" e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. n. 152/2006 "Norme in materia ambientale" e ss.mm.ii.;
- D.Lgs. n. 42/2004 "Codice dei beni culturali e del paesaggio" e ss.mm.ii.;
- D.P.C.M. 12/12/2005 "Individuazione della documentazione necessaria alla verifica della compatibilità paesaggistica degli interventi proposti, ai sensi dell'art. 146 comma 3 del Codice dei beni culturali e del paesaggio" e ss.mm.ii.;
- D.M. 17/01/2018: "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»";
- D.M. 26/06/2014: "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione degli sbarramenti di ritenuta (dighe e traverse)";
- D.P.R. 1° novembre 1959, n. 1363 "Approvazione del regolamento per la compilazione dei progetti, la costruzione e l'esercizio delle dighe di ritenuta";
- Decreto Min. LL.PP. 24 marzo 1982 "Norme tecniche per la progettazione e la costruzione delle dighe di sbarramento";
- Legge 21 ottobre 1994, n. 584 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 8 agosto 1994, n. 507, recante: «Misure urgenti in materia di dighe»;
- 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»;
- R.D. 25 luglio 1904, n. 523 "Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie" e ss.mm.ii.;

Inoltre, in relazione agli interventi da eseguire si reputa necessario che vengano osservate tutte le ulteriori norme, normative tecniche, regolamenti, istruzioni:

- inerenti la sicurezza sui luoghi di lavoro;
- inerenti gli impianti tecnologici da installare o già presenti;
- inerenti le normative CEI – UNI - CNR;
- inerenti la sicurezza dei cantieri;

5. PRINCIPALI VINCOLI TERRITORIALI ED AMBIENTALI DA RISPETTARE

Si riporta di seguito un elenco non esaustivo e oggetto di approfondimento da parte dell'Affidatario, della vincolistica riguardante le aree interessate dagli interventi:

- Piano di Tutela delle Acque (art. 44 D.lgs 152/99 e s.m.i.- art. 2 L.R.14/2000- Dir.200/60//CE), piano stralcio di settore del Piano di Bacino Regionale della Sardegna ai sensi dell'art.17 comma 6 –ter della legge n.183 del 1989 e s.m.i..
- Piano paesaggistico Regionale (P.P.R.) strumento di pianificazione regionale ai sensi dell'art. 135 del decreto legislativo 22gennaio 2004 n.42.
- Piano di assetto idrogeologico (PAI) redatto ai sensi del comma ter dell'art.17della legge 18 maggio 1989 n.183 e successive modificazioni, adottato con Delibera della Giunta Regionale n. 22/46 del 21/07/2003 e approvato con Delibera n.54/33 del 30.12.2004.
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (P. S. F. F.) redatto ai sensi dell'art. 17, comma 6 della legge 19 maggio 1989 n. 183;
- Piano di gestione del Rischio Alluvioni- Regione Sardegna;

6. PRINCIPALI IMPATTI DELLE OPERE SULLE COMPONENTI AMBIENTALI

Considerato che i lavori si svilupperanno prevalentemente sul corpo della diga, su aree molto prossime allo sbarramento e sulla viabilità già esistente, si può valutare che nella fase di realizzazione dei lavori, i principali impatti prevedibili sul contesto delle componenti ambientali sono:

- la polvere sollevata dal vento nei siti dei lavori e quella sollevata dal transito dei mezzi sulla viabilità di cantiere;
- il rumore connesso al transito dei mezzi di trasporto dei materiali e dei mezzi d'opera (escavatori, autocarri, ecc.);
- le emissioni in atmosfera da parte dei motori dei veicoli e dei mezzi d'opera impiegati;
- la perturbazione locale degli ecosistemi e l'allontanamento temporaneo della fauna a causa del disturbo diretto e indiretto;
- il possibile inquinamento del suolo, sottosuolo e acque, in caso di sversamenti accidentali di materiali quali carburanti, lubrificanti, olii idraulici, ecc.

Con riferimento alla situazione di regime a lavori realizzati, si avrà rispetto alla situazione attuale una variazione pressoché nulla dell'impatto sul contesto ambientale.

7. FASI E LIVELLI DA SVILUPPARE

La progettazione. per le fasi di progetto di fattibilità tecnico economica, progettazione definitiva e progettazione esecutiva, il coordinamento della sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione, comprensivo del piano di sicurezza, e la direzione lavori, dovrà essere sviluppata da professionisti esterni all'ENAS appositamente incaricati tramite procedura negoziata.

Si ritiene opportuno vista la tipologia e le dimensioni delle opere, ai sensi dell'art. 23 comma 4, sviluppare tutti e tre i livelli di progettazione (progetto di fattibilità tecnica economica, progettazione definitiva, progettazione esecutiva).

In tal modo, è sicuramente garantito il livello di approfondimento necessario, che consente la definizione e l'identificazione di ogni elemento progettuale in forma, tipologia, dimensione, prezzo, qualità, a livello tale da poter procedere alla realizzazione dell'opera.

Gli elaborati di cui dovrà essere composta ogni singola fase progettuale sono definiti all'art.6 – DESCRIZIONE DEI SERVIZI del Disciplinare di incarico professionale dell'intervento in questione, che è da intendersi qui integralmente richiamato.

Tutti i livelli progettuali dovranno essere sottoposti a verifica, in ottemperanza a quanto disposto dall'art. 26 del Codice dei contratti pubblici e dall'art. 20 comma 1 della L.R. n. 8/2018.

L'Amministrazione si riserva la facoltà di richiedere tutti quegli altri elaborati che ritenesse necessari al fine dell'approvazione delle opere del progetto. A tal fine le tavole da allegare saranno stabilite con ulteriore disposizione del Responsabile del Procedimento.

L'affidatario è tenuto ad apportare agli elaborati progettuali di sua competenza, anche dopo l'elaborazione, consegna ed adozione degli stessi da parte dell'ENAS, tutte le modifiche ed integrazioni richieste dall'ENAS in quanto oggettivamente motivate, o che risultino necessarie per l'ottenimento di tutte le approvazioni e/o nulla osta previsti per legge, senza che ciò dia diritto a speciali e/o maggiori compensi.

La verifica del progetto ai sensi dell'art.26 comma 6 lettera d) del D.Lgs 50/2016 sarà realizzata dal RUP o eventualmente da soggetti esterni all'uopo incaricati.

La validazione del progetto, ai fini dell'appalto dei lavori, verrà effettuata dal Responsabile del procedimento ai sensi dell'art. 26 comma 8 del D.Lgs. n.50/2016.

Lo svolgimento del ruolo di coordinatore per la sicurezza in fase di progettazione ed esecuzione (art. 91 e 92 TUS) da parte dell'Affidatario dovrà avvenire nel pieno rispetto di quanto previsto dal TUS e dalle altre leggi e norme applicabili e secondo le indicazioni contenute al punto 6.4 – Coordinamento della sicurezza in progettazione dell'art.6 del predetto disciplinare d'incarico.

Lo svolgimento della direzione lavori (art. 101 del Codice) da parte dell'Affidatario dovrà avvenire nel pieno rispetto di quanto previsto dal Codice e dalle altre leggi e norme applicabili e secondo le indicazioni contenute al punto 6.5 – Direzione lavori dell'art.6 del predetto disciplinare d'incarico.

Per le modalità esecutive delle prestazioni relative alla progettazione, al coordinamento della sicurezza in fase di progettazione e alla direzione lavori si rimanda all'art.7 – Modalità esecutiva delle prestazioni del Disciplinare di incarico professionale dell'intervento in questione.

Tutti gli articoli del Disciplinare di incarico professionale dell'intervento precedentemente richiamati sono da intendersi qui integralmente riportati.

8. SISTEMA DI REALIZZAZIONE, FASE DI ESECUZIONE E COLLAUDO DELLE OPERE

Ai sensi del D.M. 17/01/2018 Capitolo 9 è previsto il collaudo statico delle strutture e ai sensi dell'art. 102 comma 2 del Codice è previsto il collaudo tecnico-amministrativo delle opere emesso non oltre sei mesi dalla data di ultimazione delle prestazioni oggetto del contratto.

Ai sensi del D.P.R. n.1363/59 l'esecuzione delle opere potrà essere supervisionata da un Assistente Governativo nominato dal MIT.

9. STIMA SOMMARIA DEI COSTI DELLE OPERE

Si riporta la stima del costo complessivo delle opere, suddiviso nei vari interventi, basata sui prezzi definiti dal vigente prezziario della Regione Autonoma della Sardegna anno 2018 e su stime sommarie delle quantità di lavorazioni necessarie per la realizzazione.

	Descrizione	Importi Lavori (€)	Oneri Sicurezza (€)	Sommano. (€)	Categoria lavori DM17/06/16
1	Intervento di miglioramento della sicurezza idraulica	330.000	25.000	355.000	S05

Si precisa che la predetta stima sommaria è fornita all'Affidatario con il solo fine di fornire un quadro preliminare degli importi delle singole opere in cui è suddivisa la realizzazione dell'intervento e quindi soggetta a possibili variazioni a seguito dei successivi approfondimenti progettuali.

Rimane ad esclusivo carico dell'Affidatario e sotto la sua completa responsabilità l'onere di predisporre le successive stime e valutazioni economiche delle opere progettate da approfondire secondo il livello di sviluppo del progetto.

Si precisa inoltre che ai sensi dell'art. 22 della L.R. 13/03/2018 n. 8 e ai sensi del D.lgs. 50/2016 l'Affidatario è tenuto ad eseguire le valutazioni economiche sulla base del prezziario della regione Sardegna in vigore al momento della redazione del progetto.

Nel caso in cui non esistano voci relative alle lavorazioni previste in progetto o quelle presenti, per giustificati motivi, non siano pertinenti, l'Affidatario, previa autorizzazione, può utilizzare prezzi derivati da analisi basate sulla metodologia e per quanto possibile sui costi elementari del prezziario regionale, in mancanza di costi elementari pertinenti l'Affidatario potrà basarsi su indagini di mercato.

10. QUADRO ECONOMICO DI SPESA E LIMITI FINANZIARI DA RISPETTARE

Il limite di spesa da rispettare è pari a 500.000,00 € + IVA, orientativamente così suddiviso:

A LAVORI

A1	Importo Lavori	345.000,00 €
A2	Sicurezza	25.000,00 €
Sommano		370.000,00 €

B SPESE A DISPOSIZIONE DELLA AMMINISTRAZIONE

B1	Spese Tecniche	82.943,22 €
B2	Incentivo art. 133 D.Lgs. 50/2016	7.400,00 €
B3	Spese per polizze	1.000,46 €
B4	Spese generali	14.431,78 €
B5	Accordo Bonario	10.000,00 €
B6	Oneri pubblicazioni e aggiudicazioni	1.000,00 €
B7	Verifiche tecniche e accertamenti	3.000,00 €
B8	Imprevisti	10.000,00 €
B9	Contributo AVCP	225,00 €
Sommano		130.000,00 €

Totale A+B		500.000,00 €
C1	IVA sui lavori	81.400,00 €
C2	IVA su spese tecniche	28.600,00 €
Sommano		110.000,00 €

11. ALLEGATI

Documentazione messa a disposizione per la valutazione dell'incarico professionale:

1. Verbale della 1° visita di collaudo, svoltasi in data 05/06/2018
2. Allegato 1 alla 1° visita di collaudo: relazione monografica "Le opere, la strumentazione, gli invasi sperimentali, gli studi idrologici, il problema del franco regolamentare".
3. Allegato 4 alla 1° visita di collaudo: "Planimetrie"
4. Foglio di condizioni per l'esercizio e la manutenzione.
5. elaborati grafici in formato vettoriale editabile DWG/DXF

IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO

(Ing. Matteo Hellies)