

“TACCU SA PRUNA”

Impianto di accumulo idroelettrico mediante pompaggio
ad alta flessibilità

Comune di Esterzili (SU)

COMMITTENTE



PROGETTAZIONE

STRATEGIES FOR WATER



Progettisti: Ing. Luigi Lorenzo Papetti

**Misure di reinserimento e recupero ambientale a fine vita
utile impianto**



REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	PRIMA EMISSIONE	15/06/2022	E. Marchesi	C. Pasqua	L. Papetti
Codice commessa: 1351		Codifica documento: 1351-A-FN-R-03-0			

INDICE

1	INTRODUZIONE	3
2	INTERVENTI DI REINSERIMENTO/RECUPERO DELLE OPERE AL TERMINE DELLA CONCESSIONE DI ESERCIZIO	4
2.1	Considerazioni generali	4
2.2	Opera di presa di valle	4
2.3	Pozzo paratoie	5
2.4	Centrale in caverna	5
2.5	Sottostazione elettrica in caverna	5
2.6	Pozzo piezometrico	5
2.7	Gallerie d'accesso	5
2.8	Opera di presa di monte	6
2.9	Vie d'acqua	6
2.10	Drenaggio dello sfioratore di superficie	6
2.11	Opere di utenza	6
3	INTERVENTI DI RECUPERO E REINSERIMENTO AMBIENTALE DELLE OPERE AL TERMINE DELLA CONCESSIONE DI ESERCIZIO	8
3.1	Considerazioni generali	8
3.2	Bacino di monte	8
3.2.1	Opzione 1: abbattimento del bacino	8
3.2.2	Opzione 2: riconversione del bacino come riserve idrica	8
3.2.3	Opzione 3: riconversione del bacino vuoto per altri scopi	9
3.3	Recupero della viabilità adeguata	9
4	TIPOLOGIA DI MATERIALI – SMALTIMENTI E RECUPERO	10
5	COMPUTO METRICO MISURE DI REINSERIMENTO/RECUPERO	11
6	CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI REINSERIMENTO/RECUPERO	11

1 INTRODUZIONE

L'articolo 12 del Decreto Legislativo n°387 del 29/12/2003 riporta come "la costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili (...), nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, ivi inclusi gli interventi, anche consistenti in demolizione di manufatti o in interventi di ripristino ambientale, occorrenti per la riqualificazione delle aree di insediamento degli impianti, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o dalle province delegate dalla regione (...). Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato e deve contenere l'obbligo alla rimessa in pristino dello stato dei luoghi a carico del soggetto esercente a seguito della dismissione dell'impianto o, per gli impianti idroelettrici, l'obbligo alla esecuzione di misure di reinserimento e recupero ambientale".

Il presente documento è redatto al fine di soddisfare le richieste del sopracitato articolo, definendo quindi il piano di recupero e di reinserimento ambientale relativi all'impianto di accumulo idroelettrico "Taccu sa Pruna", da realizzarsi tra l'esistente invaso di Nuraghe Arrubiu e un bacino di nuova costruzione in località "Taccu Sa Pruna", nel comune di Esterzili (SU), in caso di termine, decadenza o rinuncia della concessione.

Le valutazioni su metodologie di reinserimento e/o recupero sono state effettuate ipotizzando che, al termine della concessione, nel caso in cui non siano verificate le condizioni per una prosecuzione della stessa, le opere e le strutture caratterizzanti l'impianto idroelettrico siano in buono stato. Questa ipotesi è solitamente verificata negli impianti idroelettrici correttamente dimensionati e gestiti, la cui vita utile è ben superiore alla normale durata di una concessione (tipicamente 30 anni); basti pensare alla presenza sul territorio italiano di numerosi impianti costruiti più di 100 anni fa, che si presentano attualmente in ottimo stato.

Pertanto, sono state suddivise le opere in due principali categorie: quelle che potenzialmente potranno avere un ulteriore pubblico impiego (una volta riqualificate e rese riutilizzabili) e quelle per cui invece si prevede il fine vita, con conseguente dismissione, chiusura e messa in sicurezza.

Qualora si dovesse dismettere l'impianto, sarà opportuno valutare nuovamente la suddivisione delle opere nelle due sopracitate categorie, anche a seguito del possibile modificarsi delle condizioni generali territoriali, delle valutazioni delle Autorità competenti e degli eventuali stakeholders coinvolti.

Per i dettagli relativi alle opere oggetto del presente piano di reinserimento e recupero, si rimanda alla *Relazione Tecnica Particolareggiata* (elaborato 1351-A-FN-R-01-0).

2 INTERVENTI DI REINSERIMENTO/RECUPERO DELLE OPERE AL TERMINE DELLA CONCESSIONE DI ESERCIZIO

2.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Le opere realizzate, vista la loro natura e posizione, risultano spesso facilitare le operazioni di recupero ambientale e/o reinserimento; la maggior parte è infatti sotterranea, quindi non visibile dalla superficie e poco impattante a livello paesaggistico e ambientale. Si sottolinea come questo sia possibile grazie alle scelte fatte in fase progettuale; importanti sforzi sono stati intrapresi al fine di realizzare tutte le componenti dell'impianto di Taccu Sa Pruna in contesti e posizioni che comportassero il minor impatto ambientale, studiando quindi il territorio ed i suoi vincoli, il suolo con le sue caratteristiche e materiali costituenti.

In primis si procederà a smantellare e rimuovere tutte le componenti impiantistiche presenti nei vari locali tecnici e camere, così come le apparecchiature idrauliche (i.e., paratoie, gruppi ternari, meccanismi di movimentazione).

La maggior parte del lavoro si concentrerà nella rimozione dei quadri elettrici, apparecchiature di controllo, impiantistica ausiliaria, carroponte, etc., presenti in centrale. Il tutto avverrà grazie al lavoro di tecnici specializzati.

Una volta conclusa la fase di svuotamento delle varie zone dell'impianto, si deciderà come trattare tutte quelle opere che si presume non possano avere un riutilizzo futuro. Nei seguenti paragrafi con il termine "dismissione" si descriverà la procedura di definitiva chiusura e messa in sicurezza di tutti quei locali, condotte, costruzioni, etc. che si pensa non possano avere un successivo utilizzo pubblico: verranno chiusi, sigillati, resi inaccessibili e quindi non pericolosi e/o danneggiabili.

Tutti i processi di reinserimento seguono la logica dell'introdurre il minore effetto negativo possibile per l'ambiente circostante. È facile intuire come per elementi ancorati nel sottosuolo (i.e., opere di sostegno delle opere sotterranee, condotta forzata metallica intasata con calcestruzzo) la soluzione meno impattante sia la chiusura e la messa in sicurezza rispetto alla rimozione, la quale non potrebbe prescindere da importanti scavi, lavori, movimentazioni e modifiche del terreno.

2.2 OPERA DI PRESA DI VALLE

Seguendo il principio di minor impatto ambientale introdotto nel § 2, non si prevedono interventi mirati sull'opera di presa di valle. Quest'opera è infatti sempre immersa e normalmente non visibile dall'esterno: può essere visibile solo quando il livello dell'invaso è inferiore a 241 m s.l.m. In base alla Figura 5 riportata nella *Relazione Tecnica Particolareggiata* (elaborato 1351-A-FN-R-01-0), questa quota è associata ad un volume invasato di circa 120 milioni di m³; in base alle Figure 2, 3 e 4 della medesima relazione, il volume invasato è sempre stato superiore a 120 milioni m³ negli ultimi 20 anni: pertanto, ci si attende che l'opera di presa di valle non sarà visibile se non in periodi di particolare siccità (o di eventuali limitazioni dell'invaso).

Il tratto di galleria idraulica compresa tra l'opera di presa ed il pozzo paratoie sarà lasciata intatta.

2.3 POZZO PARATOIE

Per il pozzo paratoie si prevede un'iniziale attività di ispezione mirata a valutare lo stato di consistenza del pozzo in calcestruzzo armato e di esecuzione di eventuali interventi di messa in sicurezza ritenuti necessari. Successivamente, è prevista la completa rimozione delle componenti ed apparecchiature elettriche, meccaniche, elettromeccaniche, ad eccezione delle paratoie.

Lasciando la paratoia come cassero a perdere, sarà realizzato un getto massiccio in calcestruzzo armato (avente uno spessore indicativo di 2÷3 m) sul lato rivolto verso la centrale.

2.4 CENTRALE IN CAVERNA

Come anticipato al § 2.1 si procederà alla completa rimozione delle componenti ed apparecchiature elettriche, meccaniche, elettromeccaniche, idrauliche presenti nella caverna in cui sono. È consigliato prelevare anche tutte le parti delle strutture rimovibili, come ad esempio mensole, piani metallici, strutture, impalcature, etc.

2.5 SOTTOSTAZIONE ELETTRICA IN CAVERNA

Come anticipato al § 2.1 si procederà alla completa rimozione delle componenti ed apparecchiature elettriche, meccaniche, elettromeccaniche, idrauliche presenti nella caverna in cui sono. È consigliato smantellare anche tutte le parti delle strutture rimovibili, come ad esempio mensole, piani metallici, strutture, impalcature, etc.

2.6 POZZO PIEZOMETRICO

Per il pozzo piezometrico si prevede un'iniziale attività di ispezione mirata a valutare lo stato di consistenza del pozzo in calcestruzzo armato e di esecuzione di eventuali interventi di messa in sicurezza ritenuti necessari.

2.7 GALLERIE D'ACCESSO

Nelle gallerie d'accesso saranno rimosse le condotte ed i cavidotti in esse alloggiati, si effettuerà un'ispezione per valutare se sia necessario eseguire interventi di messa in sicurezza della stessa, a cui seguirà l'esecuzione di tali attività. Al termine di questa operazione si procederà ad una completa sigillatura del portale prossimo all'invaso di Nuraghe Arrubiu mediante il getto di una parete in calcestruzzo armato avente uno spessore di 2 m.

Rimarrà inalterato il piazzale presente all'imbocco della galleria d'accesso alla centrale, che potrà essere utilizzato come area di sosta. Nel caso sia ritenuto necessario dalle autorità competenti, si potrà anche procedere con una parziale risistemazione del profilo originario del terreno apportando in sito materiale adeguato per una sistemazione del terreno in piena sicurezza.

2.8 OPERA DI PRESA DI MONTE

La sommità del pozzo sarà sigillata, ed al di sopra di essa verrà depositato ed opportunamente compattato del terreno vegetale per almeno 1,5 m di spessore, rendendo dunque possibile sia l'abbattimento del bacino (§ 3.2.1) che la sua riconversione (§ 3.2.2 e § 3.2.3).

Nel caso in cui venga prevista l'abbattimento del bacino di monte (§ 3.2.1), prima di sigillare la sommità del pozzo, potrà essere possibile intasare il pozzo della condotta forzata e la caverna posta alla sua base con materiale di risulta (inerte) derivante dalla demolizione del bacino di monte. In tal caso, sarà prima necessario accedere alla caverna che contiene la biforcazione della condotta forzata (tramite la centrale in caverna) e, dopo aver rimosso le virole metalliche del vertice altimetrico, realizzare un setto in calcestruzzo armato avente spessore di 2 m in corrispondenza dell'accesso a tale caverna.

2.9 VIE D'ACQUA

In seguito alla definizione di tutti gli interventi riportati nei capitoli precedenti, tutti i possibili accessi alle vie d'acqua risultano sigillati e il terreno circostante reinserito nel contesto paesaggistico-naturale *ante operam*. Non è necessario rimuovere la condotta forzata e le gallerie idrauliche, sempre in considerazione di voler privilegiare l'intervento meno impattante.

2.10 DRENAGGIO DELLO SFIORATORE DI SUPERFICIE

Sia le opere fuori terra sia il tratto interrato del canale di drenaggio dello sfioratore saranno demolite e conferite in discarica. Dopodiché si procederà alla stesa di terreno vegetale in modo da riportare l'area interessata da questo elemento alla condizione *ante operam*.

2.11 OPERE DI UTENZA

Prima di iniziare i lavori in argomento verrà accertata con ogni cura la natura, lo stato ed il sistema costruttivo delle opere da demolire, disfare o rimuovere, al fine di affrontare con tempestività ed adeguatezza di mezzi ogni evenienza che possa comunque presentarsi. Salvo diversa prescrizione, sarà disposta la tecnica più idonea, le opere provvisorie, i mezzi d'opera, i macchinari e l'impiego del personale.

Tutti i materiali provenienti dalle operazioni in argomento, ove non diversamente specificato in altre parti del progetto o disposto diversamente dalla Direzione dei Lavori mediante ordine di servizio, saranno selezionati, puliti, trasportati ed immagazzinati nei depositi od accatastamento nelle aree che fisserà la Direzione dei Lavori, dei materiali utilizzabili ed il trasporto a rifiuto, a qualunque distanza, dei materiali di scarto secondo le disposizioni specifiche di legge.

L'impianto in progetto dovrà perciò essere completamente smantellato alla fine della sua vita utile, nel rispetto delle norme di sicurezza presenti e future, attraverso una sequenza di fasi operative che sinteticamente sono riportate di seguito:

- Disconnessione dell'intero impianto dalla rete elettrica

- Smantellamento della SU 13,8/380 kV
- Recupero linea AT interrata
- Recupero linea AT aerea
- Recupero stazione di transizione aereo/cavo
- Ripristino delle aree di passaggio del cavo AT

Le strade esistenti adattate alla fase di cantiere e ripristinate in fase di esercizio, non saranno smantellate.

Le operazioni di smontaggio verranno completate con il trasporto di tutte le apparecchiature elettromeccaniche dismesse presso la sede della Committente. Le parti metalliche ed in plastica verranno conferite poi ad un impianto di recupero secondo le normative vigenti. Le linee elettriche e tutti gli apparati elettrici e meccanici della sottostazione saranno completamente rimossi. Le modalità del recupero e l'indicazione dell'impianto saranno segnalate dalla proponente all'atto della dismissione.

3 INTERVENTI DI RECUPERO E REINSERIMENTO AMBIENTALE DELLE OPERE AL TERMINE DELLA CONCESSIONE DI ESERCIZIO

3.1 CONSIDERAZIONI GENERALI

Per tutte le parti d'impianto, opere e locali non citate nel § 2 si descrivono nel seguente paragrafo le procedure di recupero e reinserimento ambientale previste al termine della concessione di esercizio.

Per queste opere, vista la posizione ed il potenziale riutilizzo, non è stata predisposta la chiusura e messa in sicurezza; questo significa che un nuovo utilizzo pubblico è previsto e consigliato, così da ridurre l'impatto globale della dismissione dell'impianto e consegnare alla comunità questi beni.

In particolare, il bacino di monte è l'opera più significativa a livello visivo e ambientale di tutto l'impianto. Nel capitolo seguente saranno valutate le due alternative principali: il completo abbattimento o la riconversione per altri scopi.

3.2 BACINO DI MONTE

3.2.1 OPZIONE 1: ABBATTIMENTO DEL BACINO

Questa opzione è certamente la più onerosa, data la complessità delle operazioni ed i volumi di materiali da movimentare.

In fase di ripristino ambientale dell'area, dopo aver svuotato completamente l'invaso, si procederà in primo luogo a rimuovere l'impermeabilizzazione realizzata tramite geocomposito.

L'elemento più significativo di cui si dovrà predisporre l'abbattimento è la diga in materiali sciolti, nonché il materiale sciolto allocato sul paramento esterno della diga come mascheramento morfologico. In questo documento non si approfondisce la metodologia di smantellamento, operazione vivamente sconsigliata, complessa e delicata, e soggetto ad una valutazione che sarà necessariamente affrontata in fase di eventuale dismissione. È certamente preferita una soluzione di riconversione del bacino a supporto delle attività locali.

3.2.2 OPZIONE 2: RICONVERSIONE DEL BACINO COME RISERVE IDRICA

Previa l'adozione di opportune di messa in sicurezza, il bacino di monte potrebbe essere convertito a riserva idrica. Tale riutilizzo può contemplare diversi scopi, fra cui: i) antincendio; ii) agricoli; iii) pesca sportiva; iv) itticoltura.

Per permettere di realizzare quanto proposto, non sarebbe più necessario prevedere interventi di dismissione relativi all'opera di presa di valle (§ 2.2), all'opera di presa di monte (§ 2.8), al drenaggio dello sfioratore di superficie (§ 2.10).

Per poter trasferire acqua dall'invaso di Nuraghe Arrubiu al bacino di monte (Taccu Sa Pruna), sarà necessario installare opportune pompe all'interno della centrale in caverna (in sostituzione dei gruppi ternari, che saranno rimossi). Numero, dimensioni e potenze saranno da definire in funzione dei diversi parametri che caratterizzeranno l'eventuale gestione della riserva (i.e., il tempo minimo di riempimento del bacino di monte).

All'interno della centrale dovranno essere garantiti i servizi strettamente necessari per il sistema di pompaggio (e.g., illuminazione, ventilazione, carriponte etc.) affinché l'utilizzo del sistema di pompaggio possa avvenire in piena sicurezza.

3.2.3 OPZIONE 3: RICONVERSIONE DEL BACINO VUOTO PER ALTRI SCOPI

Un'ulteriore possibilità di utilizzo consiste nel riutilizzare il bacino vuoto (che a differenza della sopracitata "Opzione 2" prevede tutti gli interventi di dismissione riportati al § 2). Tale soluzione, avente minori costi, potrebbe fornire al comune di Esterzili la possibilità di utilizzare questo bacino per altri scopi, dopo opportune misure di messa in sicurezza (differenti in funzione del nuovo scopo a cui destinare il bacino).

Possono essere quindi degne di valutazione le seguenti ipotesi di riutilizzo: realizzazione di un parco acquatico (piscine, scivoli e giochi d'acqua) integrato con un parco attrezzato, con presenza di campi sportivi (calcio, pallacanestro, pallavolo, tennis, atletica, etc.), eventualmente ricavando degli spalti sui paramenti interni del bacino, aree pic-nic e parco giochi per bambini.

3.3 RECUPERO DELLA VIABILITÀ ADEGUATA

L'accesso alle diverse parti e luoghi dell'impianto è stato possibile grazie all'adeguamento e miglioramento della viabilità esistente, così da assicurare un transito sicuro ai mezzi di cantiere. Si fa ulteriormente presente che, durante la fase di progettazione dell'impianto, si è tenuto conto della viabilità esistente e della lunghezza dei tratti da adeguare e migliorare, secondo il principio di minor impatto ambientale che ha accompagnato tutto il progetto.

Pertanto è previsto di mantenere questi tratti di viabilità inalterata, andando solo a sanare eventuali problemi o danni dati dal suo normale utilizzo e normale deperimento.

4 TIPOLOGIA DI MATERIALI – SMALTIMENTI E RECUPERO

Come riportato nei precedenti paragrafi è prevista, per i materiali e componenti utilizzati nella realizzazione dell'impianto di Taccu Sa Pruna, una rimozione (e.g., abbattimento opere civili, apparecchiature elettriche, idrauliche, oleodinamiche, etc.), un riutilizzo in sito (per i terreni costituenti la diga, necessari a rimodellare il terreno) o una chiusura e messa in sicurezza (essenzialmente per le opere sotterranee).

Per quanto riguarda i materiali e componenti rimossi si prevede una selezione e differenziazione, come previsto dal D.Lgs. n. 152/2006 e s.m.i., al fine di procedere ad un corretto riciclo, riutilizzo in altri impianti, invio ad impianti di smaltimento autorizzati.

Non sono previste misure di mitigazione ambientale o di risanamento del sito in quanto l'impianto idroelettrico ha un impatto pressoché nullo, non provocando alcun tipo di inquinamento atmosferico (non si generano fumi, vapori, etc.) e di falda (non si generano infiltrazioni in quanto il bacino sarà impermeabilizzato).

Per quanto riguarda lo smaltimento delle pompe-turbine, dei generatori, di tutte le componenti elettriche ed idrauliche (come ad esempio quadri, paratoie, valvole, griglie, etc.) si presuppone possibile un pressoché totale riciclo dei materiali utilizzati.

I vari elementi saranno inviati presso idonee piattaforme, le quali si occuperanno del recupero delle parti in acciaio, ferro, plastica, etc. e del conclusivo invio a discarica delle modeste quantità di materiale rimasto inutilizzabile.

Il materiale in calcestruzzo derivante dagli eventuali abbattimenti delle opere civili sarà inviato ad impianti di riciclaggio di inerti da demolizione.

In conclusione, si riportano nella seguente tabella i codici C.E.R. (Catalogo Europeo dei Rifiuti) dei possibili materiali derivanti dalla dismissione dell'impianto.

Codice C.E.R.	Descrizione
13.01.12*	oli per circuiti idraulici, facilmente biodegradabili
16.02.16	macchinari ed attrezzature elettromeccaniche
17 03 02	miscele bituminose
17 04 01	rame, bronzo, ottone
17 04 05	ferro e acciaio
17.04.07	metalli misti
17.04.11	cavi elettrici
17.09.04	rifiuti misti dell'attività di costruzione e demolizione non pericolosi

Tabella 1 – Codici C.E.R. dei rifiuti previsti in fase di dismissione

5 COMPUTO METRICO MISURE DI REINSERIMENTO/RECUPERO

Opera di presa di valle	100.000 €
Pozzo paratoie	185.000 €
Centrale in caverna	650.000 €
Gallerie d'accesso	1.800.000 €
Pozzo piezometrico	50.000 €
Opera di presa di monte	450.000 €
Vie d'acqua	865.000 €
Drenaggio sfioratore di superficie	100.000 €
Opere di utenza	2.400.000 €
Bacino di monte*	5.000.000 €

Complessivamente	11.600.000 €

(*nel computo, per quanto riguarda il bacino di monte, è stata presa in considerazione l'opzione 3" descritta al § 3.2.1, ossia la demolizione del rilevato ed il ripristino *ante operam* dell'area)

6 CRONOPROGRAMMA DELLE FASI ATTUATIVE DI REINSERIMENTO/RECUPERO

Nella seguente tabella è riportata una stima del cronoprogramma relativo alle fasi attuative di reinserimento/recupero:

OPERE	MESI																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Opera di presa di valle	■	■	■	■														
Pozzo paratoie			■	■	■													
Centrale e sottostazione elettrica	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
Bacino di monte	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Drenaggio sfioratore superficie				■	■	■												
Vie d'acqua					■	■												
Opera di presa di monte							■	■										
Gallerie d'accesso								■	■	■	■							
Pozzo piezometrico							■	■	■									
Opere di utenza	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■							



Tel: +39 030 3702371 – Mail: info@frosionext.com - Sito: www.frosionext.com
Via Corfù 71 - Brescia (BS), CAP 25124
P.Iva e Codice fiscale: 03228960179